

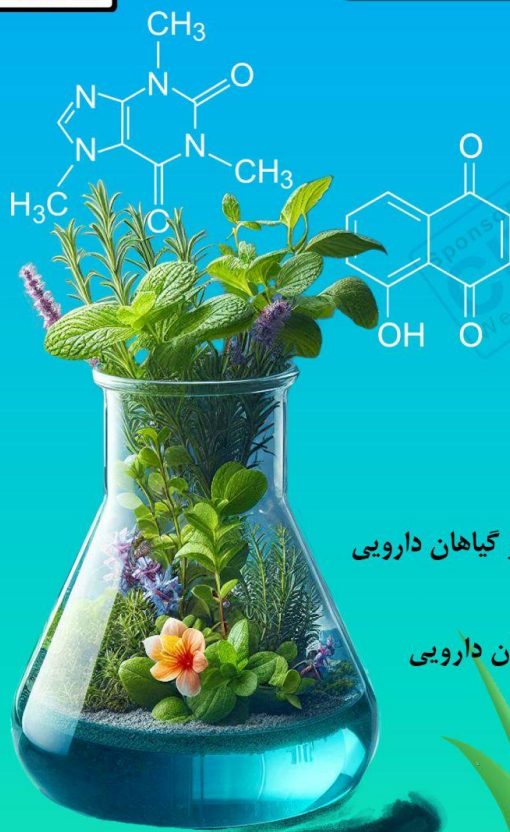




دومین کنفرانس ملی زیست شناسی گیاهان دارویی



The 2nd National Conference
on Biology of Medicinal Plants



محورهای کنفرانس:

- تنوع زیستی و رده بندی گیاهان دارویی
- فیزیولوژی تغذیه و متابولیسم گیاهان دارویی
- بیوشیمی و متابولیت های ثانویه گیاهان دارویی
- رشد و نمو و تکوین گیاهان دارویی
- زیست فناوری و ژنتیک گیاهان دارویی
- مردم گیاه شناسی و سنت های بومی در استفاده از گیاهان دارویی
- زیست شناسی جلبک ها و گلستنگ های دارویی
- کاربردهای گیاهان دارویی در صنایع مختلف
- چالش ها و فرصت های پیش روی صنعت گیاهان دارویی



✉ impb2@qom.ac.ir

🌐 impb2.qom.ac.ir

☎ 025-32103081

حامیان علمی کنفرانس



۰۳۲۴۰-۸۹۸۳۵

دانشگاه قم

۸ و ۹ اسفندماه ۱۴۰۳

مجموعه مقالات ارائه شده در

دومین کنفرانس ملی

زیست شناسی گیاهان دارویی

جلد سوم

کاربردها و صنعت گیاهان دارویی



قطعه نامه دومین کنفرانس زیست شناسی گیاهان دارویی، قم ۱۴۰۳

بسم الله الرحمن الرحيم

با یاری خداوند متعال و همیاری انجمن فیزیولوژی گیاهی ایران و دانشگاه قم، دومین کنفرانس زیست شناسی گیاهان دارویی در روزهای هشتم و نهم اسفند ماه سال ۱۴۰۳ با شرکت متخصصین بین المللی، اعضای هیات علمی دانشگاه ها، مراکز و موسسه های پژوهشی، کارشناسان و دانشجویان تحصیلات تکمیلی در شهر مقدس قم برگزار شد. ارائه آخرین نوآوری ها و دستاوردهای علمی در کنفرانس زیست شناسی گیاهان دارویی در زمینه علوم مرتبط و ارائه راه حل های مناسب در مورد چالش های موجود کشور می تواند برای حفظ منابع طبیعی و تنوع زیستی با ارزش کشور و توسعه گیاهان دارویی و بهره برداری مناسب جهت ارتقا سطح سلامت جامعه مفید واقع شود.

شرکت کنندگان در این کنفرانس خواهان عنایت بیش از پیش برنامه ریزان، مسئولان اجرایی کشور، متخصصین و پژوهشگران به موارد زیر می باشند:

- ۱- شرکت کنندگان بر لزوم تدوین واژه نامه و استاندارد سازی واژه های رایج در مورد گیاهان دارویی از جمله تعیین معادل فارسی واژه اتنوباتی در فرهنگستان علوم پس از نظرخواهی از متخصصین ذیربط تاکید نمودند.
- ۲- تحقیق، ریشه یابی و کنکاش مبانی استفاده از گیاهان دارویی توسط موجودات زنده و نیز مستندات موجود در منابع کهن ایرانی و روایات اسلامی مورد تایید شرکت کنندگان قرار گرفت.
- ۳- تمرکز و اصلاح مدیریت بهره برداری از منابع طبیعی گیاهی و کاهش فشار برداشت از رویشگاه های طبیعی و رعایت زمان برداشت، جهت حفاظت بهینه از منابع موجود ضروری می باشد.
- ۴- ایجاد سازوکار لازم برای استفاده بهینه از ضایعات کارخانجات و صنایع کشاورزی به عنوان یک منبع ارزشمند تولیدات دارویی و متعاقبا کاهش آلودگی محیط زیستی مورد تایید قرار گرفت.
- ۵- شرکت کنندگان به منظور جلوگیری از خطرات احتمالی شناسایی نادرست گیاهان دارویی ارائه شده در عطاری ها و ارائه بهداشتی گیاهان، بر لزوم داشتن عطاری ها به یک کارشناس فنی رشته علوم گیاهی، قبل از صدور مجوز برای این شغل به عنوان شرط لازم تاکید کردند.
- ۶- شرکت کنندگان در کنفرانس به منظور ساماندهی عطاری ها، بر لزوم ایجاد یا تعیین یک سازمان متولی شبیه نظام پزشکی وزارت بهداشت به منظور صدور مجوز، استاندارد سازی، نظارت بر فعالیت و ایجاد شناسه علمی برای محصولات گیاهی تاکید نمودند.
- ۷- شرکت کنندگان بر لزوم تدوین و بازبینی برنامه درسی و روزآمد کردن سرفصل های دروس رشته زیست شناسی گیاهان دارویی تاکید نمودند.



۸- با عنایت به اهمیت حفظ و ارتقای سلامت مردم، لزوم جابه جایی جایگاه مدیریت فرآیند صدور مجوز، علاوه بر مدیریت کنترل و نظارت مستمر عطاری ها از وزارت صمت به وزارت بهداشت، مورد تاکید شرکت کنندگان قرار گرفت.

۹- با عنایت به افزایش روزافزون تولید و تایید داروهای گیاهی استاندارد در کشور، شرکت کنندگان در کنفرانس، گنجاندن واحد درسی داروهای گیاهی را در برنامه درسی رشته های پزشکی و داروسازی و برگزاری کارگاه های آموزشی مستمر در این خصوص مورد تاکید قرار دادند.

تمامی شرکت کنندگان از جمله اعضای هیأت مدیره انجمن فیزیولوژی گیاهی ایران از همکاری های همه جانبه و مجدانه ریاست محترم، معاونین محترم، مدیران، اعضای هیات علمی، دانشجویان و کارکنان دانشگاه قم و مسئولین و مدیران محترم اجرایی شهر و استان قم در برگزاری شایسته دومین کنفرانس زیست شناسی گیاهان دارویی که زمینه تبادل یافته های علمی و پژوهشی صاحب نظران این حوزه را فراهم آوردند، صمیمانه قدردانی می نمایند.

تیم اجرایی همایش

رئیس کنفرانس: دکتر احمدحسین شریفی (ریاست محترم دانشگاه)

رئیس شورای سیاستگذاری: دکتر یعقوب نوروزی (معاون محترم پژوهشی دانشگاه)

دبیر علمی: دکتر مرتضی یوسف زادی (m.yousefzadi@qom.ac.ir; morteza110110@gmail.com)

دبیر اجرایی: دکتر رضا شیخ اکبری مهر (r.sheikhakbari@qom.ac.ir; reza.sheikhakbari@gmail.com)

کمیته علمی همایش

نام و نام خانوادگی	مرتبه علمی	رشته تخصصی	سازمان
مرتضی یوسف زادی	استاد	فیزیولوژی گیاهی	دانشگاه قم
فائزه قناتی	استاد	فیزیولوژی گیاهی	دانشگاه تربیت مدرس
محسن شریفی	استاد	فیزیولوژی گیاهی	دانشگاه تربیت مدرس
علی اکبر احسانپور	استاد	فیزیولوژی گیاهی	دانشگاه اصفهان
منصور شریعتی	استاد	فیزیولوژی گیاهی	دانشگاه اصفهان
پرژک ذوفن	دانشیار	فیزیولوژی گیاهی	شهید چمران اهواز
محمود نصراله زاده	دانشیار	شیمی آلی	دانشگاه قم
رضا شیخ اکبری مهر	استادیار	سیستماتیک گیاهی	دانشگاه قم
پرویز ملک زاده	دانشیار	فیزیولوژی گیاهی	دانشگاه قم
امیرحسین بیکی	استادیار	ژنتیک گیاهی	دانشگاه قم
فریده عطار	استاد	سیستماتیک گیاهی	دانشگاه تهران
محمد حسین میرجلیلی	دانشیار	گیاهان دارویی	دانشگاه شهید بهشتی
صمد نژاد ابراهیمی	دانشیار	فیتوشیمی	دانشگاه شهید بهشتی
مریم شهبازی	دانشیار	فیزیولوژی گیاهی	دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان
مهناز اقدسی	دانشیار	فیزیولوژی گیاهی	دانشگاه گلستان
منصور افشار محمدیان	دانشیار	فیزیولوژی گیاهی	دانشگاه گیلان
جواد توکلی	دانشیار	فیزیولوژی گیاهی	دانشگاه زنجان
فاطمه علی اصل	استادیار	داروسازی سنتی	دانشگاه علوم پزشکی قم
فاطمه نوجوان	استادیار	طب سنتی	دانشگاه علوم پزشکی قم
ابراهیم چراغی	دانشیار	سلولی و تکوین	دانشگاه قم
شاهرخ کاظم پور اوصالو	استاد	گیاهشناسی	دانشگاه تربیت مدرس
فرخ قهرمانی نژاد	استاد	گیاهشناسی	دانشگاه خوارزمی
علیرضا یآوری	استادیار	گیاهان دارویی	دانشگاه هرمزگان
حسنعلی نقدی بادی	دانشیار	زراعت گیاهان دارویی	دانشگاه شاهد
علی سنبلی	استاد	گیاهان دارویی	پژوهشکده گیاهان دارویی دانشگاه شهید بهشتی



فهرست مطالب

- ۱.....کاربردها و صنعت گیاهان دارویی
- ۲.....فیتوکمیکالها و مهار میکروبها: بررسی ترکیبات ضد میکروبی در گیاهان دارویی
- ۱۷.....نقش گیاهان دارویی به عنوان پری بیوتیک در تأثیر بر ترکیب میکروبیوتای روده
- ۳۰.....مروری بر اثرات ضدانگلی متابولیت های ثانویه در گیاهان دارویی: مکانیسم ها و کاربردها
- ۴۵.....تأثیر محافظتی عصاره میوه کرات بر سمیت کلیوی ناشی از تتراکلریدکربن در موش کوچک آزمایشگاهی
- ۶۰.....ارزیابی و تعیین بهینه غلظت ضدباکتریایی اسانس نسترن علیه باکتری های سودوموناس آئروژینوزا و استافیلوکوکوس آرنوس
- ۶۹.....تعیین غلظت ضدباکتریایی اسانس دارچین علیه باکتری های سودوموناس آئروژینوزا و باسیلوس سوبتیلیس در شرایط آزمایشگاهی
- ۷۸.....ارزیابی خواص ضد میکروبی و تعیین غلظت باکتری کشی اسانس رزماری در شرایط آزمایشگاهی
- ۸۷.....ارزیابی و تعیین بهینه غلظت ضدباکتریایی اسانس گل محمدی علیه باکتری های استرپتوکوکوس پنومونیه و پروتئوس میرابیلیس در شرایط آزمایشگاهی
- ۹۶.....کاربرد هوش مصنوعی در شناسایی و تشخیص مواد موثره گیاهان دارویی ، چالش ها، فرصت ها
- ۱۰۷.....کاربردهای گیاهان دارویی در صنایع مختلف
- ۱۱۸.....تعیین کمترین غلظت متوقف کنندگی و باکتری کشی اسانس بنفشه علیه باکتری های /شرشیا کلی و استافیلوکوکوس آرنوس در شرایط آزمایشگاهی
- ۱۲۷.....محدودیت ها، ظرفیت ها و راهکارهای توسعه کاشت گیاهان دارویی با استفاده از منابع آب و خاک شور
- ۱۳۶.....اثر مهاری گیاه رازیانه بر فیبریل های آمیلوئیدی
- ۱۴۱.....بررسی کشت ، تولید ، بهره برداری و فرآوری گیاه دارویی گزانگبین
- ۱۵۲.....اثرات زغال اخته به عنوان یک گیاه دارویی در کنترل، پیشگیری و درمان عفونت های ادراری و ریشه کنی هلیکوباکتر پیلوری و چربی های خون
- ۱۶۰.....کاربرد گیاهان دارویی در صنایع مختلف
- ۱۶۷.....اعتبارسنجی تأثیر کربنات کلسیم و کود فسفره بر محتوای آلیزارین در ریشه روناس
- ۱۸۱.....بررسی گیاه دارویی *Prangos ferulacea* از منظر اخلاقی در استان کهگیلویه و بویراحمد
- ۱۸۸.....بررسی تنش آبی بر عملکرد گیاهان دارویی
- ۲۰۰.....استفاده از گیاهان دارویی در غذاهای عملگرا: راهکاری نوین برای ارتقای سلامت و محافظت از محیط زیست



- متابولیت‌های ثانویه گیاهان دارویی: سلاحی قدرتمند در مبارزه با سرطان.....۲۰۹
- نقش حیاتی عصاره گیاهان دارویی در تولید بسته‌بندی‌های زیست‌تخریب‌پذیر و کاهش آلودگی‌های پلاستیکی.....۲۲۰
- اثر حفاظتی عصاره *Melilotus officinalis* بر استرس اکسیداتیو القا شده توسط استرس بیحرکتی در بیضه رت.....۲۲۸
- استفاده از نسخه‌های شفابخش گیاهی در کنترل و درمان دیابت.....۲۳۳
- گیاهان دارویی به یادگار مانده استان گلستان و کاربرد تاریخی آنها در درمان.....۲۴۲
- گیاهان دارویی موثر بر بیماری‌های قلبی و عروقی.....۲۵۰
- نگاهی جامع به قدرت پنهان برگ‌های معجزه آسای چای سبز.....۲۶۳
- متابولیت‌های ثانویه و کاربردهای دارویی بریوفیت‌ها (خزه‌گیان).....۲۷۲
- بررسی مقایسه‌ای اثرات نانولوله‌کربنی چند دیواره‌ای، نانوذرات اکسید منیزیم و آهن بر تغییر محتوای رنگیزه‌های فتوسنتزی گیاه درمنه خزری (*Artemisia annua* L.).....۲۸۵
- بررسی داکینگ مولکولی اثر دو ترکیب گیاهی *p-cuminaldehyde* و *Trans-anethole* بر روی دو باکتری سودوموناس آئروژینوزا و اسینتوباکتر بومانی.....۲۹۲
- مروری بر گونه‌ی دارویی افدرای رونده (*Ephedra foliata* Boiss.) در ایران.....۳۰۱
- مکانیسم عمل اسانس‌های گیاهی در رایحه‌درمانی.....۳۱۹
- تأثیر عصاره پیاز بر فعالیت پلی‌فنول‌اکسیداز سیب.....۳۲۹
- بررسی اثر عصاره گیاه آویشن بر بقای بیفیدوباکتریوم‌های کشک محلی و صنعتی.....۳۳۵
- زعفران در درماتولوژی.....۳۴۱
- نقش کودهای زیستی در بهبود عملکرد و کیفیت گیاهان دارویی.....۳۶۵
- بررسی اثر بخشی اسانس پوست لیموترش به عنوان یک عامل ضدباکتری طبیعی علیه باکتری اشریشیا کولی.....۳۷۱
- تأثیر نانوذرات دی اکسید تیتانیوم بر رشد گیاه نعناقلی در شرایط تنش کادیمیم.....۳۸۰
- مطالعه مروری بر گیاهان دارویی با تأکید بر فواید و عوارض مصرف آنها در دوران بارداری.....۳۸۶
- تأثیر نانوذرات دی اکسید تیتانیوم بر شاخصهای رشد گیاه دارویی فیسالیس.....۳۹۸
- بررسی اثر عصاره انار بر میزان آدیپو نکتین در موشهای تحت محدودیت‌کالری.....۴۰۳
- ارزیابی اثرات مخرب برخی از گونه‌های گیاهی بر دستگاه تناسلی نر.....۴۱۲
- اثر عصاره فلفل و منابع مختلف کربن و نیتروژن بر تولید کوآنزیم Q۱۰ توسط زیموموناس موبیلیس.....۴۱۹
- فعالیت ضد باکتریایی عصاره مر بر باکتری‌های بیماری‌زا و غیر بیماری‌زا.....۴۲۷



- ۴۳۳..... بررسی خاصیت آنتی اکسیدانی نیترات روی سنتز شده به روش هیدروترمال
- ۴۴۰..... کاربرد گیاهان دارویی در اعصاب و روان (صنعت دارویی)
- بررسی اکولوژیکی گیاه دارویی بوزیدان (*Withania somnifera* (L.) Dun.) در زیست بوم های مرتعی شهرستان
- ۴۴۹..... داراب (استان فارس)
- استویا (*Stevia rebaudiana* Bertoni): بررسی به روز شده از مزایای سلامتی، کاربردهای صنعتی و ایمنی آن
- ۴۵۸.....
- سنجش مدل رگرسیونی در برآورد تولید گیاه دارویی *Digitalis nervosa*
- مروری بر اتنوبوتانی گیاهان *Medicago sativa* و *Sanguisorba minor* در بین کرمانج های شهرستان بجنورد
- ۴۷۶.....
- شاخص های فاصله ای برآورد الگوی پراکنش مکانی گیاه دارویی گل اروانه (*Hymenocrater bituminosus*) در
- مراعات جنوب بجنورد
- ۴۸۲.....
- چالش ها و فرصت های سیستم CRISPR/Cas9 بعنوان ابزار ویرایش ژنوم کارآمد در توسعه گیاهان دارویی
- ۴۹۰..... مان ترنجبین، محصول فعالیت تغذیه ای حشره *Poophilus costalis* (Walker, 1851) بر روی گیاه دارویی
- خارشر
- ۴۹۷.....
- مطالعه گیاهان دارویی در محیط زیست طبیعی با تاکید بر خواص دارویی آنها (مطالعه موردی: استان گیلان)
- ۵۱۱.....
- خواص زیستی-عملکردی و کاربردهای بالقوه گیاه آبی آذولا
- ۵۲۳.....
- گیاه مردم نگاری تعدادی از گیاهان خوراکی خودرو: مطالعه مروری در استان فارس
- ۵۳۷.....
- رونمایی از پتانسیل درمانی کروسین: بررسی جامع اثرات آن بر بیماری دیابت
- ۵۴۶.....
- شناسایی فرصت های کارآفرینی در حوزه گیاهان دارویی با ساخت محصولات آرایشی و بهداشتی طبیعی و گیاهی
- ۵۵۴.....
- کاربرد ضایعات گیاهان دارویی در نساجی
- ۵۵۹.....
- انتخاب حلال مناسب برای دی آلیل دی سولفید در مدل موش صحرایی ایسکمی ریپرفیوژن
- ۵۶۵.....
- سنتز نانو کریستال های سلولز از دانه میوه تلکا به روش اسیدی و بررسی سمیت سلولی
- ۵۷۲.....
- بررسی اثرات ضد میکروبی عصاره الکلی گیاه ماهور در درمان عفونت باکتریایی روده
- ۵۸۸.....
- اثرات محافظتی کورکومین بر نفروتوکسیسیته ناشی از آکریل آمید
- ۵۹۷.....
- ارزیابی عملکرد روش های پیش پردازش بر تفکیک طیف های بازتابی پودر آویشن در تکنیک آنالیز مؤلفه های اصلی
- ۶۰۵.....



- کاربرد تکنیک آنالیز مؤلفه‌های اصلی و روشهای پیشپردازش در تشخیص تازگی پودر سیر..... ۶۱۱
- بررسی ترکیبات گیاهی برخی از داروهای گیاهی صنعت طیور..... ۶۱۹
- مروری کوتاه بر استفاده از نعناع‌فللی در تغذیه نشخوارکنندگان..... ۶۲۴
- اثرات تغذیه برگ گیاه مورد بر آنزیم‌های کبدی و برخی فراسنجه‌های خونی در گوسفندان کرمانی..... ۶۳۰
- ارزیابی روشهای مختلف استخراج متابولیت‌های ثانویه از گل همیشه بهار..... ۶۳۸
- بررسی چالش‌های علمی در توسعه فرمولاسیون محصولات آرایشی گیاهی..... ۶۴۸
- خواص مهاری اسانس بابونه بر بیوفیلیم باکتریایی..... ۶۵۹
- اثرات افدرین بر روی جنین در دوران بارداری و تولیدمثل - مروری کوتاه..... ۶۶۴
- سنتز سبز کامپوزیت زیستی مبتنی بر سدیم آلزینات حاوی عصاره برگ گیاه غازیاقی با خاصیت ضد میکروبی به منظور استفاده در کاربردهای درمانی..... ۶۷۰
- طراحی و مشخصه‌یابی کامپوزیت زیستی مبتنی بر سدیم آلزینات حاوی اسانس برگ مریم گلی به منظور استفاده در کاربردهای درمانی..... ۶۷۷
- سنتز کامپوزیت مبتنی بر کیتوزان حاوی اسانس خانواده نعنائیان به منظور استفاده در کاربردهای درمانی..... ۶۸۴
- بررسی جامع خواص و کاربردهای صمغ درخت بنه (سقز) در طب سنتی و طب مدرن..... ۶۹۱
- بررسی مزایای کاربردی گیاه آلوئه ورا (*Aloe vera*) در طب دامپزشکی..... ۷۰۲
- بررسی خواص و کاربردهای گیاه هواچوبه در سلامت پوست..... ۷۱۱
- اثرات آنتی اکسیدانی گیاه زنجبیل (*Zingiber officinale* Rosceo) بر بیماری سرطان کبد..... ۷۲۵
- تأثیر روش‌های مختلف خشک‌کردن و شرایط نگهداری بر تغییرات ویژگی‌های رنگی میوه خیار آب‌پران (*Ecballium elaterium*)..... ۷۳۴
- سنجش محتوای برخی از صفات فیتوشیمیایی گیاه مریم گلی تماشایی (*Salvia hydrangea* L.)..... ۷۴۴
- طیف‌سنجی نوری در تحقیقات گیاهان دارویی: کاربردها و چالش‌ها..... ۷۵۳
- مروری بر ویژگی‌های گیاه‌شناسی و کاربردهای دارویی گیاه بومادران..... ۷۵۸
- اثر تفاله قهوه بر عملکرد و تغذیه گیاه توت فرنگی در شرایط تنش شوری..... ۷۶۷
- ارزیابی خاصیت آنتی اکسیدانی چند گیاه دارویی پرمصرف در درمان و پیشگیری از سرماخوردگی..... ۷۷۵
- بنفشه معطر: ترکیبات زیست‌فعال، خواص دارویی و کاربردهای درمانی در طب سنتی و مدرن..... ۷۸۰
- مروری بر نقش برخی گیاهان دارویی در کاهش استرس اکسیداتیو و بهبود تولید تخم‌مرغ در مرغ‌های تخم‌گذار..... ۷۹۵



- واکاوی مدل های موفق تبادل دانش بومی بین روستاییان در بکارگیری خواص گیاهان دارویی: مورد مطالعه شهرستان مهریز استان یزد..... ۸۰۲
- کاربرد مخلوط عصاره شیرین بیان و آلوئه ورا به عنوان عامل تثبیت کننده در سنتز نانوذرات کلسیم..... ۸۱۱
- استخراج دی ترپنئوئید جدید از ریشه گیاه دارویی برازمبل درمنه ای (*Salvia artemisioides*)..... ۸۱۷
- گیاهان دارویی حاوی آلکالوئید در طب سنتی منطقه بلوچستان..... ۸۲۱
- بررسی مقایسه ای اثر کومین آلدئید و نانونیوزوم کومین آلدئید بر اختلالات شناختی در ناحیه هیپوکمپ موش های صحرایی نر..... ۸۲۸
- کاربرد عصاره گیاه دارویی چای کوهی در سنتز سبز نانوذرات روی اکسید و تیتانیوم اکسید..... ۸۳۴
- داروهای گیاهی مؤثر در درمان آب مروارید با استفاده از دانش مردم گیاهشناسی..... ۸۴۱
- مقایسه محتوی فنل، فلاونوئید و درصد مهار رادیکالهای آزاد گزنه در روشهای مختلف خشک کردن..... ۸۴۶
- تاثیر روش های خشک کردن بر کمیت و کیفیت اسانس گیاه دارویی گزنه..... ۸۵۲
- تحلیل عوامل مؤثر بر کاربرد گیاهان دارویی در درمان بیماری کووید-۱۹..... ۸۶۰
- اسفرزه (*Plantago ovata Forsk*) مؤثر در درمان کولیک شنی در اسب..... ۸۶۷
- مروری بر گیاهان دارویی ایران با بیشترین همپوشانی مواد مؤثره، جهت توسعه درمان های ترکیبی..... ۸۷۳
- مروری بر نقش گیاه آرتیمیزیا (*Artemisia annua*) در درمان مالاریا از طب سنتی تا طب جدید..... ۸۸۷
- د/توره /استر/مونوم، گیاهی با دو چهره: نگاهی بر جوانب مثبت و منفی..... ۸۹۴
- اثرات مفید ترکیبات گیاهی دارویی بر مسیر سیگنالینگ PI3K/Akt در بیماری آلزایمر..... ۹۰۴
- بادرنجبویه و اختلالات روانی: مروری بر شواهد علمی و کاربردهای بالینی..... ۹۱۷
- سنتز سبز نانو ریزمغذی روی (Zn) در حلال آب در حضور مخلوطی از عصاره زیست سازگار گیاهان دارویی رزماری و بن سرخ..... ۹۲۴
- چالش های کشت زعفران (*Crocus sativus*) به روش هیدروپونیک..... ۹۲۹
- سنتز نانو ریز مغذی آهن پایدار شده توسط عصاره بابونه (*Atricia Chamomilla*) و کاربرد آن به عنوان نانو کود..... ۹۳۷
- مروری بر برخی از گیاهان دارویی مؤثر بر بیماریهای کبدی..... ۹۴۳
- بررسی مکانسیم های اثر سیر به عنوان یک گیاه دارویی بر فشارخون..... ۹۶۰
- مطالعات بیوانفورماتیک برخی ترکیبات ترپنی اسانس خانواده نعنائیان بر روی آنزیمهای سم زدایی حشره بید سیب زمینی..... ۹۶۶
- بررسی و شناسایی ترکیبات مؤثره گیاه *Cenaurea balsamita* در عصاره متانولی و اتانولی..... ۹۷۲



- تازه ترین کاربردهای دارویی گیاه گل راعی..... ۹۸۰
- کاهش زیست پذیری سلولهای B16F10 در حضور گیاه *Chenopodium botrys*..... ۹۹۶
- تأثیر ترکیب اسانس گیاهان دارویی چویر و مرزه پروئی در بهبود کیفیت باروری در موش‌های صرعی..... ۱۰۰۷
- ترکیبات ثانویه از زنجبیل، مهارکننده های بالقوه SARS- CoV-2 با رویکرد داکینگ مولکولی..... ۱۰۱۴
- معرفی برخی گونه‌های گیاهی پر کاربرد در صنایع دارویی، آرایشی و بهداشتی (مطالعه موردی: شرکت زردبند، واحد کشت و صنعت یاسوج)..... ۱۰۲۴
- تنوع زیستی گیاهان دارویی و اهمیت واکاوی های اتنوبوتانی، مبنایی بر توسعه پایدار جوامع محلی (مورد مطالعه استان مازندران)..... ۱۰۳۰
- ارتباط فیتوشیمی و حالت فیزیکی اسانس گل محمدی (*Rosa damascene* Mill.)..... ۱۰۳۹
- نقش گیاهان دارویی دارچین (*Cinnamomum zeylanicum*) و زنجبیل (*Zingiber officinale*) در کنترل و مدیریت دیابت..... ۱۰۴۵
- گیاه دارویی کمیاب وج (*Acorus calamus*): اهلی سازی و تجاری سازی..... ۱۰۵۲
- چالشهای آموزش، تجویز و استفاده از گیاهان دارویی در ایران..... ۱۰۵۹
- ارزیابی تناسب اکولوژیک کشت چند گونه گیاه دارویی در حوضه آبریز دریاچه نمک..... ۱۰۶۵
- ظهور فناوری نوین در تولید محصولات سلامت محور بر پایه مواد گیاهی..... ۱۰۷۳
- اثر عصاره آبی گیاه ریحان بر سرطان پستان رده سلولی SKABR3..... ۱۰۸۷
- برنامهریزی سیمای سرزمین برای بهبود کیفیت خدمات محیط زیستی گیاهان دارویی در ایران..... ۱۰۹۳
- اثرات ضد میکروبی عصاره سیر، پیاز، موسیر و مخلوط آنها بر روی باکتریهای بیماریزادر محیط *In vitro*..... ۱۱۰۲
- بررسی اثر میوه *Gleditsia caspica* در بافت مغز موش مسموم شده با کربن تتراکلرید..... ۱۱۲۴
- بررسی اثر یونجه تازه بر اشتها و وزن گیری جوجه گوشتی..... ۱۱۳۳
- بررسی اثرات ضد میکروبی و آنتی اکسیدانی نانوامولسیون اسانس سیر..... ۱۱۴۱
- بررسی تأثیر کافئیک اسید گیاهی بر باکتری هلیکوباکتر پیلوری عامل ایجاد زخم معده..... ۱۱۴۸
- بررسی اشکال و ترکیبات داروهای گیاهی درمان کننده بیماری های تنفسی..... ۱۱۵۴
- بررسی تأثیر موسیلاژ دانه چیا و عصاره پونه بر ویژگیهای کیفی ماست کم چرب پروبیوتیک..... ۱۱۵۹
- بررسی خواص باکتریایی و آنتی اکسیدانی بتا نیکوتین آمید مونونوکلئوتید..... ۱۱۶۶
- بررسی خواص آنتی اکسیدانی و ضد باکتریایی نانوذرات تیمول سنتز شده با کیتوزان..... ۱۱۷۵
- تأثیر خصوصیات خاک بر ترکیبات فیتوشیمیایی اسانس گیاه پولک (*Stachys inflata* Benth.) جمع‌آور شده از دو منطقه واقع در روستای کوهانی نهاوند..... ۱۱۸۴



- ۱۱۹۰..... بررسی مروری اگزوزومهای گیاهی و کاربردها.
- برنامه‌ریزی سیمای سرزمین برای بهبود کیفیت خدمات محیط زیستی گیاهان دارویی در منطقه زاگرس مرکزی
۱۱۹۷.....
- بهینه سازی کشت سوسپانسیون سلولی با هدف تولید رنگ های طبیعی در گیاه روناس (*Rubia tinctorum* L.)
۱۲۰۵.....
- سنت های بومی و استفاده از گیاهان دارویی در طب قوم کردی ایران..... ۱۲۲۰
- مروری بر ضرورت توسعه کشت گیاهان دارویی در استان اردبیل..... ۱۲۲۶
- گیاهان دارویی موثر در درمان بیماری آلزایمر..... ۱۲۳۷
- نانوحامل‌های نوین برای انتقال هدفمند ترکیبات فعال گیاهان دارویی: پیشرفت‌ها و چالش‌ها..... ۱۲۴۴
- مطالعه اتنوبوتانی (Ethnobotany) گیاه دارویی فرفیون (*Euphorbia helioscopia*)، دلفان استان لرستان ،
روستای مختار آباد..... ۱۲۵۴
- تغییرات فیتوشیمیایی رازیانه (*Foeniculum vulgare* Mill.) با کاربرد علفکشیهای پندیمتالین و اکسی‌فلورفن
۱۲۶۱.....
- مروری بر گیاهان دارویی حاوی آنتی اکسیدان ها و اثرات آنها بر اختلالات ناشی از مواجهه با بنزن..... ۱۲۶۶
- کاربردهای گیاهان دارویی در صنعت زنبورداری..... ۱۲۸۱
- کاربرد گیاهان دارویی در صنعت بهداشت و پرورش طیور..... ۱۲۸۷
- شناسایی ترکیبات فنلی و فلاونوئیدی گیاه دارویی *Jubertia aucheri*..... ۱۲۹۳
- مروری بر برخی از گیاهان دارویی موثر در بیماری های دهان و پوسیدگی دندان..... ۱۲۹۹
- کاربرد گیاهان دارویی در تقویت اثر واکسیناسیون دام‌ها در صنعت دامپروری..... ۱۳۱۱
- قوم گیاه شناسی گیاهان دارویی خراسان جنوبی (روستای کوچ و روستاهای مجاور (به‌دان-خراشاد-تگ میان)
۱۳۲۰.....
- متابولیت های ثانویه گیاهان دارویی در سنتز سبز نانوذرات..... ۱۳۲۸
- چالش‌ها و فرصت‌های طب سنتی گیاهی در ایران..... ۱۳۳۷
- نقش استراتژیک گیاهان دارویی در تحول و توسعه صنایع پایدار..... ۱۳۴۵
- نقش گیاهان دارویی در کنترل آفات و بیماری‌ها در کشاورزی..... ۱۳۵۲
- بررسی اتنوبوتانیکی گونه های دارویی منطقه جنوب استان یزد..... ۱۳۶۱



کاربردها و صنعت گیاهان دارویی



فیتوکمیکال‌ها و مهار میکروب‌ها: بررسی ترکیبات ضد میکروبی در گیاهان دارویی

زینب عبیری^{۱*}، سمیرا قربانی^۲، مریم حدادی پور^۳

^۱گروه علوم پایه، دانشکده پیرا دامپزشکی، دانشگاه اردکان، اردکان، یزد (z.abiri@ardakan.ac.ir)

^۲گروه بهداشت و کنترل کیفی مواد غذایی، دانشکده پیرا دامپزشکی، دانشگاه اردکان، اردکان، یزد

^۳گروه علوم درمانگاهی، دانشکده پیرا دامپزشکی، دانشگاه اردکان، اردکان، یزد

چکیده

پاتوژن‌های مقاوم به آنتی‌بیوتیک یک بحران جدی در سلامت جهانی هستند که سالانه حدود ۷۰۰,۰۰۰ مرگ را موجب می‌شوند و پیش‌بینی می‌شود تا سال ۲۰۵۰ به ۱۰ میلیون افزایش یابد. این موضوع باعث شده است که محققان به دنبال درمان‌های جایگزین، به‌ویژه از منابع طبیعی مانند گیاهان دارویی، باشند. فیتوکمیکال‌ها، ترکیبات زیست‌فعال موجود در گیاهان، پتانسیل قابل توجهی در مقابله با میکروب‌ها نشان داده‌اند. این ترکیبات شامل آلکالوئیدها، فلاونوئیدها، ترپنوئیدها، ساپونین‌ها و ترکیبات فنلی هستند که می‌توانند رشد میکروبی را مهار کرده و پاسخ‌های ایمنی را تقویت کنند. در این مطالعه به ترکیبات ضد میکروبی موجود در گیاهان دارویی، با تمرکز بر آلکالوئیدها و فلاونوئیدها، پرداخته شده و اثرات آن‌ها بر عوامل بیماری‌زا، نحوه مکانیسم‌های عملکردشان و کاربردهای بالقوه آن‌ها در پزشکی مدرن بررسی شده است. آلکالوئیدها، مانند برابرین و کینین، فعالیت ضد میکروبی قوی از خود نشان می‌دهند و با هدف قرار دادن غشاهای سلولی میکروب‌ها، سنتز اسید نوکلئیک و آنزیم‌ها، عمل می‌کنند. فلاونوئیدها، از جمله کوئرستین و کاتچین‌ها، در برابر باکتری‌ها، قارچ‌ها و ویروس‌ها مؤثر هستند و با ایجاد اختلال در غشاهای سلولی و تشکیل بیوفیلم‌ها، عمل می‌کنند. ترپنوئیدها و ساپونین‌ها نیز با آسیب به غشاهای میکروبی و تقویت عملکرد ایمنی به دفاع کمک می‌کنند. مکانیسم‌های عمل این ترکیبات شامل اختلال در غشاهای میکروبی، مهار فعالیت آنزیمی، مداخله در سنتز اسید نوکلئیک، تنظیم پاسخ‌های ایمنی و اثرات آنتی‌اکسیدانی است. به دلیل این مکانیسم‌های متنوع، فیتوکمیکال‌ها به عنوان کاندیداهای امیدوارکننده برای توسعه درمان‌های جدید در مقابله با مقاومت ضد میکروبی شناخته می‌شوند.

واژگان کلیدی: ضد میکروب، فیتوکمیکال‌ها، مقاومت آنتی‌بیوتیکی



۱. مقدمه

ظهور عوامل بیماری‌زای مقاوم به آنتی‌بیوتیک یک نگرانی جدی در حوزه سلامت عمومی در سراسر جهان است. بر اساس گزارش سازمان بهداشت جهانی (WHO)، مقاومت آنتی‌بیوتیکی سالانه موجب مرگ حدود ۷۰۰,۰۰۰ نفر می‌شود و پیش‌بینی می‌شود که این رقم تا سال ۲۰۵۰ به ۱۰ میلیون نفر برسد، مگر اینکه اقدامات مؤثری اتخاذ شود. (WHO, 2020) این روند نگران‌کننده، محققان را بر آن داشته است تا راهکارهای درمانی جایگزین، به‌ویژه آن‌هایی که از منابع طبیعی مشتق شده‌اند، مورد بررسی قرار دهند. گیاهان دارویی قرن‌ها در پزشکی سنتی مورد استفاده قرار گرفته‌اند و تحقیقات علمی اخیر بسیاری از خواص ضد میکروبی آن‌ها را تأیید کرده است. فیتوکمیکال‌ها یا گیامغذی‌ها ترکیبات فعال زیستی موجود در گیاهان هستند که به‌عنوان عوامل ضد میکروبی بالقوه مورد توجه قرار گرفته‌اند. این ترکیبات شامل آلکالوئیدها، فلاونوئیدها، ترپنوئیدها و ساپونین‌ها، فعالیت‌های زیستی متنوعی از خود نشان می‌دهند که می‌تواند رشد عوامل بیماری‌زا مانند باکتری‌ها، قارچ‌ها و ویروس‌ها را مهار کند. (Bhat et al., 2019) به‌عنوان مثال، آلکالوئیدها به دلیل اثرات قوی ضد میکروبی خود شناخته شده‌اند و از گیاهانی مانند زرشک و خشخاش استخراج شده‌اند. (Mishra et al., 2020) به‌طور مشابه، فلاونوئیدها که در گیاهان زیادی یافت می‌شوند، فعالیت‌های ضد میکروبی و ضد ویروسی قابل توجهی از خود نشان داده‌اند. (Cushnie & Lamb, 2011) مکانیسم‌های اثر فیتوکمیکال‌ها در مقابله با میکروب‌ها پیچیده و متنوع است. این ترکیبات می‌توانند غشای سلولی میکروب‌ها را مختل کنند، سنتز اسیدهای نوکلئیک را مهار کرده و مسیرهای متابولیکی حیاتی را تحت تأثیر قرار دهند. (Bennett et al., 2021) علاوه بر این، توانایی این ترکیبات در تنظیم پاسخ ایمنی، پتانسیل درمانی آن‌ها را افزایش داده و آن‌ها را به گزینه‌های ارزشمندی برای توسعه عوامل ضد میکروبی جدید تبدیل می‌کند. (Kumar et al., 2022) در این مقاله به بررسی ترکیبات ضد میکروبی موجود در گیاهان دارویی، با تمرکز بر آلکالوئیدها و فلاونوئیدها، می‌پردازد. همچنین اثرات آن‌ها بر عوامل بیماری‌زا، مکانیسم‌های عملکردشان و کاربردهای بالقوه آن‌ها در پزشکی مدرن پرداخته شده است چرا که با درک نقش این ترکیبات، می‌توان راه‌حل‌های نوآورانه‌ای برای مقابله با تهدید فزاینده مقاومت ضد میکروبی ارائه داد.

۲. مواد و روش‌ها

در این مطالعه منابع علمی معتبر از پایگاه‌های داده‌ای مانند PubMed، Scopus و Google Scholar جمع‌آوری و بر اساس معیارهای کیفیت علمی و ارتباط با موضوع بررسی و انتخاب شدند. جستجو با کلید واژه‌های Phytochemicals، Function mechanisms، Flavonoids، Alkaloids، Antimicrobial compounds، Microbial Inhibition، انجام شد و مطالعات انجام شده در رابطه با این موضوع مورد بررسی قرار گرفت و نتایج مطالعه به صورت زیر جمع‌بندی گردید

۳. نتایج

۳-۱. فیتوکمیکال‌ها: مروری کلی



فیتوکمیکال ها ترکیبات فعال زیستی تولید شده توسط گیاهان هستند که نقش های مهمی در دفاع گیاهی ایفا کرده و فواید بسیاری برای سلامت انسان دارند. این ترکیبات جزء مواد مغذی ضروری محسوب نمی شوند، اما به جلوگیری از بیماری ها و ارتقای سلامت کمک می کنند.

۳-۱-۱. تعریف و اهمیت

فیتوکمیکال ها به عنوان ترکیبات شیمیایی طبیعی موجود در گیاهان تعریف می شوند که می توانند اثرات مفیدی بر سلامت انسان داشته باشند. این ترکیبات به دلیل خواص آنتی اکسیدانی، ضد التهابی، ضد میکروبی و ضد سرطانی خود شناخته شده اند (Harborne et al, 2013). مصرف غذاهای غنی از فیتوکمیکال ها با کاهش خطر بیماری های مزمن از جمله بیماری های قلبی-عروقی، دیابت و برخی سرطان ها مرتبط است (Böhm et al., 2019).

۳-۱-۲. دسته بندی فیتوکمیکال ها

فیتوکمیکال ها به دسته های مختلفی تقسیم می شوند که هر یک دارای ساختارها و عملکردهای منحصر به فردی هستند:

- آلکالوئیدها: این ترکیبات حاوی نیتروژن به دلیل اثرات دارویی خود، از جمله فعالیت های ضد میکروبی، شناخته شده اند. نمونه ها شامل مورفین، کینین و کافئین است.
- فلاونوئیدها: این ترکیبات پلی فنولی در سراسر قلمرو گیاهی گسترده اند و به دلیل خواص آنتی اکسیدانی و ضد التهابی خود مشهور هستند. زیر گروه های آن ها شامل فلاونول ها (مانند کوئرستین)، فلاون ها (مانند آپیزنین) و ایزوفلاون ها (مانند جنیستین) می باشند.
- ترپنوئیدها: این ترکیبات که به عنوان ایزوپرنوئیدها نیز شناخته می شوند، مسئول عطر و طعم بسیاری از گیاهان هستند و دارای اثرات ضد میکروبی و ضد التهابی می باشند. نمونه هایی از آن ها شامل منتول، لیمونن و جینسنوسیدها هستند.
- ساپونین ها: این گلیکوزیدها خاصیت کف کنندگی دارند و توانایی افزایش پاسخ ایمنی و فعالیت ضد میکروبی را دارند. ساپونین ها در گیاهانی مانند حبوبات و جینسنگ یافت می شوند.
- ترکیبات فنولی: این گروه شامل موادی مانند تانن ها و لیگنان ها است که به دلیل خواص آنتی اکسیدانی خود شناخته شده اند و به کاهش خطر بیماری های مزمن کمک می کنند.

۳-۱-۳. مکانیسم های عملکرد

فیتوکمیکال ها از طریق مکانیسم های مختلف اثرات زیستی خود را اعمال می کنند:

- فعالیت آنتی اکسیدانی: بسیاری از فیتوکمیکال ها، به ویژه فلاونوئیدها و ترکیبات فنولی، با خنثی سازی رادیکال های آزاد، استرس اکسیداتیو را کاهش می دهند.



• تنظیم فعالیت آنزیم‌ها: فیتوکمیکال‌ها می‌توانند بر فعالیت آنزیم‌های متابولیکی تأثیر بگذارند. برای مثال، فلاونوئیدها مهارکننده آنزیم سیکلواکسیژناز (COX) هستند که در التهاب نقش دارد.

• تقویت سیستم ایمنی: برخی فیتوکمیکال‌ها پاسخ‌های ایمنی را تعدیل کرده و توانایی بدن در مبارزه با عفونت‌ها را افزایش می‌دهند.

۳-۲. آلکالوئیدها

۳-۲-۱. تعریف و طبقه‌بندی

آلکالوئیدها گروهی متنوع از ترکیبات آلی حاوی نیتروژن هستند که عمدتاً از منابع گیاهی مشتق می‌شوند. آن‌ها از نظر اثرات فارماکولوژیکی اهمیت زیادی دارند و می‌توانند تأثیرات مهمی بر فیزیولوژی انسان داشته باشند. آلکالوئیدها بر اساس ساختار شیمیایی خود طبقه‌بندی می‌شوند:

- آلکالوئیدهای ساده مانند نیکوتین و کافئین
- آلکالوئیدهای پیچیده مانند مورفین و رزورپین
- آلکالوئیدهای تروپانی مانند آتروپین و اسکوپولامین

۳-۲-۲. فعالیت ضد میکروبی

آلکالوئیدها طیف وسیعی از فعالیت‌های ضد میکروبی را نشان داده‌اند و دارای مکانیسم‌های مختلفی هستند، از جمله:

- تخریب غشای سلولی: بربرین نفوذپذیری غشای باکتریایی را تغییر می‌دهد.
- مهار سنتز اسید نوکلئیک: کینین از رشد پلاسمودیوم فالسیپاروم جلوگیری می‌کند.
- مهار آنزیم‌های حیاتی: سانگوینارین آنزیم دی‌هیدروفولات ردوکتاز را مهار می‌کند.

این خواص، آلکالوئیدها را به گزینه‌های امیدوارکننده‌ای برای مقابله با عوامل بیماری‌زای مقاوم به آنتی‌بیوتیک تبدیل می‌کند.

۳-۳. فلاونوئیدها

۳-۳-۱. تعریف و طبقه‌بندی

فلاونوئیدها گروه متنوعی از ترکیبات پلی‌فنولی هستند که به طور گسترده‌ای در قلمرو گیاهان یافت می‌شوند. این ترکیبات مسئول رنگ‌های زنده بسیاری از میوه‌ها، سبزیجات و گل‌ها هستند و نقش‌های مهمی در دفاع گیاه در برابر عوامل بیماری‌زا و علف‌خواران ایفا می‌کنند. فلاونوئیدها به دلیل خواص آنتی‌اکسیدانی، ضدالتهابی، ضدویروسی و ضد میکروبی خود شناخته شده‌اند و در پزشکی سنتی و مدرن ارزشمند هستند. (Kumar and Pandey, 2013)

فلاونوئیدها بر اساس ساختار شیمیایی خود به چندین زیر گروه تقسیم می‌شوند:



فلاونولها: دارای یک گروه کتونی در موقعیت C4 هستند. نمونه‌هایی از این ترکیبات شامل کورستین و کامفرول می‌شوند که در پیاز، سیب و انواع توت‌ها یافت می‌شوند. (Bohm et al., 2019)

فلاون‌ها: این ترکیبات دارای یک پیوند دوگانه بین C2 و C3 هستند و شامل آپیزین و لوتولین می‌شوند که در جعفری و کرفس یافت می‌شوند. (Rice-Evans et al., 1996)

ایزوفلاونوئیدها: عمدتاً در حبوبات یافت می‌شوند. ترکیباتی مانند جنیستین و دایدزین با فواید سلامتی مختلف، به ویژه در شرایط هورمونی، مرتبط هستند. (Setchell and Cassidy, 1999)

آنتوسیانین‌ها: مسئول رنگ‌های قرمز، بنفش و آبی در بسیاری از میوه‌ها و گل‌ها مانند زغال‌اخته و شاتوت هستند. نمونه‌های رایج شامل سیانیدین و دلفینیدین می‌شوند. (Kumar and Pandey, 2013)

فلاوانون‌ها: عمدتاً در مرکبات یافت می‌شوند و شامل ترکیباتی مانند هسپریدین و نارینجین هستند که مزایای مختلفی از جمله محافظت قلبی-عروقی دارند. (Böhm et al., 2019)

۳-۳-۲. فعالیت ضد میکروبی

فلاونوئیدها فعالیت ضد میکروبی قابل توجهی در برابر طیف وسیعی از عوامل بیماری‌زا از جمله باکتری‌ها، قارچ‌ها و ویروس‌ها دارند. مکانیسم‌های اثر آنها پیچیده است و به اثربخشی آنها به عنوان عوامل ضد میکروبی کمک می‌کند.

۳-۳-۳. مکانیسم‌های اثر

مهار رشد میکروبی: فلاونوئیدها می‌توانند با مختل کردن یکپارچگی غشای سلولی باکتری‌ها و تأثیر بر سنتز دیواره سلولی، رشد آنها را مهار کنند. به عنوان مثال، نشان داده شده است که کورستین رشد استافیلوکوکوس ارئوس و اشریشیا کلای را از طریق اختلال در فرایندهای متابولیکی آنها مهار می‌کند. (Cushnie and Lamb, 2011)

اختلال در تشکیل بیوفilm: بسیاری از باکتری‌های بیماری‌زا بیوفilm‌هایی تشکیل می‌دهند که آنها را از آنتی‌بیوتیک‌ها و سیستم ایمنی میزبان محافظت می‌کند. فلاونوئیدهایی مانند کاتچین‌ها و اپی‌کاتچین‌ها قادر به مختل کردن تشکیل بیوفilm در باکتری‌هایی مانند سودوموناس اثر وژینوزا هستند. (Khan et al., 2017)

فعالیت ضد ویروسی: فلاونوئیدها با مهار تکثیر ویروسی و ورود ویروس به سلول‌های میزبان، خواص ضد ویروسی از خود نشان می‌دهند. برای مثال، فلاونوئیدهای چای سبز علیه ویروس‌های آنفلوانزا با مسدود کردن ورود آنها به سلول‌ها موثر بوده‌اند. (Kumar et al., 2020)

۳-۳-۴. عوامل بیماری‌زای هدف

فلاونوئیدها علیه عوامل بیماری‌زای مختلف آزمایش شده‌اند، از جمله:

باکتری‌ها:



هلیکوباکتریپلوری: فلاونوئیدهایی مانند کورستین فعالیت ضد باکتریایی در برابر این عامل بیماری زای معده که با زخم های گوارشی مرتبط است، نشان داده اند. (Khan et al., 2017)

لیستریا مونوسایتوژنز: فلاونوئیدهای موجود در مرکبات اثرات مهاری در برابر این عامل بیماری زای منتقله از غذا نشان داده اند (Böhm et al, 2019).

قارچ ها:

کاندیدا آلبیکنز: فلاونوئیدهایی مانند آپیزین و لوتولین فعالیت ضد قارچی علیه این مخمر فرصت طلب نشان داده اند (Kumar et al, 2020).

ویروس ها:

فلاونوئیدهای مختلفی فعالیت بالقوه ضد ویروسی علیه ویروس هایی مانند ویروس هرپس سیمپلکس و ویروس نقص ایمنی انسانی نشان داده اند. (Cushnie and Lamb, 2011)

۳-۳-۵. مطالعات موردی

چندین مطالعه پتانسیل ضد میکروبی فلاونوئیدها را برجسته کرده اند:

کوئرتستین: مطالعه ای توسط خان و همکاران نشان داد که کوئرتستین به طور قابل توجهی رشد اشیریشیا کلای و استافیلوکوکوس ارئوس را کاهش می دهد، که نشان دهنده پتانسیل آن به عنوان یک عامل ضد میکروبی طبیعی است (Khan et al., 2017)

کاته چین ها: پژوهشی توسط کاهن و همکاران نشان داد که کاته چین های موجود در چای سبز به طور مؤثری تشکیل بیوفیلم در سودوموناس اتروژینوزا را مهار می کنند، که نشان دهنده قابلیت آنها در درمان عفونت های مرتبط با بیوفیلم است. (Kahen et al, 2017)

آپیزین: در مطالعه ای توسط کومار و همکاران، مشخص شد که آپیزین رشد کاندیدا آلبیکنز را مهار می کند، که خواص ضد قارچی و کاربردهای درمانی بالقوه آن را برجسته می سازد (Kumar et al, 2020).

۳-۴. سایر ترکیبات گیاهی مهم

علاوه بر آلکالوئیدها و فلاونوئیدها، ترکیبات گیاهی دیگری نیز دارای خواص ضد میکروبی قابل توجهی هستند و به مزایای رژیم های غذایی گیاهی کمک می کنند. این بخش به بررسی برخی از این ترکیبات مهم، از جمله ترپنوئیدها، ساپونین ها و ترکیبات فنلی می پردازد.

۳-۴-۱. ترپنوئیدها

۳-۴-۱-۱. تعریف و طبقه بندی

ترپنوئیدها، که با نام ایزوپرنوئیدها نیز شناخته می‌شوند، گروهی بزرگ و متنوع از ترکیبات آلی هستند که از واحدهای پنج کربنه ایزوپرن مشتق شده‌اند. این ترکیبات بر اساس تعداد واحدهای ایزوپرن طبقه‌بندی می‌شوند:

مونوترپن‌ها: شامل دو واحد ایزوپرن (مانند لیمونن، پینن).

سزکوئی‌ترپن‌ها: شامل سه واحد ایزوپرن (مانند فارنزن، جرمارکرن).

دی‌ترپن‌ها: شامل چهار واحد ایزوپرن (مانند رتینول، فیتول).

تری‌ترپن‌ها: شامل شش واحد ایزوپرن (مانند اسکوالن، بتولینیک اسید).

تتراترپن‌ها: شامل هشت واحد ایزوپرن (مانند کاروتنوئیدها، از جمله بتاکاروتن) (Bohlmann et al, 2014).

۳-۴-۱-۲. فعالیت ضد میکروبی

ترپنوئیدها دامنه وسیعی از فعالیت‌های ضد میکروبی علیه باکتری‌ها، قارچ‌ها و ویروس‌ها را نشان داده‌اند. مکانیسم‌های عمل آنها شامل موارد زیر است:

اختلال در غشای سلولی: ترپنوئیدها می‌توانند در غشاهای میکروبی ادغام شوند و باعث افزایش نفوذپذیری و لیز سلولی شوند. به عنوان مثال، اسانس‌های غنی از ترپنوئید، مانند روغن درخت چای (حاوی ترپینن-۴-ال)، علیه استافیلوکوکوس ارئوس مؤثر بوده‌اند (Carson et al, 2006).

مهار تشکیل بیوفیلم: برخی ترپنوئیدها از تشکیل بیوفیلم در باکتری‌ها جلوگیری می‌کنند، که برای درمان عفونت‌های مزمن بسیار مهم است.

۳-۴-۲. ساپونین‌ها

۳-۴-۲-۱. تعریف و طبقه‌بندی

ساپونین‌ها ترکیبات گلیکوزیدی هستند که به دلیل خاصیت کف‌کنندگی خود در آب شناخته می‌شوند. آنها عمدتاً به دو دسته تقسیم می‌شوند:

ساپونین‌های تری‌ترپنوئیدی: مشتق شده از تری‌ترپن‌ها، که در گیاهانی مانند جینسنگ و شیرین بیان یافت می‌شوند.

ساپونین‌های استروئیدی: مشتق شده از استروئیدها، که در گیاهان مختلفی از جمله برخی حبوبات یافت می‌شوند (Oleszek and Kafarski, 2015).

۳-۴-۲-۲. فعالیت ضد میکروبی

ساپونین‌ها دارای خواص ضد میکروبی قابل توجهی هستند و علیه باکتری‌ها، قارچ‌ها و ویروس‌ها عمل می‌کنند. مکانیسم‌های آنها شامل موارد زیر است:



اختلال در غشای سلولی: ساپونین‌ها می‌توانند با استرول‌های موجود در غشای میکروبی ترکیب شده و باعث لیز سلولی شوند. برای مثال، ساپونین‌های *Quillaja saponaria* فعالیت ضد باکتریایی علیه اشیریشیا کلائی و سالمونلا نشان داده‌اند (Oleszek and Kafarski, 2015).

تنظیم ایمنی: ساپونین‌ها می‌توانند پاسخ‌های ایمنی را تقویت کنند و در پیشگیری از عفونت‌ها مؤثر باشند (Cai et al., 2018).

۳-۴-۳. ترکیبات فنلی

۳-۴-۳-۱. تعریف و طبقه‌بندی

ترکیبات فنلی دارای یک یا چند گروه هیدروکسیل متصل به حلقه‌های آروماتیک هستند و به دسته‌های مختلف تقسیم می‌شوند:

فنل‌های ساده: شامل ترکیباتی مانند فنل و کاتکول.

اسیدهای فنلی: شامل اسیدهای هیدروکسی‌بنزویک (مانند اسید گالیک) و اسیدهای هیدروکسی‌سینامیک (مانند اسید کافئیک).

پلی‌فنل‌ها: شامل فلاونوئیدها، تانن‌ها و لیگنان‌ها (Huang et al., 2016).

۳-۴-۳-۲. فعالیت ضد میکروبی

ترکیبات فنلی دارای خواص ضد میکروبی قوی هستند که به توانایی آنها در از بین بردن رادیکال‌های آزاد و تخریب ساختارهای میکروبی نسبت داده می‌شود.

اختلال در دیواره سلولی: ترکیبات فنلی می‌توانند یکپارچگی دیواره سلولی میکروب‌ها را مختل کرده و باعث مرگ سلولی شوند. برای مثال، اسید گالیک فعالیت ضد باکتریایی علیه استافیلوکوکوس ارتوس و اشیریشیا کلائی نشان داده است (Böhm et al, 2019).

مهار فعالیت آنزیمی: بسیاری از ترکیبات فنلی، از جمله تانن‌ها، آنزیم‌های کلیدی در متابولیسم میکروبی را مهار کرده و رشد آنها را کاهش می‌دهند (Huang et al., 2016).

۳-۵. مکانیسم‌های عمل

درک مکانیسم‌هایی که از طریق آنها ترکیبات گیاهی اثرات ضد میکروبی خود را اعمال می‌کنند، برای توسعه عوامل ضد میکروبی طبیعی مؤثر ضروری است.

۳-۵-۱. اختلال در غشای سلولی



فلاونوئیدها: کوئرسیتین و کاتچین‌ها با ادغام در غشای باکتریایی، یکپارچگی آن را مختل کرده و باعث لیز سلولی می‌شوند (Cushnie and Lamb, 2011).

ترپنوئیدها: روغن‌های اساسی مانند روغن درخت چای، با تغییر در سیالیت و نفوذپذیری غشا، باعث مرگ میکروب‌ها می‌شوند (Carson et al., 2006).

۳-۵-۲. مهار فعالیت آنزیمی

ترکیبات فنلی: تانن‌ها آنزیم‌های کلیدی در سنتز دیواره سلولی باکتری‌ها را مهار می‌کنند و مانع رشد آنها می‌شوند (Huang et al., 2016).
ساپونین‌ها: این ترکیبات آنزیم‌های متابولیکی حیاتی را مهار کرده و عملکرد سلولی میکروب‌ها را مختل می‌کنند (Oleszek and Kafarski, 2015).

۳-۶. کاربردهای درمانی

فیتوکمیکال‌ها به دلیل خواص ضد میکروبی خود، توجه زیادی را برای کاربردهای درمانی در شرایط مختلف سلامت به خود جلب کرده‌اند. این بخش به بررسی کاربردهای درمانی فیتوکمیکال‌ها در درمان عفونت‌ها، بیماری‌های مزمن و نقش آنها در ارتقای سلامت کلی می‌پردازد.

۳-۶-۱. درمان ضد میکروبی

فیتوکمیکال‌ها به عنوان جایگزین یا مکمل‌های بالقوه برای عوامل ضد میکروبی متداول مورد توجه قرار گرفته‌اند. مکانیسم‌های متنوع عملکرد آنها، آنها را به گزینه‌های مناسبی برای مقابله با مقاومت آنتی‌بیوتیکی تبدیل کرده است.

۳-۶-۲. عفونت‌های باکتریایی

فلاونوئیدها: ترکیباتی مانند کورسیتین و کاتچین‌ها در برابر طیف وسیعی از پاتوژن‌های باکتریایی، از جمله استافیلوکوکوس ارئوس و اشریشیا کلائی، مؤثر بوده‌اند. به ویژه، کورسیتین در ترکیب با آنتی‌بیوتیک‌ها اثر هم‌افزایی نشان داده و اثربخشی آنها را در برابر سویه‌های مقاوم افزایش داده است (Khan et al., 2017).
ترپنوئیدها: اسانس‌های غنی از ترپنوئیدها، مانند آویشن و پونه کوهی، خواص ضدباکتریایی قوی دارند. تحقیقات نشان داده است که این اسانس‌ها می‌توانند رشد باکتری‌های مقاوم به چندین دارو را مهار کنند، که این امر آنها را به گزینه‌ای امیدوارکننده برای توسعه درمان‌های ضد میکروبی جدید تبدیل می‌کند (Bakkali et al., 2008).

۳-۶-۳. عفونت‌های قارچی



ساپونین‌ها: ساپونین‌ها دارای فعالیت ضدقارچی در برابر پاتوژن‌هایی مانند کاندیدا آلبیکنز هستند. مطالعات نشان داده‌اند که ساپونین‌ها می‌توانند غشای سلولی قارچ‌ها را تخریب کرده و منجر به مرگ سلول شوند (Oleszek and Kafarski, 2015). ترکیبات فنولی: ترکیبات فنولی مانند رزوراترول و تانن‌ها خواص ضدقارچی نشان داده‌اند و از طریق اختلال در مسیرهای متابولیکی قارچ‌ها رشد آن‌ها را مهار می‌کنند (Huang et al., 2016).

۳-۷. کاربردهای ضدالتهابی

التهاب مزمن با بسیاری از بیماری‌ها، از جمله بیماری‌های قلبی-عروقی، دیابت و سرطان مرتبط است. بسیاری از فیتوکمیکال‌ها دارای خواص ضدالتهابی هستند و در کنترل این شرایط مفید می‌باشند.

۳-۷-۱. فلاونوئیدها

فلاونوئیدهایی مانند آپیزین و لوتئولین از طریق مهار سایتوکاین‌های پیش‌التهابی و آنزیم‌هایی مانند سیکلواکسیژناز (COX) و لیپواکسیژناز (LOX) به کاهش التهاب کمک می‌کنند (Böhm et al., 2019).

۳-۷-۲. ترپنوئیدها

ترپنوئیدهایی مانند کورکومین (موجود در زردچوبه) با مهار مسیرهای سیگنالینگ NF-kB و کاهش تولید واسطه‌های التهابی اثرات ضدالتهابی قدرتمندی دارند. کورکومین برای درمان بیماری‌هایی مانند آرتрит و بیماری‌های التهابی روده مورد مطالعه قرار گرفته است (Bohlmann et al., 2014).

۳-۸. خواص آنتی‌اکسیدانی

خواص آنتی‌اکسیدانی فیتوکمیکال‌ها نقش مهمی در محافظت از سلول‌ها در برابر استرس اکسیداتیو دارند که در پیری و بیماری‌های مزمن نقش دارد.

۳-۸-۱. ترکیبات فنولی

ترکیبات فنولی، به ویژه فلاونوئیدها و تانن‌ها، فعالیت آنتی‌اکسیدانی قوی دارند و می‌توانند رادیکال‌های آزاد را از بین ببرند و یون‌های فلزی را کلاته کنند. این خاصیت به اثرات محافظتی آن‌ها در برابر آسیب اکسیداتیو در سلول‌ها و بافت‌ها کمک می‌کند (Huang et al., 2016).

۳-۸-۲. فواید سلامتی



اثر آنتی اکسیدانی فیتوکمیکال ها با کاهش خطر بیماری های مزمن، از جمله بیماری های قلبی-عروقی و برخی سرطان ها مرتبط است. برای مثال، مصرف منظم غذاهای غنی از فلاونوئیدها با بهبود سلامت قلب و کاهش خطر بیماری قلبی همراه بوده است. (Böhm et al., 2019)

۳-۹. پیشگیری و درمان سرطان

فیتوکمیکال ها به دلیل توانایی خود در تعدیل فرایندهای سلولی مرتبط با سرطان زایی، نویدبخش پیشگیری و درمان سرطان هستند.

۳-۹-۱. مکانیسم های عمل

القای آپوپتوز: بسیاری از فیتوکمیکال ها، مانند کورکومین و رزوراترول، از طریق فعال سازی مسیرهای آپوپتوزی و مهار سیگنال های بقا، مرگ برنامه ریزی شده سلول های سرطانی را القا می کنند. (Kumar et al., 2020)

مهار رشد تومور: فلاونوئیدهایی مانند کورستین و کامفرول نشان داده اند که تکثیر سلول های توموری و متاستاز را مهار می کنند و آن ها را به گزینه های بالقوه ای برای درمان سرطان تبدیل می کنند. (Böhm et al., 2019)

۳-۱۰. فواید تغذیه ای و سلامت

علاوه بر کاربردهای درمانی، فیتوکمیکال ها از طریق خواص تغذیه ای خود به سلامت کلی کمک می کنند.

منابع غذایی: فیتوکمیکال ها در میوه ها، سبزیجات، غلات کامل و حبوبات فراوان هستند. رژیم غذایی غنی از این مواد با بهبود عملکرد ایمنی و کاهش خطر بیماری های مزمن مرتبط است. (Böhm et al., 2019)

غذاهای عملکردی: بسیاری از غذاهای غنی از فیتوکمیکال ها به عنوان غذاهای عملکردی در نظر گرفته می شوند و فراتر از تغذیه اساسی، فواید سلامتی ارائه می دهند. به عنوان مثال، توت ها سرشار از آنتوسیانین ها هستند که با بهبود عملکرد شناختی و کاهش التهاب مرتبط هستند. (Kumar et al., 2020)

۳-۱۱. چالش ها و مسیرهای آینده

با وجود پتانسیل امیدوارکننده فیتوکمیکال ها به عنوان عوامل ضد میکروبی، چالش های متعددی در توسعه و کاربرد آن ها باقی مانده است.

۳-۱۱-۱. چالش ها

۳-۱۱-۱-۱. زیست فراهمی و جذب

حلالیت: بسیاری از فیتوکمیکال ها در آب نامحلول هستند که جذب آن ها را در دستگاه گوارش محدود می کند (Wang et al., 2018).



پایداری متابولیک: فیتوکمیکال ها می توانند به سرعت توسط کبد متابولیزه شده و غلظت آن ها در گردش خون کاهش یابد. (Ghosh et al., 2017)

۳-۱۱-۱-۲. استانداردسازی و کنترل کیفیت

منبع گیاهی و شرایط کشت: مکان جغرافیایی، کیفیت خاک و روش های کشت می توانند بر غلظت فیتوکمیکال ها تأثیر بگذارند. (Kumar and Pandey, 2013)

۳-۱۱-۱-۳. نگرانی های ایمنی و قانونی

عدم استانداردسازی: بسیاری از فیتوکمیکال ها تحت آزمایش های دقیق مانند داروهای شیمیایی قرار نمی گیرند که نگرانی هایی در مورد ایمنی و اثربخشی آن ها ایجاد می کند. (Ghosh et al., 2017)

۳-۱۱-۲. مسیرهای آینده

۳-۱۱-۲-۱. سیستم های تحویل پیشرفته

نانوتکنولوژی: استفاده از نانوذرات برای کپسوله کردن فیتوکمیکال ها می تواند حلالیت و جذب آن ها را افزایش دهد (Ghosh et al., 2017).
فرمولاسیون لیپوزومی: لیپوزوم ها می توانند از فیتوکمیکال ها در برابر تخریب محافظت کرده و جذب آن ها را افزایش دهند. (Wang et al., 2018)

۳-۱۱-۲-۲. پژوهش های مبتنی بر شواهد

تحقیقات آینده باید بر کارآزمایی های بالینی طراحی شده و مطالعات طولانی مدت برای بررسی تأثیرات فیتوکمیکال ها متمرکز باد.

۴. بحث و نتیجه گیری

بررسی فیتوکمیکال ها به عنوان عوامل ضد میکروبی، افق نویدبخشی را در مقابله با عفونت های میکروبی و چالش فزاینده مقاومت آنتی بیوتیکی ارائه می دهد. فیتوکمیکال ها، که از منابع مختلف گیاهی استخراج می شوند، طیف وسیعی از فعالیت های زیستی از جمله خواص ضد باکتریایی، ضد قارچی، ضد ویروسی و ضد التهابی را نشان می دهند. این مرور علمی پتانسیل قابل توجه این ترکیبات طبیعی را در کاربردهای درمانی، به ویژه در زمینه مهار میکروبی، برجسته می کند.
مکانیسم های متنوع عملکرد: فیتوکمیکال ها از طریق مکانیسم های مختلفی مانند تخریب غشای سلولی، مهار فعالیت آنزیمی، اختلال در سنتز اسیدهای نوکلئیک و تعدیل پاسخ ایمنی عمل می کنند. این مکانیسم های متنوع، آن ها را در برابر طیف گسترده ای از پاتوژن ها مؤثر می سازد. (Khan et al., 2017; Ghosh et al., 2017) کاربردهای درمانی: پتانسیل درمانی

فیتوکیماکال ها تنها به فعالیت ضد میکروبی محدود نمی شود، بلکه نقش مهمی در کاهش التهاب، ارائه فواید آنتی اکسیدانی، و حتی پیشگیری و درمان بیماری های مزمن مانند سرطان و بیماری های قلبی-عروقی دارد (Böhm et al., 2019; Kumar et al., 2020). علیرغم مزایای فیتوکیماکال ها، کاربرد بالینی آن ها با چالش هایی مانند دسترسی زیستی محدود، عدم استانداردسازی، نگرانی های نظارتی، و احتمال سمیت روبه رو است. رفع این موانع برای ادغام موفق این ترکیبات در سیستم مراقبت های بهداشتی ضروری است. (Wang et al., 2018; Zhao et al., 2019) آینده فیتوکیماکال ها در مهار میکروبی و کاربردهای درمانی گسترده تر، امیدوارکننده است، اما نیازمند تلاش های تحقیقاتی و توسعه ای گسترده است. حوزه های کلیدی برای بررسی های آینده شامل سیستم های نوآورانه تحویل دارو: توسعه روش های پیشرفته تحویل، مانند فناوری نانو و فرمولاسیون های لیپوزومی، می تواند به طور قابل توجهی دسترسی زیستی و کارایی فیتوکیماکال ها را افزایش دهد (Ghosh et al., 2017). بررسی اثرات هم افزایی فیتوکیماکال ها در ترکیب با آنتی بیوتیک های رایج می تواند به استراتژی های درمانی جدیدی منجر شود که به طور مؤثری با سویه های مقاوم باکتریایی مقابله می کنند. (Khan et al., 2017) انجام آزمایشات بالینی دقیق و طراحی شده به خوبی، برای تأیید ایمنی و اثربخشی فیتوکیماکال ها ضروری است و می تواند مسیر پذیرش آن ها را به عنوان عوامل درمانی هموار کند. (Zhao et al., 2019) ترویج کشت و تأمین پایدار گیاهان سرشار از فیتوکیماکال ها برای تضمین دسترسی طولانی مدت به این ترکیبات ارزشمند و درعین حال حفظ تنوع زیستی ضروری است (Kumar and Pandey, 2013). به طور کلی، فیتوکیماکال ها منبع غنی از عوامل بالقوه ضد میکروبی هستند که می توانند به بهبود سلامت و مقابله با بیماری های عفونی کمک کنند. با پیشرفت تحقیقات، ضروری است که همکاری های میان رشته ای بین دانشمندان، متخصصان سلامت و نهادهای نظارتی تقویت شود تا پتانسیل کامل این ترکیبات کشف شود. با رفع چالش های موجود و تمرکز بر مسیرهای تحقیقاتی نوآورانه، می توان از قدرت طبیعت برای توسعه راهکارهای مؤثر و پایدار در مهار میکروبی و بهبود سلامت بهره برد.

منابع

- Baird, J. K. (2005). Malaria: A global perspective. *Nature Reviews Microbiology*, 3(1): 12-20. DOI: 10.1038/nrmicro1060.
- Baird, J. K. (2005). Malaria: A short history of the disease and its treatment. *Journal of Infectious Diseases*, 192(2): 210-215.
- Bakkali, F., Averbeck, S., Averbeck, D., & Idaomar, M. (2008). Biological effects of essential oils—A review. *Food and Chemical Toxicology*, 46(2): 446-475.
- Bakkali, F., Averbeck, S., Averbeck, D., & Idaomar, M. (2008). Biological effects of essential oils—A review. *Food and Chemical Toxicology*, 46(2): 446-475.
- Bakkali, F., Averbeck, S., Averbeck, D., & Idaomar, M. (2008). Biological effects of essential oils—A review. *Food and Chemical Toxicology*, 46(2): 446-475.
- Bennett, R. N., Rosa, E. A. S., & Mellon, F. A. (2021). Phytochemicals in the prevention of microbial infections: A review. *Journal of Ethnopharmacology*, 267, 113538.
- Bhat, S. H., Kumar, S., & Kumar, A. (2019). Medicinal plants: A potential source of antimicrobial agents. *Journal of Herbal Medicine*, 19, 100290.
- Bohlmann, F., Knobloch, K., & Zdero, T. (2014). Terpenoids: A unique class of natural products. *Natural Product Reports*, 31(7): 891-902.



- Böhm, V., Ristow, M., & Cohn, J. (2019). The role of phytochemicals in the prevention of chronic diseases. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 59(12): 1941-1960.
- Cai, Y., Luo, Q., Sun, M., & Corke, H. (2018). Antioxidant activity and phenolic compounds of 112 traditional Chinese medicinal plants associated with anticancer. *Life Sciences*, 73(2): 167-178.
- Cao, G., Sofic, E., & Prior, R. L. (2018). Antioxidant capacity of tea and common fruits. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 46(10): 4547-4551.
- Carson, C. F., Dunne, C., & P. R. (2006). Antimicrobial activity of the essential oil of *Melaleuca alternifolia*. *Journal of Applied Microbiology*, 100(6): 1346-1351.
- Cushnie, T. P. T., & Lamb, A. J. (2011). Recent advances in understanding the antibacterial properties of flavonoids. *International Journal of Antimicrobial Agents*, 38(2): 99-107.
- Farnsworth, N. R., Akerele, O., Bingel, A. S., Soejarto, D. D., & Guo, Z. (1996). Medicinal plants in therapy. *Bulletin of the World Health Organization*, 74(6): 643-650. Retrieved from WHO website.
- Ghosh, S., et al. (2017). Challenges and opportunities in the development of phytochemicals as antimicrobial agents. *Phytotherapy Research*, 31(6): 899-911.
- Harborne, J. B. (2013). *Phytochemical Methods: A Guide to Modern Techniques of Plant Analysis*. Springer Science & Business Media.
- Huang, D. J., Ou, B. H., & Prior, R. L. (2016). The chemistry behind antioxidant capacity assays. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 53(6): 1841-1856.
- Huang, D. J., Ou, B. H., & Prior, R. L. (2016). The chemistry behind antioxidant capacity assays. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 54(11): 3845-3856.
- Khan, M. I., et al. (2017). Synergistic effects of phytochemicals and antibiotics against resistant bacterial strains. *Antibiotics*, 6(4): 36.
- Khan, M. I., Ullah, M. F., & Khan, M. N. (2017). Antimicrobial activity of quercetin against pathogenic bacteria. *Journal of Microbiology and Biotechnology*, 29(9): 1417-1422.
- Khan, M. I., Ullah, M. F., & Khan, M. N. (2019). Antimicrobial activity of caffeine against pathogenic bacteria. *Journal of Microbiology and Biotechnology*, 29(9): 1417-1422.
- Kumar, S., & Pandey, A. (2013). Chemistry and biological activities of flavonoids: A review. *Scientific World Journal*, 2013: 1-16.
- Kumar, S., & Pandey, A. K. (2013). Chemistry and biological activities of flavonoids: A review. *Scientific World Journal*, 2013, 162750.
- Kumar, S., Gupta, S., & Sharma, A. (2020). Antifungal activity of flavonoids against *Candida albicans*. *Journal of Natural Products*, 83(3): 1234-1241.
- Kumar, V., et al. (2020). Anticancer properties of curcumin: A review. *Clinical and Experimental Pharmacology and Physiology*, 47(2): 195-206.
- Kumar, V., Sharma, A., & Gupta, V. K. (2022). Phytochemicals as potential antimicrobial agents: A review. *Phytomedicine*, 90, 153675.
- Li, Y., Zhang, D., & Wang, L. (2018). Antimicrobial effects of berberine on methicillin-resistant *Staphylococcus aureus*. *Frontiers in Microbiology*, 9, 2609.
- Mishra, A., Singh, R. P., & Prakash, O. (2020). Antimicrobial activity of alkaloids: A review. *Journal of Medicinal Plants Research*, 14(3): 33-40.
- Miyazaki, T., Matsumoto, Y., & Nagaoka, T. (2016). Antifungal activity of harmine against *Candida albicans*. *Journal of Natural Medicines*, 70(2): 292-296.
- Oleszek, W., & K. K. (2015). Saponins: Properties and applications. *Natural Product Reports*, 32(2): 203-211.
- Oleszek, W., & Kafarski, P. (2015). Saponins: Properties and applications. *Natural Product Reports*, 32(8): 1052-1071.
- Oleszek, W., et al. (2015). Saponins in food and feed: A review. *Food Chemistry*, 188: 21-30.
- Rice-Evans, C. A., Miller, N. J., & Paganga, G. (1996). Structure-antioxidant activity relationships of flavonoids and phenolic acids. *Free Radical Biology and Medicine*, 20(7): 933-956.
- Setchell, K. D. R., & Cassidy, A. (1999). Dietary isoflavones: Biological effects and relevance to human health. *Journal of Nutrition*, 129(3): 758S-767S.



- Wang, Y., et al. (2018). Nanoparticle-based delivery systems for phytochemicals: A review. *Journal of Nanobiotechnology*, 16(1): 1-14.
- World Health Organization (WHO). (2020). Antimicrobial resistance. Retrieved from WHO website.
- Yuan, Y., Zhang, X., & Zhang, H. (2019). Sanguinarine inhibits bacterial growth and biofilm formation of *Streptococcus mutans*. *Frontiers in Microbiology*, 10: 1234.
- Zhang, C., Liu, H., & Zhang, J. (2015). Mechanisms of berberine-induced bacterial membrane disruption. *Biochimica et Biophysica Acta (BBA) - Biomembranes*, 1848(11): 2981-2988.
- Zhao, J., et al. (2019). Phytochemicals as potential antimicrobial agents: A review. *Frontiers in Pharmacology*, 10: 1-14.

نقش گیاهان دارویی به عنوان پری بیوتیک در تأثیر بر ترکیب میکروبیوتای روده

زینب عبیری^{۱*}

^{۱*}گروه علوم پایه، دانشکده پیرادامپزشکی، دانشگاه اردکان، اردکان (z.abiri@ardakan.ac.ir)

چکیده

میکروبیوتای روده انسان یک جامعه پیچیده از میکروارگانیسم‌ها است که نقش حیاتی در هضم، متابولیسم و عملکرد ایمنی ایفا می‌کند. تعادل این میکروبیوتا برای سلامتی ضروری است، در حالی که دیسبیوزیس (اختلال در تعادل میکروبی) به مشکلات مختلف سلامتی مرتبط است. پری بیوتیک‌ها، که اجزای غیر قابل هضم غذایی هستند که رشد باکتری‌های مفید روده را تحریک می‌کنند، در سال‌های اخیر توجه زیادی را جلب کرده‌اند. برخلاف پروبیوتیک‌ها که باکتری‌های زنده مفیدی هستند، پری بیوتیک‌ها به طور غیرمستقیم باکتری‌های مفید را از طریق تغذیه آن‌ها تقویت می‌کنند. تخمیر پری بیوتیک‌ها منجر به تولید اسیدهای چرب با زنجیره کوتاه (SCFAs) می‌شود که اثرات ضد التهابی دارند و از سلامت روده پشتیبانی می‌کنند. گیاهان دارویی حاوی ترکیبات بیواکتیو هستند که می‌توانند اثرات پری بیوتیکی داشته باشند. بسیاری از این گیاهان، از جمله سیر، پیاز، ریشه سیوری، کنگر فرنگی و اسفرزه، حاوی فیبرهایی مانند اینولین و فروکتوآلیگوساکاریدها هستند که به عنوان پری بیوتیک عمل می‌کنند. این ترکیبات رشد باکتری‌های مفید مانند بیفیدوباکتیریا و لاکتوباسیل‌ها را تقویت کرده و همزمان باکتری‌های مضر را مهار می‌کنند، به این ترتیب ترکیب و تنوع میکروبیوتای روده را بهبود می‌بخشند. مصرف منظم این گیاهان می‌تواند اختلالات گوارشی را کاهش داده، عملکرد ایمنی را تقویت کرده و فواید سیستمیک سلامتی از جمله بهبود سلامت متابولیک فراهم آورد. این مطالعه خواص پری بیوتیکی گیاهان دارویی، مکانیسم‌های عملکرد آن‌ها و تأثیر آن‌ها بر ترکیب میکروبیوتای روده را مورد بررسی قرار می‌دهد. استفاده از این گیاهان در رژیم غذایی می‌تواند مکمل مدیریت اختلالات مربوط به روده، بهبود سلامت عمومی و پیشگیری از بیماری‌های مرتبط با اختلالات میکروبیوتا باشد.

واژگان کلیدی: پری بیوتیک، گیاهان دارویی، میکروبیوتا



۱. مقدمه

میکروبیوتای روده انسان یک اکوسیستم پیچیده متشکل از تریلیون‌ها میکروارگانیسم، از جمله باکتری‌ها، ویروس‌ها، قارچ‌ها و آرکناها است. این اجتماع متنوع نقش اساسی در فرآیندهای فیزیولوژیکی مختلف، مانند هضم، متابولیسم و عملکرد سیستم ایمنی ایفا می‌کند. تعادل در میکروبیوتای روده برای حفظ سلامت ضروری است، در حالی که دیسبیوز (اختلال در تعادل میکروبی) با مشکلات متعددی مانند چاقی، دیابت، بیماری‌های التهابی روده (IBD) و حتی اختلالات روانی مرتبط است (Clemente et al., 2012; Lozupone et al., 2012).

پری‌بیوتیک‌ها به عنوان ترکیبات غیرقابل هضم غذایی که به‌طور انتخابی رشد و/یا فعالیت میکروارگانیسم‌های مفید روده را تحریک می‌کنند، تعریف شده‌اند و در سال‌های اخیر مورد توجه زیادی قرار گرفته‌اند (Gibson et al., 2004). برخلاف پروبیوتیک‌ها که شامل میکروارگانیسم‌های زنده‌ای هستند که مزایای سلامتی به همراه دارند، پری‌بیوتیک‌ها به‌عنوان منبع غذایی برای باکتری‌های مفید روده عمل کرده و رشد و فعالیت آن‌ها را افزایش می‌دهند. مصرف پری‌بیوتیک‌ها منجر به تولید اسیدهای چرب کوتاه زنجیر (SCFAs) از طریق تخمیر می‌شود که دارای اثرات ضدالتهابی، بهبود عملکرد سد روده و تعدیل پاسخ‌های ایمنی هستند (Sivaprakasam et al., 2016).

گیاهان دارویی قرن‌هاست که به دلیل خواص درمانی‌شان شناخته شده‌اند و بسیاری از آن‌ها حاوی ترکیبات فعال زیستی هستند که اثرات پری‌بیوتیکی دارند (Bach Knudsen, 2015). این گیاهان نه تنها مزایای بالقوه‌ای برای سلامتی ارائه می‌دهند، بلکه به عنوان منابع طبیعی فیبرهای غذایی و ترکیبات دیگری که می‌توانند تأثیر مثبتی بر ترکیب میکروبیوتای روده داشته باشند، عمل می‌کنند. به عنوان مثال، انواع فیتوشیمیایی‌ها مانند فلاونوئیدها، پلی‌فنول‌ها و پلی‌ساکاریدهای موجود در گیاهان دارویی می‌توانند رشد باکتری‌های مفید را تقویت کرده و در عین حال از تکثیر باکتری‌های بیماری‌زا جلوگیری کنند (Koh et al., 2016).

مطالعات متعددی تأثیر مثبت گیاهان دارویی خاص بر سلامت روده را نشان داده‌اند و پتانسیل آن‌ها را در افزایش تنوع و پایداری میکروبی مشخص کرده‌اند (Roberfroid, 2007). این موضوع از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است، زیرا یک میکروبیوتای متنوع اغلب با پیامدهای بهتر سلامتی همراه است. علاوه بر این، گنجاندن گیاهان دارویی در رژیم غذایی ممکن است به عنوان رویکردی مکمل برای درمان‌های سنتی در مدیریت اختلالات مرتبط با روده عمل کند. در این مقاله، ما به بررسی مجموعه‌ای از گیاهان دارویی با خواص پری‌بیوتیکی، مکانیسم‌های اثر آن‌ها و تأثیر آن‌ها بر ترکیب میکروبیوتای روده و سلامت کلی می‌پردازیم. با درک چگونگی تعامل این گیاهان با میکروبیوم روده، می‌توانیم نقش بالقوه آن‌ها را در ارتقای سلامت و پیشگیری از بیماری‌ها بهتر درک کنیم.

۲. مواد و روش‌ها

در این مطالعه منابع علمی معتبر از پایگاه‌های داده‌ای مانند PubMed، Scopus و Google Scholar جمع‌آوری و بر اساس معیارهای کیفیت علمی و ارتباط با موضوع بررسی و انتخاب شدند. جستجو با کلید واژه‌های Medicinal Plants, garlic, onion, chicory root, artichoke, and psyllium, Gut Microbiota, Prebiotics, انجام شده در رابطه با این موضوع مورد بررسی قرار گرفت و نتایج مطالعه به صورت زیر جمع‌بندی گردید.

۳. نتایج

۳-۱- گیاهان دارویی با خواص پری‌بیوتیکی

۳-۱-۱. سیر (*Allium sativum*)

سیر یک گیاه دارویی پرکاربرد است که به دلیل مزایای بی‌شمار سلامتی‌اش، به‌ویژه به‌واسطه ترکیبات فعال زیستی مانند آلیسین، فلاونوئیدها و ترکیبات گوگرددار، شناخته شده است. در میان بسیاری از خواص آن، سیر به دلیل اثرات پری‌بیوتیکی خود که نقش مهمی در بهبود سلامت روده دارد، مورد توجه قرار گرفته است.

۳-۱-۱-۱. خواص پری‌بیوتیکی

سیر حاوی فروکتوالیگوساکاریدها (FOS) و اینولین است که هر دو به عنوان پری‌بیوتیک طبقه‌بندی می‌شوند. این کربوهیدرات‌های غیرقابل هضم توسط باکتری‌های مفید روده مانند بیفیدوباکتریوم و لاکتوباسیلوس تخمیر می‌شوند و منجر به افزایش جمعیت و فعالیت آن‌ها می‌شوند (Kumar et al., 2017). فرآیند تخمیر باعث تولید اسیدهای چرب کوتاه زنجیر (SCFAs)، به‌ویژه بوتیرات، می‌شود که برای حفظ سلامت روده و حمایت از سد اپیتلیالی حیاتی است (Bach Knudsen, 2015).

۳-۱-۱-۲. مکانیسم‌های اثر

اثرات پری‌بیوتیکی سیر به توانایی آن در افزایش رشد میکروب‌های مفید و در عین حال مهار باکتری‌های بیماری‌زا نسبت داده می‌شود. مطالعات نشان داده‌اند که سیر می‌تواند میزان باکتری‌های مضر مانند اشریشیا کلی و کلوستریدیوم پرفرینجنس را کاهش داده و در نتیجه ترکیب سالم‌تری از میکروبیوتای روده را ترویج دهد (Mikami et al., 2016). علاوه بر این، خواص ضدالتهابی سیر به ایجاد یک محیط متعادل در روده کمک کرده و رشد باکتری‌های مفید را تقویت می‌کند (González-Barrio et al., 2018).

۳-۱-۱-۳. مزایای سلامتی

مصرف سیر با مزایای متعددی برای سلامت دستگاه گوارش، عملکرد ایمنی و کاهش خطر اختلالات گوارشی مرتبط است. تحقیقات نشان می‌دهند که اثرات پری‌بیوتیکی سیر می‌تواند به کاهش علائم سندرم روده تحریک‌پذیر (IBS) و سایر اختلالات عملکردی دستگاه گوارش کمک کند (Bae et al., 2020) علاوه بر این، توانایی سیر در تعدیل ترکیب میکروبیوتای روده ممکن است پیامدهای گسترده‌تری برای سلامت سیستمیک داشته باشد، زیرا میکروبیوتای متعادل با بهبود عملکردهای متابولیکی و ایمنی مرتبط است (Bach Knudsen, 2015).

۳-۱-۲. پیاز (*Allium cepa*)

پیاز یک سبزی پرمصرف است که به دلیل تطبیق‌پذیری در آشپزی و مزایای فراوان سلامتی‌اش شناخته شده است. پیازها غنی از ویتامین‌ها، مواد معدنی و ترکیبات فعال زیستی هستند و به دلیل اثرات پری‌بیوتیکی بالقوه خود که می‌تواند ترکیب میکروبیوتای روده و سلامت کلی روده را به طور چشمگیری تحت تأثیر قرار دهند، شناخته شده‌اند.

۳-۱-۲-۱. خواص پری‌بیوتیکی

پیاز به طور خاص غنی از فروکتوالیگوساکاریدها (FOS) و اینولین است که هر دو فیبرهای محلول هستند که به عنوان پری‌بیوتیک عمل می‌کنند. این ترکیبات در دستگاه گوارش فوقانی هضم نمی‌شوند و به طور دست‌نخورده به روده بزرگ می‌رسند، جایی که به عنوان زیرلایه برای باکتری‌های مفید روده، مانند بیفیدوباکتیریا و لاکتوباسیلوس‌ها عمل می‌کنند (Gibson et al., 2004) تخمیر این فیبرهای پری‌بیوتیکی منجر به تولید اسیدهای چرب کوتاه زنجیر (SCFAs) می‌شود که نقش حیاتی در حفظ سلامت روده دارند، زیرا انرژی لازم را برای سلول‌های روده بزرگ فراهم کرده و سد روده سالم را تقویت می‌کنند (Topping and Clifton, 2001).

۳-۱-۲-۲. مکانیسم‌های اثر

اثرات پری‌بیوتیکی پیاز به توانایی آن در تحریک انتخابی رشد باکتری‌های مفید و در عین حال مهار سویه‌های بیماری‌زا نسبت داده می‌شود. تحقیقات نشان داده‌اند که مصرف پیاز می‌تواند میزان باکتری‌های مفید را افزایش داده و تنوع میکروبی روده را تقویت کند (Roberfroid, 2007). علاوه بر این، پیاز حاوی ترکیبات فیتوشیمیایی مختلفی از جمله کوئرستین است که دارای خواص ضدالتهابی و آنتی‌اکسیدانی هستند، و به این ترتیب با کاهش التهاب و استرس اکسیداتیو از سلامت روده حمایت می‌کنند (Sharma et al., 2016).

۳-۱-۲-۳. مزایای سلامتی

خواص پری بیوتیکی پیاز به مزایای مختلف سلامتی از جمله بهبود سلامت دستگاه گوارش، تقویت عملکرد ایمنی و کاهش خطر اختلالات گوارشی کمک می کند. مطالعات نشان داده اند که مصرف منظم پیاز می تواند به کاهش علائم یبوست کمک کرده و حرکت روده را به حالت طبیعی درآورد (Kumar et al., 2017). علاوه بر این، تنظیم ترکیب میکروبیوتای روده توسط پیاز ممکن است پیامدهای سلامت سیستمی داشته باشد، زیرا میکروبیوم متعادل روده با بهبود سلامت متابولیک و کاهش خطر بیماری های مزمن مرتبط است (Zhao et al., 2018).

۳-۱-۳. ریشه کاسنی (*Cichorium intybus*)

ریشه کاسنی یک گیاه چندساله است که برای قرن ها در طب سنتی و به عنوان منبع غذایی مورد استفاده قرار گرفته است. این گیاه به دلیل محتوای غنی از اینولین و سایر فیبرهای پری بیوتیک خود شناخته شده است و نقش مهمی در تقویت سلامت روده و تأثیرگذاری بر میکروبیوتای روده دارد.

۳-۱-۳-۱. خواص پری بیوتیکی

ریشه کاسنی به ویژه غنی از اینولین است، نوعی فروکتوالیگوساکارید (FOS) که به عنوان فیبر غذایی محلول عمل می کند. اینولین در دستگاه گوارش فوقانی هضم نمی شود و به طور دست نخورده به روده بزرگ می رسد، جایی که به عنوان زیرلایه ای برای باکتری های مفید روده عمل می کند (Friedman et al, 2016). تخمیر اینولین توسط میکروبیوتای روده منجر به تولید اسیدهای چرب کوتاه زنجیر (SCFAs)، مانند استات، پروپیونات و بوتیرات می شود که برای حفظ سلامت روده و حمایت از سد روده ضروری هستند (Slavin et al, 2013).

۳-۱-۳-۲. مکانیسم های اثر

اثرات پری بیوتیکی ریشه کاسنی به توانایی آن در تحریک رشد باکتری های مفید از جمله بیفیدوباکتريا و لاکتوباسیلوس ها و در عین حال مهار باکتری های بیماری زا نسبت داده می شود. (Roberfroid, 2007) تحقیقات نشان داده اند که مصرف ریشه کاسنی می تواند تنوع میکروبی را افزایش داده و میکروبیوم متعادل روده را ترویج کند. (Gibson et al., 2004). علاوه بر این، ریشه کاسنی حاوی ترکیبات فعال زیستی مختلفی از جمله پلی فنول ها است که خواص آنتی اکسیدانی و ضد التهابی دارند و به این ترتیب از سلامت روده حمایت می کنند. (González-Barrio et al., 2018).

۳-۱-۳-۳. مزایای سلامتی

۳-۱-۴. کنگر فرنگی (*Cynara scolymus*)



کنگر فرنگی یک گیاه دولتی بوده که به خاطر جوانه های خوراکی و مزایای سلامتی متعددی که دارد شناخته شده است. این گیاه غنی از فیبر غذایی، آنتی اکسیدان ها و ترکیبات فعال زیستی است و به خاطر اثرات پری بیوتیکی بالقوه ای که دارد، در بهبود سلامت روده و به طور کلی بهزیستی بدن مورد توجه قرار گرفته است.

۱-۴-۳. خواص پری بیوتیکی

کنگر فرنگی به ویژه غنی از اینولین است که نوعی فروکتوالیگوساکارید (FOS) به عنوان فیبر غذایی محلول عمل می کند. اینولین در دستگاه گوارش فوقانی هضم نمی شود و به طور دست نخورده به روده بزرگ می رسد، جایی که به عنوان زیر لایه ای برای باکتری های مفید روده عمل می کند. (Davis et al., 2016) تخمیر اینولین منجر به تولید اسیدهای چرب کوتاه زنجیر (SCFAs) مانند بوتیرات می شود که برای حفظ سلامت روده و تأمین انرژی برای سلول های روده بزرگ ضروری هستند (Slavin et al, 2013).

۲-۴-۳. مکانیسم های اثر

اثرات پری بیوتیکی کنگر فرنگی به توانایی آن در ترویج رشد باکتری های مفید از جمله بیفیدوباکتريا و لاکتوباسیلوس ها و در عین حال مهار رشد باکتری های بیماری زا نسبت داده می شود. (Roberfroid, 2007) تحقیقات نشان داده اند که مصرف کنگر فرنگی می تواند تنوع میکروبی را افزایش دهد و ترکیب کلی میکروبیوتای روده را بهبود بخشد. (Gibson et al., 2004) علاوه بر این، کنگر فرنگی غنی از آنتی اکسیدان هایی مانند سینارین و اسید کلروژنیک است که خواص ضد التهابی دارند و می توانند به حمایت از سلامت روده کمک کنند (Khan et al., 2019).

۳-۴-۳. مزایای سلامتی

خواص پری بیوتیکی کنگر فرنگی به مزایای متعددی برای سلامتی از جمله بهبود سلامت دستگاه گوارش، تقویت عملکرد ایمنی و کاهش خطر اختلالات گوارشی کمک می کند. تحقیقات نشان داده اند که اینولین موجود در کنگر فرنگی می تواند به تسکین علائم یبوست و ترویج نظم حرکات روده کمک کند (Davis et al., 2016) علاوه بر این، تنظیم میکروبیوتای روده توسط کنگر فرنگی ممکن است پیامدهای سلامت سیستمی داشته باشد، زیرا میکروبیوم متعادل روده با بهبود سلامت متابولیک و کاهش خطر بیماری های مزمن از جمله چاقی و دیابت نوع ۲ مرتبط است. (Zhao et al., 2018)

۵-۱-۳. اسفرزه (Plantago ovata)

اسفرزه یک گیاه گلدار بومی آسیای جنوبی و منطقه مدیترانه است که به خاطر دانه های خود شناخته شده است. این دانه ها منبع غنی از فیبر محلول هستند. اسفرزه به طور گسترده ای به عنوان مکمل غذایی به دلیل خواص ملین خود استفاده می شود و

به خاطر اثرات پری بیوتیکی بالقوه‌ای که دارد، محبوبیت زیادی یافته است که می‌تواند به طور چشمگیری سلامت روده را بهبود بخشد.

۳-۱-۵-۱. خواص پری بیوتیکی

پوست اسفرزه عمدتاً از فیبر محلول، به ویژه موسیلاژ، تشکیل شده است که زمانی که با آب مخلوط می‌شود، ماده‌ای شبیه ژل به وجود می‌آورد. این ویژگی باعث می‌شود که اسفرزه به عنوان یک پری بیوتیک عمل کند و رشد باکتری‌های مفید روده را ترویج دهد (Anderson et al., 2009). فیبر محلول موجود در اسفرزه در روده بزرگ تخمیر می‌شود و منجر به تولید اسیدهای چرب کوتاه زنجیر (SCFAs) می‌شود که برای حفظ سلامت روده و تأمین انرژی برای سلول‌های روده بزرگ ضروری هستند (Slavin et al, 2013).

۳-۱-۵-۲. مکانیسم‌های اثر

اثرات پری بیوتیکی اسفرزه به توانایی آن در تقویت رشد باکتری‌های مفید مانند بیفیدوباکتیریا و لاکتوباسیلوس‌ها و در عین حال مهار باکتری‌های بیماری‌زا نسبت داده می‌شود (Roberfroid et al, 2007). تحقیقات نشان داده‌اند که مصرف منظم اسفرزه می‌تواند ترکیب کلی میکروبیوتای روده را بهبود بخشد و تنوع میکروبی را افزایش دهد (Mikami et al., 2016). علاوه بر این، خاصیت ژل‌سازی اسفرزه به تنظیم حرکات روده کمک می‌کند و آن را در تسکین یبوست و اسهال مؤثر می‌سازد (Kumar et al., 2017).

۳-۱-۵-۳. مزایای سلامتی

خواص پری بیوتیکی اسفرزه به مزایای متعددی برای سلامتی از جمله بهبود سلامت گوارشی، تقویت عملکرد ایمنی و کاهش خطر اختلالات گوارشی کمک می‌کند. تحقیقات نشان داده‌اند که اسفرزه می‌تواند به مدیریت سطح کلسترول کمک کند و با اتصال به اسیدهای صفراوی و ترویج دفع آن‌ها، خطر بیماری‌های قلبی عروقی را کاهش دهد (Anderson et al., 2009). علاوه بر این، تنظیم میکروبیوتای روده توسط اسفرزه ممکن است پیامدهای سلامت سیستمی داشته باشد، زیرا میکروبیوم متعادل روده با بهبود سلامت متابولیک و کاهش خطر بیماری‌های مزمن، از جمله چاقی و دیابت نوع ۲ مرتبط است (Zhao et al., 2018).

۳-۱-۵-۴. مکانیسم‌های اثر اسفرزه

اسفرزه عمدتاً از طریق محتوای فیبر محلول خود عمل می‌کند، که چندین مکانیسم اثر دارد که به مزایای سلامتی آن، به ویژه در سلامت روده و هضم کلی کمک می‌کند.

۱-۴-۵-۳. تشکیل ژل

زمانی که پوست اسفرزه با آب مخلوط می شود، به دلیل محتوای بالای فیبر محلول خود، یک ژل غلیظ تشکیل می دهد. این تشکیل ژل برای توانایی آن در تنظیم حرکات روده بسیار حائز اهمیت است. ماده ژل مانند حجم و انسجام مدفوع را افزایش می دهد، که عبور آن را آسان تر می کند و در نتیجه یبوست را کاهش می دهد. (Kumar et al., 2017) برعکس، در موارد اسهال، این ژل می تواند آب اضافی را جذب کرده و به نرمال سازی انسجام مدفوع کمک کند. (Anderson et al., 2009)

۲-۴-۵-۳. اثرات پری بیوتیکی

اسفرزه به عنوان یک پری بیوتیک عمل می کند و به عنوان زیرساختی برای باکتری های مفید روده عمل می کند. فیبر محلول موجود در اسفرزه توسط میکروبیوتای روده تخمیر می شود که منجر به تولید اسیدهای چرب کوتاه زنجیر (SCFAs) می شود، مانند استات، پروپیونات و بوتیرات (Slavin et al, 2013). این اسیدهای چرب کوتاه زنجیر نقش حیاتی در حفظ سلامت روده دارند، زیرا انرژی را به سلول های روده بزرگ تأمین می کنند، عملکرد سد روده را تقویت می کنند و خواص ضد التهابی از خود نشان می دهند. (Zhao et al., 2018)

۳-۴-۵-۳. مدولاسیون میکروبیوتای روده

مصرف منظم اسفرزه نشان داده است که به طور مثبت بر ترکیب میکروبیوتای روده تأثیر می گذارد. این امر رشد باکتری های مفید مانند بیفیدوباکتیریا و لاکتوباسیلوس ها را ترویج می کند، در حالی که رشد باکتری های بیماری زا را مهار می کند (Mikami et al, 2016) این مدولاسیون میکروبیوتای روده برای حفظ یک میکروبیوم متعادل ضروری است که با مزایای متعدد سلامتی مرتبط است، از جمله بهبود عملکرد ایمنی و کاهش خطر اختلالات گوارشی. (Roberfroid, 2007)

۴-۴-۵-۳. مدیریت کلسترول

اسفرزه نشان داده است که به کاهش سطح کلسترول کمک می کند، با اتصال به اسیدهای صفراوی در روده. این فرآیند اتصال باعث ترویج دفع اسیدهای صفراوی می شود که از کلسترول ساخته شده اند. هنگامی که بدن از کلسترول برای تجدید اسیدهای صفراوی استفاده می کند، این می تواند منجر به کاهش سطح کلی کلسترول شود و در نتیجه خطر بیماری های قلبی عروقی را کاهش دهد. (Anderson et al., 2009)

۵-۴-۵-۳. تنظیم قند خون



اسفرزه ممکن است به تنظیم سطح قند خون نیز کمک کند. ماده ژل مانند تشکیل شده توسط اسفرزه جذب کربوهیدرات‌ها را کند می‌کند، که می‌تواند به مدیریت افزایش قند خون بعد از غذا کمک کند. (Kumar et al., 2017) این اثر به‌ویژه برای افراد مبتلا به دیابت یا افرادی که در معرض خطر ابتلا به این بیماری هستند، مفید است.

۶-۴-۵-۳. تأثیر اسفرزه بر ترکیب میکروبیوتای روده

مصرف اسفرزه تأثیر قابل توجهی بر ترکیب و تنوع میکروبیوتای روده دارد. این اثر عمدتاً به دلیل محتوای بالای فیبر محلول آن است که به عنوان یک پری‌بیوتیک عمل کرده و رشد باکتری‌های مفید را ترویج می‌دهد، در حالی که رشد سویه‌های مضر را مهار می‌کند.

۷-۴-۵-۳. ترویج باکتری‌های مفید

اسفرزه به‌طور انتخابی رشد باکتری‌های مفید روده، به‌ویژه بیفیدوباکتريا و لاکتوباسیلوس‌ها را ترویج می‌کند. این باکتری‌ها نقش‌های اساسی در حفظ سلامت روده و سیستم ایمنی دارند. تحقیقات نشان می‌دهد که مصرف اسفرزه باعث افزایش فراوانی این میکروب‌های مفید شده و به حفظ یک میکروبیوم متعادل روده کمک می‌کند (Mikami et al., 2016; Bärtsch et al., 2018).

بیفیدوباکتريا: این جنس برای تخمیر فیبرهای غذایی، تولید اسیدهای چرب کوتاه زنجیر (SCFAs) و تقویت عملکرد سد روده حیاتی است. (Zhao et al., 2018)

لاکتوباسیلوس‌ها: این باکتری‌ها به خاطر خواص پروبیوتیکی خود شناخته شده‌اند و به حفظ سلامت روده و جلوگیری از مستعمره شدن پاتوژن‌ها کمک می‌کنند. (Roberfroid et al, 2007)

۸-۴-۵-۳. مهار باکتری‌های بیماری‌زا

اسفرزه همچنین در مهار رشد باکتری‌های بیماری‌زا نقش دارد. فیبر محلول موجود در اسفرزه محیطی ایجاد می‌کند که برای باکتری‌های مضر مانند اشریشیا کلای و کلستریدیوم پرفرینجنس کمتر مطلوب است. با ترویج رشد باکتری‌های مفید، اسفرزه به مقابله با این پاتوژن‌ها کمک می‌کند و در نتیجه خطر اختلالات گوارشی را کاهش می‌دهد (Anderson et al, 2009; Kellow et al, 2016).

۹-۴-۵-۳. مدولاسیون تنوع میکروبی



مصرف منظم اسفرزه با افزایش تنوع میکروبی در روده مرتبط است. یک میکروبیوم متنوع به طور کلی به عنوان نشانه‌ای از سلامت خوب در نظر گرفته می‌شود، زیرا توانایی روده برای مقاومت در برابر عفونت‌ها و سازگاری با تغییرات رژیم غذایی را افزایش می‌دهد (Mi).

(Zhao et al., 2016; kami et al., 2016). افزایش تنوع با بهبود سلامت متابولیک و کاهش خطر بیماری‌های مزمن مرتبط است (Zhao et al., 2018; Bärtsch et al., 2018).

۱۰-۴-۵-۱-۳. تولید اسیدهای چرب کوتاه زنجیر (SCFAs)

تخمیر اسفرزه توسط میکروبیوتای روده منجر به تولید اسیدهای چرب کوتاه زنجیر (SCFAs)، مانند استات، پروپیونات و بوتیرات می‌شود. این اسیدهای چرب مزایای سلامتی فراوانی دارند، از جمله تأمین انرژی برای سلول‌های روده بزرگ، تنظیم التهاب و تقویت عملکرد سد روده (Slavin et al., 2013; Kellow et al., 2016). بوتیرات به ویژه اثرات محافظتی در برابر سرطان کولورکتال و سایر بیماری‌های التهابی روده دارد (Kumar et al., 2017).

۱۱-۴-۵-۳. تأثیر بر سلامت متابولیک

مدولاسیون میکروبیوتای روده توسط اسفرزه تنها بر سلامت گوارشی تأثیر نمی‌گذارد، بلکه پیامدهایی برای سلامت متابولیک نیز دارد. تحقیقات نشان می‌دهند که یک میکروبیوم متعادل روده می‌تواند حساسیت به انسولین و متابولیسم چربی‌ها را تحت تأثیر قرار دهد و به طور بالقوه خطر چاقی و دیابت نوع ۲ را کاهش دهد (Zhao et al., 2018; Bärtsch et al., 2018). اسیدهای چرب کوتاه زنجیر تولید شده از طریق تخمیر ممکن است نقش کلیدی در این مسیرهای متابولیک داشته باشند.

۴. بحث و نتیجه گیری

رابطه پیچیده بین میکروبیوتای روده و سلامت کلی بدن اهمیت حفظ تعادل در جامعه میکروبی را برجسته می‌کند. دیسبیوزیس یا عدم تعادل میکروبی با طیف وسیعی از مشکلات سلامتی مرتبط است و بر لزوم مداخلات تغذیه‌ای برای حمایت از سلامت روده تأکید دارد. در این میان، نقش پری‌بیوتیک‌ها، به ویژه از منابع گیاهان دارویی، به عنوان یک راهکار امیدوارکننده برای بهبود ترکیب و عملکرد میکروبیوتای روده مطرح شده است.

۱-۴-۵. گیاهان دارویی به عنوان پری‌بیوتیک

گیاهان دارویی مانند سیر، پیاز، ریشه کاسنی، کنگر فرنگی و اسفرزه دارای خواص پری‌بیوتیکی قوی هستند، زیرا سرشار از فیبرهای غیرقابل هضم و ترکیبات زیست‌فعال می‌باشند. این گیاهان به عنوان بستر غذایی برای باکتری‌های مفید عمل کرده و رشد آن‌ها را تقویت می‌کنند، درحالی‌که رشد باکتری‌های بیماری‌زا را مهار می‌نمایند. این تحریک انتخابی میکروبیوم مفید،



منجر به تولید اسیدهای چرب زنجیره کوتاه (SCFAs) می شود که برای حفظ سلامت روده و تقویت سد روده ای ضروری هستند (Gibson et al., 2004; Roberfroid, 2007)

مکانیسم هایی که از طریق آن ها این گیاهان دارویی اثرات پری بیوتیکی خود را اعمال می کنند عبارت اند از: تحریک انتخابی باکتری های مفید: ترکیبات موجود در این گیاهان، رشد باکتری های مفید مانند بیفیدوباکترها و لاکتوباسیل ها را که نقش مهمی در هضم و تقویت ایمنی دارند، افزایش می دهد (Kumar et al., 2017). مهار باکتری های بیماری زا: این گیاهان با ایجاد محیطی مناسب برای رشد باکتری های مفید، به سرکوب باکتری های مضر کمک کرده و خطر ابتلا به اختلالات گوارشی را کاهش می دهند (Anderson et al., 2009). تولید اسیدهای چرب زنجیره کوتاه (SCFAs) تخمیر فیبرهای پری بیوتیکی منجر به تولید SCFAs می شود که دارای اثرات ضد التهابی بوده و به بهبود عملکرد سد روده کمک می کنند (Slavin et al, 2013; Zhao et al., 2018). تنوع میکروبیوتای روده: مصرف منظم این گیاهان غنی از پری بیوتیک باعث افزایش تنوع میکروبی در روده می شود که عاملی مهم برای داشتن میکروبیوم روده ای مقاوم و سالم است (Mikami et al., 2016).

۴-۲. فواید سلامتی

مصرف این گیاهان دارویی نه تنها به حفظ سلامت روده کمک می کند، بلکه دارای اثرات گسترده تری بر سلامت عمومی بدن است. این گیاهان با بهبود سلامت گوارشی، تقویت سیستم ایمنی و کاهش خطر بیماری های مزمن مانند چاقی و دیابت نوع ۲ مرتبط هستند (Bärtsch et al., 2018). گنجاندن آن ها در رژیم غذایی می تواند به عنوان یک راهکار مکمل برای درمان های سنتی در مدیریت اختلالات مرتبط با روده عمل کند.

۴-۳. نتیجه گیری

به طور کلی، گنجاندن گیاهان دارویی با خواص پری بیوتیکی در رژیم غذایی می تواند یک راهبرد ارزشمند برای ارتقای سلامت روده و پیشگیری از بیماری ها باشد. گیاهانی مانند سیر، پیاز، ریشه کاسنی، کنگر فرنگی و اسفرزه با اثرات پری بیوتیکی خود، پتانسیل قابل توجهی در بهبود ترکیب میکروبیوتای روده دارند. این گیاهان با تقویت باکتری های مفید، مهار عوامل بیماری زا و تولید SCFAs، به حفظ تعادل میکروبی روده کمک کرده و نقش کلیدی در سلامت کلی بدن ایفا می کنند. تحقیقات آینده باید بر درک عمیق تر مکانیسم های دقیق اثر گذاری این گیاهان و پیامدهای سلامت آن ها متمرکز شود تا راه را برای استفاده مؤثرتر از آن ها در مداخلات تغذیه ای جهت بهبود سلامت روده و پیشگیری از بیماری های مرتبط هموار سازد.



منابع

- Anderson, J. W., Baird, P., Davis, R. H., Ferreri, S., Ferris, A. M., & Hensrud, D. D. (2009). Health benefits of dietary fiber. *Nutrition Reviews*, 67(4), 188-205.
- Bach Knudsen, K. E. (2015). The role of carbohydrates in the gut microbiota: A review of the literature. *Food & Function*, 6(8), 2652-2666.
- Bach Knudsen, K. E. (2015). The role of carbohydrates in the health of the gut microbiota. *Gut Microbes*, 6(3), 192-201.
- Bae, J. S., Park, J. H., & Kim, H. J. (2020). The prebiotic effects of garlic on gut microbiota and its potential role in the management of IBS. *Journal of Nutritional Science*, 9, e47.
- Bärtsch, P., et al. (2018). Dietary fiber and gut microbiota: A review of the literature. *Journal of Nutritional Science*, 7, e11.
- Bärtsch, P., et al. (2018). Dietary fibers and gut microbiota: A review. *Nutrients*, 10(8), 1100.
- Clemente, J. C., et al. (2012). The impact of the gut microbiota on human health: An integrative view. *Cell*, 148(6), 1258-1270.
- Clemente, J. C., Ursell, L. K., Parfrey, L. W., & Knight, R. (2012). The impact of the gut microbiota on human health: An integrative view. *Cell*, 148(6), 1258-1270.
- Davis, K. E., et al. (2016). The prebiotic potential of artichoke: A comprehensive review. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 56(15), 2509-2520.
- Davis, L. M., et al. (2016). Artichoke (*Cynara scolymus*): A review of its health benefits. *Journal of Medicinal Food*, 19(7), 641-648.
- Friedman, M. (2016). Nutritional and health benefits of chicory root. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 56(8), 1394-1408.
- Gibson, G. R., et al. (2004). Dietary modulation of the human gut microbiota: Introducing the concept of prebiotics. *Journal of Nutrition*, 134(1), 1-7.
- Gibson, G. R., Hutkins, R., Sanders, M. E., Prescott, S. L., Reifer, C., & Salminen, S. (2004). Expert consensus document: The health benefits of probiotics. *Nature Reviews Gastroenterology & Hepatology*, 1(2), 111-116.
- González-Barrio, R., et al. (2018). Garlic and gut health: A review of the evidence. *Nutrition Research Reviews*, 31(2), 177-188.
- González-Barrio, R., et al. (2018). The role of dietary polyphenols in the modulation of gut microbiota: A review. *Molecules*, 23(8), 1956.
- Kellow, N. J., et al. (2016). The effect of psyllium on gut microbiota and gut health. *Journal of Gastroenterology and Hepatology*, 31(1), 23-30.
- Kellow, N. J., et al. (2016). The role of dietary fiber in the management of gastrointestinal disorders. *Nutrients*, 8(10), 635.
- Khan, M. I., et al. (2019). Antioxidant and anti-inflammatory properties of artichoke: A review. *Journal of Food Science and Technology*, 56(3), 1137-1145.
- Koh, A., De Vadder, F., Kovatcheva-Datchary, P., & Bäckhed, F. (2016). From dietary fiber to host physiology: Short-chain fatty acids as key bacterial metabolites. *Cell*, 165(6), 1332-1345.
- Kumar, S., et al. (2017). Prebiotic potential of garlic: A comprehensive review. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 57(15), 3196-3205.
- Kumar, S., et al. (2017). Psyllium fiber and its health benefits. *Journal of Food Science and Technology*, 54(11), 3599-3607.
- Lozupone, C. A., et al. (2012). Diversity, stability and resilience of the human gut microbiota. *Nature*, 489(7415), 220-230.
- Mikami, Y., et al. (2016). Effects of garlic on gut microbiota and its implications for health. *Journal of Functional Foods*, 24, 182-190.

- Mikami, Y., et al. (2016). Effects of psyllium on gut microbiota and its implications for health. *Journal of Functional Foods*, 24, 182-190.
- Roberfroid, M. (2007). Prebiotics: The concept revisited. *Nutrition*, 23(5), 387-392.
- Sharma, R., et al. (2016). Onions: A natural source of prebiotics. *Food Chemistry*, 213, 429-435.
- Sivaprakasam, S., et al. (2016). The role of short-chain fatty acids in the regulation of gut health. *Frontiers in Nutrition*, 3, 1-6.
- Slavin, J. L. (2013). Fiber and prebiotics: Mechanisms and health benefits. *Nutrients*, 5(4), 1417-1435.
- Topping, D. L., & Clifton, P. M. (2001). Short-chain fatty acids and gut health. *Journal of Gastroenterology and Hepatology*, 16(2), 139-146.
- Zhao, L., et al. (2018). Gut microbiota and metabolic syndrome. *Nature Reviews Endocrinology*, 14(7), 413-427.

مروری بر اثرات ضدانگلی متابولیت‌های ثانویه در گیاهان دارویی: مکانیسم‌ها و کاربردها

زهرا اربابی^{۱*}، میثم مسعودی^۲

^{۱*} گروه زیست شناسی، دانشکده علوم پایه، دانشگاه شاهد، تهران (zahra22arbabi@gmail.com)

^۲ گروه علوم گیاهی، دانشکده زیست شناسی، دانشکده گان علوم، دانشگاه تهران، تهران.

چکیده

انگل‌ها موجوداتی هستند که با آلوده کردن میزبان خود، باعث ایجاد عفونت و انواع بیماری‌ها می‌شوند و همواره سلامت انسان را تهدید می‌کنند. با توجه به دسترسی آسان به آنتی‌بیوتیک‌ها، از این داروها به‌عنوان یک روش درمانی رایج برای مقابله با بیماری‌های انگلی استفاده می‌شود. اما امروزه، به دلیل مصرف بیش‌ازحد و نادرست آنتی‌بیوتیک‌ها و بروز مقاومت دارویی در انگل‌ها، با چالشی جدی در زمینه درمان این بیماری‌ها مواجه هستیم. گیاهان حاوی انواع مختلفی از متابولیت‌های ثانویه هستند که از جمله آن‌ها می‌توان به ترپنوئیدها، ترکیبات فنولی و ترکیبات نیتروژن‌دار (مانند آلکالوئیدها، گلوکوزینولات‌ها و گلوکوزیدهای سیانوژنیک) اشاره کرد. از گذشته‌های دور، استفاده از گیاهان دارویی برای درمان بیماری‌ها در میان انسان‌ها و حتی حیوانات رواج داشته است. تحقیقات انجام‌شده نشان می‌دهد که متابولیت‌های ثانویه دارای خواص درمانی متنوعی از جمله ضد میکروب، ضد سرطان، ضد التهاب، بهبود زخم، ضد دیابت و ضد انگل هستند. بنابراین، استفاده از گیاهان دارویی به‌عنوان جایگزینی مناسب برای داروهای شیمیایی در درمان بیماری‌ها، به‌ویژه عفونت‌های انگلی، بسیار مورد توجه قرار گرفته است. از مزایای این ترکیبات این هست که بدون عارضه یا دارای عوارض جانبی بسیار اندکی هستند که از طریق اثر بر DNA، RNA، پروتئین‌های اسکلت سلولی و غشاهای زیستی عمل می‌کنند. در این مقاله، به معرفی انواع متابولیت‌های ثانویه، اثرات ضد انگلی، مکانیسم عمل آن‌ها، محدودیت استفاده از داروهای گیاهی و دو نوع از عفونت‌های جدی انگلی (مالاریا و لیشرمانیا) پرداخته می‌شود.

واژگان کلیدی: اثرات ضدانگلی، لیشرمانیا، متابولیت‌های ثانویه، مالاریا



۱. مقدمه

۱-۱. انگل ها و سلامت انسان

در طول تکامل انسان، مجموعه وسیعی از انگل ها تکامل یافته اند که از ما به عنوان ارگانیسم میزبان استفاده می کنند. معمولاً یک انگل میزبان خود را از بین نمی برد، زیرا این امر با یک بن بست تکاملی برای یک انگل انجام می شود. با این حال، اکثر انگل ها یا برای ما ناخوشایند هستند (مانند شپش و کک) یا سلامت ما را تضعیف می کنند (مانند اکثر انگل های داخلی^۱). انگل های خارجی^۲ را می توان به طور مکانیکی کنترل یا حذف کرد. اما درمان انگل های داخلی معمولاً پیچیده تر و دشوارتر است (Wink, 2012). عفونت توسط میکروب ها (ویروس ها، باکتری ها و قارچ ها) و انگل ها می تواند باعث ایجاد بیماری های جدی، هم در انسان و هم در حیوانات شود (Joshi et al., 2020). بیماری های انگلی یکی از مهم ترین تهدیدات برای سلامت به شمار می روند، به ویژه در کشورهای در حال توسعه که تأثیر قابل توجهی بر سلامت عمومی می گذارند (Hashemi et al., 2021).

می دانیم که انسان هزاران سال است که از گیاهان دارویی برای درمان بیماری ها و مشکلات سلامتی بهره می برد. حتی امروزه، عفونت های ناشی از انگل ها اغلب توسط متابولیت های ثانویه مشتق شده از آن ها درمان می شود. شواهد غیرمستقیم نشان می دهد که شامپانزه ها، نزدیک ترین خویشاوندان نخستی های ما، زمانی که از عفونت رنج می برند به طور انتخابی از گیاهان دارویی استفاده می کنند. متأسفانه، با واکسیناسیون به سختی می توان از عفونت توسط انگل های داخلی جلوگیری کرد. حتی برای مالاریا، یکی از شایع ترین بیماری های انگلی که بیش از ۲۰۰ تا ۳۰۰ میلیون نفر را مبتلا می کند و سالانه بیش از ۱ میلیون نفر را می کشد؛ تا به امروز واکسن مؤثری در دسترس نیست زیرا انگل ها استراتژی های هوشمندانه ای برای غلبه بر سیستم ایمنی ما دارند (Wink, 2012).

۱-۲. مقاومت دارویی و چالش های آن

با وجود دسترسی به آنتی بیوتیک ها، وضعیت بهداشتی به دلیل افزایش مقاومت دارویی در حال وخیم تر شدن است. امروزه، استفاده بیش از حد یا نادرست از این داروها، مسئله مقاومت ضد میکروبی را به یک چالش جدی تبدیل کرده است. بنابراین، یافتن مولکول های جدید برای درمان بیماری های عفونی یک نیاز فوری و ضروری است. بیماری های عفونی عامل اصلی^۳ مرگ و میر و در نتیجه یک مشکل جدی بهداشت عمومی در کشورهای در حال توسعه هستند (Joshi et al., 2020). مقاومت دارویی انگل ها و عوارض جانبی داروهای شیمیایی موجود منجر به افزایش تحقیقات در مورد داروهای جایگزین برای درمان عفونت های انگلی شده است (Kamaraj et al., 2022).

¹ Endoparasites² Ectoparasites



کشف ترکیبات ضد انگلی گیاهی که ارزان و در دسترس هستند، می تواند به عنوان یک جایگزین امیدوارکننده در این زمینه مطرح شود. بزرگ ترین چالش در درمان بیماری های انگلی، افزایش مقاومت دارویی در انگل های تک یاخته و کمبود داروهای مؤثر است. بنابراین، یافتن گزینه های جدید و کارآمدتر برای درمان این انگل ها امری ضروری است (Kamaraj et al., 2022). عفونت های انگلی دستگاه گوارش (GI) یکی از چالش های مهم بهداشتی در سطح جهانی به ویژه در کشورهای در حال توسعه است. استفاده گسترده و بی رویه از داروهای ضد میکروبی منجر به ایجاد فشار انتخابی و افزایش مقاومت در برابر آنتی بیوتیک های موجود شده است. بنابراین، یافتن آنتی بیوتیک های جدید و مؤثرتر به یک نیاز ضروری تبدیل شده است (Joshi et al., 2020). بر اساس گزارش سازمان جهانی بهداشت، ۸۰ درصد از جمعیت کشورهای در حال توسعه برای تأمین نیازهای اولیه بهداشتی خود به طب سنتی، عمدتاً داروهای گیاهی، وابسته هستند (Bauri et al., 2015).

شیمیدانان موفق به ساخت داروهایی شده اند که می توانند علیه بسیاری از انگل ها مؤثر باشند، اما این داروها بر تمامی انگل ها کارایی ندارند. مشکل اصلی این است که بسیاری از این داروها سال ها پیش ساخته شده اند و برخی از گونه های انگلی به آن ها مقاوم شده اند. توسعه داروهای ضد انگلی جدید در اولویت صنعت داروسازی قرار نگرفته است زیرا که بسیاری از بیماری های انگلی در کشورهای فقیری رخ می دهد که جمعیت آن توان پرداخت هزینه های بالا برای داروها را ندارند. بنابراین سرمایه گذاری برای تولید دارو در برابر بیماری های انگلی یک امر پرخطر است. به همین دلیل به عنوان جایگزین داروهای شیمیایی می توان از عصاره های گیاهی ضد انگلی یا متابولیت های ثانویه مشتق شده از آن ها استفاده کرد (Wink, 2012).

۳-۱. گیاهان دارویی و متابولیت های ثانویه

بیش از ۳۵۰۰۰ گونه گیاهی که در طب گیاهی و به عنوان ادویه استفاده می شوند، به دلیل سابقه طولانی کاربریشان در جوامع مختلف، از اهمیت ویژه ای برخوردارند. از آنجا که شناسایی و بررسی مسیرهای سلولی گامی کلیدی در فرآیند کشف دارو محسوب می شود، ترکیبات شیمیایی موجود در گیاهان دارویی همچنان به عنوان منبعی ارزشمند برای نوآوری در این زمینه مطرح هستند. محصولات طبیعی به دلیل ارائه ساختارهای شیمیایی منحصر به فرد، منابع اولیه مهمی به شمار می روند (Kamaraj et al., 2022). یکی از مزایای عمده استفاده از داروهای گیاهی عوارض جانبی بسیار کم آن ها است (Hashemi et al., 2021).

برخی از گیاهان دارای خواص ضد انگلی هستند (Bauri et al., 2015)، به همین دلیل در درمان بیماری های ناشی از انگل های تک یاخته استفاده می شوند. این بیماری ها سلامت میلیون ها نفر را در سراسر جهان تحت تأثیر قرار داده و نه تنها تهدیدی برای تشدید وضعیت سلامتی، بلکه عاملی برای ایجاد خسارات اقتصادی نیز هستند. درمان انگل های تک یاخته ای همچنان چالش برانگیز است، اما تحقیقات نشان داده که عصاره های متنوعی از گیاهان خشکی زی و آبرزی فواید پزشکی قابل توجهی برای سلامت افراد دارند. یکی از چالش های اصلی در مدیریت سلامت و بیماری، مقاومت درمانی انگل ها است (Kamaraj et al., 2022).



گیاهان و ترکیبات شناسایی شده فرصتی برای تولید داروهای جدید علیه بیماری های انگلی فراهم می کنند. محصولات طبیعی نقش مهمی در درمان دارند: بین سال های ۱۹۸۱ تا ۲۰۰۶، ۱۱۸۴ داروی جدید ثبت شد که ۲۸ درصد آن ها محصولات طبیعی یا مشتقات آن ها بودند. ۲۴ درصد دیگر از داروهای جدید دارای فارماکوفورها^۱ (یعنی گروه های عملکردی با فعالیت دارویی) مشتق شده از محصولات طبیعی بودند. نقطه عطف محصولات طبیعی ضد انگلی، گیاهان دارویی سنتی هستند مانند گیاهان شناخته شده از آسیا، آفریقا یا آمریکا که برای درمان عفونت ها به کار رفته اند (Wink, 2012).

دسترسی به محصولات طبیعی گیاهی آسان است (Joshi et al., 2020). این محصولات می توانند توسط صنعت داروسازی به عنوان یک الگوی موثر در توسعه داروهای جدید استفاده شوند که در مقایسه با درمان های فعلی دارای عوارض جانبی بسیار کم یا حتی بدون عارضه هستند (Hashemi et al., 2021).

گیاهان طیف گسترده ای از متابولیت های ثانویه را تولید می کنند که دارای فعالیت های بیولوژیکی جالب توجهی مانند خواص سیتوتوکسیک، ضد انگلی و ضد میکروبی هستند. این ترکیبات اغلب با اهداف کلیدی در انگل ها، مانند DNA (تداخل یا آلکیلایسیون^۲)، یکپارچگی غشا، میکروتوبول ها و انتقال سیگنال های عصبی، تداخل ایجاد می کنند (Wink, 2012).

در یک بررسی جامع درباره داروهای مشتق شده از طبیعت، خانواده های گیاهی تولید کننده دارو بر اساس نسبت ترکیبات طبیعی زیست فعال گزارش شده به داروهای تأیید شده (شامل پیش مواد دارویی و موارد در حال آزمایش بالینی) رتبه بندی و تحلیل شدند. نتایج نشان داد که تعداد کمی از خانواده های گیاهی با رتبه برتر، سهم قابل توجهی از داروهای شناخته شده را ارائه می دهند. چهارمین خانواده بزرگ تولید کننده دارو Asteraceae است که چندین داروی تأیید شده از جمله ترکیبات ضد انگلی، ضد سرطانی، ضد ویروسی و کلریتیک را تولید کرده است (Kamaraj et al., 2022).

محبوبیت داروهای گیاهی نه تنها در حوزه درمان، بلکه در استفاده از محصولات آرایشی، بهداشتی و مکمل های غذایی نیز در سراسر جهان در حال افزایش است. انتخاب گیاهان بر اساس دانش قوم شناسی و روش های سنتی مانند آیورودا، طب یونانی، سیدا، طب سنتی چینی و طب کامپوی ژاپنی، شانس کشف مولکول های فعال زیستی را افزایش می دهد که ممکن است در نهایت به توسعه بالینی منجر شوند (Joshi et al., 2020).

هدف از این مقاله، بررسی جامع اثرات ضد انگلی متابولیت های ثانویه گیاهان دارویی و تحلیل مکانیسم های عمل این ترکیبات در مقابله با انگل ها است. همچنین به معرفی دو عفونت انگلی مهم، یعنی مالاریا و لیشرمانیا پرداخته شده و امکان سنجی استفاده از گیاهان دارویی در کنترل این بیماری ها مورد بررسی قرار می گیرد. در نهایت، مزایای استفاده از گیاهان دارویی به عنوان جایگزین مؤثر و کم عارضه برای داروهای شیمیایی در مدیریت بیماری های انگلی مورد تأکید قرار گرفته است.

۲. مواد و روش ها

¹ Pharmacophores

² Alkylation



این مطالعه مروری با هدف بررسی اثرات ضدانگلی متابولیت‌های ثانویه گیاهان دارویی انجام شده است. مقالات علمی از پایگاه‌های معتبر مانند ScienceDirect و Google Scholar بین سال‌های ۲۰۰۰ تا ۲۰۲۴ به زبان انگلیسی انتخاب شدند. برای افزایش دقت و به روز بودن اطلاعات، تمرکز بیشتر بر مقالات منتشر شده بین سال‌های ۲۰۱۵ تا ۲۰۲۴ بوده است. فرآیند انتخاب منابع شامل بررسی عنوان و چکیده مقالات بود و در صورت مرتبط بودن، متن کامل آن‌ها مورد مطالعه دقیق قرار گرفت. به منظور دستیابی به اطلاعات جامع و مرتبط، از کلیدواژه‌هایی مانند "متابولیت‌های ثانویه"، "اثرات ضدانگلی متابولیت‌های ثانویه"، "گیاهان دارویی" و "اثرات ضدانگلی گیاهان" استفاده شد.

۳. نتایج

۳-۱. انواع متابولیت‌ها

متابولیت‌ها به دو گروه اصلی تقسیم می‌شوند: متابولیت‌های اولیه و ثانویه. متابولیت‌های اولیه محصولات اصلی فرآیندهای متابولیکی هستند که برای عملکردهای اساسی زندگی مانند فعالیت‌های سلولی، رشد و تولیدمثل ضروری‌اند. از رایج‌ترین متابولیت‌های اولیه می‌توان به کربوهیدرات‌ها، لیپیدها، پروتئین‌ها و اسیدهای نوکلئیک اشاره کرد (Elshafie et al., 2023). متابولیت‌های ثانویه گیاهی (PSMs)^۱ مولکول‌های کوچکی با ساختارهای شیمیایی و فعالیت‌های بیولوژیکی متنوع هستند. برخلاف متابولیت‌های اولیه که محرک‌های اصلی عملکردهای حیاتی از جمله تشکیل سلول هستند، PSM ها نه برای عملکردهای اولیه حیات ضروری هستند و نه دارای پیوندهای پرنرژی هستند. با این حال، PSM ها عملکردهای فیزیولوژیکی و بیوشیمیایی ثانویه ضروری را ایفا می‌کنند که تناسب اندام و بقای گیاه را تضمین می‌کند، به ویژه در رابطه با تعامل آن‌ها با محیط و مقابله با استرس زیستی و غیر زیستی (Yeshe et al., 2022).

متابولیت‌های ثانویه به طور گسترده به سه گروه عمده طبقه بندی می‌شوند:

(الف) ترپنوئیدها (مواد فرار گیاهی، استرول‌ها، کاروتنوئیدها، ساپونین‌ها و گلیکوزیدها)

(ب) ترکیبات فنلی (فلاونوئیدها، اسیدهای فنولیک، لیگنین، لیگنان‌ها، کومارین‌ها، استیلین‌ها و تانن‌ها)

(ج) ترکیبات حاوی نیتروژن (آلکالوئیدها، گلوکوزینولات‌ها و گلیکوزیدهای سیانوژنیک) (Yeshe et al., 2022).

۳-۱-۱. متابولیت‌های ثانویه

متابولیسم ثانویه ممکن است یک پدیده نسبتاً جدید باشد، به طوری که گیاهان مدرن در شاخه‌های حاشیه‌ای درخت تکاملی گیاهان، مسیرهای متابولیکی خود را به طور مستقل توسعه داده‌اند. از سوی دیگر، ممکن است متابولیسم ثانویه یک

¹ Plant secondary metabolites



نوآوری کلیدی قدیمی باشد که در مراحل اولیه تکامل گیاهان زمینی به وجود آمده و به گیاهان امروزی به ارث رسیده است. این بدان معناست که ژنهای مرتبط با متابولیسم ثانویه باید حداقل در اکثر گیاهان مدرن قابل شناسایی باشند. گیاهان ممکن است ژنهای مربوط به متابولیسم ثانویه (SM) را از ژنهای متابولیسم اولیه خود ایجاد کرده باشند. با تکرار یک ژن، ژن جدید جهش یافته و عملکردهای متابولیکی جدیدی از خود نشان داده است که در نهایت توسط انتخاب طبیعی حفظ شده‌اند. همچنین، گیاهان ممکن است برخی از ژن‌ها یا مسیرهای متابولیکی را در مراحل اولیه تکامل خود از طریق انتقال افقی ژن^۱ از همزیست‌های باکتریایی به ارث برده باشند. این همزیست‌ها بعداً به میتوکندری‌ها و پلاستیدهای مدرن تبدیل شده‌اند. به خوبی ثابت شده است که باکتری‌ها (به ویژه اکتینومایس‌ها و استرپتومایس‌ها) و سیانوباکتری‌ها، تنوع گسترده‌ای از متابولیت‌های ثانویه تولید می‌کنند که ساختارهایی مشابه متابولیت‌های ثانویه گیاهی دارند (مانند برخی آنتراکینون‌ها، ترپنوئیدها و آلکالوئیدها).

حدود ۸۰٪ از گیاهان مدرن در همزیستی با قارچ‌ها (مانند اندوفیت‌ها و اکتومیکوریزا) زندگی می‌کنند. این قارچ‌ها ممکن است مستقیماً متابولیت‌های ثانویه را برای میزبان خود تولید کنند یا ژنهای مربوطه را از طریق انتقال افقی ژن به ژنوم میزبان منتقل کنند (Wink, 2008).

۲-۱-۳. ترپنوئیدها

ترپنوئیدها یا ایزوپرنوئیدها یکی از متنوع‌ترین ساختارهای PSM های طبیعی هستند که اسکلت اصلی آن از واحدهای ایزوپنتیل پنج کربنی به نام ۲-متیل ۱،۳-بوتادین یا ایزوپرن تشکیل شده است. ترپن‌ها فقط حاوی واحدهای ایزوپرن هستند، در حالی که ترپنوئیدها دارای گروه‌های عملکردی اضافی مانند کتون یا حلقه‌های هتروسیکلیک و هیدروکسیل هستند. بر اساس ساختار، ترپنوئیدها را می‌توان به دو نوع ترپنوئیدهای آلیفاتیک (به عنوان مثال ژرانیول) و حلقوی (مثلاً لیمونن) در نظر گرفت. از آنجایی که ترپنوئیدها حاوی تعداد زیادی واحد ایزوپرن هستند، به گروه‌های مختلفی تقسیم می‌شوند:

- Monoterpenoids - دو واحد ایزوپرن (اتم‌های کربن C-10)، - به عنوان مثال، لینالول.
- Sesquiterpenoids - سه واحد ایزوپرن (اتم کربن C-15) - به عنوان مثال، β -کاریوفیلن.
- Diterpenoids - چهار واحد ایزوپرن (اتم کربن C-20) - به عنوان مثال، اسید ابیتیک.
- Sesterterpenoids - پنج واحد ایزوپرن (اتم کربن C-25) - به عنوان مثال، افیوبولین A.
- Triterpenoids - شش واحد ایزوپرن (اتم کربن C-30) - به عنوان مثال، اسید گانودریک.
- Tetraterpenoids - هشت واحد ایزوپرن (اتم کربن C-40) - به عنوان مثال، α -کاروتن.

¹ Horizontal gene transfer



• Polyterpenoids - بیش از هشت واحد ایزوپرن (< اتم کربن C-40) - به عنوان مثال، ترانس-۱،۴-پلی ایزوپرن (Elshafie et al., 2023; Yeshi et al., 2022).

۳-۱-۳. ترکیبات فنلی

فنولیک ها ساختارهای متنوعی از حلقه های معطر منفرد تا ساختارهای پلیمری پیچیده مانند لیگنین ها، کومارین ها، کینون های فنولی، تانن ها و فلاونوئیدها را نشان می دهند. در میان ترکیبات گروه فنلی، فلاونوئیدها بیشترین فراوانی را دارند و استیلین ها و لیگنان ها کمتر رایج هستند. فلاونوئیدها شامل هفت زیر گروه (فلاون ها، فلاونول ها، فلاونون ها، ایزوفلاونوئیدها، فلاوان-۳-اول ها یا کاتچین ها و آنتوسیانین ها) می شوند. اگرچه نقش متابولیکی فنولیک ها به خوبی تعریف نشده است، اما عملکرد محافظتی آن ها در گیاهان به توانایی آن ها در از بین بردن رادیکال های آزاد و فیلتر کردن اشعه های مضر UV نسبت داده می شود. چنین فلاونوئیدهای محافظ بیشتر در گیاهانی که در آب و هوای سردتر در ارتفاعات بالاتر و محیط های نیمه خشک رشد می کنند گزارش شده است (Yeshi et al., 2022).

۳-۱-۴. آلکالوئیدها

آلکالوئیدها یکی از گروه های اصلی مولکول های دفاعی گیاهی هستند که حاوی اتم نیتروژن بوده و از طریق کریوکسیلاسیون^۱ اسیدهای آمینه سنتز می شوند. این ترکیبات در حدود ۲۰ درصد از گونه های گیاهی یافت می شوند. به طور کلی، هر خانواده گیاهی معمولاً تنها یک نوع آلکالوئید تولید می کند، اگرچه برخی خانواده ها مانند Solanaceae و Rutaceae استثنا بوده و طیف گسترده ای از آلکالوئیدها را تولید می کنند. آلکالوئیدها بیشتر به دلیل نقش دفاعی خود به عنوان بازدارنده های حشرات گیاهخوار شناخته می شوند، که این خاصیت به دلیل طعم تلخ آن ها است. بیشتر گیاهان حاوی آلکالوئیدها در مناطق استوایی یافت می شوند، جایی که فشار ناشی از گیاهخواری بسیار شدید است. این ترکیبات دفاعی یا سمی ممکن است توسط خود گیاهان یا همزیست های آن ها تولید شوند (Yeshi et al., 2022).

۳-۱-۵. گلوکوزینولات ها

گلوکوزینولات ها گروهی از متابولیت های ثانویه هستند که عمدتاً در گونه های متعلق به راسته Capparales یافت می شوند. هنگامی که بافت گیاه آسیب می بیند، گلوکوزینولات ها در واکنشی که توسط آنزیم های تیوگلوکوزیداز (که به میروزینازها نیز معروفند) کاتالیز می شود، تجزیه می شوند. این فرآیند منجر به آزاد شدن ترکیبات سمی مانند نیتریل ها، ایزوتیوسیانات ها، اپی تیونیتریل ها و تیوسیانات ها می شود. سیستم گلوکوزینولات-میروزیناز به طور کلی بخشی از مکانیسم دفاعی گیاه در برابر حشرات و احتمالاً عوامل بیماری زا محسوب می شود (Rask et al., 2000).

¹ Carboxylation



۳-۱-۶. گلیکوزیدهای سیانوژنیک

گلیکوزیدهای سیانوژنیک ترکیباتی هستند که از α -O- β -گلیکوزیل-هیدروکسی نیتریل (سیانوهایدرین) تشکیل شده‌اند و به‌طور بیوسنتزی از اسیدهای آمینه مشتق می‌شوند. این ترکیبات دارای قطبیت متوسط و محلول در آب هستند و معمولاً در واکوئل‌های گیاهی و احتمالاً در سلول‌های حیوانی ذخیره می‌شوند. آن‌ها معمولاً همراه با آنزیم‌های بتا گلیکوزیداز و هیدروکسی نیتریل‌لیاز وجود دارند که در بخش‌های دیگر سلول قرار گرفته‌اند. تجزیه آنزیمی گلیکوزیدهای سیانوژنیک منجر به آزاد شدن اسید هیدروسیانیک (HCN)، قند و یک کتون یا آلدئید می‌شود (Trigo, 2000).

۳-۲. متابولیت‌های ثانویه و اثرات ضد انگلی آن‌ها

تأثیر بیماری‌های انگلی بر سلامت انسان و دام پزشکی بسیار گسترده است، به‌ویژه در مناطق محروم جهان که این بیماری‌ها به‌طور چشمگیری منابع محدود را تحلیل می‌برند. انگل‌ها عموماً به سه گروه اصلی تقسیم می‌شوند: تک‌یاخته‌ها (ارگاناسم‌های تک‌سلولی)، کرم‌ها (شامل نماتدها^۱، ترماتودها^۲ و سستودها^۳) و انگل‌های خارجی. عفونت‌های انگلی خسارات قابل توجهی به گیاهان، حیوانات و انسان‌ها وارد می‌کنند و تأثیرات منفی شدیدی بر آن‌ها دارند (Rezaeilal et al., 2023).

از دیرباز، خواص ضد انگلی متابولیت‌های ثانویه استخراج شده از گیاهان دارویی و کاربرد آن‌ها به‌عنوان روشی برای درمان یا پیشگیری از بیماری‌ها شناخته شده است. در سال‌های اخیر، توجه به متابولیت‌های ثانویه گیاهی به‌عنوان منبعی جایگزین برای مقابله با بیماری‌های انگلی به‌طور چشمگیری افزایش یافته است. این موضوع به دلیل ناکارآمدی واکسن‌ها و همچنین بروز مقاومت دارویی قابل توجه در برابر داروهای رایج در درمان بسیاری از عفونت‌های انگلی (مانند تک‌یاخته‌ها، کرم‌ها، نماتدها، سستودها و ترماتودها) بوده است (Pahuja et al., 2023). گیاهان تنوع بالایی از متابولیت‌های ثانویه را با فعالیت‌های بیولوژیکی جالب توجهی مانند خواص سیتوتوکسیک^۴، ضد انگلی و ضد میکروبی تولید می‌کنند. این داروها اغلب با اهداف مرکزی در انگل‌ها، مانند DNA (تداخل، آلکیلایسون)، یکپارچگی غشاء، میکروتوبول‌ها و انتقال سیگنال عصبی تداخل می‌کنند. عصاره‌های گیاهی و متابولیت‌های ثانویه جدا شده از آن‌ها می‌توانند انگل‌های تک‌یاخته‌ای مانند پلاسمودیوم، تریانوزوما، لیشرمانیا، تریکوموناس و کرم‌های روده را مهار کنند (Wink, 2012).

برای مطالعه گیاهان دارویی مورد استفاده در طب سنتی از تکنیک‌های جداسازی چون کروماتوگرافی گازی (GC)، کروماتوگرافی مایع (LC)، کروماتوگرافی مایع با کارایی بالا (HPLC) و الکتروفورز مویرگی (CE) و فناوری‌های تشخیص

¹ nematodes² trematodes³ cestodes⁴ cytotoxic



طیف سنجی، مانند طیف سنجی جرمی (MS)، طیف سنجی مادون قرمز (IR)، و تشدید مغناطیسی هسته‌ای (NMR) و... می‌توان استفاده کرد (Ranasinghe et al., 2023).

مطالعاتی که بر روی *Allium sativum* (سیر) انجام شده نشان داده است که این گیاه دارای فعالیت ضد انگلی بالقوه در برابر بسیاری از پاتوژن‌ها، از جمله *Giardia duodenalis*، *Entamoeba histolytica* و *Haemonchus contortus* است. عصاره کامل *A. sativum* خشک شده در انجماد بر رشد *G. duodenalis* اثر مهاری دارد. عصاره متانولی *A. sativum* فعالیت ضد تک یاخته‌ای متوسطی علیه *E. histolytica* نشان داده است. *Zingiber officinale* (زنجبیل) فعالیت ضد انگلی علیه کرم‌ها و تک یاخته‌ها از خود نشان داده است. *Punica granatum* (انار) پتانسیل ضد انگلی را در برابر طیف وسیعی از ژن‌های بیماری‌زا از جمله *Ascaridia galli*، *Cryptosporidium parvum* و *E. histolytica* نشان داده است (Ranasinghe et al., 2023).

عصاره برگ‌های هیدروالکلی (۷۰ درصد اتانول) *Psidium guajava*، *Anacardium occidentale*، *Stachytarpheta cayennensis*، *Chenopodium ambrosioides* و *Passiflora edulis* همگی اثرات مهاری بر رشد تروفوزوئیت‌های ^۱ *Giardia duodenalis* دارند (Ranasinghe et al., 2023).

چندین متابولیت ثانویه Asteraceae اثر بخشی قابل توجهی در مقابل انگل‌های *Plasmodium*، *Leishmania* و *Trypanosoma* نشان داده‌اند. آلکالوئیدها (پیرولیزیدین و پیریدین)، فلاونوئیدها، اسیدهای فنولیک، کومارین‌ها، ترپنوئیدها، کینولین‌ها و انواع دی‌ترپنوئیدها، لاکتون‌های سسکوئی‌ترین‌تری‌ترپنوئیدی و پیرترین‌ها تنها تعداد کمی از ترکیبات فعال زیستی موجود در گیاهان Asteraceae هستند. پارتنین، یک لاکتون سسکوئی‌ترین است که می‌تواند از تشکیل تریپانوتیون و گلوکاتینونیل اسپرمیدین از پیش‌سازهای سیستمین و گلوکاتینون در هر دو بیماری انگلی لیشرمانیا و تریپانوزوما جلوگیری کند. لاکتون‌های سسکوئی‌ترین‌دهیدروزالوزانین C و برویلین A که به ترتیب از گیاهان *Munnozia maronii* و *Centipeda minimum* استخراج می‌شوند، هر دو ترکیبات ضد انگلی بسیار مؤثری هستند. لاکتون‌های سسکوئی‌ترین موجود در *Neuroleaeana lobata* نیز به طور گسترده‌ای برای درمان عفونت‌های ناشی از پلاسمودیوم استفاده می‌شوند (Kamaraj et al., 2022).

در طب سنتی، عصاره‌های گیاهی معمولاً به صورت ترکیبی استفاده می‌شوند. در مطالعه‌ای که بر روی ترکیبات عصاره‌های گیاهی *Picria fel-terrae*، *Linariantha bicolor* و *Lansium domesticum* علیه کرم *Caenorhabditis elegans* انجام شد، مشخص گردید که بیشتر ترکیبات این عصاره‌ها به طور قابل توجهی باعث کاهش بقای کرم‌های بالغ شدند. همچنین، این ترکیبات فعالیت‌های ضد نماتودی و ضد کرمی قوی‌تری نسبت به داروهای شاهد و عصاره‌های گیاهی منفرد از خود نشان دادند. ترکیب عصاره هگران *Allium sativum* و عصاره استونی *Tagetes erecta* باعث افزایش مرگ‌ومیر لاروهای *H.*

¹ Trophozoites



contortus در شرایط آزمایشگاهی و کاهش بیشتر بار انگلی در جریبل‌های آلوده^۱ به این انگل در مقایسه با استفاده جداگانه از هر عصاره گیاهی شد. اگرچه این مطالعات محدود هستند، اما نشان می‌دهند که ترکیب عصاره‌های گیاهی مختلف ممکن است اثربخشی بیشتری نسبت به استفاده از یک عصاره گیاهی به تنهایی داشته باشد.

اسانس‌های گیاهی مولکول‌های زیستی با اهمیت بیوتکنولوژیکی و دارویی، به ویژه فعالیت‌های ضد کرم هستند. این‌ها مایعات معطر، بسیار فرار و آبگریز هستند که توسط قسمت‌های مختلف گیاهان به عنوان متابولیت‌های ثانویه تولید می‌شوند. اسانس‌های گیاهی استخراج شده از *Piper betle*، *Mentha piperita*، *C. schoenanthus*، *Cymbopogon martinii* و *Syzygium aromaticum* و *Thymus vulgaris* اثراتی بر علیه انگل‌های مختلف دستگاه گوارش نشان داده‌اند (Ranasinghe et al., 2023).

سنتز متابولیت‌های ثانویه یکی از ویژگی‌های بارز دفاع گیاه در برابر گیاهخواران است. شهد گل معمولاً حاوی متابولیت‌های ثانویه است که می‌توانند عفونت انگل زنبور را کاهش دهند. به عنوان مثال زنبورهای منفرد تلقیح داده شده با *Crithidia bombi* که یک انگل روده‌ای است نشان دادند که بار انگل در آن‌ها به شدت کاهش پیدا کرده است، اثرات متابولیت‌های ثانویه‌ای از جمله آلکالوئیدها، ترپنوئیدها و گلیکوزیدهای ایریدوئید در این امر بسیار قابل توجه است. تحقیقات نشان داده است، اگرچه متابولیت‌های ثانویه ممکن است قادر به افزایش بقای زنبورهای آلوده نباشند، اما می‌توانند با کاهش شدت عفونت، نقش مهمی در تنظیم انتقال این عامل بیماری‌زا درون و بین کلونی‌ها ایفا کنند (Richardson et al., 2015).

۳-۲-۱. مکانیسم عمل متابولیت‌های ثانویه

بررسی دقیق مکانیسم عمل متابولیت‌های ثانویه برای کاربرد بالینی بالقوه گیاهان یا محصولات مشتق شده از گیاه ضروری است. مطالعاتی که به بررسی نحوه عمل می‌پردازند می‌توانند پیچیده باشند، زیرا برای درک پتانسیل درمانی نیاز به ارزیابی هر مرحله از چرخه زندگی انگل دارند. اگرچه بسیاری از مطالعات بر روی اثربخشی گیاهان دارویی و فیتوشیمی آن‌ها متمرکز شده‌اند، ارزیابی نحوه عمل تا حد زیادی نادیده گرفته شده است. تغییرات مورفولوژیکی یا حرکتی ممکن است برای شناسایی نحوه عملکرد محصولات گیاهی مورد استفاده قرار گیرد. پوسته / کوتیکول انگل‌های کرمی به عنوان یکی از محل‌های هدف اصلی برای داروهای ضد انگلی شناخته شده است. تغییرات مورفولوژیکی تروفوزوئیت‌های *G. duodenalis*، از جمله از دست دادن حرکت تاژک‌ها و تحرک سلول، جدا شدن ارگانسیم‌ها از ظرف واکنش، تورم سلولی و فروپاشی پتانسیل غشای الکتروشیمیایی را می‌توان مشاهده کرد. نحوه عملکرد عصاره‌های گیاهی نسبت به سلول‌های انسانی یا حیوانی به طور کلی از طریق عمل متابولیت‌های ثانویه توضیح داده می‌شود. این متابولیت‌ها اغلب یک هدف مولکولی مربوطه را در سلول‌ها، مانند پروتئین‌ها،

¹ Infected gerbils



غشاهای زیستی یا اسیدهای نوکلئیک تعدیل می کنند که منجر به اختلال در نفوذپذیری غشاء، فعالیت نوروتوکسیک^۱ یا فعالیت آنتی اکسیدانی^۲ می شود (Ranasinghe et al., 2023).

فعالیت داروهای ضد انگلی از طریق اثر بر DNA، RNA، پروتئین های اسکلت سلولی و غشاهای زیستی است. ترکیبات آلکیل کننده موجب آسیب به DNA می شوند، از جمله این ترکیبات در گیاهان دارویی می توان به آریستولوکیک اسید (در *Aristolochia*)، سیکاسین (در *Cycadaceae*)، آلکالوئیدهای furanoquinoline (در چندین گونه از *Rutaceae*)، فورانو کومارین ها (در بسیاری از *Fabaceae*، *Apiaceae*) و آلکالوئیدهای پیرولیزیدین (در *Crotalariaeae*، *Boraginaceae*، *Asteraceae*) اشاره کرد (Wink, 2012).

آلکالوئیدهای پروتوبربرین و بنزوفنانتری دینی مانند بربرین و سانگوینارین در خانواده های گیاهی مانند *Papaveraceae*، *Berberidaceae*، *Menispermaceae* و *Ranunculaceae* وجود دارند که دارای خواص ضد انگلی، ضد میکروبی و ضد ویروسی هستند (Wink, 2012).

رشته های اکترین و میکروتوبول ها پروتئین های اصلی اسکلت سلولی در سلول های یوکاریوتی هستند. برخی از ترکیبات طبیعی موجب می شوند که پلیمریزاسیون توبولین به میکروتوبول ها مهار شود مانند کلشی سین (از *Colchicum spp.*)، *Gloriosa superba*، وینبلاستین (*Catharanthus roseus*)، پودوفیلوتوکسین (*Podophyllum spp.*)؛ چندین گونه *Linum*، سانگوینارین (*Sanguinaria canadensis*)، *Macleaya spp.*، *Bocconia spp.*، میتانسنین (*Maytenus spp.*) و روتون (در چندین جنس مانند *Derris* و *Lonchocarpus*) (Wink, 2012).

متابولیت های ثانویه چربی دوست کوچک، مانند ترپنوئیدها یا فیل پروپانوئیدها که در اسانس بسیاری از گیاهان یافت می شوند (به ویژه در *Rutaceae*، *Lauraceae*، *Asteraceae*، *Apiaceae*، *Rubiaceae*، *Myrtaceae*، *Lamiaceae*، *Pinaceae*، *Verbeaceae*، *Burseraceae*)، غشاهای زیستی و سیالیت آن ها و عملکرد پروتئین های غشایی را مختل می کند. بسیاری از مونوترپن ها و سسکوی ترپن ها، فیل پروپانوئیدها و ایزوتیوسیانات های چربی دوست (همانطور که در *Brassicaceae*، *Tropaeoleaceae* وجود دارد) دارای درجه خاصی از خواص ضد میکروبی و ضد انگلی هستند (Wink, 2012).

۲-۳. محدودیت استفاده از داروهای گیاهی

داروهای گیاهی پتانسیل امیدوارکننده ای در پیشگیری و درمان بیماری های انگلی دستگاه گوارش دارند. با این حال، کاربرد آن ها ممکن است با قابلیت دسترسی زیستی محدود شود. متابولیت های ثانویه اصلی، از جمله گلیکوزیدها، تانن ها و فلاونوئیدها، قابلیت حل پذیری ضعیفی در آب و چربی دارند که توانایی آن ها را برای عبور از غشای بیولوژیکی محدود می کند

¹ Neurotoxic

² Antioxidant



و در نتیجه جذب ضعیفی دارد. علاوه بر این، فارماکوکینتیک^۱ این ترکیبات را می توان با pH بسیار اسیدی معده اصلاح کرد. علاوه بر این، گیاهان برای به دست آوردن ترکیبات زیست فعال تحت فرآیندهای مختلفی مانند استخراج، تقطیر، خالص سازی، تغلیظ یا تخمیر قرار می گیرند. در طی این فرآیندها، اجزای فعال در معرض اکسیداسیون^۲ و هیدرولیز قرار می گیرند که نگرانی هایی را در مورد پایداری آن ها ایجاد می کند. علاوه بر این، محصولات گیاهی اغلب مستعد زوال هستند، به ویژه در طول ذخیره سازی، که منجر به از بین رفتن اجزای فعال و تولید متابولیت های بدون فعالیت می شود. اگرچه گیاهان دارای پتانسیل امیدوارکننده ای هستند و به طور گسترده مورد استفاده قرار می گیرند، بسیاری از آن ها از نظر ایمنی یا سمیت اثبات نشده باقی می مانند. این منجر به دانش محدود در مورد اثرات نامطلوب بالقوه و مشکلات در شناسایی ایمن ترین و مؤثرترین درمان ها می شود (Ranasinghe et al., 2023).

۳-۳. مالاریا

انگل های مالاریا تک یاخته های متعلق به جنس پلاسمودیوم هستند. بیش از ۲۵ گونه انگل مالاریا وجود دارد، پلاسمودیوم عامل ایجاد مالاریا در پستانداران شناخته شده است (Pahuja et al., 2023). *Plasmodium falciparum* کشنده ترین گونه در جنس پلاسمودیوم است. متابولیت های ثانویه ۱۵ گیاه شامل *Jacaranda caucana*, *Campnosperma panamense*, *Marila*, *G. guidonia*, *Guarea polymera*, *Conobea scoparioides*, *Aspidosperma megalocarpon*, *Huberodendron patinoi*, *Otoba novogranatensis*, *Protium amplium*, *Guatteria amplifolia*, *laxiflora* *Hygrophila guianensis*، *Swinglea glutinosa*، *Otoba parviflora*، *Tabernaemontana obliqua* که از غرب کلمبیا جمع آوری شده دارای فعالیت آنتی پلاسمودیایی علیه کشت سلولی *Plasmodium falciparum* هستند (Gulsen et al., 2024). اولین دارویی که برای درمان سنتی مالاریا مورد استفاده قرار می گیرد آلکالوئید کینین است که در پوست وجود دارد. در تولید داروهای ضد مالاریا از مشتقات کینین از جمله کلروکین، کینیدین، مفلوکین، تافنوکین، آمودیاکین، پیراکین، لومفانتین، مفلوکین نیز استفاده می شود (Pahuja et al., 2023).

ترین ها یکی از متابولیت های ثانویه گیاهی مهم هستند که می توانند با بخش هموگلوبین در گلبول های قرمز آلوده متصل شده و از این طریق انگل را می کشند. آهن جزء مهمی برای تشکیل پلاسمودیوم در گلبول های قرمز است. علاوه بر این، کمپلکس ترین-هم نه تنها با فسفولیپیدهای غشای سلولی متصل می شود بلکه متابولیسم کربوهیدرات را مختل می کند که می تواند منجر به لیز شدن انگل شود. یکی از فراوان ترین ترین ها، لیمونن، متابولیت ثانویه مهمی است که خواص ضد پلاسمودیایی از خود نشان می دهد. دسته ی دیگری از ترین ها مونوترپن های موجود در درخت کاج هستند که فعالیت ضد مالاریایی دارند.

¹ Pharmacokinetics

² Oxidation



همچنین استفاده از فلاونوئیدها در درمان با کلات آهن برای بیماران مالاریا به شدت توصیه می شود، جدایه های فلاونوئیدی^۱ که فعالیت ضد پلاسمودیایی را نشان دادند عبارتند از: فلاون های پرنیل و غیر پرنیل، ایزوفلاون ها، فلاون ها، پتروکارپین ها و چالون ها (Pahuja et al., 2023). به نظر می رسد که فنل های مختلفی در خانواده گون وجود دارد که برخی از آنها توانایی دفع انگل دارند. پلی استیلین موجود در عصاره برگ های *Bidens pilosa* فعالیت ضد مالاریا قوی علیه *P. falciparum* نشان داده است (Kamaraj et al., 2022).

۳-۴. لیشمانیا

لیشمانیوز یکی دیگر از عفونت های مهم تک یاخته ای است (Wink, 2012) که در کشورهای توسعه نیافته و در حال توسعه شایع است (Pahuja et al., 2023). متابولیت های ثانویه ۱۵ گونه گیاهی شامل *Campnosperma panamense*, *Hygrophila guianensis*, *Conobea scoparioides*, *Jacaranda caucana*, *Aspidosperma megalocarpon*, *Huberodendron*, *Otoba novogranatensis*, *Guatteria amplifolia*, *G. guidonia*, *Guarea polymera*, *Swinglea*, *Otoba parviflora*, *Marila laxiflora*, *Tabernaemontana obliqua*, *Protium amplium*, *patinoi* *glutinosa* دارای اثرات ضد تک یاخته ای علیه لیشمانیا هستند (Gulsen et al., 2024).

در میان محصولات طبیعی، بربرین (که در بسیاری از گیاهان TCM^۲ وجود دارد) فعالیت های ضد لیشمانیایی امیدوارکننده ای دارد (Wink, 2012). متابولیت های ثانویه گیاهی که دارای خواص ضد لیشمانیایی هستند شامل فلاونوئیدها (کانفلاوین A، دیپلاکون، کوئرستین تری متیل اتر، ۳-O-متیل دیپلاکول، ۳-O-متیل دیپلاکون، ۴-O-متیل دیپلاکون)، لیگنان ها، مونوترپن ها، چالون ها، توکسوئیدها، ایریدوئیدها، کورکومین، کومارین ها، پلی کتیدها و آلکالوئیدهای کینولین هستند (Pahuja et al., 2023).

سنتز متابولیت های ثانویه یکی از ویژگی های بارز دفاع گیاه در برابر گیاهخواران است. شهد گل معمولاً حاوی متابولیت های ثانویه است که می توانند عفونت انگل زنبور را کاهش دهند. به عنوان مثال زنبورهای منفرد تلقیح داده شده با *Crithidia bombi* که یک انگل روده ای است نشان دادند که بار انگل در آنها به شدت کاهش پیدا کرده است، اثرات متابولیت های ثانویه ای از جمله آلکالوئیدها، ترپنوئیدها و گلیکوزیدهای ایریدوئید در این امر بسیار قابل توجه است. تحقیقات نشان داده است، اگرچه متابولیت های ثانویه ممکن است قادر به افزایش بقای زنبورهای آلوده نباشند، اما می توانند با کاهش شدت عفونت، نقش مهمی در تنظیم انتقال این عامل بیماری زا درون و بین کلونی ها ایفا کنند (Richardson et al., 2015).

¹ Flavonoids isolates

² Traditional chinese medicine

۴. بحث و نتیجه گیری

در نتیجه این مطالعه نشان می‌دهد که متابولیت‌های ثانویه گیاهان دارویی به عنوان یک منبع امیدوارکننده برای توسعه داروهای ضدانگلی مطرح هستند. این ترکیبات طبیعی نه تنها خواص ضدانگلی قابل توجهی دارند، بلکه به دلیل عوارض جانبی کمتر نسبت به داروهای شیمیایی می‌توانند به عنوان جایگزینی مناسب در درمان بیماری‌های انگلی مورد استفاده قرار گیرند. به ویژه در مواجهه با مشکل مقاومت دارویی، که یکی از بزرگ‌ترین چالش‌ها در درمان بیماری‌های انگلی است، استفاده از این ترکیبات می‌تواند راهکار مؤثری به حساب آید.

با این حال، برای بهره‌برداری کامل از پتانسیل این ترکیبات، نیاز به تحقیقات بیشتری وجود دارد. به عنوان مثال، بهینه‌سازی روش‌های استخراج و تولید داروهای گیاهی، ارزیابی ایمنی و سمیت این ترکیبات، و بررسی اثربخشی ترکیبی از عصاره‌های گیاهی از جمله زمینه‌هایی هستند که نیاز به مطالعات بیشتر دارند. همچنین، تحقیقات آینده باید به بررسی مکانیسم‌های دقیق عملکرد این ترکیبات و اثرات آن‌ها بر میکروبیوم انسان نیز پردازند.

در نهایت، می‌توان گفت که گیاهان دارویی و متابولیت‌های ثانویه آن‌ها نه تنها به عنوان یک منبع غنی از ترکیبات زیست‌فعال، بلکه به عنوان یک راهکار پایدار و کم‌هزینه برای مقابله با بیماری‌های انگلی می‌توانند نقش مهمی در بهبود سلامت عمومی ایفا کنند. این موضوع به ویژه در کشورهای در حال توسعه که با محدودیت‌های دسترسی به داروهای شیمیایی مواجه هستند، از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است.

منابع

- Bauri, R. K., Nisha Tigga, M., & Saleeb Kullu, S. (2015). A review on use of medicinal plants to control parasites. In *Indian Journal of Natural Products and Resources* (Vol. 6, Issue 4).
- Elshafie, H. S., Camele, I., & Mohamed, A. A. (2023). A Comprehensive Review on the Biological, Agricultural and Pharmaceutical Properties of Secondary Metabolites Based-Plant Origin. In *International Journal of Molecular Sciences* (Vol. 24, Issue 4). MDPI. <https://doi.org/10.3390/ijms24043266>
- Gulsen, S. H., Touray, M., Cimen, H., & Hazir, S. (2024). *Antiprotozoal Activity of Secondary Metabolites* (pp. 1–33). https://doi.org/10.1007/978-3-031-30037-0_4-1
- Hashemi, N., Ommi, D., Kheyri, P., Khamesipour, F., Setzer, W. N., & Benchimol, M. (2021). A review study on the anti-trichomonas activities of medicinal plants. *International Journal for Parasitology: Drugs and Drug Resistance*, 15:92–104. <https://doi.org/10.1016/j.ijpddr.2021.01.002>
- Joshi, B., Panda, S. K., Jouneghani, R. S., Liu, M., Parajuli, N., Leyssen, P., Neyts, J., & Luyten, W. (2020). Antibacterial, Antifungal, Antiviral, and Anthelmintic Activities of Medicinal Plants of Nepal Selected Based on Ethnobotanical Evidence. *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine*, 2020. <https://doi.org/10.1155/2020/1043471>
- Kamaraj, C., Ragavendran, C., Kumar, R. C. S., Ali, A., Khan, S. U., Mashwani, Z. ur R., Luna-Arias, J. P., & Pedroza, J. P. R. (2022). Antiparasitic potential of asteraceae plants: A comprehensive review on therapeutic and mechanistic aspects for biocompatible drug discovery. In *Phytomedicine Plus* (Vol. 2, Issue 4). Elsevier B.V. <https://doi.org/10.1016/j.phyplu.2022.100377>
- Pahuja, M., Rahi, M., Das, P., Mittal, P., Singh, A., & Ngasainao, M. R. (2023). Secondary Metabolites of Plant Origin in Parasitic Manifestations. In *Natural Product Based Drug Discovery against Human*



- Parasites: Opportunities and Challenges* (pp. 61–89). Taylor and Francis. https://doi.org/10.1007/978-981-19-9605-4_4
- Ranasinghe, S., Armson, A., Lymbery, A. J., Zahedi, A., & Ash, A. (2023). Medicinal plants as a source of antiparasitics: an overview of experimental studies. In *Pathogens and Global Health* (Vol. 117, Issue 6, pp. 535–553). Taylor and Francis Ltd. <https://doi.org/10.1080/20477724.2023.2179454>
- Rask, L., Andréasson, E., Ekbom, B., Eriksson, S., Pontoppidan, B., & Meijer, J. (2000). Myrosinase: Gene family evolution and herbivore defense in Brassicaceae. *Plant Molecular Biology*, 42(1): 93–114. <https://doi.org/10.1023/A:1006380021658>
- Rezaeilaal, A., Nasoori, H., Shamsnia, H. S., Samanian, A., Qavami, N., Momtaz, S., Jamialahmadi, T., Emami, S. A., & Sahebkar, A. (2023). Traditional medicine and natural products as antiparasitic agents. In *Advances in Antiparasitic Therapies and Drug Delivery* (pp. 33–90). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-0-443-15178-1.00008-0>
- Richardson, L. L., Adler, L. S., Leonard, A. S., Andicoechea, J., Regan, K. H., Anthony, W. E., Manson, J. S., & Irwin, R. E. (2015). Secondary metabolites in floral nectar reduce parasite infections in bumblebees. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, 282(1803). <https://doi.org/10.1098/rspb.2014.2471>
- Romero-Benavides, J. C., Ruano, A. L., Silva-Rivas, R., Castillo-Veintimilla, P., Vivanco-Jaramillo, S., & Bailon-Moscoso, N. (2017). Medicinal plants used as anthelmintics: Ethnomedical, pharmacological, and phytochemical studies. In *European Journal of Medicinal Chemistry* (Vol. 129, pp. 209–217). Elsevier Masson SAS. <https://doi.org/10.1016/j.ejmech.2017.02.005>
- Trigo, J. R. (2000). The Chemistry of Antipredator Defense by Secondary Compounds in Neotropical Lepidoptera: Facts, Perspectives and Caveats. In *J. Braz. Chem. Soc* (Vol. 11, Issue 6).
- Wink, M. (2008). *Plant Secondary Metabolism: Diversity, Function and its Evolution*.
- Wink, M. (2012). Medicinal plants: A source of anti-parasitic secondary metabolites. In *Molecules* (Vol. 17, Issue 11, pp. 12771–12791). <https://doi.org/10.3390/molecules171112771>
- Yeshi, K., Crayn, D., Ritmejeriyte, E., & Wangchuk, P. (2022). Plant Secondary Metabolites Produced in Response to Abiotic Stresses Has Potential Application in Pharmaceutical Product Development. In *Molecules* (Vol. 27, Issue 1). MDPI. <https://doi.org/10.3390/molecules27010313>



تأثیر محافظتی عصاره میوه کرات بر سمیت کلیوی ناشی از تتراکلریدکربن در موش کوچک آزمایشگاهی

حمزه جوادیان کوتنایی^۱، مریم مهاجرانی^{۱*}، نازنین مختارپور^۱

^{۱*} گروه زیست شناسی سلولی و مولکولی، دانشکده علوم پایه، دانشگاه مازندران، بابلسر، مازندران، ایران. (m.mohajerani@umz.ac.ir)

چکیده

زمینه و هدف: تتراکلریدکربن (CCl_4) با تولید رادیکال های آزاد سبب بروز آسیب در کبد، کلیه ها، شش ها، بیضه ها، مغز و خون می شود. در این مطالعه اثر محافظتی و درمانی عصاره میوه گیاه کرات (*Gleditsia caspica*) بر سمیت کلیوی ناشی از تتراکلریدکربن در موش های کوچک آزمایشگاهی بررسی گردید.

روش بررسی: در این پژوهش تعداد ۴۸ سر موش کوچک آزمایشگاهی خریداری و به شش گروه تقسیم شد. (۱) فقط آب و غذا (۲) دوز ۱۸۰ عصاره (۳) تتراکلریدکربن (۴) تتراکلریدکربن + دوز ۹۰ سیلیمارین (۵) تتراکلریدکربن + دوز ۹۰ عصاره (۶) تتراکلریدکربن + دوز ۱۸۰ عصاره. پس از پایان مدت تیمار؛ (SOD)، گلوتاتیون (GSH) و مالون دی آلدئید پراکسیداسیون لیپیدی (MDA) کلیه برآورد شدند.

یافته ها: مسمومیت با تتراکلریدکربن در گروه CCl_4 منجر به اختلال در تنظیم اکسیداتیو، از جمله کاهش قابل توجه گلوتاتیون و افزایش همزمان در سطح مالون دی آلدئید شد. اما تیمار با دوز ۱۸۰ mg/kg عصاره کرات مانع از کاهش گلوتاتیون و افزایش مالون دی آلدئید شد. در این پژوهش تتراکلریدکربن در گروه بیمار باعث کاهش آنزیم SOD شده اما تیمار با دوز ۱۸۰ mg/kg عصاره چربی زدایی شده کرات مانع از کاهش SOD شد ($P < 0.001$).

نتیجه گیری: نتایج این مطالعه نشان داد عصاره میوه تا حدودی قادر به تعدیل اثرات سمی ناشی از تتراکلریدکربن در کلیه می شود که احتمالاً به دلیل حضور ترکیبات زیستی فعال آن است.

واژگان کلیدی: تتراکلریدکربن، سمیت کلیوی، موش ها، میوه کرات.



۱. مقدمه

کلیه، اندامی ضروری برای انجام عملکردهای مهم شامل تنظیم هموستاز و محیط خارج سلولی، سمزدایی و ترشح متابولیت های توکسیک و داروها می باشد. بنابراین، کلیه را می توان به عنوان بافت هدف برای توکسین های خارجی در نظر گرفت. تتراکلرید کربن (CCl_4)، یک مایع روشن، بیرنگ، فرار، سنگین و غیرقابل اشتعال است که باعث تولید رادیکال های آزاد و در نتیجه ایجاد آسیب کلیوی در موش های صحرایی می شود. در بیشتر سیستم های بیولوژیکی، رادیکال های آزاد به گونه های فعال اکسیژن اشاره دارد. عدم هماهنگی بین تولید رادیکال های آزاد و سیستم دفاع آنتی اکسیدانی باعث ایجاد استرس اکسیداتیو (OS) می گردد. اصطلاح "آنتی اکسیدان" به تمامی مولکول هایی که توانایی ثبات یا غیرفعال کردن رادیکال های آزاد را پیش از حمله این مولکول ها به سلول دارند، اطلاق می شود. در سال های اخیر، گیاهان دارویی به دلیل دسترسی آسان، بهای مناسب، تأثیر بالا و سهولت در مصرف، در درمان بسیاری از بیماری ها مورد استفاده قرار گرفته اند. گیاهان دارویی همواره به عنوان منبع مناسبی در جهت پیشگیری از بیماری های مرتبط با استرس اکسیداتیو بوده اند. این گیاهان حاوی طیف گسترده ای از مولکول های فیتوشیمیایی با عملکرد آنتی اکسیدانی شامل کارتنوئیدها و ترکیبات فنولیک هستند. ترکیبات فنولیک متشکل از فلاونوئیدها، تانن و اسیدهای فنولیک بوده که در گیاهان دارویی و بسیاری از محصولات غذایی موجود است. بسیاری از گونه های گیاهی توان آنتی اکسیدانی مشابهی با آنتی اکسیدان های سنتزی، بدون اثرات جانبی دارند و به عنوان یک جایگزین در صنعت غذا و دارو مورد استفاده قرار می گیرند. در میان انواع گلدیتسیا، گونه مهمی به نام گلدیتسیا کاسپیکا وجود دارد که به طور طبیعی در کشورهای حاشیه دریای خزر به ویژه در شمال ایران و آذربایجان می روید. مانند سایر گونه های گلدیتسیا، نتایج به دست آمده از مطالعات مختلف نشان داد که دانه های کرات دارای کربوهیدرات، پروتئین، ترکیبات فنلی، فلاونوئیدها، تری ترپن ها و استرول ها در ساختار خود هستند. طبق مطالعات فتوشیمیایی ملک و همکاران در سال ۲۰۱۵، ساپونین ها به عنوان ترکیبات اصلی میوه های جنس گلدیتسیا می باشند. از گلدیتسیا کاسپیکا، اخیراً روش جداسازی و خصوصیات یازده ساپونین تری ترپنوئیدال و تری ترپنوئیدال آسیله جدید به نام *caspiacosides A-K*، و همچنین ساپونین های شناخته شده *Gleditsia* 'C و E' و *gleditsioside I* گزارش شده است. با توجه به حضور فلاونوئیدها و فنول ها و ساپونین در میوه کرات و عصاره آن، این گیاه می تواند سبب بهبود آسیب ناشی از استرس اکسیداتیو ایجادشده به وسیله تتراکلرید کربن گردد. بنابراین، در این مطالعه اثر محافظتی عصاره میوه گیاه کرات *Gleditsia capsica* بر سمیت کلیوی ناشی از تتراکلرید کربن در موش های کوچک آزمایشگاهی بررسی گردید.

۲. مواد و روش ها

۱-۲. منطقه مورد مطالعه



میوه کرات در ماه آبان از جنگل های روستای ریکنده؛ شهرستان قائم شهر (استان مازندران) جمع آوری شده و پس از جداسازی دانه و غلاف میوه کرات و شستن آنها؛ غلاف میوه به وسیله قیچی به قطعات کوچک تقسیم شد. دانه و غلاف خرد شده میوه کرات به مدت یک هفته در دمای اتاق قرار داده شد تا خشک شود. در ادامه به مدت سه روز درون آون (دمای ۳۷ درجه سانتی گراد) نگه داری شد تا کاملاً خشک شود. در ادامه قطعات کوچک غلاف توسط سبزی خرد کن به طور کامل خرد شد، دانه و غلاف خرد شده گیاه هر کدام جداگانه توسط دستگاه آسیاب برقی پودر شدند و پس از گذاشتن هر یک از پودر ها در ظرف در بسته، از آن ها در یخچال و دمای ۲۰- درجه سانتی گراد نگه داری شد. برای عصاره گیری با این روش ۱۵ گرم از پودر خشک شده غلاف را با ۱۵ گرم از پودر خشک شده دانه میوه کرات به خوبی با هم مخلوط کرده و آن را به داخل کارتوش قرار دادیم. در داخل بالن مخصوص ۳۰۰ میلی لیتر متانول ریخته شد. بالن مخصوص بر روی هیتر استیرر قرار داده شده است تا متانول ۱۰۰ درصد گرم شده و بخار شود، بخار متانول به کندانسور منتقل شده و پس از سرد شدن میعان حاصل به صورت قطره قطره بر روی پودر میوه که درون کارتوش است ریخته می شود. این چرخه به مدت ۵ ساعت تکرار شد تا عصاره به طور کامل استخراج شود. عصاره متانولی حاصل از سوکسله کردن، با استفاده از دستگاه تبخیر چرخان تغلیظ شد. بعد از گذشت یک ساعت با عملکرد دستگاه، محلول غلیظ عصاره جمع آوری شده در یک ظرف در بسته شیشه ای و در دمای ۲۰- نگهداری شد. این محلول را به مدت چند ساعت درون آون قرار دادیم تا عصاره بدون حلال میوه بدست آید.

۲-۲. روش تحقیق

۲-۲-۱. حیوانات آزمایشگاهی

در این پژوهش تعداد ۴۸ سر موش کوچک آزمایشگاهی با وزن ۲۵ گرم خریداری و به اتاق حیوانات گروه زیست شناسی دانشگاه مازندران انتقال داده شد. حیوانات با دوره روشنایی و تاریکی ۱۲ ساعته و دمای ۲۴ درجه سانتی گراد در شرایط آزمایشگاهی نگهداری شده و در طول دوره آزمایش به آب و غذای کافی دسترسی دارند. به منظور سازگاری با محیط، آزمایشات یک هفته پس از انتقال موش ها به اتاق حیوانات انجام می گردند.

در ادامه، حیوانات به طور تصادفی و در قفس های فلزی به ۶ گروه ۶ تایی به شرح زیر تقسیم بندی شدند :

- (۱) کنترل منفی : فقط آب و غذا دریافت کردند. (۲) گروه دوز بالای عصاره : دریافت دوز ۱۸۰ میلی گرم بر کیلوگرم وزن بدن موش عصاره میوه کرات (۳) گروه مسموم (CCl_4) : تتراکلرید کربن ۰/۲۰ رقیق شده با روغن زیتون و به میزان ۳ میلی لیتر بر کیلوگرم وزن موش به صورت درون صفاقی و سه بار در هفته به موش تزریق شد. (۴) گروه دارو: دریافت تتراکلرید کربن با دوز مشخص بعلاوه ماده دارویی سیلیمارین با دوز ۹۰ میلی گرم بر کیلوگرم وزن بدن موش (۵) گروه تست ۱ : دریافت تتراکلرید کربن با دوز مشخص بعلاوه دوز ۹۰ میلی گرم بر کیلوگرم وزن بدن موش عصاره میوه کرات. (۶) گروه تست ۲ : دریافت تتراکلرید کربن با دوز مشخص بعلاوه دوز ۱۸۰ میلی گرم بر کیلوگرم وزن بدن موش عصاره میوه کرات.

۲-۲-۲. تزریق درون صفاقی



برای تهیه محلول تتراکلرید ۲ میلی لیتر تتراکلرید کربن به ۸ میلی لیتر روغن زیتون اضافه شده و کاملاً مخلوط شد تا محلول (۷/۷) ۲۰ درصد ساخته شود. در ادامه ۰/۰۷۵ میلی لیتر از آن به هر یک از موش ها که حدوداً ۲۵ گرم وزن داشتند تزریق شد.

ناحیه شکمی موش معمولاً برای تزریق سرنگ انسولین در نظر گرفته شد. این ناحیه در قسمت پایینی شکم و بین مچ پاها قرار دارد. سرنگ را با زاویه تقریباً ۴۵ درجه نسبت به ناحیه شکمی موش وارد شد. پس از ورود سوزن به درون صفاق موش محلول را به آهستگی و به تدریج تزریق شد.

۳-۲-۲. گاواژ

برای تهیه محلول عصاره چربی زدایی شده ۰/۰۲۲۵ g عصاره چربی زدایی شده وزن شد و در ۲ میلی لیتر آب به طور کامل حل شد. به میزان ۰/۲ میلی لیتر از محلول تهیه شده با استفاده از سوزن گاواژ به دهان موش ها وارد شد تا هر موش به میزان ۹۰ میلی گرم بر کیلوگرم وزن خود عصاره چربی زدایی شده کرات را دریافت کند. برای دریافت دوز ۱۸۰ میلی گرم بر کیلوگرم وزن بدن موش نیز میزان عصاره حل شده در ۲ میلی لیتر آب را به ۰/۰۴۵ g رسانده و در ادامه ۰/۲ میلی لیتر از آن به هر موش داده شد.

۴-۲-۲. نحوه برداشت بافت

از موش ها پس از گاواژ در روز بیست و یکم به مدت ۲۴ ساعت نگه داری شد. محیط جراحی با استفاده از الکل ضدعفونی شد. موش با استفاده از کلروفورم بیهوش شد تا آرامی بماند و درد نکشد. برای نمونه برداری، یک برش کوچک در ناحیه شکمی ایجاد کنید تا به کلیه دسترسی داشته باشید. کلیه هر موش را با استفاده از نیتروژن مایع منجمد کرده و در یخچالی با دمای ۸۰- نگه داری میکنیم تا در ادامه از آنها برای اندازه گیری میزان فعالیت آنزیم های آنتی اکسیدانی بافت کلیه استفاده کنیم.

۵-۲-۲. هموژن کردن بافت کلیه و انجام سانتریفیوژ

لوله های هموژنایزر به طور کامل تمیز شد تا از آلودگی یا تداخل با نمونه جلوگیری شود. ۳۰۰ میلی گرم از بافت کلیه با سه میلی لیتر از محلول سدیم فسفات در یک بشر ریخته شد و در ادامه به مدت حدوداً ۳۰ ثانیه به وسیله دستگاه هموژنایزر به طور کامل هموژن گردید. این عمل برای بافت کلیه هر یک از موش ها به صورت جداگانه انجام شده و مخلوط های حاصل در میکروتیوب ریخته شد. برای جداسازی قسمت های مختلف دمای سانتریفیوژ روی منفی ۴ تنظیم گردید و نمونه ها به مدت ۳۰ دقیقه و سرعت ۱۲۰۰۰ دور بر دقیقه سانتریفیوژ شدند. پس از جداسازی مایع شفاف رویی از آن ها در یخچال نگهداری شد.



۲-۲-۶. سنجش فعالیت آنزیم سوپراکسید دیسموتاز (SOD)

سنجش فعالیت آنزیم سوپراکسید دیسموتاز با استفاده از پیروگال و EDTA یک روش معمول برای اندازه گیری فعالیت این آنزیم است. پیروگال ترکیبی است که به راحتی در حضور رادیکال های سوپراکسید که به طور موثر توسط SOD پاک می شوند، تحت اکسیداسیون قرار می گیرد. با اندازه گیری مهار اکسیداسیون پیروگال، می توانیم به طور غیر مستقیم فعالیت SOD را ارزیابی کنیم. از سوی دیگر، EDTA برای مهار فعالیت یون های فلزی که ممکن است با فعالیت SOD تداخل داشته باشد، استفاده می شود. یون های فلزی، به ویژه فلزات واسطه مانند آهن و مس، می توانند در واکنش های ردوکس شرکت کنند و گونه های اکسیژن فعال تولید کنند که می تواند بر اندازه گیری فعالیت SOD تأثیر بگذارد. EDTA به به حداقل رساندن این تداخل کمک می کند. ۰/۰۰۲ گرم پیروگال و ۰/۰۱۸ گرم EDTA را به ۵۰ میلی لیتر بافر سدیم فسفات با pH = ۷ اضافه شد تا با آنزیم سوپراکسید دیسموتاز ساخته شود. پیروگال در روز سنجش اضافه شده و بلافاصله بعد از ساخت بافر به دور ظرف آن فویل پیچیدیم. برای سنجش فعالیت این آنزیم ۱۲ میکرولیتر سوپرناتانت کلیه هموژن شده به ۲۷۶ میکرولیتر بافر آنزیم سوپراکسید دیسموتاز اضافه شد. جذب محلول به مدت ۱۵ دقیقه در طول موج ۴۲۰ نانومتر خوانده شد. به طور معمول، پیروگالول به سرعت اکسید می شود، که منجر به افزایش جذب در طول زمان می شود. با این حال، در حضور آنزیم SOD، رادیکال های سوپراکسید از بین می روند و در نتیجه اکسیداسیون پیروگالول و جذب آن کاهش می یابد. با مقایسه جذب در حضور نمونه آنزیم با جذب بدون آن، می توانید فعالیت SOD را محاسبه کنیم. افزایش جذب در حضور نمونه آنزیم نشان دهنده کاهش فعالیت SOD است.

$$\text{درصد مهار پیروگال} = \left(\frac{dA/dt_{\text{blank}} - dA/dt_{\text{sample}}}{dA/dt_{\text{blank}}} \right) \times 100$$

$$dA/dt_{\text{blank}} = \text{تغییرات جذب در واحد زمان (بلانک)}$$

$$dA/dt_{\text{sample}} = \text{تغییرات جذب در واحد زمان (نمونه)}$$

۲-۲-۷. اندازه گیری سطح مالون دی آلدئید (MDA)

اندازه گیری سطح مالون دی آلدئید با استفاده از TBA (تیوباریتوریک اسید) و TCA (تری کلرواستیک اسید) یک روش شناخته شده در بیوشیمی است. این روش معمولاً برای ارزیابی استرس اکسیداتیو و سطح آنتی اکسیدان ها در سیستم های بیولوژیکی استفاده می شود. اندازه گیری سطوح MDA با TBA و TCA بر اساس واکنش MDA با TBA برای تشکیل یک کمپلکس رنگی است که می توان آن را به صورت کمی اندازه گیری کرد. MDA یک آلدئید واکنشی است که به عنوان یک محصول جانبی پراکسیداسیون لیپیدی، که به دلیل استرس اکسیداتیو در سیستم های بیولوژیکی رخ می دهد، تشکیل می شود. سطوح بالا MDA اغلب نشان دهنده افزایش پراکسیداسیون لیپیدی و آسیب اکسیداتیو است. به ۱۰۰ میکرولیتر سوپرناتانت کلیه هموژن شده، ۲۵۰ میکرولیتر تری کلرواستیک اسید (۲۰٪) و ۵۰۰ میکرولیتر تیوباریتوریک اسید (۶۷٪) اضافه شد. TCA پروتئین ها و سایر ماکرومولکول های موجود در نمونه را رسوب می دهد و جداسازی کمپلکس MDA-TBA را تسهیل می کند. نمونه در یک حمام آب گرم، در دمای مناسب (حدود ۹۵-۱۰۰ درجه سانتیگراد) برای مدت زمان ۳۰ دقیقه گرم می شود.



این مرحله با واکنش MDA با TBA باعث تشکیل کمپلکس MDA-TBA می شود. این مرحله گرم کردن به کمپلکس MDA-TBA اجازه می دهد تا رنگ مشخصه خود را ایجاد کند که به روش اسپکتروفتومتری اندازه گیری می شود. تا دمای اتاق خنک می شود و سپس سانتیفریوژ می شود تا هر گونه پروتئین رسوب کرده یا باقی مانده از مجتمع MDA-TBA جدا شود. جذب کمپلکس رنگی حاصل در طول موج ۵۳۵ نانومتر با استفاده از اسپکتروفتومتر اندازه گیری می شود. جذب متناسب با غلظت MDA در نمونه است.

۸-۲-۲. تعیین غلظت گلو تاتیون

اندازه گیری غلظت گلو تاتیون با استفاده از DTNB^۱ و بافر سدیم فسفات یکی از روش های معمول و استاندارد برای تخمین غلظت گلو تاتیون است. این روش با نام روش "Ellman" نیز شناخته شده است. در این روش، DTNB به عنوان راکتیویت (reagent) استفاده می شود که با گلو تاتیون واکنش داده و مرکبی زرد رنگ با جذب نوری مشخص تشکیل می دهد. DTNB به عنوان ترکیب شیمیایی حساس به نور محسوب می شود و باید با دقت و به میزان دقیق تهیه شود. غلظت گلو تاتیون موجود در نمونه می تواند با اندازه گیری جذب نوری مرکب زرد رنگ تعیین شود. برای تعیین غلظت گلو تاتیون در هر نمونه، ۲۰۰ میکرولیتر از سوپرناتانت به درون میکروتیوب انتقال داده شد. سپس ۱۷۰ میکرولیتر آب و ۱۱۰۰ میکرولیتر بافر سدیم فسفات ۰/۲۵ مولار به میکروتیوب اضافه شد. در نهایت، ۱۳۰ میکرولیتر از محلول DTNB را به لوله اضافه شد. با دستگاه ورتکس تمام مواد را به خوبی مخلوط شد. پس از اختلاط نمونه، بافر و DTNB، مخلوط معمولاً در دمای مشخصی برای مدت زمان مشخصی انکوبه می شود تا واکنش بین گلو تاتیون و DTNB رخ دهد و در نتیجه ترکیب زرد رنگ ایجاد شود. پس از اتمام انکوباسیون، جذب ترکیب زرد رنگ با استفاده از اسپکتروفتومتر اندازه گیری می شود. این ترکیب دارای حداکثر جذب در طول موج ۴۱۲ نانومتر است. جذب مستقیماً با غلظت گلو تاتیون در نمونه متناسب است. برای تعیین غلظت گلو تاتیون در نمونه، یک منحنی استاندارد با استفاده از غلظت های شناخته شده گلو تاتیون ساخته می شود. مجموعه ای از محلول های استاندارد با غلظت های مختلف گلو تاتیون تهیه شده و مقدار جذب آنها اندازه گیری می شود. سپس یک تحلیل رگرسیون خطی برای ایجاد رابطه بین جذب و غلظت گلو تاتیون انجام می شود. این منحنی استاندارد برای برون یابی غلظت گلو تاتیون در نمونه بر اساس مقدار جذب آن استفاده می شود.

۳. نتایج

۳-۱. راندمان عصاره گیری

در این آزمایش ۲۰ گرم پودر میوه حدود ۵ گرم ولی ۲۰ گرم پودر میوه چربی زدایی شده حدود ۶ گرم به ما عصاره داد.

^۱ 5,5'-dithiobis-(2-nitrobenzoic acid)



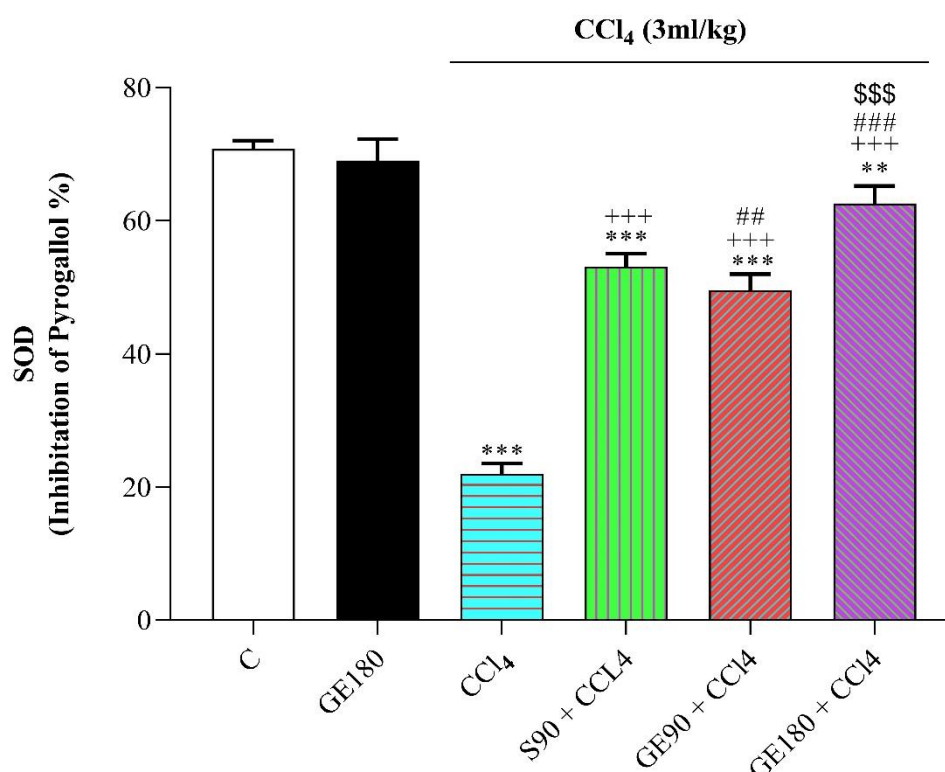
جدول ۱: راندمان عصاره گیری

میوه	راندمان عصاره گیری (%w/w)
عصاره	۰/۲۶

۳-۲. بررسی تغییرات فعالیت SOD در بافت کلیه در بین گروه های مورد مطالعه

نمودار حاصل از تغییرات فعالیت آنزیم SOD در گروه های کنترل، دوز بالای عصاره، گروه CCl₄ (مسموم) و گروه

های تحت تیمار با سیلیمارین و عصاره کرات رسم شد. (نمودار ۱)



نمودار ۱: اثرات تیمار با دوزهای ۹۰ و ۱۸۰ میلی گرم بر کیلوگرم وزن موش عصاره بر فعالیت آنزیم SOD بافت کلیه در

مسمومیت کلیوی القا شده توسط CCl₄

C: کنترل (Control)، GE: عصاره کرات (*Gleditsia capsica* Extract)، S: داروی سیلیمارین (Silymarin)

* اختلاف معنی دار با گروه کنترل می باشد. ** بیانگر سطح اختلاف معنی دار ($P < 0.01$)، *** بیانگر سطح اختلاف معنی دار ($P < 0.001$)

+ اختلاف معنی دار با گروه بیمار می باشد. +++ بیانگر سطح اختلاف معنی دار ($P < 0.001$)

اختلاف معنی دار با گروه سیلیمارین می باشد. ## بیانگر سطح اختلاف معنی دار ($P < 0.01$) و ### بیانگر سطح اختلاف معنی دار ($P < 0.001$)

\$ اختلاف معنی دار با گروه دوز ۹۰ عصاره می باشد. \$\$\$ بیانگر سطح اختلاف معنی دار ($P < 0.001$)

نتایج به صورت (Mean \pm SD) برای ۶ موش می باشد.

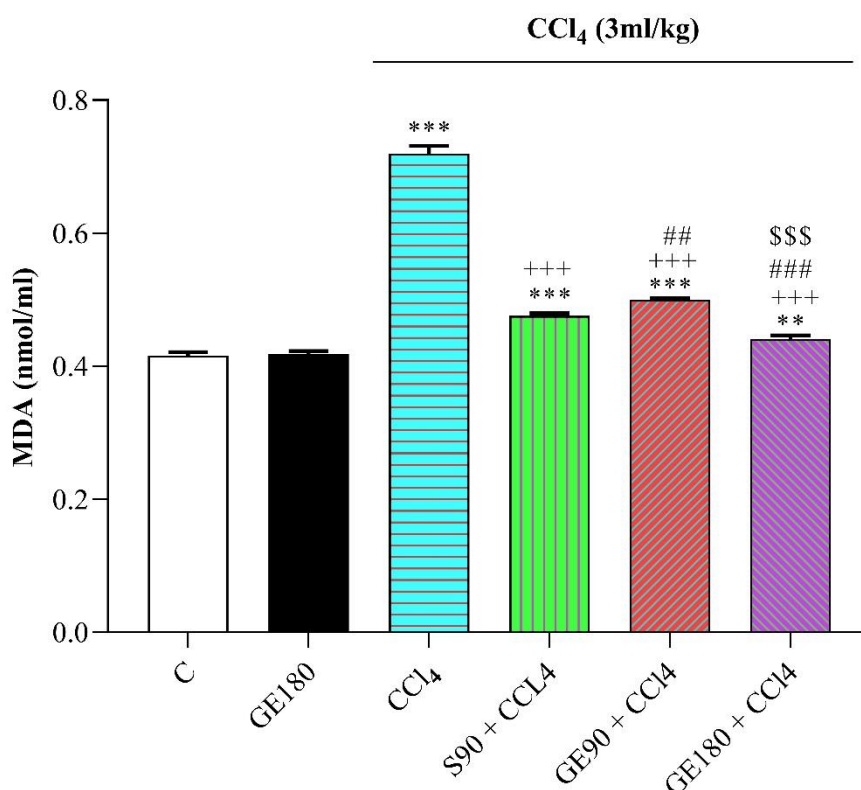


نتایج نشان می دهد که میزان فعالیت آنزیم SOD در گروه CCl₄ در مقایسه با گروه کنترل به صورت معنی داری کاهش یافته است. ($P < 0/001$)، نمودار ۱). با توجه به سطح فعالیت آنزیم SOD در گروه دوز بالای عصاره که تقریباً هم سطح با گروه کنترل است استنباط می شود تیمار با دوز ۱۸۰ عصاره اثر سوء نداشته باشد. میزان فعالیت آنزیم SOD در گروه S90 در مقایسه با گروه CCl₄ به طور معنی داری افزایش یافته است ($P < 0/001$). میزان فعالیت آنزیم SOD این گروه در مقایسه با گروه کنترل به طور معنی داری کاهش یافته است ($P < 0/001$). میزان فعالیت آنزیم SOD در گروه GE90 در مقایسه با گروه CCl₄ به طور معنی داری افزایش یافته است ($P < 0/001$). میزان فعالیت آنزیم SOD این گروه در مقایسه با گروه کنترل به طور معنی داری کاهش یافته است ($P < 0/001$). میزان فعالیت آنزیم SOD در این گروه در مقایسه با گروه S90 به طور معنی داری کاهش یافته است ($P < 0/001$). میزان فعالیت آنزیم SOD در گروه GE180 در مقایسه با گروه CCl₄ به طور معنی داری افزایش یافته است ($P < 0/001$). میزان فعالیت آنزیم SOD این گروه در مقایسه با گروه کنترل به طور معنی داری کاهش یافته است ($P < 0/001$). میزان فعالیت آنزیم SOD در گروه GE180 در مقایسه با گروه S90 به طور معنی داری افزایش یافته است ($P < 0/001$). میزان فعالیت آنزیم SOD در این گروه نسبت به GE90 هم به طور معنی داری افزایش یافته است ($P < 0/001$). با توجه به نمودار ۱ دوز ۱۸۰ عصاره فعالیت آنزیم سوپر اکسید دیسموتاز را به مقدار زیادی افزایش داده است که نشانگر عملکرد بسیار خوب عصاره در برابر مسمومیت کلیوی ناشی از تتراکلرید کربن است. نتایج نشان می دهد که میزان فعالیت آنزیم SOD در گروه CCl₄ در مقایسه با گروه کنترل به صورت معنی داری کاهش یافته است. ($P < 0/001$)، نمودار ۱). با توجه به سطح فعالیت آنزیم SOD در گروه دوز بالای عصاره که تقریباً هم سطح با گروه کنترل است استنباط می شود تیمار با دوز ۱۸۰ عصاره اثر سوء نداشته باشد. میزان فعالیت آنزیم SOD در گروه S90 در مقایسه با گروه CCl₄ به طور معنی داری افزایش یافته است ($P < 0/001$). میزان فعالیت آنزیم SOD این گروه در مقایسه با گروه کنترل به طور معنی داری کاهش یافته است ($P < 0/001$). میزان فعالیت آنزیم SOD در گروه GE90 در مقایسه با گروه CCl₄ به طور معنی داری افزایش یافته است ($P < 0/001$). میزان فعالیت آنزیم SOD این گروه در مقایسه با گروه کنترل به طور معنی داری کاهش یافته است ($P < 0/001$). میزان فعالیت آنزیم SOD در این گروه در مقایسه با گروه S90 به طور معنی داری کاهش یافته است ($P < 0/001$). میزان فعالیت آنزیم SOD در گروه GE180 در مقایسه با گروه CCl₄ به طور معنی داری افزایش یافته است ($P < 0/001$). میزان فعالیت آنزیم SOD این گروه نسبت به GE90 هم به طور معنی داری افزایش یافته است ($P < 0/001$). با توجه به نمودار ۱ دوز ۱۸۰ عصاره فعالیت آنزیم سوپر اکسید دیسموتاز را به مقدار زیادی افزایش داده است که نشانگر عملکرد بسیار خوب عصاره در برابر مسمومیت کلیوی ناشی از تتراکلرید کربن است.

۳-۳. بررسی تغییرات سطح MDA در بافت کلیه در بین گروه های مورد مطالعه

نمودار حاصل از تغییرات سطح MDA در گروه های کنترل، دوز بالای عصاره، گروه CCl₄ (مسموم) و گروه های تحت

تیمار با سیلیمارین و عصاره کرات رسم شد. (نمودار ۲)



نمودار ۲: اثرات تیمار با دوزهای ۹۰ و ۱۸۰ میلی گرم بر کیلوگرم وزن موش عصاره بر میزان MDA بافت کلیه در مسمومیت کلیوی القا شده توسط CCl_4

C: کنترل (Control)، GE: عصاره کرات (*Gleditsia capsica* Extract)، S: داروی سیلیمارین (Silymarin)

* اختلاف معنی دار با گروه کنترل می باشد. ** بیانگر سطح اختلاف معنی دار ($P < 0.01$)، *** بیانگر سطح اختلاف معنی دار ($P < 0.001$)

+ اختلاف معنی دار با گروه بیمار می باشد. +++ بیانگر سطح اختلاف معنی دار ($P < 0.001$)

اختلاف معنی دار با گروه سیلیمارین می باشد. ## بیانگر سطح اختلاف معنی دار ($P < 0.01$) و ### بیانگر سطح اختلاف معنی دار ($P < 0.001$)

\$ اختلاف معنی دار با گروه دوز ۹۰ عصاره می باشد. \$\$\$ بیانگر سطح اختلاف معنی دار ($P < 0.001$)

نتایج به صورت (Mean \pm SD) برای ۶ موش می باشد.

نتایج نشان می دهد که میزان MDA در گروه CCl_4 در مقایسه با گروه کنترل به صورت معنی داری افزایش یافته است.

($P < 0.001$)، نمودار ۲). با توجه به سطح MDA در گروه دوز بالای عصاره که تقریباً هم سطح با گروه کنترل است استنباط می

شود تیمار با دوز ۱۸۰ عصاره اثر سوء نداشته باشد. میزان MDA در گروه S90 در مقایسه با گروه CCl_4 به طور معنی داری

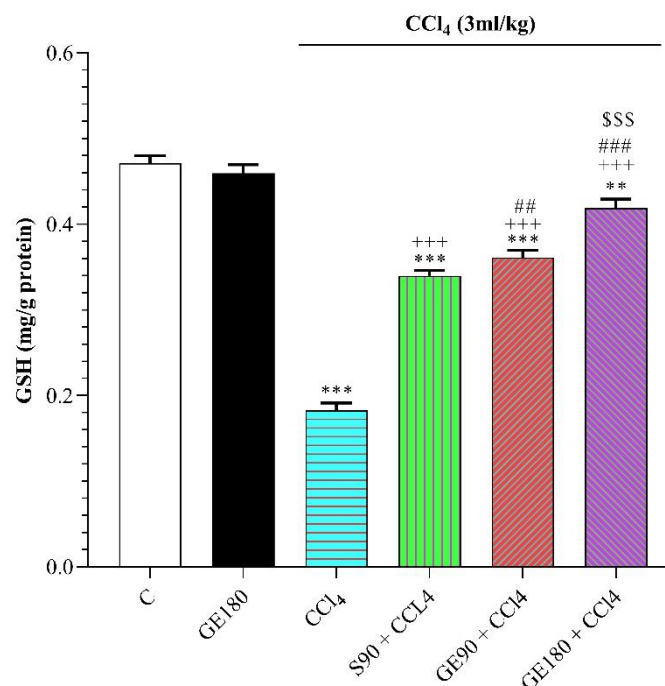
کاهش یافته است ($P < 0.001$). میزان MDA این گروه در مقایسه با گروه کنترل به طور معنی داری افزایش یافته است ($P < 0.001$)



($P < 0.001$) میزان MDA در گروه GE90 در مقایسه با گروه CCL₄ به طور معنی داری کاهش یافته است. این گروه در مقایسه با گروه کنترل به طور معنی داری افزایش یافته است ($P < 0.001$). میزان MDA در این گروه در مقایسه با گروه S90 به طور معنی داری افزایش یافته است ($P < 0.001$). میزان MDA در گروه GE180 در مقایسه با گروه CCL₄ به طور معنی داری کاهش یافته است ($P < 0.001$). این گروه در مقایسه با گروه کنترل به طور معنی داری افزایش یافته است ($P < 0.001$). میزان MDA در گروه GE180 در مقایسه با گروه S90 به طور معنی داری کاهش یافته است ($P < 0.001$). میزان MDA در این گروه نسبت به GE90 هم به طور معنی داری کاهش یافته است ($P < 0.001$). با توجه به نمودار ۲ دوز ۱۸۰ عصاره ثمربخش بوده و MDA را به مقدار خیلی زیاد کاهش داده است که نشان دهنده عملکرد خوب آن می باشد.

۳-۴. بررسی تغییرات فعالیت GSH در بافت کلیه در بین گروه های مورد مطالعه

نمودار حاصل از تغییرات GSH در گروه های کنترل، دوز بالای عصاره، گروه CCL₄ (مسموم) و گروه های تحت تیمار با سیلیمارین و عصاره کرات رسم شد. (نمودار ۳).



نمودار ۳: اثرات تیمار با دوزهای ۹۰ و ۱۸۰ میلی گرم بر کیلوگرم وزن موش عصاره بر میزان GSH بافت کلیه در مسمومیت کلیوی القا شده توسط CCL₄

C: کنترل (Control)، GE: عصاره کرات (*Gleditsia capsica* Extract)، S: داروی سیلیمارین (Silymarin)

* اختلاف معنی دار با گروه کنترل می باشد. ** بیانگر سطح اختلاف معنی دار ($P < 0.01$)، *** بیانگر سطح اختلاف معنی دار ($P < 0.001$)

+ اختلاف معنی دار با گروه بیمار می باشد. +++ بیانگر سطح اختلاف معنی دار ($P < 0.001$)



اختلاف معنی دار با گروه سلیمارین می باشد. ## بیانگر سطح اختلاف معنی دار ($P < 0.01$) و ### بیانگر سطح اختلاف

معنی دار ($P < 0.001$)

\$ اختلاف معنی دار با گروه دوز ۹۰ عصاره می باشد. \$\$\$ بیانگر سطح اختلاف معنی دار ($P < 0.001$)

نتایج به صورت ($Mean \pm SD$) برای ۶ موش می باشد.

نتایج نشان می دهد که میزان GSH در گروه CCl_4 در مقایسه با گروه کنترل به صورت معنی داری کاهش یافته است. ($P < 0.001$)، نمودار ۳. میزان GSH در گروه S90 در مقایسه با گروه CCl_4 به طور معنی داری افزایش یافته است ($P < 0.001$). میزان GSH این گروه در مقایسه با گروه کنترل به طور معنی داری کاهش یافته است ($P < 0.001$). میزان GSH در گروه GE90 در مقایسه با گروه CCl_4 به طور معنی داری افزایش یافته است ($P < 0.001$). میزان GSH این گروه در مقایسه با گروه کنترل به طور معنی داری کاهش یافته است ($P < 0.001$). میزان GSH در این گروه در مقایسه با گروه S90 به طور معنی داری افزایش یافته است ($P < 0.01$). میزان GSH در گروه GE180 در مقایسه با گروه CCl_4 به طور معنی داری افزایش یافته است ($P < 0.001$). میزان GSH این گروه در مقایسه با گروه کنترل به طور معنی داری کاهش یافته است ($P < 0.01$). میزان GSH در گروه GE180 در مقایسه با گروه S90 به طور معنی داری افزایش یافته است ($P < 0.001$). میزان GSH در این گروه نسبت به GE90 هم به طور معنی داری افزایش یافته است ($P < 0.001$). با توجه به نمودار ۳ دوز ۱۸۰ عصاره ثمربخش بوده و سطح GSH را به مقدار خیلی زیاد افزایش داده است که نشان دهنده عملکرد خوب آن می باشد.

۴. بحث و نتیجه گیری

فصل های گیاهی دارای خواص آنتی اکسیدانی قوی هستند و می توانند در مقابل استرس اکسیداتیو و آسیب های ناشی از رادیکال های آزاد محافظت کنند. آنها می توانند با انتقال الکترون به رادیکال ها باعث شوند تا آنها به حالت پایدارتری برسند و فرایند اکسیداسیون را متوقف کنند. رادیکال های آزاد، از تخریب مولکول های زیستی مانند DNA، لیپیدها و پروتئین ها جلوگیری کنند. فلاونوئیدها دارای گروه های هیدروکسیلی هستند که از طریق فرآیند کلاته کردن و یا غیر فعال کردن رادیکال های آزاد با تنش اکسیداتیو ایجاد شده توسط رادیکال های آزاد مثل ROS مقابله می کنند، بنابراین می توانند خواص آنتی اکسیدانی داشته باشند. این ترکیبات به طور گسترده در میوه ها و سبزی ها دیده می شوند. اهمیت ترکیب های آنتی اکسیدانی برای پیشگیری و درمان بسیاری از بیماری های ناشی از رادیکال آزاد شناخته شده است. با اینکه اتیلوژی بسیاری از بیماری ها همچنان ناشناخته است، اما مشاهدات زیادی ثابت می کند که واکنش های اکسیداسیون ناشی از رادیکال های آزاد نقش مهمی در ایجاد شرایط پاتولوژیک بسیاری از بیماری ها از جمله بیماری های قلبی، نقص کلیوی، دیابت، سرطان، نقص ایمنی و پیری دارند. اشرف و همکاران در سال ۲۰۲۰، نتیجه گیری کردند که عصاره هیدروالکلی *Gleditsia caspica* فعالیت ضد التهابی وابسته به زمان و دوز از خود نشان داد. در این مطالعه، شش فلاونوئید در عصاره کرات شناسایی شد. تحقیقات بیولوژیکی در مکانیسم های ضد التهابی مختلف *eriodictyol*، *apigenin*، *kaempferol* و *naringenin* و گلیکوزیدهای آن ها را گزارش



کرده‌اند. در نتیجه عصاره کرات یک کاندید فعال زیستی بالقوه است که به دلیل ترکیبات فلاونوئیدی آن می‌تواند در آماده سازی های ضد التهابی موضعی گنجانده شود. ساپونین ها به عنوان ترکیبات اصلی میوه های جنس گلدیتسیا، قبلاً از میوه های گونه های مختلف گلدیتسیا گزارش شده بودند. از *G. capsica* اخیراً روش جداسازی و خصوصیات یازده ساپونین تری ترپنوئیدال و تری ترپنوئیدال آسیله جدید به نام *caspiacosides A-K*، و همچنین ساپونین های شناخته شده *Gleditsia C'* و *E'* و *gleditsioside I* گزارش شده است. ساپونین ها دارای خاصیت آنتی اکسیدان قوی هستند همچنین دارای خواص ضد التهابی می‌باشند که می‌تواند آسیب عصبی را کاهش دهد و در نتیجه عملکردهای شناختی را بهبود می‌بخشد. در این مطالعه، تست های *MWM*^۱ و *NOR*^۲ بهبود قابل توجهی در حافظه و یادگیری در گروه های حیوانی دریافت کننده دوز عصاره متانولی *G. caspica* و فراکسیون حاوی ساپونین *G. caspica* در مقایسه با گروه آسیب دیده *LPS*^۴ نشان دادند، بنابراین نقش بالقوه آن ها در بهبود عملکردهای شناختی در *AD* برجسته شد. همچنین عصاره متانولی *G. caspica* و فراکسیون حاوی ساپونین *G. caspica* وانستند سطح واسطه های التهابی *IL-1β* و *TNF-α* و همچنین ضایعه مشخصه *Aβ* که واسطه های کلیدی در پاتوژنز *AD* هستند را کاهش دهند. کاهش این پارامترها منجر به بهبود قابل توجهی در حافظه و یادگیری شد که در نتایج آزمون های *MWM* و *NOR* منعکس شد. این نتایج ممکن است به محتوای ساپونین نسبت داده شود. ساپونین ها دارای خواص آنتی اکسیدانی قوی و همچنین خواص ضد التهابی هستند که می‌تواند آسیب عصبی را کاهش داده و در نتیجه عملکردهای شناختی را بهبود بخشد. این نتیجه گیری با نتایج تحقیقات قبلی روی ساپونین ها با اسکلت تری ترپنوئیدی پنتا حلقه ای از نوع اولتان تأیید شد. مطالعه حاضر تأثیر محافظتی عصاره میوه کرات را در برابر سمیت کلیدی ناشی از تراکلرید کربن در موش های کوچک آزمایشگاهی نشان داد. طبق نتایج به دست آمده، عصاره میوه کرات تا حدودی اختلالات ایجاد شده به وسیله سم تراکلرید کربن را تعدیل می‌بخشد. بیشترین اثر محافظتی عصاره در دوز ۱۸۰ میلی گرم بر کیلوگرم وزن بدن مشاهده گردید. تعدادی از مواد شیمیایی شامل توکسین های محیطی و داروها می‌توانند از طریق تولید گونه های بسیار فعال مانند رادیکال های آزاد سبب آسیب سلولی در اندام های مختلف گردند. تراکلرید کربن یک توکسین محیطی است که به طور گسترده مورد مطالعه قرار گرفته است. تراکلرید کربن پس از مصرف، به صورت زیستی به وسیله سیتوکروم *P450* به شکل واکنش پذیرتر آن؛ یعنی رادیکال تری کلرو متیل (*CCl₃**) تبدیل می‌شود. این رادیکال به سرعت با *O₂* واکنش داده و به رادیکال واکنش پذیرتر تری کلرو متیل پروکسید (*CCl₃OO*) تبدیل می‌شود که این رادیکال باعث اکسید شدن اسیدهای چرب غیر اشباع و تشکیل پراکسید های لیپیدی و آسیب اندام ها می‌گردد. انسان با سیستم های آنتی اکسیدانی بسیار پیچیده (آنزیمی و غیر آنزیمی) مواجه است که سلول ها و اندام های بدن را در برابر آسیب ناشی از رادیکال های آزاد حفظ می‌کنند. در پستانداران، آنتی اکسیدان های آنزیمی شامل: سوپراکسید دیسموتاز (*SOD*)، کاتالاز (*CAT*)، گلوکاتایون پراکسیداز (*GPx*) و گلوکاتایون ردوکتاز می

^۱ *Gleditsia caspica* Desf^۲ Morris Water Maze^۳ Novel Object Recognition^۴ Lipopolysaccharide



باشند. علاوه بر آنتی اکسیدان های آنزیمی، تعداد زیادی از مولکول های آنتی اکسیدانی غیر آنزیمی نیز وجود دارند که متشکل از اسید اسکوریک (ویتامین C)، اسید اوریک، بیلروبین، ملاتونین و پروتئین های پلاسما، پلی فنول ها مانند کاروتنوئیدها، فلاونوئیدها و غیره می باشند. آنتی اکسیدان های سلولی در حفظ عملکرد بهینه سلول نقش ضروری ایفا می کنند، اما تحت شرایطی همانند استرس اکسیداتیو، کارایی کافی نداشته و ممکن است سلول برای حفظ عملکرد بهینه خود به آنتی اکسیدان هایی با منشأ خارجی مانند آنتی اکسیدان های موجود در رژیم غذایی نیاز داشته باشد. استرس اکسیداتیو سبب آسیب اندام و کارسینوژن نیز می گردد. در آزمایشی که اولوفونشو و همکاران در سال ۲۰۱۵ انجام دادند مشاهده کردند که آسیب کلیه از طریق CCl_4 می تواند از طریق استرس اکسیداتیو و پراکسیداسیون لیپیدی رخ دهد، همانطور که با کاهش قابل توجه SOD، CAT و GSH در بافت کلیه و افزایش قابل توجه در MAD بافت کلیه نشان داده شده است. در پژوهش انجام شده توسط ما تراکلرید کربن در گروه بیمار باعث کاهش آنزیم سوپراکسید دیسموتاز شده اما تیمار با دوز 180 mg/kg عصاره میوه کرات مانع از کاهش سوپراکسید دیسموتاز در بافت کلیه شد. مسمومیت با تراکلرید کربن در گروه بیمار منجر به اختلال در تنظیم اکسیداتیو، از جمله کاهش قابل توجه گلوکوتایون و افزایش همزمان در سطح مالون دی آلدئید شد. اما تیمار با دوز 180 mg/kg عصاره میوه کرات مانع از کاهش گلوکوتایون و افزایش مالون دی آلدئید شد. نتایج مطالعه حاضر نشان داد استفاده از عصاره میوه گیاه کرات پیش از مسمومیت با تراکلرید کربن میتواند نسبتاً و تا حدودی اثرات سمی تراکلرید کربن را تعدیل کرده و سبب بهبود عملکرد کلیه گردد که این اثر محافظتی تا حدود زیادی به دلیل حضور فلاونوئیدها، فنول ها و ساپونین ها می باشد. اما شناخت مکانیسم دقیق اثر سمی تراکلرید کربن، نیاز به مطالعات دقیق مولکولی و مکانیسمی در آینده دارد.

تشکر و قدردانی

بدین وسیله از همکاری دانشگاه مازندران که در اجرای این تحقیق همکاری صمیمانه ای داشته است، تقدیر و تشکر می گردد.

منابع

- Alizadeh H-R, Mortezaipoor H, Akhavan H-R, Balvardi M. Physicochemical changes of barberry juice concentrated by liquid desiccant-assisted solar system and conventional methods during the
- Aprioku JS. Pharmacology of free radicals and the impact of reactive oxygen species on the testis. J Reprod Infertil 2013;14(4):158–72.
- Ashraf H, Moussa A, Seleem A, Eldahshan OA, Singab A-N. UPLC-ESI/MS/MS profiling and anti-inflammatory activity of *Gleditsia caspica*. Archives of Pharmaceutical Sciences Ain Shams University.
- Ashraf H, Moussa A, Seleem A, Eldahshan OA, Singab A-N. UPLC-ESI/MS/MS profiling and anti-inflammatory activity of *Gleditsia caspica*. Archives of Pharmaceutical Sciences Ain Shams University. 2020;4(1):124-134.
- Auddy B, Ferreira M, Blasina F, Lafon L, Arredondo F, Dajas F, et al. Screening of antioxidant activity of three Indian medicinal plants, traditionally used for the management of neurodegenerative diseases. J Ethnopharmacol 2003;84(2- 3):131-8.



- Awodele O, Adeneye AA, Aiyeola SA, Benebo AS. Modulatory effect of against carbon tetrachloride induced kidney damage in rats. *Interdisciplinary Toxicology*. 2015;8(4):175-83.
- Campos-Cavieles M, Munn EA. Purification and some properties of cytoplasmic aspartate aminotransferase from sheep liver. *Biochemical Journal*. 1973;135(4):683-693.
- Ferguson MA, Vaidya VS, Bonventre JV. Biomarkers of nephrotoxic acute kidney injury. *Toxicology* 2008;245(3):182-93.
- Finn WF, Porter GA. Urinary biomarkers and nephrotoxicity. *Clinical Nephrotoxins*. 2nd ed. North Carolina: Kluwer Academic Pub; 2003. p. 621-55.
- Guder WG, Hoffmann W. Markers for the diagnosis and monitoring of renal tubular lesions. *Clin Nephrol* 1992;38(Suppl 1):S3-7.
- Kassem I, Ragab MF, Nabil M, Melek F. Two new acylated triterpenoidal saponins from *Gleditsia caspica* Desf. and the effect of its saponin content on LPS-induced cognitive impairment in mice. *Phytochemistry letters*. 2020;40:53-62.
- Khan MR, Rizvi W, Khan GN, Khan RA, Shaheen S. Carbon tetrachloride-induced nephrotoxicity in rats: Protective role of *Digera muricata*. *J Ethnopharmacol* 2009;122(1):91-9.
- Khan RA, Khan MR, Sahreen S. Evaluation of *launaeaprocumbens* use in renal disorders: A rat model. *J Ethnopharmacol* 2010;128(2):452-61.
- Khlifa M, Bahloul A, Kitane S. Determination of chemical composition of carob pod (*Ceratonia siliqua* L) and its morphological study. *J Mater Environ Sci*. 2013;4(3):348-353.
- Kohut L, Ross MA, Loughran PA. A tissue perfusion harvest model for optimal multisystem comparisons of pathobiology. *Current Protocols*. 2022;2(1): 343-355.
- Korkina L. Phenylpropanoids as naturally occurring antioxidants: from plant defense to human health. *Cellular and molecular biology*. 2007;53(1):15-25.
- Melek FR, Aly FA, Kassem IA, Abo-Zeid MA, Farghaly AA, Hassan ZM. Three further triterpenoid saponins from *Gleditsia caspica* fruits and protective effect of the total saponin fraction on cyclophosphamide-induced genotoxicity in mice. *Zeitschrift Für Naturforschung C*. 2015;70(1-2):31-37.
- Niknam R, Mousavi M, Kiani H. A new source of galactomannan isolated from *Gleditsia caspica* (Persian honey locust) seeds: Extraction and comprehensive characterization. *Journal of Food Processing and Preservation*. 2021;45(10): 157-174.
- Noguchi N, Niki E. Phenolic antioxidants:: A rationale for design and evaluation of novel antioxidant drug for atherosclerosis. *Free radical biology and medicine*. 2000;28(10):1538-1546.
- Noguchi T, Fong KL, Lai EK, Alexander SS, King MM, Olson L, et al. Specificity of aphenobarbital-induced cytochrome P450 for metabolism of carbon tetrachloride to the trichloromethyl radical. *Biochem Pharmacol* 1982;31(5):615-24.
- Rahman I, Kode A, Biswas SK. Assay for quantitative determination of glutathione and glutathione disulfide levels using enzymatic recycling method. *Nature protocols*. 2006;1(6):3159-3165.
- Rahman K. Studies on free radicals, antioxidants, and co-factors. *Clin Interv Aging* 2007;2(2):219-36.
- Roy A, Sitalakshmi T, Geetha RV, Lakshmi, T, Vishnu Priya V. In vitro antioxidant and free radical scavenging activity of the ethanolic extract of *dioscorea villosa* (Wild Yam) tubers. *Drug Invent* 2011;9(3):214-15.
- Sahreen S, Khan MR, Khan RA, Shah NA. Effect of *Carissa opaca* leaves extract on lipid peroxidation, antioxidant activity and reproductive hormones in male rats. *Lipids Health Dis* 2013;12:90.
- Sailaja R, Setty OH. Protective effect of *Phyllanthus fraternus* against allyl alcohol-induced oxidative stress in liver mitochondria. *J Ethnopharmacol* 2006;105(1-2):201-9.
- Stal P, Olson J. Ubiquinone: Oxidative stress, and liver carcinogenesis. In *Coenzyme Q: Molecular Mechanisms in Health and Disease* Edited by: Kagan Ve, Quinn DJ. Boca Raton: CRC Pres; 2000. p. 317-29.



- Wang Y, Lian F, Li J, Fan W, Xu H, Yang X, et al. Adipose derived mesenchymal stem cells transplantation via portal vein improves microcirculation and ameliorates liver fibrosis induced by CCl4 in rats. Journal of translational medicine. 2012;10:1-9.
- Yilmaz HR, Sogut S, Ozyurt B, Ozugurlu F, Sahin S, Isik B, et al. The activities of liver adenosine deaminase, xanthine oxidase, catalase, superoxide dismutase enzymes and the levels of malondialdehyde and nitric oxide after cisplatin toxicity in rats: protective effect of caffeic acid phenethyl ester. Toxicology and industrial health. 2005;21(1-2):67-73.



ارزیابی و تعیین بهینه غلظت ضدباکتریایی اسانس نسترن علیه باکتری‌های سودوموناس آئروژینوزا و استافیلوکوکوس آرنوس

زهرا فتحی^{*۱}

^{*۱} گروه زیست شناسی، دانشکده علوم پایه، دانشگاه مراغه، مراغه (z.fathi@maragheh.ac.ir)

چکیده

افزایش مقاومت آنتی‌بیوتیکی در باکتری‌های بیماری‌زا، از جمله سودوموناس آئروژینوزا و استافیلوکوکوس آرنوس، موجب شده است که محققان به دنبال جایگزین‌های طبیعی مؤثر باشند. اسانس‌های گیاهی، از جمله اسانس نسترن، به دلیل دارا بودن ترکیبات ویتامین C، آنتوسیانین‌ها، فلاونوئیدها، تریپن‌ها و اسیدهای فنولیک، دارای خواص ضدباکتریایی قابل توجهی هستند. هدف از این مطالعه، ارزیابی اثر ضد میکروبی اسانس نسترن و تعیین غلظت بهینه آن علیه سودوموناس آئروژینوزا و استافیلوکوکوس آرنوس در شرایط آزمایشگاهی بود. برای بررسی اثر ضد باکتریایی، از روش پخش دیسک، حداقل غلظت مهاری و کشندگی استفاده شد. نتایج نشان داد که اسانس نسترن دارای اثر ضد باکتریایی معنی‌داری علیه هر دو باکتری مورد مطالعه است. میانگین قطر هاله عدم رشد برای استافیلوکوکوس آرنوس بیشتر از سودوموناس آئروژینوزا بود، که نشان‌دهنده حساسیت بالاتر این باکتری نسبت به اسانس نسترن است. مقدار حداقل غلظت مهاری اسانس برای استافیلوکوکوس آرنوس برابر با ۲.۲۵ میلی‌گرم بر میلی‌لیتر و برای سودوموناس آئروژینوزا برابر با ۳.۵ میلی‌گرم بر میلی‌لیتر تعیین شد. اسانس نسترن تأثیر قابل توجهی در مهار رشد باکتری‌های سودوموناس آئروژینوزا و استافیلوکوکوس آرنوس دارد و می‌تواند به عنوان یک عامل ضد میکروبی طبیعی و جایگزین مکمل برای آنتی‌بیوتیک‌ها در درمان عفونت‌های مقاوم به دارو مورد توجه قرار گیرد. با این حال، برای استفاده بالینی، مطالعات بیشتری در زمینه تعیین سمیت، سازوکار عملکرد و تأثیر ترکیبات خالص شده در شرایط درون‌تنی (in vivo) مورد نیاز است.

واژگان کلیدی: اسانس نسترن، استافیلوکوکوس آرنوس، سودوموناس آئروژینوزا، گیاهان دارویی.



۱. مقدمه

در دنیای پزشکی امروزی، گیاهان دارویی به عنوان منابع بالقوه‌ای برای کشف درمان‌های جدید شناخته می‌شوند. استفاده از گیاهان برای درمان بیماری‌ها تاریخچه‌ای طولانی دارد و در بسیاری از فرهنگ‌ها و تمدن‌ها به عنوان یک بخش جدایی‌ناپذیر از درمان‌های سنتی شناخته شده است. با این حال، امروزه یکی از مشکلات عمده‌ای که در حوزه درمان با آن مواجه هستیم، مقاومت دارویی است که ناشی از مصرف بیش از حد و نادرست آنتی‌بیوتیک‌ها و داروهای ضدباکتری است (Ventola, 2015). مقاومت دارویی به پدیده‌ای اطلاق می‌شود که در آن باکتری‌ها یا میکروارگانیسم‌ها به طور طبیعی یا به دلیل مصرف غیرمناسب داروها در برابر اثرات درمانی آنتی‌بیوتیک‌ها مقاوم می‌شوند (Founou et al., 2017). این مشکل باعث کاهش اثربخشی درمان‌ها و افزایش خطر عفونت‌های مقاوم به دارو می‌شود که تهدیدی جدی برای سلامت عمومی به شمار می‌آید. برای مثال، باکتری‌هایی مانند *Streptococcus pneumoniae*، *Staphylococcus aureus* و *Escherichia coli* به طور فزاینده‌ای در برابر آنتی‌بیوتیک‌ها مقاوم شده‌اند، که منجر به عفونت‌های پیچیده و دشوار برای درمان می‌شود (World Health Organization, 2019). از آنجا که گیاهان دارویی دارای ترکیبات شیمیایی متنوعی هستند که می‌توانند اثرات ضدباکتریایی، ضدویروسی و ضدالتهابی داشته باشند، تحقیقات علمی به طور فزاینده‌ای بر بررسی قابلیت این گیاهان به عنوان جایگزین‌های طبیعی برای درمان عفونت‌های مقاوم به دارو متمرکز شده است. برای مثال، اسانس‌های گیاهی مانند اسانس چای سبز، زیتون و سیر نشان داده‌اند که دارای خواص ضدباکتریایی قوی هستند و می‌توانند باکتری‌های مقاوم به دارو را مهار کنند (Zhang et al., 2020; Ponce et al., 2003).

نسترن (*Rosa canina*) یکی از گونه‌های گیاهی از خانواده گل‌سرخ (Rosaceae) است که از دیرباز در طب سنتی برای درمان انواع بیماری‌ها مورد استفاده قرار می‌گیرد. یکی از دلایل اصلی خاصیت دارویی و ضد میکروبی گیاه نسترن، ترکیبات شیمیایی متنوع موجود در آن است. گل‌ها، میوه‌ها و برگ‌های نسترن حاوی ترکیبات فعال مانند ویتامین C، آنتوسیانین‌ها، فلاونوئیدها، ترپن‌ها و اسیدهای فنولیک هستند (Zhu et al., 2016). این ترکیبات به طور قابل توجهی اثرات ضد التهابی، آنتی‌اکسیدانی و ضدباکتریایی دارند (Basile et al., 2015). گیاه نسترن به عنوان یک منبع طبیعی با خاصیت ضدباکتریایی شناخته می‌شود. مطالعات مختلف نشان داده‌اند که عصاره‌های نسترن قادرند به طور مؤثری باکتری‌های مختلف را مهار کنند. برای مثال، بررسی‌ها نشان داده‌اند که عصاره میوه نسترن دارای فعالیت ضدباکتریایی علیه باکتری‌های گرم مثبت و گرم منفی از جمله *Staphylococcus aureus* و *Escherichia coli* است (Khosravi et al., 2011). همچنین، خواص ضدباکتریایی این گیاه بر علیه *Pseudomonas aeruginosa* و *Salmonella enterica* نیز اثبات شده است (Zhou et al., 2017). علاوه بر خاصیت ضدباکتریایی، گیاه نسترن دارای خاصیت ضد ویروسی و ضد قارچی نیز می‌باشد. به ویژه ترکیبات موجود در میوه نسترن، مانند آنتوسیانین‌ها و فلاونوئیدها، به عنوان ترکیباتی با خواص آنتی‌اکسیدانی شناخته شده‌اند که قادرند به طور قابل توجهی از آسیب‌های ناشی از رادیکال‌های آزاد جلوگیری کنند (Basile et al., 2015). همچنین، عصاره‌های نسترن بر برخی از گونه‌های قارچی مانند *Candida albicans* و *Aspergillus flavus* اثرات مهاری دارند (Saxena et



al., 2013). یکی دیگر از خواص برجسته نستر، تأثیر آن در درمان بیماری‌های مختلف است. در طب سنتی، از میوه نستر برای درمان بیماری‌هایی نظیر سرماخوردگی، دردهای مفصلی، التهاب‌ها، مشکلات گوارشی و حتی مشکلات پوستی استفاده می‌شود. مطالعات نشان داده‌اند که نستر به دلیل خواص ضد التهابی و آنتی اکسیدانی خود می‌تواند در کاهش علائم بیماری‌های مزمن مانند آرتریت روماتوئید و التهاب مفاصل مؤثر باشد (Zhu et al., 2016; Gohari et al., 2008).

سودوموناس آئروژینوزا (*Pseudomonas aeruginosa*) یکی از مهم‌ترین باکتری‌های بیماری‌زای گرم منفی است که به‌ویژه در افراد با سیستم ایمنی ضعیف و بیمارانی که دچار بیماری‌های مزمن مانند فیروز سیستمیک و دیابت هستند، عفونت‌های جدی ایجاد می‌کند. این باکتری به دلیل ویژگی‌های خاص خود، یکی از مهم‌ترین عوامل عفونت‌های بیمارستانی و مقاوم به درمان در نظر گرفته می‌شود (Saiman et al., 2004). باکتری سودوموناس آئروژینوزا برای ایجاد عفونت از چندین مکانیسم مختلف استفاده می‌کند. یکی از مهم‌ترین ویژگی‌های این باکتری توانایی تولید بیوفیلیم‌ها است که به آن اجازه می‌دهد در سطح‌های مختلف بافتی مانند ریه‌ها، مجاری ادراری و زخم‌های باز، به‌خوبی بماند (Fux et al., 2005). بیوفیلیم‌ها مجموعه‌ای از سلول‌های باکتریایی به همراه ماتریس‌های پلیمری هستند که باکتری را از پاسخ‌های ایمنی میزبان محافظت می‌کنند و آن را در برابر درمان‌های آنتی‌بیوتیکی مقاوم می‌سازند. علاوه بر بیوفیلیم، *P. aeruginosa* دارای توانایی تولید سموم مانند پایوسین و توکسین‌های غیر اختصاصی است که باعث تخریب بافت‌های بدن و گسترش عفونت می‌شود. این سموم به‌ویژه در بافت‌های ریه و دستگاه ادراری موجب ایجاد التهاب و عفونت‌های مزمن می‌گردند (Moskowitz et al., 2004).

استافیلوکوکوس آئروس (*Staphylococcus aureus*) یکی از مهم‌ترین باکتری‌های گرم مثبت است که در سطح جهانی به‌عنوان یک عامل بیماری‌زای مهم شناخته می‌شود. این باکتری می‌تواند عفونت‌های گوناگونی را ایجاد کند و به‌ویژه در بیماران با سیستم ایمنی ضعیف یا افرادی که در معرض جراحات و آسیب‌های پوستی قرار دارند، خطرات جدی به‌دنبال داشته باشد (Fadaei et al., 2019). *S. aureus* یکی از علل شایع عفونت‌های پوستی مانند عفونت‌های چرکی، آبسه‌ها، و زخم‌های باز است. این باکتری همچنین می‌تواند باعث عفونت‌های عمقی‌تر مانند استئومیلیت (عفونت استخوان‌ها) و آرتریت عفونی (عفونت مفاصل) گردد (Lowy, 1998). این باکتری می‌تواند موجب بروز سپتی‌سمی (عفونت خون) و آندوکاردیت (عفونت دریچه‌های قلبی) شود که می‌توانند منجر به مرگ بیمار شوند (Ravi et al., 2017). تولید سموم غذایی به‌ویژه از طریق enterotoxins موجب مسمومیت غذایی می‌شود که به‌طور عمده از طریق مصرف مواد غذایی آلوده رخ می‌دهد. این مسمومیت‌ها معمولاً با علائم گوارشی همچون استفراغ و اسهال همراه هستند (Johansson et al., 2010).

هدف از این تحقیق تعیین فعالیت ضد میکروبی اسانس نستر و همچنین تخمین حداقل غلظت کشندگی این عصاره بر علیه باکتری‌های استافیلوکوکوس آئروس و سودوموناس آئروژینوزا می‌باشد تا بر مبنای نتایج این آزمایش بتوانیم اسانس نستر را به عنوان ماده ضد میکروبی مؤثر معرفی گردانیم.

۲. مواد و روش‌ها

۲-۱. نمونه گیاهی



به منظور تهیه اسانس گیاهی، ابتدا گیاه نسترن جمع آوری شده و پس از اینکه به صورت کامل خشک شد جهت اسانس گیری آماده می شود.

۲-۲. سویه های میکروبی

در این تحقیق از سویه های استاندارد باکتری های *استافیلوکوکوس اورئوس* و *سودوموناس آئروژینوزا* جهت بررسی اثرات ضد میکروبی اسانس استفاده شدند.

۲-۳. تهیه ی اسانس

۱۰۰ گرم گل و برگ های نسترن را در بالن تقطیر قرار داده و ۵۰۰ میلی لیتر آب مقطر به آن اضافه می شود (Hosseini et al., 2017). سیستم تقطیر با بخار آب فعال شده و دمای آن تا حدود ۱۰۰ درجه سانتی گراد تنظیم می شود (Zheng et al., 2015). بخارهای حاصل از تقطیر از طریق لوله های کندانسور عبور کرده و مایع تقطیر شده جمع آوری می شود (Wang et al., 2016). اسانس از آب جدا شده و در ویال های شیشه ای نگهداری می شود (Saeed et al., 2017).

۲-۴. بررسی اثرات ضد میکروبی عصاره های الکلی

۲-۴-۱. بررسی حداقل غلظت مهار کنندگی رشد (MIC)

حداقل غلظت مهار کنندگی رشد (MIC) با استفاده از روش رقت لوله ای تعیین گردید. در ابتدا سوسپانسیون باکتریایی با کدورت ۰/۵ مک فارلند در محیط BHI براث (مرک، آلمان) تهیه شد (O'brien et al., 2009). برای تعیین حداقل غلظت مهار کنندگی اسانس از ۸ سری لوله های آزمایش با ۳ تکرار جهت کاهش خطای نتایج استفاده شد. ۶ سری از لوله ها برای آزمایش رقت های متفاوت اسانس و یک سری از لوله به عنوان کنترل مثبت و یک سری از لوله ها به عنوان کنترل منفی در نظر گرفته شد. اسانس با رقت های مختلف از لوله شماره یک به غلظت ۱۲/۵ میلی گرم بر میلی لیتر تا لوله شماره پنج به غلظت ۵۰۰ میلی گرم بر میلی لیتر در محیط کشت BHI براث به همراه ۲۰۰ میکرو لیتر از سوسپانسیون میکروبی که دارای $1/5 \times 10^8$ CFU/ml باکتری بود، آماده گردید. یک لوله حاوی ۴/۵ میلی لیتر محیط کشت به علاوه ۱۲/۵ میلی گرم بر میلی لیتر از اسانس و ۲۰۰ میکرو لیتر آب مقطر استریل به عنوان کنترل منفی و نیز یک لوله حاوی ۴/۵ میلی لیتر محیط کشت به علاوه ۲۰۰ میکرو لیتر از سوسپانسیون باکتری به عنوان کنترل مثبت تهیه شد و حجم محیط هر لوله با آب مقطر استریل به ۵ میلی لیر رسید. همه لوله های آزمایش برای مدت ۲۴ ساعت در ۳۷ درجه سانتی گراد قرار داده شدند. پس از طی زمان انکوباسیون لوله ها از نظر کدورت ناشی از رشد باکتری تلقیح شده مورد بررسی قرار گرفتند. لوله ای که حاوی کمترین غلظت اسانس بود و در آن کدورت حاصل از رشد باکتری مشاهده نشد، این غلظت به عنوان حداقل غلظت مهار کنندگی آن ماده در نظر گرفته شد. این روش برای اسانس و سویه میکروبی مورد آزمایش در ۳ تکرار انجام شد (O'brien et al., 2009).



۲-۴-۲. بررسی حداقل غلظت کشندگی ماده ضد میکروبی (MBC)

حداقل غلظت کشندگی ماده ضد میکروبی (MBC) با استفاده از روش رقت لوله‌ای تعیین گردید. برای تعیین MBC از همه لوله‌هایی که در آن‌ها عدم رشد باکتری مشاهده شده بود، نمونه‌برداری و جهت تعیین حداقل غلظت کشندگی اسانس، به روش پورپلیت کشت داده شدند. بدین جهت ۰/۱ میلی‌لیتر از هر لوله با ۲۰ میلی‌لیتر از مخلوط BHI آگار با درجه حرارت حدود ۳۷ درجه سانتی‌گراد در ظروف پتری‌دیش مخلوط و پس از بسته شدن آگار و انکوبه کردن به مدت ۲۴ ساعت، پلیت‌های کشت داده شده از نظر وجود رشد میکروبی کنترل شدند. لوله‌ای که حاوی کمترین غلظت عصاره بود و در پلیت مربوطه عدم رشد باکتری مشاهده گردید، این غلظت به عنوان حداقل غلظت کشندگی آن ماده در نظر گرفته شد (O'brien et al., 2009).

۲-۴-۳. بررسی تشکیل هاله عدم رشد بر مبنای انتشار از دیسک

برای بررسی اثر ضد میکروبی رقت‌های مختلف اسانس گیاه مذکور، از آزمون تعیین تشکیل هاله عدم رشد بر مبنای انتشار از دیسک استفاده شد. بدین منظور ابتدا محیط BHI آگار تهیه شد و به ضخامت ۴-۵ میلی‌متر در پلیت‌ها تقسیم گردید (Nezhad et al., 2009). کشت ۲۴ ساعته سوسپانسیون باکتری با غلظت $10^8 \times 1/5$ باکتری در هر میلی‌لیتر با استفاده از استاندارد محلول مک‌فارلند از باکتری‌های استاندارد سودوموناس آئروژینوزا و استافیلوکوکوس آئروس تهیه شد و بر روی محیط BHI آگار کشت چمنی تهیه شد. سپس بر روی دیسک‌ها از رقت‌های ۱:۲ اسانس گیاه موردنظر به مقدار 25 ± 1 میکرولیتر اضافه گردید (این آزمایش با سه بار تکرار انجام گردید). محیط‌های کشت، به مدت ۲۴ ساعت در گرمخانه ۳۷ درجه سانتی‌گراد قرار گرفتند. در نهایت قطر هاله عدم رشد باکتری‌ها بر روی پلیت در اطراف دیسک‌ها اندازه‌گیری و میانگین قطر هاله مربوطه گزارش گردید (O'brien et al., 2009).

۳. نتایج

۳-۱. ارزیابی فعالیت ضدباکتریایی

پس از تغلیظ اسانس نسترن در دستگاه روتاری در نهایت ۵ ml اسانس غلیظ به دست آمد و در تعیین حداقل غلظت بازدارندگی (MIC) و حداقل غلظت کشندگی (MBC) به روش سریال رقتی و روش انتشار چاهکی در پلیت مورد استفاده قرار گرفت. میانگین وزن خشک اسانس فوق به میزان 4 ± 2 گرم گیاه در میلی‌لیتر رسید که باتوجه به این مقدار جهت بیان رقت‌های مختلف عصاره، میزان این عصاره به پارامترهای وزنی تبدیل شدند. نتایج حاصل از بررسی‌های حداقل غلظت بازدارندگی (MIC) و حداقل غلظت کشندگی (MBC) اسانس در مقابل گونه‌های باکتریایی مدنظر نشان دادند که بین غلظت‌های مختلف از نظر حداقل غلظت بازدارندگی و حداقل غلظت کشندگی تفاوت معناداری وجود دارد (جدول ۱).

جدول ۱. حداقل غلظت بازدارندگی (MIC) و حداقل غلظت کشندگی (MBC) (بر حسب mg/ml) اسانس نسترن بر روی باکتری‌های منتخب.

<i>P. aeruginosa</i>		<i>S. aureus</i>		سویه‌های باکتریایی
MIC	MBC	MIC	MBC	
۳	۳.۵	۱.۷۵	۲.۲۵	اسانس مورد استفاده
				نسترن

رقت‌های مختلف اسانس گیاه نسترن تأثیرات متفاوتی بر روی سویه‌های باکتریایی مختلف نشان دادند. بدین صورت که اسانس نسترن در غلظت‌های ۱.۷۵ و ۲.۲۵ میلی گرم بر میلی لیتر منجر به مهار رشد و در غلظت‌های ۳ و ۳.۵ میلی گرم بر میلی لیتر به ترتیب باعث مرگ سویه‌های *استافیلوکوکوس آرتروس* و *سودوموناس آئروژینوزا* گردید که این رقت‌ها به عنوان حداقل غلظت بازدارندگی (MIC) و حداقل غلظت کشندگی (MBC) اسانس نسترن بر علیه باکتری‌های مذکور تعیین شد.

۳-۲. بررسی قطر هاله عدم رشد

پس از گذشتن ۲۴ ساعت از کشت باکتری‌های مورد نظر و طی شدن دوره گرماگذاری، قطر هاله عدم رشد ناشی از تأثیر اسانس نسترن بر روی رشد سویه‌های باکتریایی سنجیده شد. قطر هاله‌های عدم رشد بر حسب میلی متر در جدول ۲ گزارش و در شکل ۱ آورده شده است.

جدول ۲. قطر هاله عدم رشد بر حسب میلی متر برای غلظت‌های مختلف اسانس نسترن.

<i>P. aeruginosa</i>	<i>S. aureus</i>	سویه اسانس
۱۷	۱۵	نسترن



شکل ۱. بررسی قطر هاله عدم رشد ناشی از تأثیر اسانس نسترن بر روی رشد سویه‌های باکتریایی.



۴. بحث و نتیجه گیری

اسانس گیاهان دارویی به عنوان منابع طبیعی و مؤثر ضدباکتریایی توجه زیادی را به خود جلب کرده اند. گیاه نسترن (*Rosa canina*) که به عنوان یک منبع غنی از ترکیبات زیست فعال شناخته می شود، نشان داده است که دارای خواص ضد میکروبی قوی است. در سال های اخیر، تحقیقات متعددی در زمینه خاصیت ضدباکتریایی این گیاه انجام شده است و ثابت شده که اسانس نسترن علیه باکتری های بیماری زا از جمله *استافیلوکوکوس آرنئوس* و *سودوموناس آئروژینوزا* اثرات ضدباکتریایی قابل توجهی دارد (Fayaz et al., 2019). مطالعات اولیه نشان دادند که اسانس گیاه نسترن حاوی ترکیباتی همچون فنول ها، ترپن ها، و آلدئیدها است که نقش مهمی در خواص ضد میکروبی آن دارند (Chaudhary et al., 2017). به ویژه، ترکیباتی همچون روزمارینیک اسید و کاروون در اسانس نسترن شناسایی شده اند که از آن ها به عنوان عوامل فعال در مهار رشد باکتری ها یاد می شود (Fadaei et al., 2020). مطالعات انجام شده نشان می دهند که اسانس نسترن می تواند مانع از رشد باکتری های مقاوم به آنتی بیوتیک ها شود، از جمله باکتری های *استافیلوکوکوس آرنئوس* و *سودوموناس آئروژینوزا* که به طور گسترده باعث عفونت های بالینی می شوند (Mirsalehian et al., 2016).

در این زمینه، بسیاری از پژوهشگران خواص ضدباکتریایی گیاهان دارویی دیگر را نیز بررسی کرده اند. برای مثال، پژوهش های متعددی بر روی اسانس های گیاهانی مانند نعناع فلفلی، مرزنجوش، و رزماری انجام شده که نشان می دهد این گیاهان نیز خواص مشابهی در مهار رشد باکتری های بیماری زا دارند. تحقیقات نشان داده است که اسانس های گیاهی می توانند باکتری های مقاوم به آنتی بیوتیک ها مانند *Staphylococcus aureus* و *Pseudomonas aeruginosa* را تحت تأثیر قرار دهند و به عنوان یک جایگزین بالقوه برای آنتی بیوتیک ها در درمان عفونت های مزمن و مقاوم به دارو مورد استفاده قرار گیرند (Burt, 2004; Fadaei et al., 2019). *استافیلوکوکوس آرنئوس* به عنوان یکی از باکتری های شایع بیمارستانی و عامل عفونت های پوستی، تنفسی و عفونت های خون شناخته می شود. در سال های اخیر، با ظهور گونه های مقاوم به دارو مانند *استافیلوکوکوس آرنئوس* مقاوم به متی سیلین (MRSA)، درمان این نوع عفونت ها پیچیده تر شده است (Lowy, 2003). نتایج بررسی های اخیر نشان داده اند که اسانس نسترن می تواند اثرات قابل توجهی بر مهار رشد این باکتری ها داشته باشد. در تحقیقی که توسط Mirsalehian et al. (2016) انجام شد، اسانس نسترن نشان داد که می تواند از رشد *استافیلوکوکوس آرنئوس* به ویژه گونه های مقاوم به آنتی بیوتیک جلوگیری کند.

سودوموناس آئروژینوزا نیز یکی از باکتری های مهم بیمارستانی است که اغلب باعث عفونت های مزمن در سیستم تنفسی و ادراری می شود و مقاومت بالایی نسبت به آنتی بیوتیک ها دارد (Veenstra et al., 2016). بر اساس مطالعات مختلف، اسانس نسترن توانسته است رشد این باکتری را در محیط های آزمایشگاهی مهار کند و همچنین به عنوان یک عامل طبیعی مؤثر در برابر عفونت های ناشی از *P. aeruginosa* معرفی شود (Fadaei et al., 2020).



منابع

- Basile, A., Giordano, S., & Ricciardi, L. (2015). Antioxidant, antimicrobial and anti-inflammatory activities of extracts of *Rosa canina* fruits. *Phytotherapy Research*, 29(3): 404-409.
- Bjarnsholt, T., Givskov, M., & Høiby, N. (2009). The clinical impact of bacterial biofilms. *International Journal of Oral Science*, 1(2): 77-85.
- Blanco, J., Llinares, P., & Manrique, M. (2016). *Staphylococcus aureus* resistance in hospital-acquired infections: Mechanisms and novel therapies. *International Journal of Antimicrobial Agents*, 48(2): 97-104.
- Burt, S. (2004). Essential oils: Their antibacterial properties and potential applications in foods—a review. *International Journal of Food Science & Technology*, 39(3): 165-182.
- Burt, S. (2004). Essential oils: Their antibacterial properties and potential applications in foods – A review. *International Journal of Food Science & Technology*, 39(3): 223-244.
- Chaudhary, A. K., Vishwakarma, P., & Gupta, R. K. (2017). Phytochemistry and pharmacological activities of *Rosa canina*. *Journal of Applied Research on Medicinal and Aromatic Plants*, 7: 35-42.
- Cline, R. J., Carrico, R. M., & Tan, C. (2019). Respiratory tract infections caused by *Staphylococcus aureus*. *Clinical Infectious Diseases*, 68(4): 532-537.
- Fadaei, R., Karami, S., & Rasooli, I. (2019). Virulence factors of *Staphylococcus aureus* and its resistance to antibiotics. *Journal of Applied Microbiology*, 126(2): 123-135.
- Fadaei, R., Karami, S., & Rasooli, I. (2020). Antibacterial effects of essential oils from *Rosa canina* against multi-drug resistant pathogens. *Journal of Applied Microbiology*, 128(6): 1645-1655.
- Fadaei, R., Mirsalehian, A., & Rasooli, I. (2019). Efficacy of essential oils in controlling resistant bacterial strains in clinical isolates. *International Journal of Antimicrobial Agents*, 53(2): 214-219.
- Founou, L. L., Founou, R. C., & Ndip, R. N. (2017). Antibiotic resistance in *Streptococcus pneumoniae* and its clinical impact. *Journal of Clinical Microbiology and Antimicrobials*, 9(5): 1-12.
- Fux, C. A., & Costerton, J. W. (2005). Bacterial biofilms: A common cause of persistent infections. *Nature Reviews Microbiology*, 3(1): 1-9.
- Gohari, A. R., Saeed, S., & Niazi, M. B. (2008). Anti-inflammatory and antioxidant activities of *Rosa canina* extracts. *Pharmaceutical Biology*, 46(5): 394-398.
- Hanniffy, S. B., & Moser, P. (2011). Pathogenesis of *Pseudomonas aeruginosa*. *Journal of Clinical Pathology*, 64(7): 599-604.
- Hosseini, H. (2017). Evaluation of essential oil components from *Viola odorata*. *Journal of Medicinal Plants Research*, 11(3): 48-57.
- Johansson, J. L., Carson, M. A., & Patel, R. (2010). *Staphylococcus aureus* enterotoxins and food poisoning. *Clinical Microbiology Reviews*, 23(2): 373-390.
- Khosravi, A. R., Rezaei, M. K., & Zeynizadeh, B. (2011). Antibacterial activity of *Rosa canina* extract against pathogenic microorganisms. *World Journal of Microbiology and Biotechnology*, 27(6), 1609-1614.
- Loizzo, M. R., Tundis, R., & Menichini, F. (2007). Antioxidant and antimicrobial activities of plant essential oils. *Phytochemistry Reviews*, 6(1): 113-124.
- Lowy, F. D. (1998). *Staphylococcus aureus* infections. *New England Journal of Medicine*, 339(8): 520-532.
- Lowy, F. D. (2003). *Staphylococcus aureus* infections. *New England Journal of Medicine*, 348(13): 1287-1295.



- Meyer, R. D., Hall, S. C., & Willis, P. B. (2001). *Pseudomonas aeruginosa* infections in humans. Clinical Microbiology Reviews, 14(4): 548-572.
- Mirsalehian, A., Fadaei, R., & Rasooli, I. (2016). Antibacterial properties of *Rosa canina* essential oil. Journal of Clinical Microbiology, 54(7): 1967-1974.
- Moskowitz, S. M., Foster, C., & Charron, J. A. (2004). *Pseudomonas aeruginosa* and chronic lung infections. The Lancet, 363(9425): 1115-1122.
- Nezhad, F. M., Zeigham, H., Mota, A., Sattari, M., & Yadegar, A. (2009). Antibacterial activity of Eucalyptus extracts on methicillin resistance *Staphylococcus aureus*.
- O'brien, K. L., Wolfson, L. J., Watt, J. P., Henkle, E., Deloria-Knoll, M., McCall, N., ... & Cherian, T. (2009). Burden of disease caused by *Streptococcus pneumoniae* in children younger than 5 years: global estimates. The Lancet, 374(9693): 893-902.
- O'Gara, J. P. (2007). *Staphylococcus aureus* biofilms: Evidence for a role in chronic infections. Journal of Clinical Microbiology, 45(7): 2087-2095.
- Ponce, A. G., Rivas, B. L., & Ochoa, J. (2003). Antimicrobial activity of essential oils of aromatic plants from different regions of Argentina. International Journal of Food Microbiology, 86(3): 281-286.
- Ravi, V., Simonsen, M., & Bhattacharya, A. (2017). *Staphylococcus aureus*: Pathogenesis, diagnosis, and therapy. Clinical Microbiology Reviews, 30(3): 1013-1031.
- Rong, Y., Zhang, L., & Xie, Y. (2017). *Pseudomonas aeruginosa* and urinary tract infections. Frontiers in Microbiology, 8, 1063.
- Saeed, M. A., et al. (2017). Ethnopharmacology of *Viola odorata*. Journal of Herbal Medicine, 7(2): 45-54.
- Saiman, L., Goss, C. H., & Pye, A. (2004). Microbiology of cystic fibrosis. Pediatric Pulmonology, 38(6): 473-486.
- Saxena, A., Pahari, S., & Prasad, S. (2013). Antifungal activity of *Rosa canina* extract. International Journal of Pharmaceutical Sciences and Research, 4(3): 118-122.
- Veenstra, T. D., Weimer, M., & Hofstee, E. (2016). Resistance mechanisms of *Pseudomonas aeruginosa* in hospital-acquired infections. Antimicrobial Agents and Chemotherapy, 60(3): 1243-1251.
- Ventola, C. L. (2015). The antibiotic resistance crisis: Part 1: Causes and threats. Pharmacy and Therapeutics, 40(4): 277-283.
- Wang, H. (2016). *Viola odorata* extract for dermatological applications. Journal of Dermatological Science, 83(1): 12-19.
- Wang, L., Zhang, Y., & Wang, W. (2013). Mechanisms of resistance in *Pseudomonas aeruginosa*. Infection and Immunity, 81(7): 2300-2310.
- World Health Organization. (2019). Antimicrobial resistance: Fact sheet. World Health Organization.
- Zheng, J. (2015). Antioxidant and anti-inflammatory potential of *Viola odorata*. Food & Function, 6(8): 2634-2641.
- Zhou, J., Wang, Y., & Xu, L. (2017). Antibacterial and antifungal properties of *Rosa canina* extracts. Journal of Food Science, 82(8): 1945-1951.
- Zhu, L., Yang, Y., & Zhang, Y. (2016). Antioxidant properties and health benefits of *Rosa canina* fruit extract. Journal of Food Science, 81(3): 442-448.
- Zong, Z., Li, X., & Wu, Y. (2017). Molecular mechanisms of virulence in *Staphylococcus aureus*. Journal of Microbiology, 55(2): 135-144.



تعیین غلظت ضدباکتریایی اسانس دارچین علیه باکتری‌های سودوموناس آئروژینوزا و باسیلوس سوبتیلیس در شرایط آزمایشگاهی

زهرافتحی^{*۱}

^{*۱} گروه زیست شناسی، دانشکده علوم پایه، دانشگاه مراغه، مراغه (z.fathi@maragheh.ac.ir)

چکیده

افزایش مقاومت آنتی‌بیوتیکی در باکتری‌های بیماری‌زا، از جمله سودوموناس آئروژینوزا و باسیلوس سوبتیلیس، موجب شده است که محققان به دنبال جایگزین‌های طبیعی مؤثر باشند. اسانس‌های گیاهی، از جمله اسانس دارچین، به دلیل دارا بودن ترکیبات اوژنول و سینامالدهید، دارای خواص ضدباکتریایی قابل توجهی هستند. هدف از این مطالعه، ارزیابی اثر ضد میکروبی اسانس دارچین و تعیین غلظت بهینه آن علیه سودوموناس آئروژینوزا و باسیلوس سوبتیلیس در شرایط آزمایشگاهی بود. برای بررسی اثر ضد باکتریایی، از روش پخش دیسک، حداقل غلظت مهاری و کشندگی استفاده شد. نتایج نشان داد که اسانس دارچین دارای اثر ضد باکتریایی معنی‌داری علیه هر دو باکتری مورد مطالعه است. میانگین قطر هاله عدم رشد برای سودوموناس آئروژینوزا بیشتر از باسیلوس سوبتیلیس بود، که نشان‌دهنده حساسیت بالاتر این باکتری نسبت به اسانس دارچین است. مقدار حداقل غلظت مهاری اسانس برای باسیلوس سوبتیلیس برابر با ۲.۲۵ میلی گرم بر میلی لیتر و برای سودوموناس آئروژینوزا برابر با ۱.۵ میلی گرم بر میلی لیتر تعیین شد. اسانس دارچین تأثیر قابل توجهی در مهار رشد سودوموناس آئروژینوزا و باسیلوس سوبتیلیس دارد و می‌تواند به عنوان یک عامل ضد میکروبی طبیعی و جایگزین مکمل برای آنتی‌بیوتیک‌ها در درمان عفونت‌های مقاوم به دارو مورد توجه قرار گیرد. با این حال، برای استفاده بالینی، مطالعات بیشتری در زمینه تعیین سمیت، سازوکار عملکرد و تأثیر ترکیبات خالص شده در شرایط درون‌تنی (in vivo) مورد نیاز است.

واژگان کلیدی: اسانس دارچین، باسیلوس سوبتیلیس، خواص دارویی، سودوموناس آئروژینوزا.



۱. مقدمه

گیاهان دارویی از دیرباز به عنوان یکی از مهم ترین منابع درمانی در سراسر جهان مورد استفاده قرار گرفته اند. امروزه، با افزایش مقاومت دارویی نسبت به آنتی بیوتیک ها و سایر داروهای شیمیایی، استفاده از گیاهان دارویی به عنوان یک گزینه جایگزین یا مکمل درمانی توجه بیشتری را به خود جلب کرده است (Ekor, 2014). گیاهان دارویی حاوی ترکیبات متنوعی مانند آلکالوئیدها، فلاونوئیدها، ساپونین ها و تانن ها هستند که خواص ضدباکتریایی، ضدویروسی و ضدالتهابی دارند (Rates, 2001). برخی از این ترکیبات قادر به مهار رشد باکتری های مقاوم به دارو هستند (Cushnie & Lamb, 2011). برخلاف داروهای شیمیایی، گیاهان دارویی معمولاً عوارض جانبی کمتری دارند و در صورت مصرف صحیح، ایمنی بیشتری برای بیماران فراهم می کنند (Newman & Cragg, 2020). برخی گیاهان مانند زنجبیل (*Zingiber officinale*)، دارچین (*Cinnamomum verum*) و زردچوبه (*Curcuma longa*) دارای اثرات درمانی مستند و بدون سمیت بالا هستند (Ghaffari et al., 2020). با افزایش مقاومت دارویی، تحقیقات نشان داده است که برخی از ترکیبات گیاهی قادر به مهار رشد میکروارگانیسم های مقاوم به آنتی بیوتیک هستند. به عنوان مثال، اسانس های گیاهی مانند روغن درخت چای (*Melaleuca alternifolia*) و سیر (*Allium sativum*) در برابر سویه های مقاوم مانند *استافیلوکوکوس آرنوس* مقاوم به متی سیلین (MRSA) مؤثر بوده اند (Hemaiswarya et al., 2008). باکتری ها می توانند از طریق جهش های ژنتیکی یا انتقال ژن های مقاوم، در برابر آنتی بیوتیک ها مقاومت پیدا کنند (Ventola, 2015). این امر باعث کاهش اثربخشی داروها و ایجاد چالش های درمانی می شود. برخی ترکیبات گیاهی مانند کارواکرول و تیمول قادرند پمپ های خروجی باکتریایی را مهار کرده و حساسیت باکتری ها به آنتی بیوتیک ها را افزایش دهند (Hemaiswarya et al., 2008).

دارچین یکی از قدیمی ترین و پرکاربردترین گیاهان دارویی در سراسر جهان است که نه تنها در آشپزی، بلکه در درمان بیماری ها نیز استفاده فراوانی دارد. این گیاه از پوست درختان جنس *Cinnamomum* به دست می آید و دو نوع اصلی آن دارچین سیلان (*Cinnamomum verum*) و دارچین کاسیا (*Cinnamomum cassia*) هستند. دارچین به دلیل ترکیبات فعال زیستی همچون سینامالدهید، کومارین ها، و فلاونوئیدها دارای خواص درمانی فراوانی است (Sakat et al., 2010). دارچین به دلیل ترکیبات معطر و فعال خود، خواص ضدباکتریایی و ضدویروسی زیادی دارد. تحقیقات نشان داده اند که اسانس دارچین به ویژه در برابر باکتری های مقاوم به دارو مؤثر است. این گیاه در مهار رشد باکتری هایی مانند *شرشیا کلی* و *استافیلوکوکوس آرنوس* و همچنین ویروس هایی مانند *آنفلوانزا* مؤثر بوده است (Sharma et al., 2014; Zaid et al., 2020). اسانس دارچین علیه باکتری های گرم مثبت و منفی مؤثر است. در یکی از مطالعات، اثر ضدباکتریایی اسانس دارچین علیه MRSA (*استافیلوکوکوس آرنوس* مقاوم به متی سیلین) اثبات شده است (Prashanth et al., 2006). دارچین دارای خواص آنتی اکسیدانی قوی است و به طور مؤثر می تواند رادیکال های آزاد را خنثی کند. این ویژگی از دارچین به عنوان یک گیاه دارویی مفید در پیشگیری از بیماری های مزمن مانند سرطان و بیماری های قلبی یاد می شود. ترکیبات فنلی موجود در دارچین از جمله سینامیک اسید و فلاونوئیدها مسئول این اثرات آنتی اکسیدانی هستند (Shibamoto et al., 2010). مطالعات آزمایشگاهی نشان داده اند



که دارچین ممکن است دارای خواص ضدسرطانی باشد. ترکیبات فعال دارچین، از جمله سینامالدهید و اپی کاتچین، می توانند رشد سلول های سرطانی را مهار کرده و حتی باعث مرگ سلولی در برخی انواع سرطان ها شوند. دارچین به ویژه در سرطان های روده، پستان و کبد مورد بررسی قرار گرفته است (Nafisi et al., 2014).

باکتری سودوموناس آئروژینوزا (*Pseudomonas aeruginosa*) یک باکتری گرم منفی است که در محیط های مختلف مانند خاک، آب، و حتی در دستگاه های پزشکی مانند لوله های تنفسی و دستگاه های تزریق دارویی یافت می شود. این باکتری توانایی ایجاد بیماری های مختلف در انسان را دارد، به ویژه در افرادی که سیستم ایمنی ضعیفی دارند، مانند بیماران مبتلا به سرطان، دیابت، ایدز، و افرادی که تحت عمل جراحی قرار دارند. سودوموناس آئروژینوزا یکی از علت های رایج عفونت های بیمارستانی محسوب می شود (Liaw et al., 2000). سودوموناس آئروژینوزا به ویژه در بیماران با سیستم ایمنی ضعیف یا مبتلا به بیماری های تنفسی مزمن مانند COPD (بیماری مزمن انسدادی ریه) و فیروز سیستمیک باعث بروز عفونت های شدید ریه می شود. در این بیماران، این باکتری می تواند به پنومونی مزمن و آسیب بافت ریه منجر شود (Robertson et al., 2000). این باکتری با تولید توکسین ها و آنزیم های هضم کننده مانند سیتوتوکسین ها و پروتئازها به التهاب ریه و تخریب بافت های ریه کمک می کند (Zhou et al., 2016). یکی دیگر از بیماری های شایع ایجاد شده توسط سودوموناس آئروژینوزا، عفونت های ادراری است که به ویژه در بیماران بستری در بیمارستان یا کسانی که از کاتتر ادراری استفاده می کنند، رخ می دهد. این باکتری قادر است به دیواره های ادراری نفوذ کرده و موجب بروز عفونت های دستگاه ادراری (UTIs) شود (Garcia et al., 2011). سودوموناس آئروژینوزا می تواند موجب بروز عفونت های پوستی در افرادی که دچار زخم های باز یا سوختگی های شدید شده اند، شود. این باکتری به ویژه در محیط های بیمارستانی که شرایط بهداشتی ممکن است ناقص باشد، منجر به عفونت های ناشی از باکتری های مقاوم به دارو می شود (Hoffman et al., 2005). در این موارد، این باکتری با تولید بیوفیلم ها می تواند در زخم ها و دستگاه های پزشکی مستقر شود و به درمان های آنتی بیوتیکی مقاوم باشد (Costerton et al., 1999).

باکتری باسیلوس سوبتیلیس (*Bacillus subtilis*) یکی از باکتری های گرم مثبت، میله ای و هوازی است که به طور طبیعی در خاک، آب، و دستگاه گوارش برخی از حیوانات و انسان ها یافت می شود. این باکتری به دلیل ویژگی های خاص بیولوژیکی و شیمیایی اش، در تحقیقات میکروبیولوژیکی و صنعتی کاربرد فراوانی دارد. با این حال، در بیشتر شرایط، *Bacillus subtilis* به عنوان یک باکتری غیرپاتوژن شناخته می شود و از آن به عنوان یک مدل در مطالعات میکروبی استفاده می شود (Liu et al., 2011). با این حال، مانند بسیاری از گونه های دیگر باسیلوس، *Bacillus subtilis* در برخی شرایط می تواند ویژگی های بیماری زایی بروز دهد. در برخی موارد، *Bacillus subtilis* می تواند باعث ایجاد عفونت های بیمارستانی به ویژه در افرادی با سیستم ایمنی ضعیف یا کسانی که از کاتترها و لوله های پزشکی استفاده می کنند، شود. این باکتری به ویژه در شرایطی که بیمار در معرض باکتری های مقاوم به درمان باشد، می تواند باعث بروز باکتری می یا عفونت های گوارشی شود (Alem et al., 2012). یکی از ویژگی های پاتولوژیک *Bacillus subtilis* در شرایط خاص، مقاومت به برخی آنتی بیوتیک ها است. این مقاومت می تواند به ویژه در باکتری هایی که به راحتی در محیط های آلوده یا بیمارستانی رشد می کنند، موجب بروز عفونت های مقاوم به



دارو شود *Bacillus subtilis*. از طریق بیوفیلیم‌ها، که به آن امکان مقاومت در برابر درمان‌های آنتی‌بیوتیکی را می‌دهد، می‌تواند مشکلات درمانی ایجاد کند (Goh et al., 2013). این باکتری به طور طبیعی توکسین‌های بیماری‌زای خاصی تولید نمی‌کند، اما برخی از تحقیقات نشان داده‌اند که در برخی شرایط به ویژه در محیط‌های صنعتی و آزمایشگاهی ممکن است از برخی پروتئین‌ها و توکسین‌ها بهره برده و به عفونت‌های داخلی کمک کند. به طور کلی، *Bacillus subtilis* در مقایسه با سایر گونه‌های باسیلوس که به تولید سموم مانند انتروتوکسین‌ها می‌پردازند، کمتر باعث بیماری می‌شود (Liu et al., 2011). هدف از این تحقیق تعیین فعالیت ضد میکروبی اسانس دارچین و همچنین تخمین حداقل غلظت کشندگی این عصاره بر علیه باکتری‌های باسیلوس سوبتیلیس و سودوموناس آئروژینوزا می‌باشد تا بر مبنای نتایج این آزمایش بتوانیم اسانس دارچین را به عنوان ماده ضد میکروبی موثر معرفی گردانیم.

۲. مواد و روش‌ها

۲-۱. نمونه گیاهی

به منظور تهیه اسانس گیاهی، ابتدا تکه‌های دارچین جمع آوری شده و پس از اینکه به صورت کامل خشک شدند جهت اسانس گیری آماده می‌شود.

۲-۲. سویه‌های میکروبی

در این تحقیق از سویه‌های استاندارد باکتری‌های *استافیلوکوکوس اورئوس* و *اشرشیا کلی* جهت بررسی اثرات ضد میکروبی اسانس استفاده شدند.

۲-۳. تهیه اسانس

۱۰۰ گرم دارچین را در بالن تقطیر قرار داده و ۵۰۰ میلی‌لیتر آب مقطر به آن اضافه می‌شود (Hosseini et al., 2017). سیستم تقطیر با بخار آب فعال شده و دمای آن تا حدود ۱۰۰ درجه سانتی‌گراد تنظیم می‌شود (Zheng et al., 2015). بخارهای حاصل از تقطیر از طریق لوله‌های کندانسور عبور کرده و مایع تقطیر شده جمع آوری می‌شود (Wang et al., 2016). اسانس از آب جدا شده و در ویال‌های شیشه‌ای نگهداری می‌شود (Saeed et al., 2017).

۲-۴. بررسی اثرات ضد میکروبی عصاره‌های الکلی

۲-۴-۱. بررسی حداقل غلظت مهارکنندگی رشد (MIC)

حداقل غلظت مهارکنندگی رشد (MIC) با استفاده از روش رقت لوله‌ای تعیین گردید. در ابتدا سوسپانسیون باکتریایی با کدورت ۰/۵ مک‌فارلند در محیط BHI براث (مرک، آلمان) تهیه شد (O'brien et al., 2009). برای تعیین حداقل غلظت مهارکنندگی اسانس از ۸ سری لوله‌های آزمایش با ۳ تکرار جهت کاهش خطای نتایج استفاده شد. ۶ سری از لوله‌ها برای آزمایش رقت‌های متفاوت اسانس و یک سری از لوله به عنوان کنترل مثبت و یک سری از لوله‌ها به عنوان کنترل منفی در نظر



گرفته شد. اسانس با رقت‌های مختلف از لوله شماره یک به غلظت ۱۲/۵ میلی گرم بر میلی لیتر تا لوله شماره پنج به غلظت ۵۰۰ میلی گرم بر میلی لیتر در محیط کشت BHI برآث به همراه ۲۰۰ میکرولیتر از سوسپانسیون میکروبی که دارای $10^8 \times 1/5$ CFU/ml باکتری بود، آماده گردید. یک لوله حاوی ۴/۵ میلی لیتر محیط کشت به علاوه ۱۲.۵ میلی گرم بر میلی لیتر از اسانس و ۲۰۰ میکرولیتر آب مقطر استریل به عنوان کنترل منفی و نیز یک لوله حاوی ۴/۵ میلی لیتر محیط کشت به علاوه ۲۰۰ میکرولیتر از سوسپانسیون باکتری به عنوان کنترل مثبت تهیه شد و حجم محیط هر لوله با آب مقطر استریل به ۵ میلی لیتر رسید. همه لوله‌های آزمایش برای مدت ۲۴ ساعت در ۳۷ درجه سانتی گراد قرار داده شدند. پس از طی زمان انکوباسیون لوله‌ها از نظر کدورت ناشی از رشد باکتری تلقیح شده مورد بررسی قرار گرفتند. لوله‌ای که حاوی کمترین غلظت اسانس بود و در آن کدورت حاصل از رشد باکتری مشاهده نشد، این غلظت به عنوان حداقل غلظت مهارکنندگی آن ماده در نظر گرفته شد. این روش برای اسانس و سویه میکروبی مورد آزمایش در ۳ تکرار انجام شد (O'brien et al., 2009).

۲-۴-۲. بررسی حداقل غلظت کشندگی ماده ضد میکروبی (MBC)

حداقل غلظت کشندگی ماده ضد میکروبی (MBC) با استفاده از روش رقت لوله‌ای تعیین گردید. برای تعیین MBC از همه لوله‌هایی که در آن‌ها عدم رشد باکتری مشاهده شده بود، نمونه برداری و جهت تعیین حداقل غلظت کشندگی اسانس، به روش پورپلیت کشت داده شدند. بدین جهت ۰/۱ میلی لیتر از هر لوله با ۲۰ میلی لیتر از مخلوط BHI آگار با درجه حرارت حدود ۳۷ درجه سانتی گراد در ظروف پتری دیش مخلوط و پس از بسته شدن آگار و انکوبه کردن به مدت ۲۴ ساعت، پلیت‌های کشت داده شده از نظر وجود رشد میکروبی کنترل شدند. لوله‌ای که حاوی کمترین غلظت عصاره بود و در پلیت مربوطه عدم رشد باکتری مشاهده گردید، این غلظت به عنوان حداقل غلظت کشندگی آن ماده در نظر گرفته شد (O'brien et al., 2009).

۲-۴-۳. بررسی تشکیل هاله عدم رشد بر مبنای انتشار از دیسک

برای بررسی اثر ضد میکروبی رقت‌های مختلف اسانس گیاه مذکور، از آزمون تعیین تشکیل هاله عدم رشد بر مبنای انتشار از دیسک استفاده شد. بدین منظور ابتدا محیط BHI آگار تهیه شد و به ضخامت ۴-۵ میلی متر در پلیت‌ها تقسیم گردید (Nezhad et al., 2009). کشت ۲۴ ساعته سوسپانسیون باکتری با غلظت $10^8 \times 1/5$ باکتری در هر میلی لیتر با استفاده از استاندارد محلول مک‌فارلند از باکتری‌های سودوموناس آئروژینوزا و باسیلوس سوبتیلیس تهیه شد و بر روی محیط BHI آگار کشت چمنی تهیه شد. سپس بر روی دیسک‌ها از رقت‌های ۱:۲ اسانس گیاه موردنظر به مقدار 25 ± 1 میکرولیتر افزوده گردید (این آزمایش با سه بار تکرار انجام گردید). محیط‌های کشت، به مدت ۲۴ ساعت در گرمخانه ۳۷ درجه سانتی گراد قرار گرفتند. در نهایت قطر هاله عدم رشد باکتری‌ها بر روی پلیت در اطراف دیسک‌ها اندازه گیری و میانگین قطر هاله مربوطه گزارش گردید (O'brien et al., 2009).



۳. نتایج

۳-۱. ارزیابی فعالیت ضدباکتریایی

پس از تغلیظ اسانس دارچین در دستگاه روتاری در نهایت ۵ ml اسانس غلیظ به دست آمد و در تعیین حداقل غلظت بازدارندگی (MIC) و حداقل غلظت کشندگی (MBC) به روش سریال رقتی و روش انشار چاهکی در پلیت مورد استفاده قرار گرفت. میانگین وزن خشک اسانس فوق به میزان 4 ± 2 گرم گیاه در میلی لیتر رسید که باتوجه به این مقدار جهت بیان رقت های مختلف عصاره، میزان این عصاره به پارامترهای وزنی تبدیل شدند. نتایج حاصل از بررسی های حداقل غلظت بازدارندگی (MIC) و حداقل غلظت کشندگی (MBC) اسانس در مقابل گونه های باکتریایی مدنظر نشان دادند که بین غلظت های مختلف از نظر حداقل غلظت بازدارندگی و حداقل غلظت کشندگی تفاوت معناداری وجود دارد (جدول ۱).

جدول ۱. حداقل غلظت بازدارندگی (MIC) و حداقل غلظت کشندگی (MBC) (بر حسب mg/ml) اسانس دارچین بر روی باکتری های منتخب.

<i>P. aeruginosa</i>		<i>B. subtilis</i>		سویه های باکتریایی اسانس مورد استفاده
MIC	MBC	MIC	MBC	
۲۵	۵۰	۵۰	۷۵	دارچین

رقت های مختلف اسانس گیاه دارچین تاثیرات متفاوتی بر روی سویه های باکتریایی مختلف نشان دادند. بدین صورت که اسانس دارچین در غلظت های ۲۵ و ۵۰ میلی گرم بر میلی لیتر منجر به مهار رشد و در غلظت های ۵۰ و ۷۵ میلی گرم بر میلی لیتر به ترتیب باعث مرگ سویه های *سودوموناس آئروژینوزا* و *باسیلوس سوبتیلیس* گردید که این رقت ها به عنوان حداقل غلظت بازدارندگی (MIC) و حداقل غلظت کشندگی (MBC) اسانس دارچین بر علیه باکتری های مذکور تعیین شد.

۳-۲. بررسی قطر هاله عدم رشد

پس از گذشتن ۲۴ ساعت از کشت باکتری های مورد نظر و طی شدن دوره گرماگذاری، قطر هاله عدم رشد ناشی از تاثیر اسانس دارچین بر روی رشد سویه های باکتریایی سنجیده شد. قطر هاله های عدم رشد بر حسب میلی متر در جدول ۲ گزارش آورده شده است

جدول ۲. قطر هاله عدم رشد بر حسب میلی متر برای غلظت های مختلف اسانس دارچین.

<i>P. aeruginosa</i>	<i>B. subtilis</i>	سویه اسانس
۹	۸	دارچین



۴. بحث و نتیجه گیری

مطالعات علمی روی اسانس های گیاهی از گذشته تا کنون نشان داده اند که این ترکیبات می توانند جایگزین های موثری برای آنتی بیوتیک های سنتی باشند. یکی از اولین مطالعات علمی در این زمینه توسط (Guenther, 1948) انجام شد که نشان داد اسانس دارچین دارای فعالیت ضد میکروبی قوی علیه طیف وسیعی از باکتری ها است (Guenther, 1948). در دهه های بعد، (Lawrence, 1979) به بررسی ترکیبات شیمیایی موجود در اسانس دارچین پرداخت و دریافت که سینامالدهید، اوژنول و کومارین ها اصلی ترین ترکیبات فعال در این اسانس هستند که دارای اثرات ضد باکتریایی قوی اند (Lawrence, 1979). مطالعات مدرن تر مانند تحقیقات (Burt, 2004) نشان داده اند که اسانس های گیاهی، از جمله دارچین، نه تنها قادر به مهار رشد باکتری های بیماری زا هستند، بلکه می توانند با اختلال در ساختار دیواره سلولی و عملکرد غشای باکتریایی منجر به مرگ سلولی در پاتوژن ها شوند (Burt, 2004). مطالعات دیگر بر روی گیاهان دارویی مانند آویشن (*Thymus vulgaris*)، میخک (*Syzygium aromaticum*) و نعناع (*Mentha spp.*) نشان داده اند که ترکیبات فنلی موجود در این گیاهان دارای فعالیت ضد باکتریایی، ضد قارچی و ضد ویروسی هستند (Cushnie & Lamb, 2011).

باکتری *B. subtilis* به عنوان یک باسیل گرم مثبت، می تواند در برخی شرایط، بیماری های عفونی بیمارستانی ایجاد کند. تحقیقات نشان داده اند که اسانس دارچین می تواند مهار کننده رشد این باکتری باشد. در مطالعه ای که توسط (Shan et al., 2007) انجام شد، مشخص شد که سینامالدهید موجود در اسانس دارچین می تواند تولید بیوفیلم های باکتریایی را مهار کند و منجر به افزایش نفوذپذیری غشای سلولی و مرگ باکتری ها شود (Shan et al., 2007). همچنین، تحقیقات (Ranilla et al., 2011) نشان داد که اسانس دارچین به طور قابل توجهی فعالیت آنزیمی در باکتری های گرم مثبت مانند *B. subtilis* را مهار کرده و مانع رشد کلنی های آن ها می شود (Ranilla et al., 2011).

باکتری *Pseudomonas aeruginosa* یکی از باکتری های مقاوم به آنتی بیوتیک است که عامل اصلی عفونت های بیمارستانی محسوب می شود. اسانس دارچین می تواند از طریق مهار تولید بیوفیلم و کاهش تحرک باکتریایی، رشد این پاتوژن را کاهش دهد (Zhou et al., 2016). مطالعات (Goni et al., 2009) نشان دادند که اسانس دارچین نفوذپذیری غشای باکتری را افزایش داده و موجب نشت محتویات سلولی می شود که منجر به مرگ سلولی در *Pseudomonas aeruginosa* می گردد (Goni et al., 2009). تحقیقات دیگری توسط (Oussalah et al., 2006) نیز نشان داده اند که اوژنول و سینامالدهید در اسانس دارچین می توانند مقاومت آنتی بیوتیکی در *P. aeruginosa* را کاهش دهند و در ترکیب با آنتی بیوتیک ها موجب افزایش اثر درمانی شوند (Oussalah et al., 2006).

مطالعات نشان داده اند که اسانس دارچین در مقایسه با گیاهانی مانند آویشن، میخک و نعناع دارای اثرات ضد باکتریایی مشابهی است. با این حال، به دلیل میزان بالای سینامالدهید و کومارین، اسانس دارچین در برابر باکتری های مقاوم به آنتی بیوتیک مانند MRSA و *P. aeruginosa* تأثیر بیشتری دارد (Cushnie & Lamb, 2011). همچنین، تحقیقات (Sokovic et al., 2011) نشان دادند که اسانس دارچین می تواند با کاهش تولید بیوفیلم، رشد باکتریایی را مهار کند.



(2010) نشان داده‌اند که اسانس دارچین دارای فعالیت آنتی‌اکسیدانی و ضدالتهابی قوی‌تری نسبت به سایر اسانس‌های گیاهی است که می‌تواند در درمان زخم‌ها و عفونت‌های پوستی مفید باشد (Sokovic et al., 2010).

منابع

- Alem, M., Wang, X., & Howard, A. (2012). *Bacillus subtilis* infections and their role in hospital settings. *Infection Control and Hospital Epidemiology*, 33(5): 532-538.
- Altschuler, D. (2004). Cinnamon and its beneficial effects in managing type 2 diabetes. *Diabetes Care*, 27(8): 1898-1904.
- Ankri, S., & Mirelman, D. (1999). Antimicrobial properties of allicin from garlic. *Microbes and Infection*, 1(2): 125-129.
- Broumand, M., Ghaffari, M., Nasirian, H., & Hashemi, S. (2014). Anti-inflammatory effects of cinnamon on immune responses. *Inflammation Research*, 63(7): 421-426.
- Burt, S. A. (2004). Essential oils: Their antibacterial properties and potential applications in foods—a review. *International Journal of Food Microbiology*, 94(3): 223-253.
- Costerton, J. W., Stewart, P. S., & Greenberg, E. P. (1999). Bacterial biofilms: A common cause of persistent infections. *Science*, 284(5418): 1318-1322.
- Cushnie, T. P., & Lamb, A. J. (2011). Antimicrobial activity of flavonoids. *International Journal of Antimicrobial Agents*, 38(2): 99-107.
- Dorman, H. J. D., & Deans, S. G. (2000). Antimicrobial agents from plants: antibacterial activity of plant volatile oils. *Journal of Applied Microbiology*, 88(2): 308-316.
- Ekor, M. (2014). The growing use of herbal medicines: issues relating to adverse reactions and challenges in monitoring safety. *Frontiers in Pharmacology*, 4: 177.
- Garcia, S., Lopez, G., & Catalan, A. (2011). *Pseudomonas aeruginosa* urinary tract infections: Pathogenesis and therapeutic strategies. *Clinical Microbiology Reviews*, 24(4): 569-597.
- Ghaffari, S., et al. (2020). Antimicrobial and immunomodulatory properties of *Viola odorata*. *Journal of Ethnopharmacology*, 248, 112345.
- Goh, K., Lim, Y., & Lee, C. (2013). Biofilm formation by *Bacillus subtilis* and its resistance to antibiotics. *Journal of Microbial and Biochemical Technology*, 5(2): 78-85.
- Goni, P., Lopez, P., & Sanchez, C. (2009). Antibacterial activity of cinnamon essential oil against *Pseudomonas aeruginosa*. *Journal of Applied Microbiology*, 107(6): 1730-1739.
- Hemaiswarya, S. (2008). Synergism between natural products and antibiotics against infectious diseases. *Phytomedicine*, 15(8): 639-652.
- Hoffman, L. J., & Pahwa, S. (2005). Skin and soft tissue infections caused by *Pseudomonas aeruginosa*. *Journal of Clinical Microbiology*, 43(7): 3613-3617.
- Hughes, J. R., Jones, D. P., & Farrow, J. M. (2001). Industrial applications of *Bacillus subtilis*: A review. *Biotechnology Advances*, 19(5): 455-467.
- Khan, A., Safdar, M., Ali, S. S., & Khattak, K. N. (2003). Cinnamon improves glucose and lipids of people with type 2 diabetes. *Diabetes Care*, 26(12): 3208-3212.
- Liaw, S. J., & Ko, W. C. (2000). The role of *Pseudomonas aeruginosa* in hospital-acquired infections. *Journal of Microbiology, Immunology, and Infection*, 33(1): 1-7.
- Liu, X., Zhang, C., & Xu, Z. (2011). Genetic and metabolic properties of *Bacillus subtilis*: Applications in biotechnological processes. *Biotechnology Letters*, 33(3): 569-578.
- Moore, J. E. (1999). Exotoxin A production in *Pseudomonas aeruginosa*: Implications for antimicrobial therapy. *Clinical Microbiology Reviews*, 12(1): 2-12.
- Nafisi, S., Fattahi, A., Motevaseli, E., & Zeynali, B. (2014). Anticancer properties of cinnamon and its compounds. *Pharmacological Research*, 87: 75-83.



- Newman, D. J., & Cragg, G. M. (2020). Natural products as sources of new drugs. *Journal of Natural Products*, 83(3): 770-803.
- Nezhad, F. M., Zeigham, H., Mota, A., Sattari, M., & Yadegar, A. (2009). Antibacterial activity of Eucalyptus extracts on methicillin resistance *Staphylococcus aureus*.
- Nicolas, P., & Vallenet, D. (2012). Genomics and evolution of *Bacillus subtilis*: A model for studying gene regulatory mechanisms. *Annual Review of Microbiology*, 66(1): 103-117.
- O'brien, K. L., Wolfson, L. J., Watt, J. P., Henkle, E., Deloria-Knoll, M., McCall, N., ... & Cherian, T. (2009). Burden of disease caused by *Streptococcus pneumoniae* in children younger than 5 years: global estimates. *The Lancet*, 374(9693): 893-902.
- Oussalah, M., Caillet, S., & Lacroix, M. (2006). Mechanisms of antimicrobial activity of cinnamon essential oil against foodborne pathogens. *Food Microbiology*, 23(7): 591-598.
- Prashanth, D. A., Sreeja, P., & Rao, P. R. (2006). Antimicrobial and antioxidant activities of *Cinnamomum verum* leaf oil. *Phytomedicine*, 13(4): 296-300.
- Ranilla, L. G., Mendiola, J. A., & Liza, O. (2011). Antioxidant properties of cinnamon (*Cinnamomum cassia*) and its effects on lipid profiles in rats. *Food Chemistry*, 125(4): 1174-1180.
- Robertson, M. N., & Brown, J. (2000). Chronic respiratory infections due to *Pseudomonas aeruginosa* in cystic fibrosis. *European Respiratory Journal*, 16(5): 830-834.
- Sakat, S., Memon, A. M., & Nazeer, K. (2010). Antimicrobial, antioxidant, and anticancer activities of *Cinnamomum cassia*. *Journal of Medicinal Plants Research*, 4(1): 16-25.
- Setlow, P. (2007). Spores of *Bacillus subtilis*: Their resistance to radiation and heat. *Journal of Applied Microbiology*, 103(4): 1297-1315.
- Shan, B., Cai, Y. Z., Brooks, J. D., & Corke, H. (2007). Antibacterial properties of spice and herb extracts. *International Journal of Food Microbiology*, 117(1): 112-119.
- Sharma, S., Mittal, A., & Kaur, M. (2014). Antibacterial and antifungal activities of cinnamon. *Indian Journal of Experimental Biology*, 52(3): 111-115.
- Shibamoto, T., & Fang, S. L. (2010). Antioxidant and anti-inflammatory properties of cinnamon. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 58(5): 2699-2704.
- Wang, Y., Ma, Y., Zang, X., & Li, X. (2014). The effects of cinnamon on liver enzymes. *Toxicology Reports*, 1: 120-126.
- Wright, G. D. (2007). The antibiotic resistance crisis: A comment on the future of antimicrobial therapy. *International Journal of Antimicrobial Agents*, 30(4): 307-313.
- Zaid, H., Mehmood, N., Khan, Z., & Naseem, A. (2020). Antiviral activity of cinnamon essential oil. *International Journal of Virology*, 20(2): 215-223.
- Zhou, Y., & Li, X. (2016). Pathogenic mechanisms of *Pseudomonas aeruginosa* infections and drug resistance. *Journal of Microbiology and Biotechnology*, 26(9): 1615-1623.



ارزیابی خواص ضد میکروبی و تعیین غلظت باکتری کشی اسانس رزماری در شرایط آزمایشگاهی

زهرآفتی^{۱*}، هادی سعیدی^۱

^{۱*} گروه زیست شناسی، دانشکده علوم پایه، دانشگاه مراغه، مراغه (z.fathi@maragheh.ac.ir)

چکیده

افزایش مقاومت آنتی بیوتیکی در باکتری های بیماری زا، از جمله /شرشیا کلی و /استرپتوکوکوس پنومونیه، موجب شده است که محققان به دنبال جایگزین های طبیعی مؤثر باشند. اسانس های گیاهی، از جمله اسانس رزماری، به دلیل دارا بودن ترکیبات رزمارینیک اسید، کافئیک اسید و ترپن ها دارای خواص ضد باکتریایی قابل توجهی هستند. هدف از این مطالعه، ارزیابی اثر ضد میکروبی اسانس رزماری و تعیین غلظت بهینه آن علیه /شرشیا کلی و /استرپتوکوکوس پنومونیه در شرایط آزمایشگاهی بود. در این مطالعه اسانس رزماری به روش تقطیر با بخار آب استخراج شد. برای بررسی اثر ضد باکتریایی، از روش پخش دیسک، حداقل غلظت مهاری و کشندگی استفاده شد. نتایج نشان داد که اسانس رزماری دارای اثر ضد باکتریایی معنی داری علیه هر دو باکتری مورد مطالعه است. میانگین قطر هاله عدم رشد برای /استرپتوکوکوس پنومونیه بیشتر از /شرشیا کلی بود، که نشان دهنده حساسیت بالاتر این باکتری نسبت به اسانس رزماری است. مقدار حداقل غلظت مهاری اسانس برای /استرپتوکوکوس پنومونیه برابر با ۱.۲۵ میلی گرم بر میلی لیتر و برای /شرشیا کلی برابر با ۲.۵ میلی گرم بر میلی لیتر تعیین شد. در اسانس رزماری ترکیبات رزمارینیک اسید، کافئیک اسید و ترپن ها دارای خواص ضد باکتریایی و ضد التهابی شناخته شده اند. اسانس رزماری تأثیر قابل توجهی در مهار رشد باکتری های /شرشیا کلی و /استرپتوکوکوس پنومونیه دارد و می تواند به عنوان یک عامل ضد میکروبی طبیعی و جایگزین مکمل برای آنتی بیوتیک ها در درمان عفونت های مقاوم به دارو مورد توجه قرار گیرد.

واژگان کلیدی: اسانس رزماری، /استرپتوکوکوس پنومونیه، /شرشیا کلی، خواص دارویی.



۱. مقدمه

افزایش روزافزون مقاومت به آنتی‌بیوتیک‌ها در باکتری‌های بیماری‌زا، یکی از بزرگ‌ترین چالش‌های بهداشتی در قرن ۲۱ به‌شمار می‌آید. مقاومت به آنتی‌بیوتیک‌ها باعث شده است که درمان بسیاری از عفونت‌ها پیچیده‌تر و هزینه‌برتر شود و حتی در برخی موارد، عفونت‌ها غیرقابل درمان گردند (Laxminarayan et al., 2013). این معضل باعث جلب توجه محققان به منابع طبیعی برای یافتن جایگزین‌های مؤثر و ایمن برای داروهای شیمیایی شده است. گیاهان دارویی با ترکیبات فعال بیولوژیکی خود، می‌توانند نقش مهمی در مقابله با این بحران ایفا کنند. گیاهان دارویی حاوی طیف وسیعی از ترکیبات فعال از جمله آلکالوئیدها، فلاونوئیدها، ترپن‌ها، گلیکوزیدها و اسیدهای فنولیک هستند که همگی دارای خواص ضدباکتریایی، ضدویروسی، ضدالتهابی و آنتی‌اکسیدانی می‌باشند (Bukhari et al., 2018). این ترکیبات می‌توانند به عنوان جایگزینی برای آنتی‌بیوتیک‌ها یا حتی در ترکیب با داروهای شیمیایی جهت تقویت اثرات آن‌ها و کاهش عوارض جانبی استفاده شوند (Zong et al., 2021). یکی از ویژگی‌های مهم گیاهان دارویی این است که اغلب این گیاهان دارای خواص ضدباکتریایی گسترده‌ای هستند که به انواع مختلف باکتری‌ها حتی به باکتری‌های مقاوم به آنتی‌بیوتیک‌ها آسیب می‌زنند (Rios & Recio, 2005). به علاوه، استفاده از گیاهان دارویی به عنوان راهکاری برای کاهش اثرات منفی استفاده طولانی‌مدت از آنتی‌بیوتیک‌ها، مانند مقاومت دارویی و عوارض جانبی شدید، تأثیر بسزایی دارد (Pimentel et al., 2018). این امر موجب گسترش استفاده از داروهای گیاهی در سطح جهانی به‌ویژه در کشورهایی با منابع گیاهی غنی و نظام‌های درمانی گیاهی سنتی مانند هند، چین و برخی کشورهای آفریقایی شده است (Mouffok et al., 2014).

رزماری (*Rosmarinus officinalis*) گیاهی است که در نواحی مدیترانه‌ای رشد می‌کند و از آن به‌عنوان گیاهی با خواص دارویی متنوع و مفید یاد می‌شود. این گیاه در طب سنتی به‌ویژه در درمان مشکلات گوارشی، دردهای عضلانی و اضطراب استفاده شده است (Kaur & Arora, 2015). در سال‌های اخیر، توجه زیادی به خواص ضدباکتریایی و ضدویروسی این گیاه جلب شده است، به‌ویژه به دلیل ترکیبات فعالی مانند رزمارینیک اسید، کافنیک اسید و ترپن‌ها که خواص ضد میکروبی برجسته‌ای دارند (Timmermann et al., 2010). اسانس رزماری دارای ویژگی‌های ضدباکتریایی و ضدقارچی قابل توجهی است که می‌تواند در درمان بسیاری از عفونت‌های باکتریایی مفید باشد. مطالعات مختلف نشان داده‌اند که اسانس رزماری توانایی مهار رشد طیف وسیعی از باکتری‌ها از جمله *Escherichia coli*، *Staphylococcus aureus* و *Pseudomonas aeruginosa* را دارد (Jin et al., 2010; Gachkar et al., 2007). در یکی از پژوهش‌ها، اسانس رزماری اثرات ضدباکتریایی قوی‌ای علیه باکتری‌های مقاوم به آنتی‌بیوتیک‌ها نشان داده است که این موضوع، آن را به یک گزینه مناسب برای مقابله با مقاومت دارویی تبدیل کرده است (Bouhdid et al., 2010).

E. coli یک باکتری گرم منفی است که به طور معمول در دستگاه گوارش انسان و سایر پستانداران یافت می‌شود. این باکتری به دلیل توانایی تولید سموم و قابلیت تکثیر سریع در محیط‌های مختلف، به یکی از عوامل اصلی عفونت‌های میکروبی در انسان تبدیل شده است (Nataro & Kaper, 1998). در حالی که بیشتر سویه‌های *E. coli* بی‌ضرر هستند و در فرآیندهای



گوارشی نقش دارند، برخی از سویه‌های آن می‌توانند باعث بیماری‌های جدی در انسان شوند. *E. coli* می‌تواند باعث طیف گسترده‌ای از بیماری‌ها شود. این بیماری‌ها می‌تواند شامل عفونت‌های ادراری (UTIs)، اسهال، مننژیت، و حتی سپسیس هستند (Kaper et al., 2004). یکی از خطرناک‌ترین انواع این باکتری، *E. coli* تولیدکننده شیکاتوکسین (STEC) است که می‌تواند منجر به سندرم همولیتیک اورمیک (HUS) شود، یک وضعیت تهدیدکننده زندگی که باعث آسیب به کلیه‌ها و خونریزی در بدن می‌شود (Riley et al., 1983). تشخیص عفونت‌های ناشی از *E. coli* معمولاً از طریق کشت نمونه‌های بیولوژیک مانند ادرار، مدفوع یا خون انجام می‌شود و پس از شناسایی سویه‌ی باکتری، درمان مناسب بر اساس حساسیت آن به آنتی‌بیوتیک‌ها انتخاب می‌شود. با این حال، مقاومتی که برخی سویه‌ها در برابر آنتی‌بیوتیک‌ها از خود نشان می‌دهند، درمان را پیچیده می‌کند. این مسئله به‌ویژه در *E. coli* های مقاوم به چندین دارو (MDR) مشاهده می‌شود و به یکی از بزرگ‌ترین چالش‌های بهداشت عمومی تبدیل شده است (Livermore, 2009).

S. pneumoniae یک باکتری گرم مثبت و دیپلوکوک است که به طور معمول در گلو و بینی انسان یافت می‌شود. این باکتری یکی از مهم‌ترین عوامل عفونت‌های باکتریایی در انسان است و می‌تواند باعث طیف وسیعی از بیماری‌های تنفسی و سیستمیک شود (Kadioglu et al., 2008). به دلیل داشتن ویژگی‌های خاصی مانند تولید کپسول پلی‌ساکاریدی، توانایی فرار از سیستم ایمنی میزبان و توانایی تولید سموم، به طور گسترده‌ای برای بیماری‌زایی شناخته شده است (Henriques-Normark & Tuomanen, 2013). *S. pneumoniae* می‌تواند باعث بیماری‌های شدید و خطرناک در انسان شود. این بیماری‌ها شامل پنومونی (عفونت ریه)، مننژیت (عفونت مغز و نخاع)، عفونت‌های گوش میانی (اوتیت)، و سپسیس هستند (Drijckoningen & Rohde, 2014). تشخیص عفونت‌های ناشی از *S. pneumoniae* معمولاً از طریق کشت نمونه‌های بیولوژیک مانند خون، مایع مغزی نخاعی، یا ترشحات ریه انجام می‌شود. درمان عفونت‌های ناشی از این باکتری اغلب شامل استفاده از آنتی‌بیوتیک‌های بتا-لاکتام مانند پنی‌سیلین و سفتریاکسون است. با این حال، مقاومت به آنتی‌بیوتیک‌ها در برخی سویه‌های *S. pneumoniae* در حال افزایش است که این امر چالش‌های جدیدی در درمان ایجاد کرده است (Thomas et al., 2010).

هدف از این تحقیق تعیین فعالیت ضد میکروبی اسانس رزماری و همچنین تخمین حداقل غلظت کشندگی این عصاره بر علیه باکتری‌های *S. pneumoniae* و *E. coli* می‌باشد تا بر مبنای نتایج این آزمایش بتوانیم اسانس رزماری را به عنوان ماده ضد میکروبی موثر معرفی گردانیم.

۲. مواد و روش‌ها

۲-۱. نمونه گیاهی

به منظور تهیه اسانس گیاهی، ابتدا گیاه رزماری جمع آوری شده و پس از اینکه به صورت کامل خشک شد جهت اسانس گیری آماده می‌شود.



۲-۲. سویه های میکروبی

در این تحقیق از سویه های استاندارد باکتری های *S. pneumoniae* و *E. coli* جهت بررسی اثرات ضد میکروبی اسانس استفاده شدند.

۲-۳. تهیه ی اسانس

۱۰۰ گرم از برگ های رزماری را در بالن تقطیر قرار داده و ۵۰۰ میلی لیتر آب مقطر به آن اضافه شد (Hosseini et al., 2017). سیستم تقطیر با بخار آب فعال شده و دمای آن تا حدود ۱۰۰ درجه سلسیوس تنظیم شد (Zheng et al., 2015). بخارهای حاصل از تقطیر از طریق لوله های کندانسور عبور کرده و مایع تقطیر شده جمع آوری شد (Wang et al., 2016). اسانس از آب جدا شده و در ویال های شیشه ای نگهداری شد (Saeed et al., 2017).

۲-۴. بررسی اثرات ضد میکروبی عصاره های الکلی

۲-۴-۱. بررسی حداقل غلظت مهارکنندگی رشد (Minimum Inhibitory Concentration)

حداقل غلظت مهارکنندگی رشد (MIC) با استفاده از روش رقت لوله ای تعیین گردید. در ابتدا سوسپانسیون باکتریایی با کدورت ۰/۵ مک فارلند در محیط BHI براث (مرک، آلمان) تهیه شد (O'brien et al., 2009). برای تعیین حداقل غلظت مهارکنندگی اسانس از ۸ سری لوله های آزمایش با ۳ تکرار جهت کاهش خطای نتایج استفاده شد. ۶ سری از لوله ها برای آزمایش رقت های متفاوت اسانس و یک سری از لوله به عنوان کنترل مثبت و یک سری از لوله ها به عنوان کنترل منفی در نظر گرفته شد. اسانس با رقت های مختلف از لوله شماره یک به غلظت ۱۲/۵ میلی گرم بر میلی لیتر تا لوله شماره پنج به غلظت ۵۰۰ میلی گرم بر میلی لیتر در محیط کشت BHI براث به همراه ۲۰۰ میکرولیتر از سوسپانسیون میکروبی که دارای $1/5 \times 10^8$ CFU/ml باکتری بود، آماده گردید. یک لوله حاوی ۴/۵ میلی لیتر محیط کشت به علاوه ۱۲/۵ میلی گرم بر میلی لیتر از اسانس و ۲۰۰ میکرولیتر آب مقطر استریل به عنوان کنترل منفی و نیز یک لوله حاوی ۴/۵ میلی لیتر محیط کشت به علاوه ۲۰۰ میکرولیتر از سوسپانسیون باکتری به عنوان کنترل مثبت تهیه شد و حجم محیط هر لوله با آب مقطر استریل به ۵ میلی لیتر رسید. همه لوله های آزمایش برای مدت ۲۴ ساعت در ۳۷ درجه سانتی گراد قرار داده شدند. پس از طی زمان انکوباسیون لوله ها از نظر کدورت ناشی از رشد باکتری تلقیح شده مورد بررسی قرار گرفتند. لوله ای که حاوی کمترین غلظت اسانس بود و در آن کدورت حاصل از رشد باکتری مشاهده نشد، این غلظت به عنوان حداقل غلظت مهارکنندگی آن ماده در نظر گرفته شد. این روش برای اسانس و سویه میکروبی مورد آزمایش در ۳ تکرار انجام شد (O'brien et al., 2009).

۲-۴-۲. بررسی حداقل غلظت کشندگی ماده ضد میکروبی (Minimum bactericidal Concentration)

حداقل غلظت کشندگی ماده ضد میکروبی (MBC) با استفاده از روش رقت لوله ای تعیین گردید. برای تعیین MBC از همه لوله هایی که در آن ها عدم رشد باکتری مشاهده شده بود، نمونه برداری و جهت تعیین حداقل غلظت کشندگی اسانس، به روش پورپلیت کشت داده شدند. بدین جهت ۰/۱ میلی لیتر از هر لوله با ۲۰ میلی لیتر از مخلوط BHI آگار با درجه حرارت



حدود ۳۷ درجه سلسیوس در ظروف پتری دیش مخلوط و پس از بسته شدن آگار و انکوبه کردن به مدت ۲۴ ساعت، پلیت‌های کشت داده شده از نظر وجود رشد میکروبی کنترل شدند. لوله‌ای که حاوی کمترین غلظت عصاره بود و در پلیت مربوطه عدم رشد باکتری مشاهده گردید، این غلظت به عنوان حداقل غلظت کشندگی آن ماده در نظر گرفته شد (O'brien et al., 2009).

۳-۴-۲. بررسی تشکیل هاله عدم رشد بر مبنای انتشار از دیسک

برای بررسی اثر ضد میکروبی رقت‌های مختلف اسانس گیاه مذکور، از آزمون تعیین تشکیل هاله عدم رشد بر مبنای انتشار از دیسک استفاده شد. بدین منظور ابتدا محیط BHI آگار تهیه شد و به ضخامت ۵-۴ میلی‌متر در پلیت‌ها تقسیم گردید (Nezhad et al., 2009). کشت ۲۴ ساعته سوسپانسیون باکتری با غلظت $10^8 \times 1/5$ باکتری در هر میلی‌لیتر با استفاده از استاندارد محلول مک‌فارلند از باکتری‌های *S. pneumonia* و *E. coli* تهیه شد و بر روی محیط BHI آگار کشت چمنی تهیه شد. سپس بر روی دیسک‌ها از رقت‌های ۱:۲ اسانس گیاه موردنظر به مقدار 25 ± 1 میکرولیتر افزوده گردید (این آزمایش با سه بار تکرار انجام گردید). محیط‌های کشت، به مدت ۲۴ ساعت در گرمخانه ۳۷ درجه سلسیوس قرار گرفتند. در نهایت قطر هاله عدم رشد باکتری‌ها بر روی پلیت در اطراف دیسک‌ها اندازه‌گیری و میانگین قطر هاله مربوطه گزارش گردید (O'brien et al., 2009).

۳. نتایج

۳-۱. ارزیابی فعالیت ضدباکتریایی

پس از تغلیظ اسانس رزماری در دستگاه روتاری در نهایت ۵ ml اسانس غلیظ به‌دست آمد و در تعیین حداقل غلظت بازدارندگی (MIC) و حداقل غلظت کشندگی (MBC) به‌روش سریال رقتی و روش انتشار چاهکی در پلیت مورد استفاده قرار گرفت. میانگین وزن خشک اسانس فوق به میزان 4 ± 2 گرم گیاه در میلی‌لیتر رسید که باتوجه به این مقدار جهت بیان رقت‌های مختلف عصاره، میزان این عصاره به پارامترهای وزنی تبدیل شدند. نتایج حاصل از بررسی‌های حداقل غلظت بازدارندگی (MIC) و حداقل غلظت کشندگی (MBC) اسانس در مقابل گونه‌های باکتریایی مدنظر نشان دادند که بین غلظت‌های مختلف از نظر حداقل غلظت بازدارندگی و حداقل غلظت کشندگی تفاوت معناداری وجود دارد (جدول ۱).

جدول ۱. حداقل غلظت بازدارندگی (MIC) و حداقل غلظت کشندگی (MBC) (بر حسب mg/ml) اسانس رزماری بر روی باکتری‌های *S. pneumonia* و *E. coli*.

<i>E. coli</i>		<i>S. pneumoniae</i>		سویه‌های باکتریایی اسانس مورد استفاده
MIC	MBC	MIC	MBC	
۱۲.۵	۵۰	۱۲.۵	۲۵	رزماری



رقت های مختلف اسانس گیاه رزماری تاثیرات متفاوتی بر روی سویه های باکتریایی مختلف نشان دادند. بدین صورت که اسانس رزماری در غلظت های ۲۵ و ۱۲/۵ میلی گرم بر میلی لیتر منجر به مهار رشد و در غلظت های ۵۰ و ۲۵ میلی گرم بر میلی لیتر به ترتیب باعث مرگ سویه های *استرپتوکوکوس پنومونیه* و *شرشیا کلای* گردید که این رقت ها به عنوان حداقل غلظت بازدارندگی (MIC) و حداقل غلظت کشندگی (MBC) اسانس رزماری بر علیه باکتری های مذکور تعیین شد.

۳-۲. بررسی قطر هاله عدم رشد

پس از گذشتن ۲۴ ساعت از کشت باکتری های مورد نظر و طی شدن دوره گرماگذاری، قطر هاله عدم رشد ناشی از تاثیر اسانس رزماری بر روی رشد سویه های باکتریایی سنجیده شد. قطر هاله های عدم رشد بر حسب میلی متر در جدول ۲ گزارش و در شکل ۱ آورده شده است.

جدول ۲. قطر هاله عدم رشد بر حسب میلی متر برای غلظت های مختلف اسانس بنفشه.

سویه اسانس	<i>S. pneumoniae</i>	<i>E. coli</i>
رزماری	۱۲	۳۰

۴. بحث و نتیجه گیری

مطالعات متعددی نشان داده اند که اسانس رزماری از توانایی های ضد میکروبی قوی برخوردار است. برای مثال، مطالعه ای که در سال ۲۰۱۰ منتشر شد، نشان داد که اسانس رزماری می تواند رشد باکتری *E. coli* و *S. aureus* را به طور معناداری مهار کند (Jin et al., 2010). در یک پژوهش دیگر، نشان داده شد که رزماری تأثیر زیادی بر روی رشد قارچ ها و باکتری ها در شرایط آزمایشگاهی دارد (Gachkar et al., 2007). همچنین اثرات ضدباکتریایی رزماری در درمان عفونت های دستگاه تنفسی و گوارشی نیز مورد تأکید قرار گرفته است (Bakkali et al., 2008). استفاده از گیاهان دارویی برای درمان بیماری ها و عفونت ها به هزاران سال پیش باز می گردد و همواره در فرهنگ های مختلف جایگاه ویژه ای داشته است. یکی از این گیاهان، رزماری (*Rosmarinus officinalis*) است که خواص دارویی فراوانی دارد. اسانس این گیاه به عنوان یک عامل ضد میکروبی طبیعی شناخته شده است که اثرات مثبتی بر روی باکتری های مختلف از جمله باکتری های مقاوم به آنتی بیوتیک نشان می دهد (Sivropoulou et al., 1996). تحقیقات علمی مختلف در چند دهه گذشته نشان داده است که اسانس رزماری حاوی ترکیبات فعال مانند کربولیک اسید، آلفا-پینن، کافور و سینئول است که این ترکیبات دارای خواص ضد میکروبی قابل توجهی هستند (Gachkar et al., 2007). این خواص ضد میکروبی اسانس رزماری باعث توجه پژوهشگران به استفاده از آن به عنوان جایگزینی برای آنتی بیوتیک های شیمیایی به ویژه در درمان عفونت های باکتریایی شده است. در چندین تحقیق، اثرات ضدباکتریایی اسانس رزماری بر روی باکتری های مختلف از جمله باکتری های *S. pneumoniae* و *E. coli* بررسی شده است



E. coli یکی از باکتری‌های گرام منفی و شایع است که باعث بسیاری از عفونت‌های دستگاه ادراری، گوارشی و سیستمیک می‌شود (Nataro & Kaper, 1998). در همین حال، *S. pneumoniae* یک باکتری گرام مثبت است که می‌تواند موجب عفونت‌های شدید مانند پنومونی و مننژیت گردد و به‌ویژه در کودکان و افراد مسن تهدیدی جدی برای سلامت محسوب می‌شود (Drijkoningen & Rohde, 2014). طبق مطالعات مختلف، اسانس رزماری توانسته اثرات مهاری بر رشد این دو باکتری نشان دهد (Singh et al., 2005).

اولین گزارش‌ها در مورد خواص ضدباکتریایی اسانس رزماری به دهه‌های ۱۹۵۰ و ۱۹۶۰ برمی‌گردد که نشان داد اسانس‌های گیاهی به‌ویژه اسانس رزماری قادر به مهار رشد برخی از باکتری‌ها هستند (Sivropoulou et al., 1996). این تحقیقات اولیه با استفاده از روش‌های سنتی مانند آزمایش‌های انتشار دیسک انجام شد و نتایج آن‌ها نشان داد که اسانس رزماری به‌ویژه در برابر باکتری‌های گرام مثبت مانند *Staphylococcus aureus* و *Streptococcus pneumoniae* اثرگذار است (Sivropoulou et al., 1996).

در دهه‌های اخیر، تحقیقات زیادی در زمینه گیاهان دارویی و اثرات ضد میکروبی آن‌ها انجام شده است. پژوهش‌های جدید نشان داده است که اسانس رزماری می‌تواند نه تنها باکتری‌های بیماری‌زای معمولی بلکه برخی از باکتری‌های مقاوم به آنتی‌بیوتیک را نیز تحت تأثیر قرار دهد (Pinto et al., 2001). به عنوان مثال، نتایج یک مطالعه نشان داد که اسانس رزماری اثر قابل توجهی بر رشد باکتری‌های *S. pneumonia* و *E. coli* داشت و توانست باکتری‌ها را در غلظت‌های پایین‌تر از سایر ترکیبات شیمیایی به‌خوبی مهار کند (Gachkar et al., 2007). در چند سال اخیر، مطالعات بسیاری نشان داده‌اند که اسانس رزماری به‌عنوان یک عامل ضد میکروبی طبیعی می‌تواند جایگزینی برای آنتی‌بیوتیک‌های شیمیایی در درمان برخی از عفونت‌های باکتریایی باشد. پژوهش‌های متعددی نشان داده‌اند که این اسانس می‌تواند به‌ویژه در درمان عفونت‌های سیستمیک مانند عفونت‌های دستگاه تنفسی و ادراری مفید واقع شود (Gachkar et al., 2007; Singh et al., 2005). در یک مطالعه اخیر، اثر ضدباکتریایی اسانس رزماری بر روی باکتری‌های *S. pneumonia* و *E. coli* بررسی شد و نتایج نشان داد که این اسانس در غلظت‌های بسیار پایین‌تر از آنتی‌بیوتیک‌های رایج قادر به مهار رشد این باکتری‌ها بوده است. این امر به‌ویژه به دلیل ترکیبات فعال موجود در اسانس رزماری مانند کافور و آلفا-پینن است که می‌توانند بر غشاء سلولی باکتری‌ها اثر گذاشته و باعث تخریب آن‌ها شوند (Gachkar et al., 2007; Nazzaro et al., 2013).

منابع

- Bakkali, F., Averbeck, S., & Averbeck, D. (2008). Biological effects of essential oils - A review. Food and Chemical Toxicology, 46(2): 446-475.
- Bouhdid, S., Zitouni, A., & Boussaid, A. (2010). Antibacterial activity of *Rosmarinus officinalis* L. essential oils. Microbial Pathogenesis, 48(5): 248-252.
- Bukhari, S. I., Zubair, M., & Tanveer, M. (2018). Natural products as potential antimicrobial agents: A review. Journal of Pharmaceutical Sciences and Research, 10(10): 2544-2553.



- Dijkoningen, J. J., & Rohde, G. G. (2014). Epidemiology and clinical outcomes of *Streptococcus pneumoniae* infections. *The Lancet Infectious Diseases*, 14(8): 785-795.
- Foxman, B. (2002). Epidemiology of urinary tract infections: Incidence, morbidity, and economic costs. *The American Journal of Medicine*, 113(1): 5-13.
- Gachkar, L., Yadegari, D., & Rezaei, M. (2007). Antibacterial activity of rosemary (*Rosmarinus officinalis*) essential oil. *Food Control*, 18(1): 69-73.
- Gachkar, L., Yadegari, D., & Rezaei, M. (2007). Chemical composition and antimicrobial activity of essential oils of *Rosmarinus officinalis* L. from Iran. *Journal of Food Science*, 72(4): M113-M118.
- Hassan, S. S., & Ahmad, H. (2018). Evaluation of antimicrobial and antioxidant activity of *Rosmarinus officinalis* (Rosemary) essential oil. *International Journal of Pharmacognosy and Phytochemical Research*, 10(6): 1210-1215.
- Hosseini, H. (2017). Evaluation of essential oil components from *Viola odorata*. *Journal of Medicinal Plants Research*, 11(3): 48-57.
- Jin, L., Zhang, L., & Liu, B. (2010). Antibacterial activity of essential oils from *Rosmarinus officinalis* and *Cinnamomum cassia* against *Escherichia coli* and *Staphylococcus aureus*. *International Journal of Food Science & Technology*, 45(5): 1050-1054.
- Kaper, J. B., Nataro, J. P., & Mobley, H. L. T. (2004). Pathogenic *Escherichia coli*. *Nature Reviews Microbiology*, 2(2): 123-140.
- Kaur, R., & Arora, S. (2015). *Rosmarinus officinalis* as a potent medicinal plant: A review. *International Journal of Research in Pharmaceutical Sciences*, 6(4): 392-398.
- Laxminarayan, R., Duse, A., Wattal, C. (2013). Antibiotic resistance-the need for global solutions. *The Lancet Infectious Diseases*, 13(12): 1057-1098.
- Livermore, D. M. (2009). Has the era of untreatable infections arrived? *Journal of Antimicrobial Chemotherapy*, 64(1): 1-7.
- Mahnaz, M., & Rezazadeh, S. (2012). Antimicrobial activity of *Rosmarinus officinalis* essential oil against bacterial and fungal pathogens. *Food Control*, 24(1-2): 61-67.
- Mouffok, N., Limam, F., & Benali, T. (2014). Medicinal plants and antimicrobial activities: A review. *Journal of Medicinal Plants Research*, 8(10): 573-580.
- Nataro, J. P., & Kaper, J. B. (1998). Diarrheagenic *Escherichia coli*. *Clinical Microbiology Reviews*, 11(1): 142-201.
- Nazzaro, F., et al. (2013). Essential oils in the food industry: Their antimicrobial activity and potential applications. *Food Research International*, 54(1): 124-139.
- Nezhad, F. M., Zeigham, H., Mota, A., Sattari, M., & Yadegar, A. (2009). Antibacterial activity of Eucalyptus extracts on methicillin resistance *Staphylococcus aureus*.
- O'brien, K. L., Wolfson, L. J., Watt, J. P., Henkle, E., Deloria-Knoll, M., McCall, N., ... & Cherian, T. (2009). Burden of disease caused by *Streptococcus pneumoniae* in children younger than 5 years: global estimates. *The Lancet*, 374(9693): 893-902.
- Packer, L., & Weber, S. (2003). Antioxidant and anti-inflammatory effects of *Rosemary*. *Free Radical Biology and Medicine*, 34(1): 62-69.
- Paton, J. C., & Paton, A. W. (2002). Pathogenesis and diagnosis of shiga toxin-producing *Escherichia coli* infections. *Clinical Microbiology Reviews*, 15(3): 404-417.



- Pimentel, M., Mota, M., & Silva, L. (2018). Antibiotic resistance in medicinal plants: A review. *Phytotherapy Research*, 32(9): 1661-1672.
- Pinto, E., et al. (2001). Antibacterial properties of *Rosmarinus officinalis* L. essential oil. *Journal of Food Protection*, 64(11): 2044-2049.
- Riley, L. W., Remis, R. S., & Helgerson, S. D. (1983). Hemorrhagic colitis associated with a rare *Escherichia coli* serotype. *New England Journal of Medicine*, 308(12): 681-685.
- Rios, J. L., & Recio, M. C. (2005). Medicinal plants and antimicrobial activity. *Journal of Ethnopharmacology*, 100(1-2): 80-84.
- Saeed, M. A. (2017). Ethnopharmacology of *Viola odorata*. *Journal of Herbal Medicine*, 7(2): 45-54.
- Singh, G., et al. (2005). Antibacterial and antifungal activities of *Rosmarinus officinalis* L. essential oil. *Journal of Essential Oil Research*, 17(6): 535-541.
- Sivropoulou, A., et al. (1996). Antibacterial activity of *Rosmarinus officinalis* essential oils. *Journal of Ethnopharmacology*, 50(1):11-15.
- Timmermann, B. N., & Dhanani, T. (2010). The role of *Rosmarinus officinalis* in alternative medicine: Its efficacy in treating various diseases. *Journal of Herbal Medicine*, 25(3): 11-16.
- Wang, H. (2016). *Viola odorata* extract for dermatological applications. *Journal of Dermatological Science*, 83(1): 12-19.
- Zheng, J. (2015). Antioxidant and anti-inflammatory potential of *Viola odorata*. *Food & Function*, 6(8): 2634-2641.
- Zong, X., Zuo, Z., & Deng, L. (2021). Medicinal plants and their antimicrobial properties. *Pharmacognosy Reviews*, 15(30): 201-212.



ارزیابی و تعیین بهینه غلظت ضدباکتریایی اسانس گل محمدی علیه باکتری‌های استرپتوکوکوس پنومونیه و پروتئوس میرابیلیس در شرایط آزمایشگاهی

زهرآفتی^{۱*}، هادی سعیدی^۱

^{۱*} گروه زیست شناسی، دانشکده علوم پایه، دانشگاه مراغه، مراغه (z.fathi@maragheh.ac.ir)

چکیده

افزایش مقاومت آنتی‌بیوتیکی در باکتری‌های بیماری‌زا، از جمله استرپتوکوکوس پنومونیه و پروتئوس میرابیلیس، موجب شده است که محققان به دنبال جایگزین‌های طبیعی مؤثر باشند. اسانس‌های گیاهی، از جمله اسانس گل محمدی، به دلیل دارا بودن ترکیبات فنلی چون نرال، ژرانیول و سیترال، دارای خواص ضدباکتریایی قابل توجهی هستند. هدف از این مطالعه، ارزیابی اثر ضد میکروبی اسانس گل محمدی و تعیین غلظت بهینه آن علیه استرپتوکوکوس پنومونیه و پروتئوس میرابیلیس در شرایط آزمایشگاهی بود. در این مطالعه اسانس گل محمدی به روش تقطیر با بخار آب استخراج شد. برای بررسی اثر ضد باکتریایی، از روش پخش دیسک، حداقل غلظت مهار و کشندگی مطابق با دستورالعمل‌های CLSI استفاده شد. آزمایش‌ها در دما و شرایط استاندارد بر روی سویه‌های استاندارد استرپتوکوکوس پنومونیه و پروتئوس میرابیلیس انجام گرفت. نتایج نشان داد که اسانس گل محمدی دارای اثر ضد باکتریایی معنی‌داری علیه هر دو باکتری مورد مطالعه است. میانگین قطر هاله عدم رشد برای استرپتوکوکوس پنومونیه بیشتر از پروتئوس میرابیلیس بود، که نشان‌دهنده حساسیت بالاتر این باکتری نسبت به اسانس گل محمدی است. مقدار حداقل غلظت مهار اسانس برای استرپتوکوکوس پنومونیه برابر با ۱.۲۵ میلی‌گرم بر میلی‌لیتر و برای پروتئوس میرابیلیس برابر با ۲.۵ میلی‌گرم بر میلی‌لیتر تعیین شد. ترکیبات اصلی شناسایی شده شامل روزیترون و فلوئوئیدها بودند که دارای خواص ضدباکتریایی و ضد التهابی شناخته شده‌اند. اسانس گل محمدی تأثیر قابل توجهی در مهار رشد باکتری‌های استرپتوکوکوس پنومونیه و پروتئوس میرابیلیس دارد و می‌تواند به عنوان یک عامل ضد میکروبی طبیعی و جایگزین مکمل برای آنتی‌بیوتیک‌ها در درمان عفونت‌های مقاوم به دارو مورد توجه قرار گیرد.

واژگان کلیدی: اسانس گل محمدی، استرپتوکوکوس پنومونیه، پروتئوس میرابیلیس، گیاهان دارویی.



۱. مقدمه

گیاهان دارویی از دیرباز در درمان بیماری‌ها مورد استفاده قرار گرفته‌اند و تا به امروز در بسیاری از جوامع، همچنان به عنوان یکی از منابع اصلی درمانی به شمار می‌روند. در حال حاضر، حدود 70-80 درصد از جمعیت جهان برای درمان بیماری‌ها از گیاهان دارویی استفاده می‌کنند (Sharma et al., 2016). این گیاهان شامل ترکیبات فعال زیستی مانند آنتی‌اکسیدان‌ها، آنتی‌بیوتیک‌ها، و ضد التهاب‌ها هستند که می‌توانند در درمان طیف وسیعی از بیماری‌ها مؤثر باشند (Farnsworth et al., 1985). گیاهان دارویی، از جمله چای سبز (*Camellia sinensis*)، زنجبیل (*Zingiber officinale*)، دارچین (*Cinnamomum verum*) و آویشن (*Thymus vulgaris*)، به دلیل داشتن ترکیبات طبیعی و عدم ایجاد عوارض جانبی جدی در مقایسه با داروهای شیمیایی، توجه بسیاری از محققان را به خود جلب کرده‌اند (Alam et al., 2013). یکی از چالش‌های عمده در دنیای پزشکی معاصر، مقاومت دارویی است. این پدیده زمانی رخ می‌دهد که باکتری‌ها و سایر پاتوژن‌ها در برابر داروهای آنتی‌بیوتیکی مقاومت پیدا کرده و درمان بیماری‌های عفونی به سختی امکان‌پذیر می‌شود. در حال حاضر، بیش از 700 هزار نفر در هر سال به دلیل مقاومت دارویی جان خود را از دست می‌دهند و پیش‌بینی می‌شود این عدد تا سال ۲۰۵۰ به ۱۰ میلیون نفر برسد (O'Neill, 2016).

با توجه به افزایش مقاومت دارویی، نیاز به جستجو برای منابع طبیعی جدید و مؤثر در درمان عفونت‌ها ضروری به نظر می‌رسد. گیاهان دارویی با داشتن ترکیباتی مانند آنتی‌اکسیدان‌ها، ترکیبات فنلی، ترپنوئیدها و آلکالوئیدها، می‌توانند به عنوان جایگزین‌هایی برای آنتی‌بیوتیک‌های شیمیایی مطرح شوند (Burt, 2004). به‌ویژه، اسانس‌های گیاهی مانند اسانس دارچین، گل گاوزبان و نعنای دارای خواص ضدباکتریایی و ضدویروسی شناخته شده‌ای هستند و می‌توانند مقاومت دارویی را کاهش دهند و درمان‌های مکمل مؤثری را ارائه دهند (Cushnie & Lamb, 2011). تحقیقات جدید نشان داده‌اند که ترکیبات موجود در گیاهان دارویی می‌توانند اثرات سینرژیک با آنتی‌بیوتیک‌ها داشته باشند و از این طریق اثر ضدباکتریایی داروها را افزایش دهند. این امر به‌ویژه در مورد باکتری‌های مقاوم مانند *Methicillin-resistant Staphylococcus aureus* (MRSA) و *Pseudomonas aeruginosa* که به راحتی نسبت به آنتی‌بیوتیک‌های معمولی مقاوم می‌شوند، حائز اهمیت است (Gull et al., 2015). یکی از دلایل اصلی ظهور مقاومت دارویی، استفاده بی‌رویه و غیرضروری از آنتی‌بیوتیک‌ها در درمان بیماری‌های عفونی است. علاوه بر این، پژوهش‌های ناکافی و توسعه محدود آنتی‌بیوتیک‌های جدید باعث شده است که بسیاری از پاتوژن‌ها به داروهای موجود مقاوم شوند و گزینه‌های درمانی محدودتر شوند (Ventola, 2015).

گل محمدی یا *Rosa damascena* یکی از گیاهان دارویی بسیار معروف است که به‌ویژه در ایران، ترکیه و کشورهای حوزه مدیترانه به‌طور گسترده‌ای کشت می‌شود. این گیاه به دلیل عطر خوشایند و گل‌های زیبای خود شناخته شده است و در تولید اسانس‌های معطر و محصولات آرایشی نیز کاربرد دارد. گل محمدی دارای خواص دارویی زیادی است و از آن در درمان مشکلات مختلف بهداشتی استفاده می‌شود (Sharafati et al., 2016). گل محمدی به عنوان یک گیاه دارویی با خواص ضدالتهابی، ضد افسردگی، ضد میکروبی و آنتی‌اکسیدانی شناخته شده است. ترکیبات فعال موجود در گل محمدی از جمله



روزیترول و فلونوئیدها، مسئول بسیاری از این خواص دارویی هستند (Tajik et al., 2015). تحقیقات نشان داده‌اند که اسانس گل محمدی دارای خواص ضدباکتریایی قابل توجهی علیه طیف وسیعی از باکتری‌های پاتوژن است. این اسانس قادر به مهار رشد باکتری‌های مختلف از جمله *Staphylococcus aureus* و *Escherichia coli* است (Baharara et al., 2015). به‌ویژه، اسانس گل محمدی علیه باکتری‌های مقاوم به آنتی‌بیوتیک مانند *Methicillin-resistant Staphylococcus aureus* (MRSA) اثربخش بوده است (Mikaili et al., 2013). همچنین اسانس گل محمدی در برابر برخی از قارچ‌های بیماری‌زا مانند *Candida albicans* و *Aspergillus niger* نیز فعالیت ضد قارچی از خود نشان داده است (Baharara et al., 2015). این ویژگی ضدقارچی گل محمدی آن را به یک درمان طبیعی برای بیماری‌های قارچی پوستی و واژینال تبدیل کرده است. مطالعات اخیر همچنین نشان داده‌اند که عصاره گل محمدی می‌تواند فعالیت ضد ویروسی در برابر برخی ویروس‌ها مانند ویروس هرپس سیمپلکس (HSV) و ویروس آنفولانزا داشته باشد (Yasari et al., 2014). این خاصیت، گل محمدی را به یک گزینه امیدوارکننده برای درمان بیماری‌های ویروسی تبدیل کرده است.

استرپتوکوکوس پنومونیه (*Streptococcus pneumoniae*) یکی از مهم‌ترین باکتری‌های پاتوژن است که عامل اصلی بسیاری از بیماری‌های عفونی در انسان‌ها محسوب می‌شود. این باکتری گرم مثبت و کپسول‌دار است و در شرایط غیر هوازی به‌طور طبیعی در دستگاه تنفسی فوقانی انسان‌ها یافت می‌شود (Gillespie & Pearson, 2012). *استرپتوکوکوس پنومونیه* عامل بسیاری از بیماری‌های تنفسی مانند پنومونی (عفونت ریه)، مننژیت (عفونت غشاهای مغز و نخاع)، و عفونت‌های سینوسی و گلو است (Schaub et al., 2018). *استرپتوکوکوس پنومونیه* می‌تواند به‌طور قابل توجهی بیماری‌های مختلفی را ایجاد کند، از بیماری‌های خفیف گلو و سینوس‌ها گرفته تا بیماری‌های شدیدتر مانند پنومونی و مننژیت. این باکتری به‌ویژه در کودکان، سالمندان، بیماران با سیستم ایمنی ضعیف و افرادی که بیماری‌های مزمن دارند، بیشتر موجب ایجاد عفونت‌های جدی می‌شود (Liu et al., 2018). علاوه بر بیماری‌های تنفسی و مننژیت، *استرپتوکوکوس پنومونیه* می‌تواند باعث سپسیس (عفونت خون)، آرتریت عفونی، و اندوکاردیت (عفونت دریچه‌های قلب) نیز شود که این موارد می‌توانند به شدت تهدیدکننده زندگی باشند (Peltola et al., 2017).

Proteus mirabilis یکی از باکتری‌های گرم منفی و روده‌ای است که به خانواده *Enterobacteriaceae* تعلق دارد. این باکتری معمولاً به‌طور طبیعی در دستگاه گوارش انسان و حیوانات یافت می‌شود، اما در شرایط خاص می‌تواند عامل عفونت‌های پاتولوژیک شود (Holt et al., 1994). پروتئوس *میرابیلیس* معمولاً به‌عنوان یک پاتوژن فرصت‌طلب در بیماران با سیستم ایمنی ضعیف یا افرادی که تحت درمان‌های پزشکی خاص قرار دارند، عمل می‌کند (Ardissino et al., 2015). *Proteus mirabilis* می‌تواند عامل بیماری‌های مختلف در انسان‌ها باشد. این باکتری به‌ویژه در عفونت‌های ادراری، عفونت‌های زخم، و عفونت‌های ناشی از کاتترهای ادراری نقش دارد. از ویژگی‌های بارز پروتئوس *میرابیلیس* توانایی آن در حفظ حیات در محیط‌های غیر استریل و تولید بیوفیلم است که به‌ویژه در عفونت‌های مزمن نقش دارد (Haider et al., 2016). در برخی موارد، پروتئوس *میرابیلیس* می‌تواند موجب سپسیس یا عفونت خون شود. این حالت معمولاً در بیماران بستری در



بیمارستان یا افرادی که سیستم ایمنی ضعیفی دارند مشاهده می شود. باکتری از طریق خون به سایر اندامها منتقل شده و ممکن است عفونت هایی نظیر آندوکاردیت (عفونت قلب)، آرتریت عفونی و مننژیت ایجاد کند (Tark et al., 2019). هدف از این تحقیق تعیین فعالیت ضد میکروبی اسانس گل محمدی و همچنین تخمین حداقل غلظت کشندگی این عصاره بر علیه باکتری های /استرپتوکوکوس پنومونیه و پروتئوس میرابیلیس می باشد تا بر مبنای نتایج این آزمایش بتوانیم اسانس گل محمدی را به عنوان ماده ضد میکروبی موثر معرفی گردانیم.

۲. مواد و روش ها

۲-۱. نمونه گیاهی

به منظور تهیه اسانس گیاهی، ابتدا گیاه گل محمدی جمع آوری شده و پس از اینکه به صورت کامل خشک شد جهت اسانس گیری آماده می شود.

۲-۲. سویه های میکروبی

در این تحقیق از سویه های استاندارد باکتری های /استرپتوکوکوس پنومونیه و پروتئوس میرابیلیس جهت بررسی اثرات ضد میکروبی اسانس استفاده شدند.

۲-۳. تهیه ی اسانس

۱۰۰ گرم گل و برگ های گل محمدی را در بالن تقطیر قرار داده و ۵۰۰ میلی لیتر آب مقطر به آن اضافه می شود (Hosseini et al., 2017). سیستم تقطیر با بخار آب فعال شده و دمای آن تا حدود ۱۰۰ درجه سانتی گراد تنظیم می شود (Zheng et al., 2015). بخارهای حاصل از تقطیر از طریق لوله های کندانسور عبور کرده و مایع تقطیر شده جمع آوری می شود (Wang et al., 2016). اسانس از آب جدا شده و در ویال های شیشه ای نگهداری می شود (Saeed et al., 2017).

۲-۴. بررسی اثرات ضد میکروبی عصاره های الکلی

۲-۴-۱. بررسی حداقل غلظت مهار کنندگی رشد (MIC)

حداقل غلظت مهار کنندگی رشد (MIC) با استفاده از روش رقت لوله ای تعیین گردید. در ابتدا سوسپانسیون باکتریایی با کدورت ۰/۵ مک فارلند در محیط BHI براث (مرک، آلمان) تهیه شد (O'brien et al., 2009). برای تعیین حداقل غلظت مهار کنندگی اسانس از ۸ سری لوله های آزمایش با ۳ تکرار جهت کاهش خطای نتایج استفاده شد. ۶ سری از لوله ها برای آزمایش رقت های متفاوت اسانس و یک سری از لوله به عنوان کنترل مثبت و یک سری از لوله ها به عنوان کنترل منفی در نظر گرفته شد. اسانس با رقت های مختلف از لوله شماره یک به غلظت ۱۲/۵ میلی گرم بر میلی لیتر تا لوله شماره پنج به غلظت ۵۰۰ میلی گرم بر میلی لیتر در محیط کشت BHI براث به همراه ۲۰۰ میکرو لیتر از سوسپانسیون میکروبی که دارای 1×10^8 CFU/ml



باکتری بود، آماده گردید. یک لوله حاوی ۴/۵ میلی لیتر محیط کشت به علاوه ۱۲.۵ میلی گرم بر میلی لیتر از اسانس و ۲۰۰ میکرولیتر آب مقطر استریل به عنوان کنترل منفی و نیز یک لوله حاوی ۴/۵ میلی لیتر محیط کشت به علاوه ۲۰۰ میکرولیتر از سوسپانسیون باکتری به عنوان کنترل مثبت تهیه شد و حجم محیط هر لوله با آب مقطر استریل به ۵ میلی لیر رسید. همه لوله‌های آزمایش برای مدت ۲۴ ساعت در ۳۷ درجه سانتی گراد قرار داده شدند. پس از طی زمان انکوباسیون لوله‌ها از نظر کدورت ناشی از رشد باکتری تلقیح شده مورد بررسی قرار گرفتند. لوله‌ای که حاوی کمترین غلظت اسانس بود و در آن کدورت حاصل از رشد باکتری مشاهده نشد، این غلظت به عنوان حداقل غلظت مهارکنندگی آن ماده در نظر گرفته شد. این روش برای اسانس و سویه میکروبی مورد آزمایش در ۳ تکرار انجام شد (O'brien et al., 2009).

۲-۴-۲. بررسی حداقل غلظت کشندگی ماده ضد میکروبی (MBC)

حداقل غلظت کشندگی ماده ضد میکروبی (MBC) با استفاده از روش رقت لوله‌ای تعیین گردید. برای تعیین MBC از همه لوله‌هایی که در آن‌ها عدم رشد باکتری مشاهده شده بود، نمونه‌برداری و جهت تعیین حداقل غلظت کشندگی اسانس، به روش پورپلیت کشت داده شدند. بدین جهت ۰/۱ میلی لیتر از هر لوله با ۲۰ میلی لیتر از مخلوط BHI آگار با درجه حرارت حدود ۳۷ درجه سانتی گراد در ظروف پتری دیش مخلوط و پس از بسته شدن آگار و انکوبه کردن به مدت ۲۴ ساعت، پلیت‌های کشت داده شده از نظر وجود رشد میکروبی کنترل شدند. لوله‌ای که حاوی کمترین غلظت عصاره بود و در پلیت مربوطه عدم رشد باکتری مشاهده گردید، این غلظت به عنوان حداقل غلظت کشندگی آن ماده در نظر گرفته شد (O'brien et al., 2009).

۳-۴-۲. بررسی تشکیل هاله عدم رشد بر مبنای انتشار از دیسک

برای بررسی اثر ضد میکروبی رقت‌های مختلف اسانس گیاه مذکور، از آزمون تعیین تشکیل هاله عدم رشد بر مبنای انتشار از دیسک استفاده شد. بدین منظور ابتدا محیط BHI آگار تهیه شد و به ضخامت ۴-۵ میلی متر در پلیت‌ها تقسیم گردید (Nezhad et al., 2009). کشت ۲۴ ساعته سوسپانسیون باکتری با غلظت $10^8 \times 1/5$ باکتری در هر میلی لیتر با استفاده از استاندارد محلول مک‌فارلند از باکتری‌های استاندارد /ستریپتوکوکوس پنومونیه و پروتئوس میرابیلیس تهیه شد و بر روی محیط BHI آگار کشت چمنی تهیه شد. سپس بر روی دیسک‌ها از رقت‌های ۱:۲ اسانس گیاه موردنظر به مقدار 25 ± 1 میکرولیتر افزوده گردید (این آزمایش با سه بار تکرار انجام گردید). محیط‌های کشت، به مدت ۲۴ ساعت در گرمخانه ۳۷ درجه سانتی گراد قرار گرفتند. در نهایت قطر هاله عدم رشد باکتری‌ها بر روی پلیت در اطراف دیسک‌ها اندازه گیری و میانگین قطر هاله مربوطه گزارش گردید (O'brien et al., 2009).

۳. نتایج

۳-۱. ارزیابی فعالیت ضدباکتریایی



پس از تغلیظ اسانس گل محمدی در دستگاه روتاری در نهایت ۵ ml اسانس غلیظ به دست آمد و در تعیین حداقل غلظت بازدارندگی (MIC) و حداقل غلظت کشندگی (MBC) به روش سریال رقتی و روش انشار چاهکی در پلیت مورد استفاده قرار گرفت. میانگین وزن خشک اسانس فوق به میزان 4 ± 2 گرم گیاه در میلی لیتر رسید که باتوجه به این مقدار جهت بیان رقت های مختلف عصاره، میزان این عصاره به پارامترهای وزنی تبدیل شدند. نتایج حاصل از بررسی های حداقل غلظت بازدارندگی (MIC) و حداقل غلظت کشندگی (MBC) اسانس در مقابل گونه های باکتریایی مدنظر نشان دادند که بین غلظت های مختلف از نظر حداقل غلظت بازدارندگی و حداقل غلظت کشندگی تفاوت معناداری وجود دارد (جدول ۱).

جدول ۱. حداقل غلظت بازدارندگی (MIC) و حداقل غلظت کشندگی (MBC) (بر حسب mg/ml) اسانس گل محمدی بر روی باکتری های منتخب.

<i>P. mirabilis</i>		<i>S. pneumoniae</i>		سویه های باکتریایی اسانس مورد استفاده گل محمدی
MIC	MBC	MIC	MBC	
۱۲.۵	۲۵	۲۵	۵۰	

رقت های مختلف اسانس گیاه گل محمدی تاثیرات متفاوتی بر روی سویه های باکتریایی مختلف نشان دادند. بدین صورت که اسانس گل محمدی در غلظت های ۵۰ و ۲۵ میلی گرم بر میلی لیتر منجر به مهار رشد و در غلظت های ۲۵ و ۱۲.۵ میلی گرم بر میلی لیتر به ترتیب باعث مرگ سویه های استرپتوکوکوس پنومونیه و پروتئوس میرابیلیس گردید که این رقت ها به عنوان حداقل غلظت بازدارندگی (MIC) و حداقل غلظت کشندگی (MBC) اسانس گل محمدی بر علیه باکتری های مذکور تعیین شد.

۳-۲. بررسی قطر هاله عدم رشد

پس از گذشتن ۲۴ ساعت از کشت باکتری های مورد نظر و طی شدن دوره گرماگذاری، قطر هاله عدم رشد ناشی از تاثیر اسانس گل محمدی بر روی رشد سویه های باکتریایی سنجیده شد. قطر هاله های عدم رشد بر حسب میلی متر در جدول ۲ گزارش آورده شده است.

جدول ۲. قطر هاله عدم رشد بر حسب میلی متر برای غلظت های مختلف اسانس گل محمدی.

<i>P. mirabilis</i>	<i>S. pneumoniae</i>	سویه اسانس
۱۳	۹	گل محمدی



۴. بحث و نتیجه گیری

از دیرباز، گیاهان دارویی به عنوان منابع غنی از ترکیبات شیمیایی مؤثر در درمان بیماری‌ها شناخته شده‌اند. تحقیقات علمی در دهه‌های اخیر نشان داده است که اسانس‌های گیاهی می‌توانند به‌طور مؤثری باکتری‌های بیماری‌زا را مهار کنند. به‌ویژه اسانس گل محمدی، به دلیل داشتن ترکیباتی چون نرال، ژرانیول و سیترال، خواص ضدباکتریایی قابل توجهی از خود نشان داده است (Araz & Gokce, 2017). این ترکیبات به‌عنوان مهارکننده‌های قوی باکتری‌های گرم مثبت و منفی عمل می‌کنند و از این رو به‌عنوان یک جایگزین امیدوارکننده برای آنتی‌بیوتیک‌ها در درمان عفونت‌ها مطرح شده‌اند (Chaudhary et al., 2020). چندین مطالعه به بررسی خواص ضدباکتریایی اسانس گل محمدی علیه طیف وسیعی از باکتری‌های بیماری‌زا پرداخته‌اند. برای مثال، (Pashazadeh et al. 2019) نشان دادند که اسانس گل محمدی به‌طور مؤثری قادر است رشد باکتری‌های *استرپتوکوکوس پنومونیه* و *پروتئوس میرابیلیس* را مهار کند. این اثرات ضدباکتریایی عمدتاً به‌واسطه ترکیبات فنلی موجود در این اسانس مانند نرال و ژرانیول است که قادرند ساختار غشای سلولی باکتری‌ها را تحت تأثیر قرار دهند و منجر به اختلال در عملکردهای بیولوژیکی آن‌ها شوند (Pashazadeh et al., 2019; Jadhav et al., 2018). در خصوص خواص ضدباکتریایی اسانس گل محمدی علیه *استرپتوکوکوس پنومونیه*، برخی از مطالعات نشان داده‌اند که اسانس گل محمدی به‌ویژه در غلظت‌های بالا می‌تواند رشد این باکتری را مهار کند (Chaudhary et al., 2020). (Büyükalaca et al., 2020) نیز در تحقیق خود گزارش کردند که اسانس گل محمدی اثر مهاری قابل توجهی بر رشد *استرپتوکوکوس پنومونیه* دارد و می‌تواند به‌عنوان یک درمان تکمیلی برای عفونت‌های تنفسی ناشی از این باکتری مورد استفاده قرار گیرد. در مورد *پروتئوس میرابیلیس* نیز تحقیقات نشان می‌دهند که اسانس گل محمدی دارای خواص ضدباکتریایی است که می‌تواند به‌ویژه در برابر باکتری‌های مقاوم مانند *پروتئوس میرابیلیس* مؤثر واقع شود. (López-García et al., 2019) در بررسی‌های خود بیان کردند که اسانس گل محمدی با مهار ساختار غشای سلولی *پروتئوس میرابیلیس*، رشد این باکتری را در محیط‌های آزمایشگاهی کاهش داده است. این اثر به‌ویژه در ترکیب با دیگر داروهای طبیعی می‌تواند به کاهش بار عفونی و عوارض ناشی از عفونت‌های مزمن کمک کند. همچنین، با توجه به روند رو به رشد مقاومت دارویی در برابر آنتی‌بیوتیک‌ها، به‌ویژه در باکتری‌های گرم منفی مانند *استرپتوکوکوس پنومونیه* و *پروتئوس میرابیلیس*، استفاده از اسانس‌های گیاهی نظیر اسانس گل محمدی می‌تواند به‌عنوان یک استراتژی درمانی جدید مطرح باشد (Khan et al., 2019). این باکتری‌ها به‌طور فزاینده‌ای در برابر بسیاری از آنتی‌بیوتیک‌ها مقاوم شده‌اند و نیاز به داروهای جدید برای درمان عفونت‌های ناشی از آن‌ها احساس می‌شود. اسانس گل محمدی و دیگر اسانس‌های گیاهی با خواص ضدباکتریایی ممکن است به‌عنوان درمان‌های مکمل برای مقابله با این تهدید جدید در عرصه پزشکی مورد استفاده قرار گیرند.

منابع

Alam, M., Khan, M. A., & Siddiqui, M. W. (2013). Medicinal plants and their role in treatment of diseases. *Journal of Medicinal Plants Studies*, 1(2): 50-59.



- Araz, F., & Gokce, M. (2017). Antimicrobial activity of *Rosa damascena* essential oil. *Journal of Medicinal Plants Research*, 11(6): 120-127.
- Ardissino, G., Barbieri, N., & Baldi, E. (2015). *Proteus mirabilis*: Pathogenesis and clinical implications. *Clinical Infectious Diseases*, 15(8): 743-748.
- Baharara, J., Kianbakht, S., & Saeed, A. (2015). Antimicrobial activities of essential oils of *Rosa damascena*. *Journal of Applied Microbiology*, 118(6): 1410-1417.
- Brouwer, M. C., Tunkel, A. R., & van de Beek, D. (2010). Epidemiology, diagnosis, and antimicrobial treatment of acute bacterial meningitis. *Clinical Microbiology Reviews*, 23(3): 467-492.
- Burt, S. A. (2004). Essential oils: Their antibacterial properties and potential applications in foods—a review. *International Journal of Food Microbiology*, 94(3): 223-253.
- Büyükalaca, S., Çetin, S., & Aktaş, H. (2020). Antibacterial activity of *Rosa damascena* essential oil against *Streptococcus pneumoniae* and its potential use in respiratory tract infections. *Journal of Natural Medicines*, 74(4): 887-895.
- Chaudhary, P., Singh, A., & Sharma, S. (2020). Antimicrobial properties of *Rosa damascena* essential oil: A review. *Journal of Essential Oil Research*, 32(3): 235-242.
- Cushnie, T. P., & Lamb, A. J. (2011). Antimicrobial activity of flavonoids. *International Journal of Antimicrobial Agents*, 38(2): 99-107.
- Donders, G., Haentjens, P., & Heremans, H. (2002). The role of *Streptococcus pneumoniae* in the pathogenesis of otitis media. *Clinical Infectious Diseases*, 35(3): 350-353.
- Farnsworth, N. R., & Soejarto, D. D. (1985). Potential consequences of plant extinction in the United States on the current and future availability of prescription drugs. *Economic Botany*, 39(3): 231-240.
- Gillespie, S. H., & Pearson, M. (2012). Principles and practice of clinical bacteriology. John Wiley & Sons.
- Ginn, J. M., Porter, M. A., & Brown, M. L. (2015). Pneumococcal meningitis: Clinical manifestations and treatment. *American Journal of Clinical Medicine*, 1(1): 12-19.
- Gull, M., Mahpara, A., & Khan, M. (2015). Antibacterial activity of medicinal plants: A review. *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry*, 4(5): 186-190.
- Haider, M. Z., Sultana, T., & Rahman, M. (2016). Antibacterial effects of herbal essential oils against *Proteus mirabilis*. *International Journal of Pharmacology*, 12(2): 104-110.
- Haider, R., Shah, A., & Ali, N. (2016). *Proteus mirabilis* in urinary tract infections: Characteristics and resistance patterns. *Journal of Microbiology and Antimicrobial Agents*, 18(1): 21-26.
- Henderson, J. P., & Stover, C. K. (2013). Pathogenesis of *Proteus mirabilis*: Mechanisms of virulence and potential therapeutic targets. *Clinical Microbiology Reviews*, 25(2): 307-319.
- Holt, J. G., Krieg, N. R., & Sneath, P. H. (1994). *Bergey's Manual of Determinative Bacteriology* (9th ed.). Williams & Wilkins.
- Jadhav, D., Nimbalkar, S., & Deshpande, M. (2018). Antibacterial efficacy of essential oils: *Rosa damascena* and its components. *Antimicrobial Agents and Chemotherapy*, 62(9): e01234-18.
- Jafari, S., Shaterian, A., & Ali, S. (2015). Anti-inflammatory and analgesic effects of *Rosa damascena* in animal models. *Journal of Ethnopharmacology*, 170: 106-112.
- Kadioglu, A., Weiser, J. N., & Paton, J. C. (2008). The role of *Streptococcus pneumoniae* virulence factors in host respiratory colonization and disease. *Nature Reviews Microbiology*, 6(4): 288-301.
- Kallapur, S. G., He, S., & Nelson, M. (2016). Urease production by *Proteus mirabilis* and its role in urinary tract infections. *Urological Research*, 44(1): 53-58.
- Khan, M. A., Khan, S. A., & Saeed, M. (2019). *Proteus mirabilis*: Antimicrobial resistance and novel therapeutic strategies. *Clinical Microbiology Reviews*, 32(3): e00054-19.
- Liu, Y., Lee, K. H., & Wong, H. L. (2018). Epidemiology of invasive pneumococcal disease in adults: A global overview. *Infection and Immunity*, 49(5): 1485-1490.
- Loeffler, J. M., Boulton, M., & Wager, L. (2014). Antimicrobial resistance in *Streptococcus pneumoniae*: A clinical overview. *Antimicrobial Agents and Chemotherapy*, 58(6): 3302-3309.
- López, M., Rico, P., & Fernandez, C. (2014). Biofilm formation by *Proteus mirabilis* and its role in catheter-associated urinary tract infections. *Journal of Antimicrobial Chemotherapy*, 69(5): 123.



- López-García, P., Martín, P., & González, P. (2019). Antibacterial effect of *Rosa damascena* essential oil on clinical isolates of *Proteus mirabilis*. *Journal of Essential Oil Research*, 31(4): 317-325.
- Mikaili, P., Rakhshandeh, H., & Ebrahimi, S. (2013). Antibacterial effect of *Rosa damascena* essential oil against MRSA. *International Journal of Pharmacy and Pharmaceutical Sciences*, 5(1): 54-58.
- O'Neill, J. (2016). Tackling drug-resistant infections globally: Final report and recommendations. *Review on Antimicrobial Resistance*.
- Pashazadeh, A., Hassani, M., & Esmaeili, S. (2019). In vitro antibacterial effects of *Rosa damascena* essential oil on *Streptococcus pneumoniae* and *Proteus mirabilis*. *International Journal of Infectious Diseases*, 81: 133-139.
- Peltola, H., Roine, I., & Takala, A. (2017). Invasive pneumococcal disease in children and adults: A systematic review. *Clinical Infectious Diseases*, 64(5): 666-674.
- Rahnama, M., Fadaei, R., & Ghazvini, K. (2013). The antimicrobial effects of peppermint oil on clinical bacterial strains. *Journal of Medicinal Plants*, 12(47): 78-82.
- Rathore, H. S., Bhatia, M. S., & Sharma, P. (2013). Medicinal herbs and their antimicrobial properties: A review. *Asian Journal of Pharmaceutical and Clinical Research*, 6(2): 37-41.
- Schaub, R. E., Weiser, J. N., & Gentry, J. L. (2018). The pathogenesis of *Streptococcus pneumoniae* infections. *The Lancet Infectious Diseases*, 18(9): 1036-1046.
- Sharafati, H., Nazari, M., & Bahrami, M. (2016). Medicinal properties of *Rosa damascena* and its application in pharmacy. *Journal of Medicinal Plants*, 15(3): 97-104.
- Sharma, A., Kumar, M., & Singh, R. (2016). Medicinal plants and their therapeutic properties. *Indian Journal of Natural Products and Resources*, 7(1): 1-9.
- Tajik, S., Jafari, S., & Shaterian, A. (2015). Phytochemical analysis and antimicrobial activity of *Rosa damascena* essential oil. *Pharmacognosy Magazine*, 11(43): 274-279.
- Tark, K., Lee, Y., & Kim, H. (2019). *Proteus mirabilis* and its pathogenesis in urinary tract infections. *Microbial Pathogenesis*, 132: 10-16.
- Thornsberry, C., & Richter, S. S. (2016). *Streptococcus pneumoniae*.
- Vargas, A., Mendoza, E., & López, E. (2013). Antioxidant properties of *Rosa damascena* and its therapeutic potential. *Free Radical Research*, 47(4): 338-345.
- Ventola, C. L. (2015). The antibiotic resistance crisis: Part 1: Causes and threats. *Pharmacy and Therapeutics*, 40(4): 277-283.
- Yasari, S., Karami, M., & Gohari, A. (2014). Antiviral properties of *Rosa damascena* extract. *Journal of Virology and Antiviral Research*, 8(2): 80-85.

کاربرد هوش مصنوعی در شناسایی و تشخیص مواد موثره گیاهان دارویی، چالش ها، فرصت ها

محمدرضا علیزاده جلگه پور^۱ و کاظم کمالی علی آباد^{۱*}

^{۱*} گروه مدیریت مناطق خشک و بیابانی، دانشکده منابع طبیعی و کویر شناسی، دانشگاه یزد، یزد (kkamali@yazd.ac.ir)

چکیده

گیاهان دارویی به دلیل خواص دارویی و ترکیبات زیست فعال، از دیرباز مورد توجه پژوهشگران و صنعت داروسازی بوده‌اند. شناسایی دقیق گونه‌های گیاهان دارویی برای مصارف دارویی، کشت و کار و فرآوری ضروری است. روش‌های سنتی شناسایی این گیاهان معمولاً زمان بر و ممکن است دارای خطا باشد. در این راستا، هوش مصنوعی^۱ و یادگیری ماشین^۲ به عنوان فناوری‌های نوین، راهکارهای دقیق‌تری برای شناسایی و طبقه‌بندی گیاهان دارویی ارائه نموده‌اند. هدف از این مطالعه، بررسی سیستماتیک روش‌های هوش مصنوعی در شناسایی گیاهان دارویی و تحلیل چالش‌های موجود در این حوزه است. این مقاله مروری با بررسی مطالعات داخلی و بین‌المللی انجام شده در بازه ۲۰۱۰ تا ۲۰۲۵، روش‌های هوش مصنوعی نظیر یادگیری ماشین، یادگیری عمیق و بینایی کامپیوتر را در شناسایی گیاهان دارویی تحلیل می‌کند. منابع مورد بررسی از پایگاه‌های معتبری همچون (Web of Science، Google Scholar، science Direct PubMed) گردآوری شده و با استفاده از معیارهای علمی انتخاب و تحلیل شده‌اند. نتایج بررسی‌ها نشان می‌دهد که شبکه‌های عصبی کانولوشنی^۳، روش‌های طیف‌سنجی و یادگیری فدرال از جمله روش‌های مؤثر در شناسایی گیاهان دارویی هستند. مدل‌های ترکیبی که از داده‌های تصویری، طیفی و مولکولی استفاده می‌کنند، دقت بالاتری نسبت به روش‌های تک‌بعدی دارند. علاوه بر این، یادگیری عمیق توانسته است در دسته‌بندی گیاهان دارویی بر اساس ویژگی‌های برگ، گل و ترکیبات زیستی، عملکرد قابل قبولی ارائه دهد. استفاده از هوش مصنوعی در شناسایی گیاهان دارویی می‌تواند دقت و سرعت این فرآیند را بهبود بخشد.

واژگان کلیدی: بینایی کامپیوتر، شناسایی گیاه، گیاهان دارویی، هوش مصنوعی، یادگیری عمیق

^۱ artificial intelligence

^۲ machine learning

^۳ Convolutional neural networks



۱. مقدمه

گیاهان دارویی به دلیل محتوای بالای ترکیبات زیست فعال، همواره در طب سنتی و نوین کاربرد داشته‌اند. مطالعات نشان می‌دهد که روش‌های گوناگونی برای بهبود فرایند شناسایی این گیاهان وجود دارد؛ از جمله روش‌های آزمایشگاهی مبتنی بر شیمی تجزیه، متابولومیکس، و اخیراً روش‌های هوش مصنوعی و یادگیری عمیق که سرعت، دقت و قابلیت اطمینان بالاتری دارند (Okada et al., 2010)؛ (Hu et al., 2019)؛ (Das et al., 2015). در ایران نیز پژوهش‌هایی در حوزه کاربرد هوش مصنوعی در گیاهان دارویی صورت گرفته است که به‌طور خاص روی گونه‌هایی مانند نعناع و دیگر گیاهان بومی ایران متمرکز هستند (حسینی و همکاران، ۱۳۹۸). با این حال، تنوع اقلیمی، تفاوت در گونه‌های گیاهی و مشکلات مربوط به جمع‌آوری و آنالیز داده‌ها، اهمیت توسعه مدل‌های هوش مصنوعی را دوچندان می‌کند (Kiani et al., 2016)؛ (محرمی، ۱۳۹۸). همچنین، گزارش‌هایی از استفاده از الگوریتم‌های پیشرفته برای ردیابی ترکیبات مؤثره گیاهان دارویی در حوزه‌های مختلف از جمله مبارزه با ویروس‌ها و سرطان ارائه شده است (Hossain et al., 2023). در مواردی، ترکیبات تقلبی در محصولات گیاهان دارویی نیز کشف شده و برای این منظور از روش‌های طیف‌سنجی و یادگیری ماشین استفاده شده است (Patel et al., 2014). علاوه بر این، متابولومیکس نیز با توجه به تحلیل چندمتغیره، نقش مهمی در شناخت دقیق ویژگی‌های شیمیایی و دارویی گیاهان دارد (Okada et al., 2010). در این مقاله مروری، ابتدا ساختار پژوهش و روش جمع‌آوری منابع توضیح داده می‌شود؛ سپس مهم‌ترین دستاوردهای هوش مصنوعی در شناسایی گیاهان دارویی بررسی و در نهایت چالش‌ها، محدودیت‌ها و پیشنهادات آینده ارائه خواهند شد.

۲. مواد و روش‌ها

۲-۱. روش تحقیق

برای گردآوری منابع، ابتدا پایگاه‌های علمی بین‌المللی معتبر و در ادامه نیز مجلات داخلی معتبر جست و جو شدند. PubMed, Science Direct, Web of Science, (SID, Magiran, Google Scholar, IEEE Xplore). سپس بر اساس ارتباط مستقیم با موضوع هوش مصنوعی در شناسایی گیاهان دارویی، مقالات انتخاب شده و کیفیت منابع از نظر علمی (اعتبار مجلات و کنفرانس‌ها) بررسی گردید. در نهایت، مقالات مرتبط در بازه زمانی ۲۰۱۰ تا ۲۰۲۵ برای این مقاله مروری مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفتند.

۲-۲. تحقیقات انجام شده

۲-۲-۱. مطالعات داخلی

حسینی و همکاران با تمرکز بر شناسایی اکوتیپ‌های نعناع و تخمین سطح برگ، از مدل‌های هوش مصنوعی (شبکه‌های عصبی) تحت شرایط تنش شوری استفاده کرده‌اند. نتایج نشان می‌دهد که مدل‌های مذکور در مقایسه با روش‌های رگرسیونی



متداول، دقت بیشتری در پیش‌بینی ویژگی‌های گیاه داشتند (حسینی و همکاران، ۱۳۹۸). سلکی در مقاله خود، کاربردهای کلی هوش مصنوعی در کشاورزی را مرور می‌کند و به‌طور خاص بر پتانسیل بالای الگوریتم‌های یادگیری ماشین در طبقه‌بندی گیاهان دارویی و مدیریت مزارع هوشمند تأکید دارد (سلکی، ۱۳۹۸). محرمی نیز در مطالعه خود به تأثیر هوش مصنوعی بر بازده تولید محصولات دارویی در شرایط مختلف اقلیمی اشاره می‌کند. استفاده از سامانه‌های تصمیم‌یاری مبتنی بر شبکه‌های عصبی مصنوعی، در کاهش هزینه‌ها و بهبود کیفیت محصولات مؤثر بوده است (محرمی، ۱۳۹۸).

۲-۲-۲. مطالعات بین‌المللی

در سطح بین‌المللی، تحقیقات متعددی پیرامون استفاده از تکنیک‌های هوش مصنوعی در شناسایی گیاهان دارویی انجام شده است. بیگ و همکاران، از تکنیک‌های یادگیری ماشین مانند ماشین بردار پشتیبانی^۱ و K نزدیکترین همسایه^۲ برای دسته‌بندی گیاهان دارویی بر اساس ویژگی‌های ظاهری (مانند شکل برگ و بافت) استفاده کردند و موفق به دستیابی به درصد دقت بالایی در طبقه‌بندی گونه‌های مختلف شدند (Begue et al., 2017). آموتالینگسواران و همکاران، با کمک شبکه‌های عمیق^۳، تصاویر برگ‌ها را تحلیل کردند تا گونه‌های مختلف گیاهان را بر اساس شکل، رگبرگ‌ها و خصوصیات رنگی شناسایی و کاربردهای درمانی آنها را استخراج کنند (Amuthalingeswaran et al., 2019). آرون و همکاران، بر ویژگی‌های بافت و شکل برگ متمرکز شده و با آزمایش چندین روش طبقه‌بندی، نشان دادند که ترکیب روش‌های استخراج ویژگی (نظیر آمار بافت) با الگوریتم‌های نظارتی دقت را افزایش می‌دهد (Arun et al., 2013). حسین و همکاران با بهره‌گیری از روش‌های داکینگ مولکولی و یادگیری عمیق، به شناسایی ترکیبات بالقوه ضدویروس در گیاهان دارویی پرداختند. آن‌ها نشان دادند که روش‌های مبتنی بر هوش مصنوعی در غربالگری سریع ترکیبات گیاهی برای اهداف دارویی بسیار سودمندند (Hossain et al., 2023). آزاد نیا و همکاران، طبقه‌بندی گیاهان دارویی و سمی را با ترکیب بینایی کامپیوتر و شبکه‌های عصبی عمیق مورد بررسی قرار دادند. آن‌ها از داده‌های تصویری برگ‌ها بهره گرفتند و مدلی ارائه کردند که توانست با دقت بالایی گیاهان سمی و دارویی را تفکیک کند (Azadnia et al., 2024). لی و همکاران، در دو پژوهش مجزا، روش‌های طیف‌سنجی مادون قرمز نزدیک^۴ را با شبکه‌های عصبی عمیق ترکیب کردند تا علاوه بر شناسایی گونه‌های گیاهی، ردگیری جغرافیایی و تحلیل ترکیبات شیمیایی نیز انجام شود. این موضوع برای تضمین اصالت گیاهان دارویی و جلوگیری از تقلب بسیار اهمیت دارد (Li et al., 2025)؛ (Li et al., 2022). اوپونگ و همکاران، الگوریتم‌های بینایی کامپیوتر مانند (فیلترهای Log-Gabor)^۵ برای استخراج ویژگی‌های برگ استفاده کردند و سپس مدل‌های یادگیری عمیق را به کار گرفتند. رویکرد آن‌ها باعث شد تغییرات ناشی از

¹ Support vector machine

² K Nearest Neighbor

³ Deep Neural Networks

⁴ Near infrared spectroscopy

⁵ Log-Gabor Filters



زاویه عکاسی یا شدت نور به میزان کمتری بر دقت مدل اثر بگذارد (Oppong et al., 2022). شارما و وردان، با ارائه مدل ویژگی‌های محلی و جهانی تقویت شده مبتنی بر توجه^۱، ویژگی‌های محلی و جهانی برگ‌ها را در یک چارچوب یادگیری عمیق ترکیب کردند. این روش در مقایسه با شبکه‌های عصبی کانولوشنی معمولی، دقت و استحکام بیشتری در برابر تنوع زیستی دارد (Sharma and Vardhan, 2025). ویت و همکاران، بر اهمیت یادگیری فدرال^۲ در شناسایی گیاهان دارویی اشاره کردند که امکان به اشتراک گذاری مدل‌ها بین مراکز تحقیقاتی را بدون جابه‌جایی مستقیم داده‌های حساس فراهم می‌سازد. این روش به‌ویژه در مطالعات پزشکی و دارویی، کاربرد فراوان دارد (Viet et al., 2024). پوشپاناتان و همکاران، در مروری گسترده، انواع روش‌های مبتنی بر یادگیری ماشین و یادگیری عمیق را در حوزه تشخیص گیاهان دارویی بررسی کرده و بر لزوم استانداردسازی پایگاه‌های داده تأکید دارند (Pushpanathan et al., 2021). اونیکریشنان و همکاران، استفاده از بارکدهای DNA و مدل‌های یادگیری ماشینی را برای تشخیص گیاهان دارویی در مرحله خام (خارج از آزمایشگاه) مطرح کردند. این روش می‌تواند در تأمین امنیت زنجیره تأمین گیاهان دارویی مؤثر باشد (Unnikrishnan et al., 2021).

۲-۲-۳. یادگیری ماشین

الگوریتم‌های یادگیری ماشین شامل ماشین بردار پشتیبانی، K نزدیکترین همسایه و جنگل تصادفی^۳ از رایج‌ترین روش‌ها برای طبقه‌بندی گیاهان دارویی هستند (سلکی، ۱۳۹۸)؛ (Das et al., 2015)؛ (Begue et al., 2017). این الگوریتم‌ها اغلب براساس ویژگی‌های تصویری یا داده‌های شیمیایی، امکان شناسایی گیاهان را فراهم می‌کنند. به عنوان نمونه، (Amuthalingeswaran et al., 2019) از شبکه‌های یادگیری ماشین برای تشخیص و تفسیر ویژگی‌های برگ استفاده کرده‌اند. در برخی موارد مانند (Patel et al., 2014)، تمرکز روی شناسایی ناخالصی‌ها یا ترکیبات مصنوعی در کنار گیاهان دارویی نیز مطرح شده است. همچنین (Oppong et al., 2024)، با بهره‌گیری از داده‌های شیمیایی و بیومتریک دیگر مانند طیف‌سنجی می‌تواند به نتایج دقیق‌تری منجر شود، افزون بر این، از روش‌های دید کامپیوتری برای شناسایی ویژگی‌های برگ‌های گیاهان دارویی استفاده کردند.

۲-۲-۴. یادگیری عمیق

یادگیری عمیق با بهره‌گیری از شبکه‌های عصبی عمیق، توانایی بالایی در استخراج ویژگی‌های پیچیده از تصاویر یا سیگنال‌های طیفی دارد (Paulson and Ravishankar., 2020)؛ (Sharma and Vardhan., 2025). شبکه‌های عصبی کانولوشنی و مدل‌های دارای مکانیسم توجه^۴ در بخش بینایی کامپیوتر، دقت بالایی در شناسایی گیاهان دارویی از روی برگ یا

¹ Attention-based Enhanced Local and Global Features

² Federated Learning

³ Random Forest

⁴ Attention Mechanism



گل دارند (Viet et al., 2024)؛ (Azadnia et al., 2024) و همچنین هو و همکاران کاربرد یادگیری عمیق را در طراحی داروهای ضد سرطان از ترکیبات گیاهی بررسی کرده‌اند (Hu et al., 2019). همچنین، آموتالینگسواران و همکاران افزایش دقت طبقه‌بندی برگ‌های گیاهان دارویی با شبکه‌های عصبی عمیق را گزارش کردند (Amuthalingeswaran et al., 2019).

۲-۲-۵. بینایی کامپیوتر

در روش‌های بینایی کامپیوتر، از فیلترهای مختلف پردازش تصویر نظیر (فیلترهای Log-Gabor) برای استخراج ویژگی‌های بافت و شکل برگ استفاده می‌شود (Oppong et al., 2022). آرون و همکاران نیز نشان دادند که ترکیب روش‌های استخراج ویژگی با الگوریتم‌های یادگیری، می‌تواند تنوع شرایط نور و زاویه عکاسی را تا حد زیادی مدیریت کند (Arun et al., 2013). بهره‌گیری از روش‌هایی نظیر ویژگی‌های محلی و جهانی تقویت شده مبتنی بر توجه، نیز نشان داده است که تلفیق دید کلی و جزئیات موضعی برگ، دقت تشخیص را تا حد خیلی زیادی ارتقا می‌دهد (Yigit et al., 2019)؛ (Sharma and Vardhan., 2025). با این حال، چالش اصلی در این روش، تهیه تصاویر باکیفیت و استاندارد از گیاهان در شرایط نوری و محیطی مختلف است (Pushpanathan et al., 2021). افزون بر این، اوکادا و همکاران بر اهمیت تحلیل چندمتغیره در بررسی متابولومیکس گیاهان دارویی تأکید کرده‌اند که می‌تواند با پردازش تصویر و داده‌های شیمیایی ادغام شود (Okada et al., 2010).

۲-۲-۶. تحلیل طیفی و متابولومیکس

استفاده از تکنیک‌هایی مانند مانند روش‌های طیف سنجی مادون قرمز نزدیک، طیف سنجی مادون قرمز و آنالیزهای چند بعدی (مانند دو بعدی همبستگی) در شناسایی ترکیبات گیاهان دارویی بسیار مؤثر است (Li et al., 2022). در طیف سنجی مادون قرمز، استفاده از این فناوری غیرمخرب به همراه هوش مصنوعی، امکان آنالیز سریع ترکیبات شیمیایی موجود در برگ، ریشه یا گل را فراهم می‌کند (Yan et al., 2011). ترکیب روش‌های طیفی با هوش مصنوعی، تشخیص و طبقه‌بندی گونه‌ها را از نظر مواد مؤثره دقیق‌تر می‌کند (Kandpal et al., 2025). همچنین متابولومیکس، با آنالیز جامع متابولیت‌های گیاهی، اطلاعات خیلی ارزشمندی برای مدل‌های ماشین فراهم می‌کند (Okada et al., 2010). لی و همکاران نیز تأکید دارند که ردگیری جغرافیایی گیاهان مثلاً (*Gastrodia elata*) از طریق داده‌های طیفی و مدل‌های کمومتریک می‌تواند از تقلب یا برجسب زنی اشتباه گیاهان جلوگیری کند (Li et al., 2025). همچنین پاتل و همکاران نشان داده‌اند که بررسی محصولات گیاهی برای شناسایی ترکیبات مصنوعی یا ناخالصی‌ها، از طریق ترکیب روش‌های طیف سنجی و یادگیری ماشین امکان‌پذیر است (Patel et al., 2014). دونگ و همکاران نیز از یادگیری عمیق برای تشخیص مکان‌های نمونه‌برداری قارچ *Boletus tomentipes* استفاده کرده‌اند که به کمک آن می‌توان اصالت منابع گیاهان دارویی را ارزیابی کرد (Dong et al., 2023).



۲-۲-۷. مدل های ترکیبی و یادگیری فدرال

ترکیب مدل های مختلف هیبریدی^۱ و یادگیری فدرال برای تبادل داده و مدل، بدون نقض حریم خصوصی، اهمیت بالایی دارد (Oppong et al., 2022)؛ (Viet et al., 2024). این روش مخصوصاً در مواردی که داده های مربوط به گیاهان در مراکز تحقیقاتی مختلف پراکنده اند یا داده ها محرمانه محسوب می شوند، کاربرد دارد. برای نمونه، در پژوهش ویت و همکاران داده های تصویری از چندین مرکز جمع آوری شده و مدل نهایی بدون انتقال داده های خام، آموزش دیده است. چنین رویکردی در حوزه پزشکی نیز می تواند ابزاری قدرتمند برای کشف داروهای گیاهی جدید باشد (Viet et al., 2024).

۲-۲-۸. کاربرد هوش مصنوعی در آنالیز شیمیایی و دارویی

در کنار روش های تصویری، هوش مصنوعی در شناسایی ترکیبات فعال گیاهان نیز نقش دارد. حسین و همکاران، از روش های داکینگ مولکولی و یادگیری عمیق برای شناسایی ترکیبات ضد ویروس بالقوه استفاده کردند و نشان دادند که این روش در کاهش زمان و هزینه تحقیقات بسیار مؤثر است (Hossain et al., 2023). هو و همکاران، به طراحی داروهای ضد سرطان مبتنی بر ترکیبات گیاهی پرداخته و نشان دادند که یادگیری عمیق می تواند در پیش بینی برهم کنش های دارویی و سمیت سلولی مفید باشد (Hu et al., 2019). پاتل و همکاران، روی موضوع تقلب در محصولات گیاهی متمرکز شدند و امکان شناسایی ترکیبات مصنوعی افزودنی^۲ را با روش های یادگیری ماشین و طیف سنجی مطرح کردند (Patel et al., 2014). کیانی و همکاران، نشان دادند که استفاده از حسگر های گازی و تحلیل سیگنال با روش های هوش مصنوعی، در ارزیابی کیفیت و اصالت گیاهان دارویی کاربرد دارد (Kiani et al., 2016).

۲-۲-۹. کاربرد های تجاری و صنعتی

علاوه بر تحقیقات آکادمیک، کاربردهای هوش مصنوعی در صنعت گیاهان دارویی نیز در حال رشد است. شرکت های فعال در حوزه کشاورزی هوشمند و داروسازی از مدل های یادگیری ماشین برای بهینه سازی تولید، کنترل کیفیت و کشف ترکیبات جدید دارویی استفاده می کنند (Patel et al., 2014). برای مثال، شرکت های داروسازی در حال توسعه سیستم های هوش مصنوعی برای تشخیص ناخالصی های گیاهی و تقلب در ترکیبات دارویی هستند. همچنین، استفاده از پهپادهای مجهز به هوش مصنوعی در نظارت بر مزارع گیاهان دارویی و شناسایی گونه های نادر رو به افزایش است (Kiani et al., 2016). در آینده، انتظار می رود که ترکیب بینایی کامپیوتر، یادگیری عمیق و تحلیل متابولومیکس نقش مهمی در افزایش بهره وری زراعی و کنترل کیفیت محصولات دارویی ایفا کند (Hu et al., 2019).

¹ Hybrid Models

² Adulterants



۲-۳. چالش ها و فرصت ها

۲-۳-۱. چالش ها

۲-۳-۱-۱. چالش های فنی

در بحث چالش های کمبود داده های استاندارد و برچسب گذاری شده ، مدل های یادگیری ماشین و یادگیری عمیق نیازمند مجموعه داده های بزرگ، دقیق و برچسب گذاری شده هستند. با این حال، پایگاه های داده استاندارد برای گیاهان دارویی خیلی محدود است و اکثر مطالعات از مجموعه داده های کوچک استفاده کرده اند که این داده ها قابلیت تعمیم به گونه های مختلف را ندارند (Pushpanathan et al., 2021). برخی از پایگاه های داده فقط بر روی چند گونه خاص تمرکز دارند و فاقد تنوع اقلیمی و زیستی کافی هستند (Hossain et al., 2023). در چالش شناسایی گونه های مشابه و گونه های هم خانواده بسیاری از گیاهان دارویی از نظر ویژگی های ظاهری تفاوت های اندکی دارند، به ویژه در بین گونه های هم خانواده، حتی مدل های بینایی کامپیوتر نیز در تمایز دادن گونه های مشابه با کاهش دقت مواجه می شوند، به ویژه زمانی که تصاویر ورودی دارای نویز یا کیفیت پایین باشند (Begue et al., 2017). روش های طیف سنجی و متابولومیکس می توانند تا حدی این مشکل را کاهش دهند (Li et al., 2022). یکی دیگر از چالش ها، نیاز به سخت افزارهای پیشرفته و پرهزینه هست که پردازش داده های بزرگ و اجرای مدل های یادگیری عمیق، نیاز به سخت افزارهای قوی مانند واحد پردازش گرافیکی^۱ و واحد پردازشی تنسور^۲ و منابع محاسباتی پیشرفته دارد (Das et al., 2015). این موضوع باعث شده است که برخی مراکز تحقیقاتی و شرکت های کوچک قادر به بهره گیری از هوش مصنوعی در مقیاس گسترده نباشند (Viet et al., 2024).

دیگر چالشی که با آن مواجه خواهیم شد، دقت پایین مدل ها در شرایط محیطی مختلف است، که تغییرات نور، زاویه دوربین و شرایط اقلیمی می تواند عملکرد مدل های بینایی کامپیوتر را کاهش دهد، بسیاری از مدل های آموزش دیده در یک محیط خاص، هنگام استفاده در مناطق دیگر دقت خود را از دست می دهند (Oppong et al., 2022). این مشکل در مطالعات مربوط به شناسایی گیاهان در مزرعه یا جنگل بیشتر دیده شده است (Arun et al., 2013). در بحث چالش های حساسیت مدل های یادگیری ماشین به نویز در داده ها، داده های تصویری و طیفی معمولاً دارای نویز هستند و وجود نویز در ورودی، دقت مدل های یادگیری را کاهش می دهد. روش های پیش پردازش تصویر، مانند استفاده از فیلترهای پردازش تصویر مانند (فیلتر های Log-Gabor)، می توانند به کاهش نویز کمک کنند (Oppong et al., 2022).

۲-۳-۱-۲. چالش های میدانی، داده ها و پردازش

در بحث چالش های محدودیت در جمع آوری داده های گیاهان دارویی، میتوان به این نکته اشاره کرد که، بسیاری از گیاهان دارویی فقط در مناطق خاصی رشد می کنند، که این موضوع جمع آوری داده های گسترده را دشوار می سازد و در برخی

¹ Graphics Processing Unit² Tensor processing unit



از گیاهان دارویی، دارای چرخه‌ی رشد فصلی هستند، که باعث می‌شود داده‌های مربوط به آن‌ها در طول سال متغیر باشد (Kiani et al., 2016). در چالش‌های پردازش و یکپارچه‌سازی داده‌ها، اطلاعات گیاهان دارویی از منابع مختلف مانند تصاویر، داده‌های طیفی، ترکیبات شیمیایی و ویژگی‌های ژنتیکی جمع‌آوری می‌شود، اما یکپارچه‌سازی و پردازش این داده‌ها چالش برانگیز است (Li et al., 2025). تحلیل چندمنبعی نیازمند الگوریتم‌های پیشرفته برای ترکیب داده‌های مختلف است (Viet et al., 2024). همچنین در چالش‌های قانونی و حریم خصوصی داده‌ها برخی داده‌های مربوط به گونه‌های نادر و حساس، ممکن است دارای محدودیت‌های قانونی و اخلاقی باشند (Viet et al., 2024). روش‌های سنتی اشتراک‌گذاری داده‌ها، خطر نقض حریم خصوصی را به همراه دارند. برای حل این مشکل، استفاده از یادگیری فدرال پیشنهاد شده است (Pushpanathan et al., 2021).

۲-۳-۲. فرصت‌ها

۲-۳-۲-۱. پیشرفت‌های فنی

در بحث افزایش دقت مدل‌ها با ترکیب روش‌های یادگیری عمیق و طیف‌سنجی می‌توان به چند نکته اشاره کرد از جمله اینکه، ترکیب داده‌های تصویری با اطلاعات طیفی و متابولومیکس می‌تواند دقت شناسایی گیاهان دارویی را خیلی بهبود ببخشد (Li et al., 2022). و استفاده از طیف‌سنجی مادون قرمز در کنار یادگیری عمیق باعث افزایش صحت تشخیص ترکیبات فعال گیاهان می‌شود (Patel et al., 2014). در علم مطالعات استفاده از حسگرهای اینترنت اشیا^۱ برای جمع‌آوری خودکار داده‌ها، سنسورهای هوشمند می‌توانند داده‌های دقیق و بلادرنگ را برای شناسایی گیاهان دارویی جمع‌آوری کنند و همچنین ترکیب اینترنت اشیا با یادگیری ماشین در کشاورزی دقیق و مدیریت مزارع گیاهان دارویی مؤثر بوده است (سلکی، ۱۳۹۸). از دیگر فرصت‌ها در این زمینه بهبود دقت مدل‌ها با یادگیری فدرال است، این روش امکان پردازش داده‌ها را در مراکز مختلف بدون نیاز به انتقال مستقیم داده‌های خام فراهم می‌کند و همچنین یادگیری فدرال به‌ویژه در حوزه‌های پزشکی و دارویی برای حفظ امنیت داده‌ها بسیار کارآمد است (Viet et al., 2024). از دیگر فرصت‌هایی که در این حوزه می‌توان به آن اشاره کرد کشف ترکیبات دارویی جدید از گیاهان دارویی است که در این حوزه مدل‌های یادگیری عمیق می‌توانند ترکیبات زیست‌فعال جدید را شناسایی کنند که در کشف داروهای جدید مؤثر است (Hossain et al., 2023). همچنین مطالعات نشان داده‌اند که هوش مصنوعی توانسته است ترکیبات ضدویروس و ضدسرطان جدیدی را از گیاهان دارویی شناسایی کند (Hu et al., 2019).

۲-۳-۲-۲. کاربردهای تجاری و عملی

در شناسایی سریع و دقیق گیاهان دارویی در محیط طبیعی، هوش مصنوعی می‌تواند به پژوهشگران، کشاورزان و شرکت‌های دارویی در شناسایی گیاهان کمیاب کمک کند (Unnikrishnan et al., 2021). همچنین در کنترل کیفیت گیاهان

^۱ Internet Of Things



دارویی در زنجیره تأمین، استفاده از یادگیری ماشین در صنعت داروسازی می‌تواند تقلب در گیاهان دارویی را کاهش دهد (Patel et al., 2014) و حتی امکان شناسایی گیاهان دارویی از طریق گوشی‌های هوشمند، توسعه اپلیکیشن‌های موبایلی مبتنی بر هوش مصنوعی می‌تواند به کاربران خیلی کمک کند تا گیاهان دارویی را از طریق دوربین گوشی خود تشخیص دهند (Oppong et al., 2022).

۳. نتایج

به‌طور کلی، هوش مصنوعی توانسته است فرایند شناسایی گیاهان دارویی را سریع‌تر و دقیق‌تر کند. روش‌های مبتنی بر یادگیری ماشین و یادگیری عمیق نشان داده‌اند که می‌توانند در شرایط مختلف و با داده‌های گوناگون عملکرد مناسبی داشته باشند. هرچند کمبود داده‌های استاندارد، زیرساخت محاسباتی و تغییرات اقلیمی مهم‌ترین چالش‌ها در این حوزه به شمار می‌آیند، اما با به‌کارگیری روش‌هایی مانند یادگیری فدرال و تلفیق داده‌های چندمنبعی (تصویری، طیفی، مولکولی)، می‌توان این محدودیت‌ها را تا حد زیادی مرتفع کرد. پژوهش‌های آینده باید بر ایجاد پایگاه داده‌های استاندارد، توسعه سخت‌افزارهای مقرون‌به‌صرفه و بهبود دقت مدل‌های ترکیبی متمرکز شوند. همچنین، در سطح صنعتی و تجاری، تلفیق فناوری‌های هوش مصنوعی با سامانه‌های کشاورزی هوشمند می‌تواند زمینه را برای بهبود زنجیره تأمین، فرآوری و کنترل کیفیت گیاهان دارویی فراهم سازد. با این حال با توجه به چالش‌ها و کمبودها پیشنهاد میشود در آینده: زیر ساخت های داده ای توسعه پیدا کند به طوری که، بانک‌های اطلاعاتی ایجاد شود، برچسب گذاری شده و جامع از گونه‌های گیاهی مختلف باشد. همکاری پژوهشگران در سطح بین‌المللی بیشتر شود به طوری که داده‌ها و مدل‌های هوش مصنوعی برای تسریع در پیشرفت به اشتراک گذاشته شوند. باید از ترکیب فناوری‌های مختلف استفاده کرد به عنوان مثال استفاده هم‌زمان از تصویر، طیف، داده‌های شیمیایی و داده‌های محیطی برای به‌دست آوردن مدلی جامع و چندبعدی که میتواند خیلی کارآمد باشد. همچنین در بحث گسترش متابولومیکس، میتوان از تلفیق رویکردهای متابولومیکس با یادگیری ماشین برای شناسایی ترکیبات دارویی جدید استفاده کرد.

۴. بحث و نتیجه‌گیری

مرور منابع نشان می‌دهد که هوش مصنوعی در شناسایی گیاهان دارویی و تشخیص مواد موثره گیاهان دارویی علاوه بر دقت، سرعت و هزینه کمتر، از انعطاف‌پذیری بالاتری برخوردار است. با این حال، چالش اصلی، فراهم بودن داده‌های با کیفیت و متنوع است (Pushpanathan et al., 2021). همچنین، محدودیت‌هایی مانند نیاز به سخت‌افزارهای قدرتمند و تفاوت در شرایط اقلیمی، کارایی این مدل‌ها را در شرایط و محیط‌های واقعی تحت تأثیر قرار می‌دهد (Rath et al., 2021)؛ (حسینی و همکاران، ۱۳۹۸). مدل‌های یادگیری عمیق و بینایی کامپیوتر دقت بسیار بالایی در تشخیص برگ یا گل گیاهان دارویی دارند، اما در عمل، تغییرات نور و زاویه تصویربرداری یا تنش‌های محیطی ممکن است سبب کاهش کارایی شوند (Arun et al., 2021).



(al., 2013)؛ (Oppong et al., 2022). رویکردهای ترکیبی (مثلاً استفاده همزمان از داده‌های تصویری و طیفی) و یادگیری فدرال می‌تواند بخشی از این چالش‌ها را برطرف کند (Viet et al., 2024). بعلاوه، در حوزه آنالیز شیمیایی، مطالعات نشان داده‌اند که ادغام داکینگ مولکولی، متابولومیکس و یادگیری عمیق، فرآیند کشف و ارزیابی ترکیبات دارویی را سرعت می‌بخشد (Hossain et al., 2023)؛ (Hu et al., 2019).

منابع

حسینی، ج.، طهماسبی سروسستانی، ز.، پردشتی، ه.، مدرس ثانوی، ع.، مختصی بیدگلی، ع.، حضرتی، س. (۱۳۹۸). بررسی تنوع و تخمین سطح برگ در اکوتیپ‌های مختلف گیاه دارویی نعنای با استفاده از مدل‌های هوش مصنوعی و رگرسیونی تحت شرایط تنش شوری. پژوهشنامه اصلاح گیاهان زراعی. 11(32), 59-73.

سلکی، ف. (۱۳۹۸). هوش مصنوعی و کاربرد آن در کشاورزی. صنعت سبز نوین. 3(3), 22-25.

محرمی، پ. (۱۳۹۸). کاربرد هوش مصنوعی در کشاورزی. علمی تخصصی جوانه. 15(4), 31-37.

Journal paper:

- Amuthalingeswaran, C., Sivakumar, M., Renuga, P., Alexpandi, S., Elamathi, J., and Hari, S. S. (2019, April). Identification of medicinal plant's and their usage by using deep learning. In 2019 3rd International conference on trends in electronics and informatics (ICOEI) (pp. 886-890). IEEE.
- Arun, C. H., Emmanuel, W. S., and Durairaj, D. C. (2013). Texture feature extraction for identification of medicinal plants and comparison of different classifiers. *International Journal of Computer Applications*, 62(12), 1-9.
- Azadnia, R., Noei-Khodabadi, F., Moloudzadeh, A., Jahanbakhshi, A., and Omid, M. (2024). Medicinal and poisonous plants classification from visual characteristics of leaves using computer vision and deep neural networks. *Ecological Informatics*, 102683.
- Begue, A., Kowlessur, V., Singh, U., Mahomoodally, F., and Pudaruth, S. (2017). Automatic recognition of medicinal plants using machine learning techniques. *International Journal of Advanced Computer Science and Applications*, 8(4), 166-175.
- Das, S., Dey, A., Pal, A., and Roy, N. (2015). Applications of artificial intelligence in machine learning: review and prospect. *International Journal of Computer Applications*, 115(9).
- Hossain, A., Rahman, M. E., Rahman, M. S., Nasirujjaman, K., Matin, M. N., Faruque, M. O., and Rabbee, M. F. (2023). Identification of medicinal plant-based phytochemicals as a potential inhibitor for SARS-CoV-2 main protease (Mpro) using molecular docking and deep learning methods. *Computers in biology and medicine*, 157, 106785.
- Hu, Y., Lu, Y., Wang, S., Zhang, M., Qu, X., and Niu, B. (2019). Application of machine learning approaches for the design and study of anticancer drugs. *Current Drug Targets*, 20(5), 488-500.
- Kandpal, K. C., Anchal, S., Verma, A., and Kumar, A. (2025). Development of a spectral repository for the identification of western Himalayan medicinal plants using machine learning techniques. *Biosystems Engineering*, 249, 58-70.
- Kiani, S., Minaei, S., and Ghasemi-Varnamkhasti, M. (2016). Application of electronic nose systems for assessing quality of medicinal and aromatic plant products: A review. *Journal of Applied Research on Medicinal and Aromatic Plants*, 3(1), 1-9.
- Li, G., Li, J., Liu, H., and Wang, Y. (2025). Geographic traceability of *Gastrodia elata* Blum based on combination of NIRS and Chemometrics. *Food Chemistry*, 464, 141529.



- Li, L., Li, Z. M., and Wang, Y. Z. (2022). A method of two-dimensional correlation spectroscopy combined with residual neural network for comparison and differentiation of medicinal plants raw materials superior to traditional machine learning: a case study on *Eucommia ulmoides* leaves. *Plant Methods*, 18(1), 102.
- Okada, T., Mochamad Afendi, F., Altaf-Ul-Amin, M., Takahashi, H., Nakamura, K., and Kanaya, S. (2010). Metabolomics of medicinal plants: the importance of multivariate analysis of analytical chemistry data. *Current computer-aided drug design*, 6(3), 179-196.
- Oppong, S. O., Twum, F., Hayfron-Acquah, J. B., and Missah, Y. M. (2022). A Novel Computer Vision Model for Medicinal Plant Identification Using Log-Gabor Filters and Deep Learning Algorithms. *Computational Intelligence and Neuroscience*, 2022(1), 1189509.
- Patel, D. N., Li, L., Kee, C. L., Ge, X., Low, M. Y., and Koh, H. L. (2014). Screening of synthetic PDE-5 inhibitors and their analogues as adulterants: analytical techniques and challenges. *Journal of pharmaceutical and biomedical analysis*, 87, 176-190.
- Paulson, A., and Ravishankar, S. (2020, July). AI based indigenous medicinal plant identification. In 2020 Advanced Computing and Communication Technologies for High Performance Applications (ACCTHPA) (pp. 57-63). IEEE.
- Pushpanathan, K., Hanafi, M., Mashohor, S., and Fazlil Ilahi, W. F. (2021). Machine learning in medicinal plants recognition: a review. *Artificial Intelligence Review*, 54(1), 305-327.
- Sharma, S., and Vardhan, M. (2025). AELGNet: Attention-based Enhanced Local and Global Features Network for medicinal leaf and plant classification. *Computers in Biology and Medicine*, 184, 109447.
- Unnikrishnan, R., Sumod, M., Jayaraj, R., Sujanalpal, P., and Dev, S. A. (2021). The efficacy of machine learning algorithm for raw drug authentication in *Coscinium fenestratum* (Gaertn.) Colebr. employing a DNA barcode database. *Physiology and Molecular Biology of Plants*, 27, 605-617.
- Viet, K. L. D., Le Ha, K., Quoc, T. N., and Hoang, V. T. (2024). Medicinal Plants Identification Using Federated Deep Learning. *Procedia Computer Science*, 234, 247-254.
- Yigit, E., Sabanci, K., Toktas, A., and Kayabasi, A. (2019). A study on visual features of leaves in plant identification using artificial intelligence techniques. *Computers and electronics in agriculture*, 156, 369-377.

Book chapter:

- Rath, M., Satpathy, J., and Oreku, G. S. (2021). Artificial intelligence and machine learning applications in cloud computing and Internet of Things. In *Artificial intelligence to solve pervasive internet of things issues* (pp. 103-123). Academic Press.

کاربردهای گیاهان دارویی در صنایع مختلف

مآنده شهری طبرستانی^{*۱}

^{*۱} گروه کشاورزی، دانشگاه پیام نور، تهران، ایران، (Maedeshahiri@pnu.ac.ir)

چکیده

در سال‌های اخیر استفاده از گیاهان دارویی و فرآورده‌های حاصله از آن پیشرفت چشمگیری داشته است. اسانس‌ها و عصاره‌هایی که از گیاهان دارویی استخراج می‌شود حاوی ترکیبات زیست فعال موثر هستند که در صنایع مختلف کاربردهای فراوانی دارند. در این تحقیق مروری، با بررسی منابع بیست سال اخیر در پایگاه‌های اطلاعاتی Google Scholar، Scopus و PubMed، کاربردهای گیاهان دارویی در صنایع مختلف و دلایل اهمیت اسانس‌ها و عصاره‌های گیاهان دارویی مورد بررسی قرار گرفت و مشخص شد این ترکیبات به عنوان مواد دوستدار محیط زیست و سازگار با طبیعت انسان، در صنایع دارویی، غذایی، کشاورزی، آرایشی و بهداشتی بکار می‌روند و دارای خواص آنتی‌اکسیدانی و ضد میکروبی قوی هستند. با مطالعات هدفمند می‌توان از آن‌ها به عنوان جایگزین مناسب جهت مواد و داروهای شیمیایی استفاده نمود. با حذف تدریجی داروها، سموم، مواد افزودنی و نگهدارنده‌های شیمیایی، احتمال بروز انواع بیماری‌ها (از جمله سرطان) و آلودگی زیست محیطی کاهش می‌یابد.

واژگان کلیدی: اسانس، عصاره، گیاهان دارویی



۱. مقدمه

گیاهان دارویی یکی از منابع بسیار ارزشمند در گستره وسیع منابع طبیعی ایران هستند که در صورت شناخت علمی، کشت، توسعه و بهره‌برداری صحیح می‌توانند نقش مهمی در سلامت جامعه، اشتغال‌زایی و صادرات غیرنفتی داشته باشند. این صنعت، پتانسیل سودآوری‌های کلان اقتصادی دارد. ایران با توجه به اکولوژی منحصر به فردش، جزو مستعدترین کشورهای جهان برای تولید گیاهان دارویی می‌باشد. سازگاری گیاهان دارویی با شرایط نامساعد محیطی، توان رویش در اراضی کم بهره، وجود صنایع فرآوری وابسته، گشایش بازارهای جدید گیاهان دارویی و ایجاد اشتغال، از مزایای سرمایه‌گذاری بر تولید و فرآوری گیاهان دارویی است که می‌توان به آن اشاره نمود (البرزی، ۱۴۰۲). در سال‌های اخیر، مطالعات فراوانی برای شناخت همه جانبه گیاهان دارویی از نظر نوع گیاهان، پراکنش آنها، شرایط اکولوژیک، کشت و اهلی کردن، اصلاح گونه‌های مهم ایران، شناسایی مواد موثره، مطالعه اثرات دارویی، بررسی روش‌های نوین در استخراج و افزایش مواد موثره آنها صورت گرفته و نتایج جالب توجهی نیز حاصل شده است (صالحی، ۱۴۰۰). برنامه‌ریزی اصولی برای توسعه فعالیت‌ها در بخش گیاهان دارویی، نیازمند بررسی دقیق وضعیت موجود، شناخت کافی پتانسیل‌ها در عرصه‌های زراعی و منابع طبیعی به‌عنوان خاستگاه اصلی گونه‌های بومی کشورمان و همچنین بررسی محدودیت‌ها و چالش‌های موجود است (اصیلی، ۱۳۹۹). استفاده از گیاهان دارویی در قالب طب سنتی برای درمان بیماری‌ها و مصارف دیگر در صنایع غذایی و بهداشتی از دیر باز مورد توجه بوده است، ولی در سال‌های اخیر به دلیل عوارض جانبی داروهای شیمیایی گرایش مردم به استفاده از داروهایی با منشأ گیاهی بیشتر شده است. از سوی دیگر، تأکید سازمان بهداشت جهانی در جایگزینی تدریجی مواد طبیعی به جای مواد شیمیایی موجب شده تا کشورهای مختلف جهان نسبت به سرمایه‌گذاری، برنامه‌ریزی کشت و تولید انبوه گیاهان دارویی در سطوح صنعتی و استفاده از آن در صنایع دارویی، بهداشتی و غذایی اقدام نمایند (البرزی، ۱۴۰۲). این مورد سبب شد، کشت و تجارت گیاهان دارویی در جایگاه اقتصادی مناسبی قرار گیرد. به‌طوری که برآوردها حاکی از دهها میلیارد دلار گردش مالی حاصل از پرداختن به این تجارت است، اما با توجه به قابلیت‌های کشورمان و نظر به پیشینه کهن استفاده از گیاهان دارویی در ایران، چنین به نظر می‌رسد که هنوز نتوانسته‌ایم با استفاده از ظرفیت‌های موجود در کشور، از بازارهای جهانی گیاهان دارویی به‌خوبی بهره‌برداری کنیم و جایگاه مناسبی در این بازار کسب نماییم (کشفی، ۱۳۸۹). جایگاه گیاهان دارویی در توسعه اقتصادی، زیست-محیطی و اشتغال‌زایی، به حدی است که می‌توان امروزه روند تعمیق و احیای آن را به‌ویژه در جهت افزایش صادرات غیرنفتی، به‌عنوان یکی از شاخه‌های اصلی توسعه اقتصاد ملی در کشور مد نظر قرار داد (اصیلی، ۱۳۹۹). بر خلاف عموم محصولات زراعی و باغی که در اثر تنش‌های محیطی لطمه می‌بینند، مواد موثره گیاهان دارویی می‌توانند تحت تاثیر تنش‌های تنظیم شده و هدفمند، افزایش یابد و حتی در برخی موارد، مواد موثره ویژه ایجاد می‌شود که در این صورت بازدهی اقتصادی این گیاهان افزایش می‌یابد (Pant et al., 2021). کاربرد عصاره‌های گیاهان دارویی در صنایع غذایی، دارویی و آرایشی بهداشتی، بسیار متنوع و گسترده می‌باشد (Khanahmadi and Rezazadeh, 2010). این عصاره‌ها به دلیل دارا بودن خواص طبیعی و درمانی، در تولید محصولات مختلف استفاده می‌شوند. عصاره‌های گیاهی در صنایع غذایی، به‌عنوان طعم‌دهنده، رنگ-



دهنده و مواد نگهدارنده بکار می‌روند (Antolak and Kregiel, 2017). در صنایع دارویی، به عنوان مواد فعال در تولید داروها و مکمل‌های غذایی استفاده می‌شوند و در صنایع آرایشی بهداشتی به عنوان مواد ضدالتهاب، ضد آکنه، ضدپیری و مرطوب کننده مورد مصرف قرار می‌گیرند. به طور کلی، عصاره‌های گیاهی به عنوان جایگزینی طبیعی و سالم برای مواد شیمیایی در این صنایع بکار می‌روند (Bolouri et al., 2022).

۲. مواد و روش‌ها

در مطالعه مروری صورت گرفته، جهت دستیابی به اطلاعات، در پایگاه‌های اطلاعاتی Scopus، Google Scholar و PubMed با استفاده از کلیدواژه‌های مرتبط در محدوده زمانی سال‌های ۲۰۰۴ تا ۲۰۲۴ جستجو صورت گرفت. سپس نتایج به دست آمده از مقالات، جمع‌آوری، دسته‌بندی و تحلیل محتوا شد.

۳. نتایج

۳-۱. کاربرد گیاهان دارویی در صنایع دارویی

طبق تعریف سازمان بهداشت جهانی، گیاهان دارویی به گیاهانی گفته می‌شود که تمام یا اجزایی از آن به صورت تازه، خشک شده یا فرآوری شده جهت تشخیص، درمان، پیشگیری و حفظ بهداشت بدن انسان، حیوان و دیگر گیاهان بکار می‌رود. گیاهان از ارزش و اهمیت بالایی در سلامت و بهداشت جهان برخوردار هستند. در بسیاری از کشورهای در حال توسعه طب گیاهی به عنوان بخش مهمی از سیستم درمانی آنها شناخته می‌شود. بر اساس آمار سازمان بهداشت جهانی بیش از ۸۰ درصد مردم جهان برای درمان بیماری‌های خود از ۲۰۰ گونه گیاه دارویی استفاده می‌کنند و بیش از ۳۰ درصد گونه‌های گیاهی جهان با اهداف پزشکی مورد استفاده قرار می‌گیرد (صالحی، ۱۴۰۰). ۲۵ درصد از کل داروهای مصرف شده در کشورهای توسعه یافته و بیش از ۸۰ درصد داروهای مصرف شده در چین و هند منشا گیاهی دارند. سازمان بهداشت جهانی نیز به عنوان مرکز سیاست‌گذاری و نظارت جهانی در امر بهداشت بر اهمیت گیاهان دارویی و جایگزینی تدریجی داروهای طبیعی به جای شیمیایی تاکید داشته و تلاش می‌کند رهنمودهای ارزشمندی در جهت استفاده از گیاهان دارویی به کشورها ارائه دهد. گیاهان دارویی از نظر اقتصادی نیز دارای اهمیت هستند (کشفی، ۱۳۸۹). بر اساس گزارش سازمان جهانی بهداشت نزدیک به نیمی از مردم جهان به خدمات و امکانات بهداشتی مناسب دسترسی ندارند و در صورت دسترسی جهت بهره‌مندی از این خدمات از توانایی مالی کافی برخوردار نیستند. ایجاد زمینه استفاده از گیاهان دارویی در پیشگیری و درمان بیماری‌ها، راهکاری است که می‌تواند هزینه‌های درمانی را کاهش داده و به تأمین سلامت این قشر از افراد جامعه کمک فراوانی می‌نماید (صالحی، ۱۴۰۰).

استفاده از فراورده‌های گیاهی در سال‌های اخیر به دلیل اثبات اثرهای مخرب و جانبی داروهای شیمیایی و با توجه به افزایش مقاومت دارویی در میکروارگانیسم‌ها، افزایش چشمگیری داشته است. از بین مواد شناسایی شده موجود در اندام‌های گیاهی، ترکیبات فنولی، بیشترین و مهم‌ترین موادی هستند که آثار گوناگون بیولوژیک از جمله فعالیت ضد باکتریایی دارند. مطالعات انجام شده نشان داده است که بسیاری از گیاهان خانواده نعناع مانند رزماری، آویشن و پونه دارای خاصیت ضد میکروبی



هستند. عصاره این گیاهان حاوی ترکیباتی مانند فیل پروپانوید گلوکوزید، پلی استیلن، دی ترپن ها و فلاونوئیدها می باشند. این ترکیبات در فعالیت ضد میکروبی و آنتی اکسیدانی دخالت دارند (Dar et al., 2019). اسانس این گیاهان نیز خاصیت ضد باکتریایی دارد. اسانس ها با ایجاد ویژگی آبگریزی که سبب نفوذ اسانس در لیپیدهای غشای سلولی باکتری می شود سبب اختلال عملکرد، خروج یونها و محتویات سلول می شوند. اتصال گروه کربونیل در اسانس گیاه به پروتئین های سلولی و همچنین واکنش آلدئیدها با گروه های سولفیدریل، از رشد میکروارگانیسم ها جلوگیری می نماید. یکی از مهم ترین ترکیبات موجود در اسانس گیاهان، آلفا ترپتین است که خاصیت ضد باکتریایی دارند (Ahmadi et al., 2016; Razavi et al., 2016).

فعالیت ضد میکروبی گونه های مختلف آویشن شیرازی مربوط به ترکیبات فنولیک مانند تیمول، کارونون و گاما ترپتین می باشد (Braga et al., 2016). طبق مطالعات انجام شده، این گیاه در برابر فعالیت باکتری های گرم مثبت و مخمرها اثر ضد میکروبی خوبی از خود نشان می دهد، همچنین اسانس آویشن شیرازی بر روی باکتری های مقاوم به آنتی بیوتیک مانند تتراسیکلین، اریتروماپسین، تری متوپریم، سولفات متوکسازول و متی سیلین نیز اثرهای خوبی داشته و می تواند مانع رشد این باکتری ها شود (قاسمی و همکاران، ۱۴۰۲). گیاهان دارویی از منابع غنی طب سنتی بوده که به واسطه داشتن ترکیبات فعال زیستی، در تولید بسیاری از داروهای مدرن برای درمان اختلالات فیزیولوژیکی بدن و پیشگیری از ابتلا به بیماری ها به ویژه در کشورهای در حال توسعه نقش اساسی دارند (Krishnaiah et al., 2011). بسیاری از داروهای مهم در ۵۰ سال گذشته، که انقلابی در علم پزشکی مدرن ایجاد کرده اند، از گیاهان دارویی جدا شده اند (البرزی، ۱۴۰۲).

۳-۲. کاربرد گیاهان دارویی در صنایع غذایی

از مهم ترین کاربردهای گیاهان دارویی، استفاده از آنها در صنایع غذایی به عنوان مواد افزودنی، مواد نگهدارنده و در بسته بندی های مواد غذایی است (Bolouri et al., 2022). افزایش روزافزون تقاضای مصرف کنندگان برای محصولات سالم و بدون افزودنی های مصنوعی و مضر، منجر به پژوهش های زیادی به منظور جستجوی جایگزین های طبیعی شده است. وجود ترکیبات زیست فعال با خواص ضد میکروبی و آنتی اکسیدانی در گیاهان دارویی منجر به کاربرد این ترکیبات به عنوان مواد افزودنی و مکمل های غذایی شده است. همچنین، در بسته بندی های مواد غذایی نیز برای جلوگیری از اکسیداسیون و فاسد شدن غذا، حفظ کیفیت و افزایش مدت زمان ماندگاری غذاها از این ترکیبات، استفاده می شود (Sacchetti et al., 2005).

۳-۲-۱. کاربرد گیاهان دارویی به عنوان مواد نگهدارنده مواد غذایی

۱. سانس های گیاهی به دلیل خواص ضد میکروبی، ضد قارچی و آنتی اکسیدانی در صنایع غذایی استفاده می شوند. این ترکیبات می توانند با تولید مواد نگهدارنده طبیعی، ماندگاری مواد غذایی را افزایش دهند (Bolouri et al., 2022). گیاهان دارویی که به عنوان ضد باکتری در صنایع غذایی استفاده می شوند شامل گونه های *Thymus*، *Salvia rosmarinus*، *Juniperus oxycedrus*، *Salvia officinalis*، *Eucalyptus camaldulensis*، *serpyllum* (Carraminana et al., 2008; Oral et al., 2008; Keskin and Güvensen, 2022; Khalil, 2011) خاصیت



ضدباکتریایی و آنتی اکسیدانی اسانس های گیاهی به دلیل ترکیباتی مانند لینالول، سینامالدهید، تیمول، کارواکرول و وانیلین است که برای استفاده در صنایع غذایی جهت افزایش ماندگاری مواد فاسد شدنی مورد تایید است (Bakkali et al., 2008).

یکی از عوامل اصلی کاهش کیفیت گوشت در طول فرآوری، اکسیداسیون لیپید است که موجب تغییرات نامطلوب در ویژگی های تغذیه ای گوشت و فرآورده های گوشتی می شود (Domínguez et al., 2019). به منظور کاهش یا جلوگیری از این پدیده، آنتی اکسیدان ها (طبیعی یا مصنوعی) بکار می روند. در سال های اخیر، مصرف کنندگان به دلیل سمیت احتمالی، از آنتی اکسیدان های مصنوعی اجتناب می کنند. به همین دلیل گرایش به سمت آنتی اکسیدان های طبیعی بیشتر شده است. عصاره های گیاهی دارای کیفیت آنتی اکسیدانی بیشتری نسبت به آنتی اکسیدان های مصنوعی هستند که می توانند به وضعیت سلامت مصرف کنندگان نیز کمک نمایند (Jayawardana et al., 2019). آنتی اکسیدان های طبیعی می توانند از سلول های بیولوژیکی در برابر فرآیندهای اکسیداسیون ناشی از اکسیژن فعال محافظت کنند. عصاره های گیاهی که به عنوان آنتی اکسیدان های طبیعی بکار می روند نباید به ویژگی های محصولات غذایی آسیب برساند و همچنین باید در غلظت های پایین فعال باشند. اجزای زیست فعال موجود در عصاره گیاهان، پلی فنول ها (مانند آنتوسیانین ها، تانن ها و فلاونول ها) هستند که می توانند به عنوان آنتی اکسیدان های طبیعی استفاده شوند. این ترکیبات را می توان از قسمت های مختلف (دانه، برگ و میوه) گیاهان دارویی تهیه نمود (Oswell et al., 2018). عصاره گیاهی Black ، Moringa ، Mesquite leaf, Guarana seed ، Green tea ، pepper به عنوان آنتی اکسیدان های طبیعی در گوشت و فرآورده های گوشتی بکار می روند (Lorenzo et al., 2018; Pateiro et al., 2018; Šojić et al., 2018).

۲-۳- کاربرد گیاهان دارویی در بسته بندی مواد غذایی

فعالیت ضد میکروبی چند گیاه دارویی سنتی در پوشش خوراکی بر پایه نشاسته تاپیوکا- آلژینات مورد بررسی قرار گرفت. عصاره اتانولی برگ گونه گیاهی آندروگرافیس پانیگولانتا از خانواده آکانتاسه، ریشه گونه گیاهی کورکوما زندهواریا، از خانواده زینگبیراسه (زرد چوبه)، پوست میوه گونه گیاهی گارسینا مانگوستانا، از خانواده کلوسیاسه (انبه هندی) و چندین گیاه دیگر را با روش های مختلف اتانولی، آبی و اولتراسوند استخراج گردید و در غلظت های ۱، ۵، ۱۰ و ۲۰ درصد در پوشش های خوراکی نشاسته تاپیوکا- آلژینات به کار برده شد سپس پوشش ها را بر روی سویه های میکروبی مختلف موجود در مواد غذایی شامل سه گونه اشرشیاکولی، ۲ گونه سالمونلا تیفیموریوم، استافیلوکوکوس اورئوس، ویبریو پاراهمولیتیکوس و ۲ سوش سودوموناس مورد بررسی قرار گرفت. در این بررسی، فعالیت ضد باکتریایی عصاره اتانولی گیاهان دارویی با غلظت های متفاوت در ترکیب با فیلم های خوراکی بر پایه نشاسته تاپیوکا- آلژینات در برابر باکتری ها تایید شد (کیا و همکاران، ۱۳۹۱).

به طور کلی عصاره گیاهان دارویی در فیلم خوراکی نشاسته تاپیوکا- آلژینات دارای اثرات ضد میکروبی خوبی است که برای گسترش ماندگاری یا بهبود ایمنی ماده غذایی بکار می روند. البته باید تعاملی بین غلظت عصاره و ایجاد طعم و مزه در غذا مورد بررسی قرار گیرد. عصاره پوست انار بر روی سطحی که با آن تماس دارد، خواص ضد میکروبی خوبی دارد. از آنجاکه پوست انار به عنوان ضایعات کارخانجات آبمیوه و کنسانتره انار، به میزان زیادی در دسترس می باشد، می توان از عصاره آن در



پوشش های خوراکی مختلف بر پایه نشاسته استفاده نمود تا از ورود میکروارگانیسم به مواد غذایی جلوگیری نمود. ماده ضد میکروبی اضافه شده به فیلم های خوراکی، به آهستگی درون ماده غذایی حرکت و فعالیت ضد میکروبی خود را آغاز می نماید (Zanetti et al., 2018).

به دلیل خواص ضد میکروبی عصاره گیاهانی مانند آویشن، پونه و انار، می توان آن ها را به فیلم ها و پوشش های خوراکی بر پایه پلی ساکارید و نشاسته، پروئین، چربی اضافه نمود تا مدت زمان ماندگاری مواد غذایی افزایش یابد (Ahmadpoor et al., 2018).

در صنایع بسته بندی مواد غذایی، کاغذ نقش مهمی ایفا می کند. به منظور حفظ کیفیت مواد غذایی، از مراحل اولیه بسته بندی تا رسیدن به دست مشتری، کاغذ باید سالم بماند و توسط میکروارگانیسم ها فاسد نشود. کاغذ از الیاف سلولزی تشکیل شده و این الیاف توسط برخی از میکروارگانیسم ها به عنوان یک منبع غذایی بکار می روند و موجب آلودگی کاغذ به باکتری می شوند، لذا به منظور افزایش ماندگاری مواد غذایی تولید کاغذهایی با ویژگی ضد باکتریایی ضروری به نظر می رسد. استفاده از عصاره گیاهی به عنوان یک ماده سازگار با محیط زیست و طبیعی که کمترین اثر منفی را بر سلامتی انسان دارد، گزینه مناسبی برای تولید کاغذهای ضد باکتریایی می باشد. در این تحقیق از عصاره و اسانس گیاه آویشن به دلیل وجود مواد ضد باکتریایی فراوان و ویژگی های زیستی این گیاه، در تولید کاغذ بسته بندی مواد غذایی استفاده شد. نتایج نشان داد این کاغذها به خوبی رشد باکتری - های اشریشیا کلی و استافیلوکوکوس اورئوس را کنترل نمودند. مهم ترین ماده شیمیایی که موجب ایجاد ویژگی خاصیت ضد - باکتریایی این کاغذها شد، ماده ضد باکتریایی کارونون (Carvenone) بود (قاسمی و همکاران، ۱۴۰۲).

۳-۳. کاربرد گیاهان دارویی در صنعت رنگ سازی

ترکیبات رنگی، یکی از پرمصرف ترین مواد در صنایع مختلف می باشند. امروزه به جایگزینی رنگدانه های طبیعی به جای رنگ های سنتزی توجه زیادی شده است. مطالعات نشان داده است که خاصیت رنگ زایی گیاهان، ناشی از فعالیت ترکیباتی است که در قسمت های مختلف گیاه یافت می شوند. این ترکیبات ساختمان شیمیایی متفاوت داشته و روش های متنوعی برای استخراج آنها وجود دارد. طیف گسترده ای از رنگ ها شامل آبی، قرمز، زرد، سفید، سیاه، قهوه ای و ترکیبی از آنها از گیاهان استخراج شده است (خان احمدی و همکاران، ۱۳۹۳).

بطور تقریبی رنگدانه ها در همه بخش های گیاه مانند ریشه، پوست درخت، برگ، میوه، چوب و گل تولید می شود. رنگ های طبیعی مشتق شده از گیاهان به دلیل غیر سمی بودن، قابلیت بازگشت به طبیعت و از همه مهم تر، حاوی اثرات دارویی حائز اهمیت می باشند. این رنگ ها موجب آلودگی محیط زیست نمی شوند. گیاهان رنگزای زیادی در طبیعت وجود دارند. رنگدانه های گیاهی در صنایع مختلف کاربرد دارند. مهم ترین این کاربردها شامل استفاده از خواص دارویی رنگ های طبیعی، خواص حفاظتی در برابر نور در پارچه، استفاده در صنایع آرایشی بهداشتی مانند رنگ مو، شامپو و صابون سازی، استفاده در صنایع غذایی به عنوان مواد افزودنی و رنگ دهنده و کاربرد در رنگرزی الیاف می باشد. صرف نظر از خواص رنگ دهنده گی، بعضی از این گیاهان برای مقاصد پزشکی استفاده می شوند (Chengalahet al., 2010). در واقع بسیاری از گیاهان رنگزا در



دسته گیاهان دارویی قرار می گیرند. به عنوان مثال زردچوبه، تولیدکننده رنگ زرد طبیعی، ضد عفونی کننده قوی است که موجب شادابی پوست می شود. همچنین ثابت شده است، سافرانل و کروسین، رنگدانه های موجود در گیاه دارویی زعفران، خواص ضد افسردگی دارند و موجب مهار رشد سلول های سرطانی می شوند. رنگ های استخراج شده از گیاه حنا (*Linermis*) و *Lawsonia* نیز فعالیت ضد قارچی و ضد میکروبی بالایی دارند که حاوی رنگدانه نارنجی رنگ است. رنگ حاصل از گیاه *Alkanna tinctorial* به دلیل وجود نفتوکینون ها، فعالیت ضد میکروبی و ضد قارچی بسیار قوی دارد. از دسته ترکیبات گزانتوفیل، لوتئین و زیرانتین زرد رنگ در گل همیشه بهار، دارای خاصیت آنتی اکسیدانی قوی می باشند (Alegbe and Othman, 2024).

۳-۴. کاربرد گیاهان دارویی در صنعت کشاورزی

گیاهان منبع غنی از مواد شیمیایی دفاعی هستند. این مواد ممکن است خاصیت حشره کشی، اثرات دافع، جاذب، ضد تغذیه ای و تنظیم کننده رشد بر روی حشرات و بطور معمول، اثرات نامطلوب جزئی بر موجودات غیر هدف (انگل ها و شکارچیان) داشته باشند. حشره کش های شیمیایی برای سال های زیادی مورد استفاده قرار گرفته اند. نگرانی مصرف کنندگان در مورد خطرات احتمالی حشره کش های شیمیایی موجب کاهش استفاده از آن ها جهت کنترل آفات و بیماری های گیاهی شد (Godlewska et al., 2021). عصاره و اسانس های گیاهی با توجه به داشتن ترکیبات ضد قارچی و ضد باکتریایی می توانند جایگزین مناسبی برای کاهش یا حذف استفاده از مواد شیمیایی برای کنترل پوسیدگی ها و بیماری های پس از برداشت میوه ها و سبزیجات باشند (Antunes and Cavaco, 2010). تعدادی از گیاهان دارویی خاصیت ضد قارچی و ضد باکتریایی دارند، از جمله *Artemisia*، *Nigella*، *Pimpinella anisum*، *Thymus vulgaris*، *Tagetes patula*، *Zingiber officinale*، *persica*، *Sclerotinia*، *Cochliobolus sativus* که به ترتیب توانستند رشد بیمارگرهای گیاهی *Juniper galbulid*، *sativa*، *Aspergillus*، *Erwinia amylovora*، *Bemisia tabaci*، *Meloidogyne incognita*، *sclerotiorum*، *Phoma sorghin flavus* و *Botrytis cinerea* را کنترل نمایند (Rodrigues et al., 2007; Stangarlin et al., 2011; Franzener et al., 2007; Bolandnazar et al., 2017; Behdani et al., 2012; Zheljzakov et al., 2018).

۳-۵. کاربرد گیاهان دارویی در صنعت آرایشی بهداشت

در سال های اخیر، استفاده از اسانس ها و عصاره های گیاهی در لوازم آرایشی توجه مردم را به خود جلب کرده است. مدت زمان طولانی است که از مواد موثره به دست آمده از گیاهان دارویی، به عنوان عطر یا لوازم آرایشی استفاده می شود. یافته های تاریخی به دست آمده از کشورهای مبدأ این گیاهان مانند هند، چین، مصر و ایران، استفاده طولانی مدت از گیاهان دارویی را به عنوان محصولات آرایشی تایید می نماید. در حال حاضر مصرف کنندگان به خرید لوازم آرایشی گیاهی تمایل زیادی دارند، چون حاوی ترکیبات سازگار با بدن و دوستدار محیط زیست می باشند (Mahesh et al., 2019). اسانس های گیاهی، به دلیل وجود مواد فعال ضد التهابی، ضد میکروبی و آنتی اکسیدانی به عنوان نگهدارنده در محصولات آرایشی مختلف



مانند

مرطوب کننده‌ها، لوسیون‌ها و پاک کننده‌ها جهت مراقبت از پوست و تهیه لوازم آرایشی، نرم کننده‌ها، ماسک‌های آرایشی یا محصولات ضدشوره، در محصولات مراقبت از مو، رژ لب یا عطرها استفاده می‌شوند. بنابراین، استفاده از اسانس‌ها و عصاره‌های مشتق شده از گیاهان در تولید لوازم آرایشی به عنوان ترکیبات ضد میکروبی چند منظوره می‌تواند بکار رود. یعنی به عنوان یک نگهدارنده طبیعی یا خاصیت ضد میکروبی عمل نماید. به عنوان مثال، اسانس و عصاره برخی از گونه‌های نپتا *Nepeta cataria* var *Nepeta* (Citriodora)، *Nepeta cataria* و *Nepeta grandiflora* بدین منظور در لوازم آرایشی گیاهی استفاده می‌شود. در این سه گونه، ترکیبات عمده، نپتالاکتون و ژرانیول در *N. cataria* بودند. سیترونلول و ژرانیول در *N. Citriodora* و *N. Grandiflora* در p-cymene و carvacrol، c-terpinene، o-cymene طبیعی با خاصیت ضد باکتریایی هستند (Varvaresouet et al., 2009; Mohamedet et al., 2018; Hermanet et al., 2013).

۴. بحث و نتیجه گیری

اسانس‌ها و عصاره‌های گیاهی حاوی متابولیت‌های ثانویه مهمی هستند که توسط بسیاری از گونه‌های گیاهی تولید می‌شوند و می‌توانند به عنوان منابع غنی برای تهیه داروهای گیاهی یا جهت تولید نگهدارنده‌ها و آنتی اکسیدان‌ها در محصولات دارویی، غذایی، کشاورزی و آرایشی بکار روند. اسانس‌ها و عصاره‌های گیاهان دارویی به دلیل وجود مواد موثره مختلف، خاصیت ضد باکتریایی، ضد قارچی، ضد ویروسی و حشره کشی دارند و می‌توان از این خواص به منظور محافظت موجودات زنده در برابر بیماری‌ها، بهبود کیفیت و افزایش ماندگاری محصولات استفاده نمود. با توجه به اثرات جانبی داروهای شیمیایی و افزایش مقاومت دارویی نسبت به میکروارگانیسم‌ها و شبیه در ایمنی مواد نگهدارنده شیمیایی مورد استفاده در صنایع غذایی، آرایشی، بهداشتی، مطالعات بیشتری به منظور ارزیابی اسانس‌ها و عصاره‌های گیاهی به عنوان جایگزین برای استفاده در صنایع مختلف ضروری به نظر می‌رسد. علاوه بر این، به دلیل وجود ترکیبات زیست فعال مختلف در اسانس‌ها و عصاره‌های گیاهی، باید تلاش‌ها در جهت شناسایی دقیق ترکیبات زیست فعال جدید، جهت استفاده در صنایع مختلف هدایت شود. پس از یافتن این ترکیبات و کسب اطلاعات لازم در مورد آن‌ها، باید سنجش‌های زیستی و بالینی لازم در مقیاس وسیع انجام گیرد تا بتوان از این ترکیبات در صنایع مختلف استفاده نمود.

منابع

اصیلی، ز. ۱۳۹۹. بررسی چالش‌های موجود بر توسعه صادرات در صنعت داروهای گیاهی و ارائه راهکار. سومین کنفرانس بین‌المللی مطالعات بین رشته‌ای در مدیریت و مهندسی، تهران، ایران. <https://sid.ir/paper/900723/fa>. SID.

البرزی، م. ۱۴۰۲. مروری بر کاربرد گیاهان دارویی در صنایع غذایی. دومین همایش ملی گیاهان دارویی، کارآفرینی و تجاری سازی، جبرفت، ایران.



خان احمدی، م.، حاجی آقایی، ر.، قاسمی، س.، آخوندزاده، ش.، آزادمهر، ع.، آشوری، ن. ۱۳۹۳. مروری بر خواص دارویی گیاهان رنگ‌زا.

فصل‌نامه گیاهان دارویی ۱۳ (۵۲): ۱-۲۵.

قاسمی، ا.، نظرزاد، ن.، رضائزاد، ش.، شریفی، ح. ۱۴۰۲. استفاده از عصاره گیاه دارویی آویشن شیرازی (*Multifora Zataria*) برای ساخت کاغذ بسته‌بندی مواد غذایی ضدباکتری. فصل‌نامه تحقیقات علوم چوب و کاغذ ایران ۲۹ (۱): ۴۱-۵۴.

کشفی بناب، ع. ۱۳۸۹. مزیت نسبی اقتصادی کشت و تجارت گیاهان دارویی در ایران و ارزش آن در بازارهای جهانی. بررسی‌های بازرگانی، دوره جدید ۸ (۴۴)، ۶۷-۷۸. <https://sid.ir/paper/467356/fa>. SID.

کیا، ش.، میرزایی، ح.، جعفری، م. ۱۳۹۱. استفاده از گیاهان دارویی در فیلم‌های خوراکی بر پایه نشاسته تاپیوکا- آلژینات. فصل‌نامه علوم و فنون بسته‌بندی ۱۰: ۴۲-۵۵.

صالحی ساردویی، ع.، خلیلی، ح.، فلاح ایمانی، ا. ۱۴۰۰. مهم‌ترین گیاهان دارویی ارزش‌آور ایران. هشتمین کنفرانس بین‌المللی علوم صنایع غذایی، کشاورزی ارگانیک و امنیت غذایی، تفلیس، گرجستان. <https://civilica.com/doc/1326511>.

Ahmadi, E., Abdollahi, A., Najafipour, S., Meshkibaf, M.H., Fasihi-Ramandi, M., Namdar, N., Abdollahi S., Mousavi, S.M., SamiZadeh, B. and Allahverdi, G.H. (2016). Surveying the effect of the phenol compounds on antibacterial activity of herbal extracts: in vitro assessment of herbal extracts in Fasa-Fars province. *Journal of Fasa University of Medical Sciences*, 6(2): 210-220.

Ahmadpoor, H., Masoomi, M., Tohidi, F. and Farhadi, P. (2018). Comparison of the effect of methanolic extract and oil of zenian plant on *Escherichia coli* and *Enterococcus faecalis*. *Iranian Journal of Infectious, Diseases and Tropical Medicine*, 23(82): 15-24.

Alegbe, E.O., and Othman, T.O. (2024). A review of history, properties, classification, applications and challenges of natural and synthetic dyes, *Heliyon*, doi.org/10.1016/j.heliyon.2024.e33646.

Antolak, H. and Kregiel, D. (2017). Food preservatives from plants. In food additives published by INTECH. pp. 45-85.

Antunes, M.D.C., and Cavaco, A.M. (2010). The use of essential oils for postharvest decay control: A review. *Flavour and Fragrance Journal*, 25: 351-366.

Bakkali, F., Averbeck, S., Averbeck, D., and Idaomar, M. (2008) Biological effects of essential oils—a review. *Food Chemistry Toxicology*, 46: 446-475.

Behdani, M., Pooyan, M., and Abbasi, S. (2012) Evaluation of antifungal activity of some medicinal plant essential oils against *Botrytis cinerea*, causal agent of postharvest apple rot, in vitro. *International Journal of Agriculture Crop Science*, 4: 1012-1016.

Bolandnazar, A., Ghadamyari, M., Memarzadeh, M., Sandi, J. (2017). Effect of some micro and nanoemulsified essential oils and plant extract on sweet potato whitefly, *Bemisia tabaci* (Gennadius), under laboratory condition. *Plant Pest Research*, 7: 23-37.

Bolouri, P., Salami, R., Kouhi, S.H., Kordi, M., Asgari, B., Hadian, h., and Astatkie, T. (2022). Applications of essential oils and plant extracts in different industries. *Molecules*, 27, 8999. <https://doi.org/10.3390/molecules27248999>.

Braga, P.C., Dal Sasso, M., Culici, M., Galastri, L., Marceca, M.T., and Guffanti, E.E. (2006). Antioxidant potential of thymol determined by chemiluminescence inhibition in human neutrophils and cell-free systems. *Pharmacology*, 76, 61-68.

Carraminana, J., Rota, C., Burillo, J., and Herrera, A. (2008). Antibacterial efficiency of Spanish *Satureja montana* essential oil against *Listeria monocytogenes* among natural flora in minced pork. *Journal Food Protection*, 71: 502-508.

- Chengalah, B., Rao, K.M., Kumar, K.M., and Alagusund, M. (2010). Medicinal importance of natural dyes: A review, *International Journal of PharmTech Research*, 2(1): 144-164.
- Dar, R.A., Shahnava, M., and Qazi, P. (2019). General overview of medicinal plants: A review, *The Journal of Phytopharmacology*, doi: 10.31254/phyto.2017.6608.
- Domínguez, R., Pateiro, M., Gagaoua, M., Barba, F.J., Zhang, W., and Lorenzo, J.M. A. (2019) comprehensive review on lipid oxidation in meat and meat products. *Antioxidants*, 8; 429.
- Franzener, G., Martinez-Franzener, A., Stangarlin, J., Furlanetto, C., and Schwan-Estrada, K. (2007). Protection of tomato plants by *Tagetes patula* aqueous extract against *Meloidogyne incognita*. *Nematol. Bras.* 31: 27–36.
- Godlewska, K., Ronga, D., and Michalak, I. 2021 Plant extracts-importance in sustainable agriculture. *Italy Journal Agron.* 16: 1851.
- Herman, A., Herman, A.P., Domagalska, B.W., and Młynarczyk, A. (2013). Essential oils and herbal extracts as antimicrobial agents in cosmetic emulsion. *Indian Journal of Microbiology*, 53, 232–237.
- Holley, R.A., and Patel, D. (2005). Improvement in shelf-life and safety of perishable foods by plant essential oils and smoke antimicrobials. *Food Microbiology* 22: 273–292.
- Jafari-Sales, A., Hossein-Nezhad, P., Bolouri, P. (2019). Identification of chemical composition of essential oil and evaluation of antimicrobial effects of ethanolic extract of *Mentha pulegium* on *Staphylococcus aureus* and *Escherichia coli*. *Health Biotechnology Biopharma*, 3, 29–38.
- Jayawardana, B.C., Warnasooriya, V.B., Thotawattage, G., Dharmasena, V., and Liyanage, R. (2019). Black and green tea (*Camellia sinensis* L.) extracts as natural antioxidants in uncured pork sausages. *Journal of Food Process. Preservation*, 43, e13870.
- Keskin, D., and Güvensen, N. (2022). Investigation of antimicrobial properties and chemical composition of different extracts of Sweet gum leaves (*Liquidambar orientalis*). *International Journal of Agricultural Environment Food Science*, 6(13):18. 34.
- Khalil, R., Li, Z.G. (2011). Antimicrobial activity of essential oil of *Salvia officinalis* L. collected in Syria. *African Journal of Biotechnology*, 10: 8397–8402.
- Khanahmadi, M. & Rezazadeh, S.h. (2010). Review on Iranian medicinal plants with antioxidant properties. *Journal of Medicinal Plants*, 9(35): 19–32.
- Krishnaiah, K., Sarbatly, R., and Nithyanandam, R. (2011). A review of the antioxidant potential of medicinal plant species. *Food and Bioproducts Processing*, 89(3): 217-233.
- Lorenzo, J.M., Pateiro, M., Domínguez, R., Barba, F.J., Putnik, P., Kovačević, D.B., Shpigelman, A., Granato, D., and Franco, D. (2018). Berries extracts as natural antioxidants in meat products: A review. *Food Research International*, 106: 1095–1104.
- Mahesh, S.K., Fathima, J., and Veena, V.G. (2019) Cosmetic potential of natural products: Industrial applications. In *Natural Bio-Active Compounds*; Springer: Singapore, pp. 215–250.
- Mohamed, H.F., Mahmoud, A.A., Alatawi, A., Hegazy, M.H., Astatkie, T., Ahl. (2018) S.-A., Hussein, A. Growth and essential oil responses of *Nepeta* species to potassium humate and harvest time. *Acta Physiological Plant*, 40, 204.
- Oral, N., Guelmez, M., Vatansever, L., and Abamuslum, G. (2008). Application of antimicrobial ice for extending shelf life of fish. *Journal of Food Protection*, 71, 218–222.
- Oswell, N.J., Thippareddi, H., and Pegg, R.B. (2018). Practical use of natural antioxidants in meat products in the US: A review. *Meat Science*, 145: 469–479.
- Pant, P., Pandey, P., and Acqua, S. (2021). The Influence of environmental conditions on secondary metabolites in medicinal plants: A Literature Review, *Chemistry & Biodiversity*, 18, e2100345. doi.org/10.1002/cbdv.202100345.
- Pateiro, M., Barba, F.J., Domínguez, R., Sant'Ana, A.S., Khaneghah, A.M., Gavahian, M., Gómez, B., and Lorenzo, J.M. (2018). Essential oils as natural additives to prevent oxidation reactions in meat and meat products: A review. *Food Research International*, 113: 156–166.



- Razavi, N., Molavi Choobini, Z., Salehian-Dehkordi, M. and Saleh Riyahi, S., 2016. Overview of the antibacterial properties of essential oils and extracts of medicinal plants in Iran. *Journal of Shahrekord University of Medical Sciences*, 17: 41-52.
- Rodrigues, E., Schwan-Estrada, K.R.F., Fiori-Tutida, A.C.G., Stangarlin, J.R., and Cruz, M.E.S. (2007). Fungitoxicidade, atividade elicitora de fitoalexinas e proteção de alface em sistema de cultivo orgânico contra *Sclerotinia sclerotiorum* pelo extrato de gengibre. *Summa Phytopathol*, 33: 124–128.
- Sacchetti, G., Maietti, S., Muzzoli, M., Scaglianti, M., Manfredini, S., Radice, M., and Bruni, R. (2005). Comparative evaluation of 11 essential oils of different origin as functional antioxidants, antiradicals and antimicrobials in foods. *Food Chemistry*, 91, 621–632.
- Šojić, B., Pavlić, B., Zeković, Z., Tomović, V., Ikonić, P., Kocić-Tanackov, S., and Džinić, N. (2018). The effect of essential oil and extract from sage (*Salvia officinalis* L.) herbal dust (food industry by-product) on the oxidative and microbiological stability of fresh pork sausages. *LWT*, 89: 749–755.
- Soltan Dallal, M., Yazdi, M., Aghaamiri, S., Haghighat Khajavi, S., Abedi Mohtasab, T. and Amin Harati, F. (2014). Antimicrobial effect of *Zataria multiflora* and *Rosemarinus officinalis* on antibiotic-resistant *staphylococcus aureus* strains isolated from food. *Journal of Medical Plants*, 4(52): 41-47.
- Stangarlin, J., Kuhn, O., Assi, L., and Schwan-Estrada, K. (2011). Control of plant diseases using extracts from medicinal plants and fungi. *Science Microbial Pathogen Communication Current Research Technology*, 2: 1033–1042.
- Varvaresou, A., Papageorgiou, S., Tsihrivas, E., Protopapa, E., Kintziou, H., Kefala, V., and Demetzos, C. (2009). Self-preserving cosmetics. *International Journal Cosmetic Science*, 31: 163–175.
- Zanetti, M., Carniel, T.K., Dalcanton, F., dos Anjos, R.S., Riella, H.G., and de Oliveira, D. (2018). Use of encapsulated natural compounds as antimicrobial additives in food packaging: A brief review. *Trends Food Science Technology*, 8: 51–60.
- Zheljazkov, V.D., Kacaniova, M., Dincheva, I., Radoukova, T., Semerdjieva, I.B., Astatkie, and T., Schlegel, V. (2018). Essential oil composition, antioxidant and antimicrobial activity of the galbula of six juniper species. *Industrial Crops Production*. 124: 449–458.



تعیین کمترین غلظت متوقف کنندگی و باکتری کشی اسانس بنفشه علیه باکتری های *اشرشیا کلی* و *استافیلوکوکوس آرنئوس* در شرایط آزمایشگاهی

زهره فتحی^{*۱}

^{*۱} گروه زیست شناسی، دانشکده علوم پایه، دانشگاه مراغه، مراغه (z.fathi@maragheh.ac.ir)

چکیده

افزایش مقاومت آنتی بیوتیکی در باکتری های بیماری زا، از جمله *اشرشیا کلی* و *استافیلوکوکوس آرنئوس*، موجب شده است که محققان به دنبال جایگزین های طبیعی مؤثر باشند. اسانس های گیاهی، از جمله اسانس بنفشه، به دلیل دارا بودن ترکیبات فنی و ترپنوئیدی، دارای خواص ضد باکتریایی قابل توجهی هستند. هدف از این مطالعه، ارزیابی اثر ضد میکروبی اسانس بنفشه و تعیین غلظت بهینه آن علیه *اشرشیا کلی* و *استافیلوکوکوس آرنئوس* در شرایط آزمایشگاهی بود. در این مطالعه اسانس بنفشه به روش تقطیر با بخار آب استخراج شد. برای بررسی اثر ضد باکتریایی، از روش پخش دیسک، حداقل غلظت مهار و کشندگی مطابق با دستورالعمل های CLSI استفاده شد. نتایج نشان داد که اسانس بنفشه دارای اثر ضد باکتریایی معنی داری علیه هر دو باکتری مورد مطالعه است. میانگین قطر هاله عدم رشد برای *استافیلوکوکوس آرنئوس* بیشتر از *اشرشیا کلی* بود، که نشان دهنده حساسیت بالاتر این باکتری نسبت به اسانس بنفشه است. مقدار حداقل غلظت مهار اسانس برای *استافیلوکوکوس آرنئوس* برابر با ۱.۲۵ میلی گرم بر میلی لیتر و برای *اشرشیا کلی* برابر با ۲.۵ میلی گرم بر میلی لیتر تعیین شد. ترکیبات اصلی مؤثر در اسانس بنفشه شامل بنزیل الکل، لینالول و متیل سالیسیلات هستند که دارای خواص ضد باکتریایی و ضد التهابی شناخته شده اند. اسانس بنفشه تأثیر قابل توجهی در مهار رشد باکتری های *اشرشیا کلی* و *استافیلوکوکوس آرنئوس* دارد و می تواند به عنوان یک عامل ضد میکروبی طبیعی و جایگزین مکمل برای آنتی بیوتیک ها در درمان عفونت های مقاوم به دارو مورد توجه قرار گیرد.

واژگان کلیدی: اثر ضد باکتریایی، اسانس بنفشه، *استافیلوکوکوس آرنئوس*، *اشرشیا کلی*.



۱. مقدمه

گیاهان دارویی از دیرباز نقش مهمی در درمان بیماری‌ها داشته‌اند. امروزه، با افزایش مقاومت دارویی نسبت به آنتی‌بیوتیک‌ها و سایر داروهای شیمیایی، استفاده از گیاهان دارویی به عنوان یک گزینه جایگزین یا مکمل درمانی مورد توجه ویژه قرار گرفته است (Ekor, 2014). بسیاری از گیاهان دارویی حاوی ترکیباتی مانند آلکالوئیدها، فلاونوئیدها و تانن‌ها هستند که خواص ضدباکتریایی، ضدویروسی و ضدالتهابی دارند (Rates, 2001). برخلاف داروهای شیمیایی، گیاهان دارویی معمولاً عوارض جانبی کمتری دارند و در صورت مصرف صحیح، ایمنی بیشتری برای بیماران فراهم می‌کنند (Newman & Cragg, 2020). با افزایش موارد مقاومت دارویی، تحقیقات نشان داده است که برخی از ترکیبات گیاهی قادر به مهار رشد میکروارگانیسم‌های مقاوم هستند (Savoia, 2012). استفاده بی‌رویه از آنتی‌بیوتیک‌ها منجر به ایجاد سویه‌های مقاوم به دارو در باکتری‌ها شده است، که یکی از چالش‌های جدی سلامت جهانی محسوب می‌شود (WHO, 2020). باکتری‌ها می‌توانند از طریق جهش‌های ژنتیکی یا تبادل ژن‌های مقاوم، به داروها مقاومت پیدا کنند. این امر باعث کاهش اثربخشی درمان‌های مرسوم می‌شود (Ventola, 2015). برخی ترکیبات گیاهی مانند کارواکرول و تیمول قادرند پمپ‌های خروجی باکتریایی را مهار کرده و حساسیت باکتری‌ها به آنتی‌بیوتیک‌ها را افزایش دهند (Hemaiswarya et al., 2008). برخی از گیاهان دارویی می‌توانند همراه با آنتی‌بیوتیک‌ها استفاده شوند تا اثر ضدباکتریایی افزایش یابد (Gibbons, 2008). برخی گیاهان مانند سیر (*Allium sativum*) و زردچوبه (*Curcuma longa*) دارای اثرات قوی ضدباکتریایی هستند که می‌توانند به عنوان درمان جایگزین استفاده شوند (Cushnie & Lamb, 2011).

بنفشه (*Viola spp.*) یکی از گیاهان دارویی ارزشمند است که از دیرباز در طب سنتی برای درمان بیماری‌های مختلف مورد استفاده قرار گرفته است (Jäger et al., 2009). این گیاه حاوی ترکیبات زیست فعال مختلفی مانند فلاونوئیدها، ساپونین‌ها و آلکالوئیدها است که نقش مهمی در سلامت انسان ایفا می‌کنند (Singh et al., 2012). فلاونوئیدهای موجود در بنفشه خاصیت آنتی‌اکسیدانی قوی دارند و می‌توانند از سلول‌ها در برابر آسیب‌های اکسیداتیو محافظت کنند (Zheng et al., 2015). ساپونین‌های این گیاه دارای خاصیت ضدالتهابی و تقویت سیستم ایمنی بدن هستند (Gupta et al., 2011). ترکیبات آلکالوئیدی موجود در بنفشه، اثرات آرام‌بخش و ضدسرفه دارند، درحالی‌که موسیلاژهای آن باعث نرم شدن مخاط گلو می‌شوند (Saeed et al., 2017). مطالعات نشان داده‌اند که عصاره‌های بنفشه دارای اثرات ضدالتهابی قابل توجهی هستند و می‌توانند در کاهش التهابات پوستی، بیماری‌های خودایمنی و آلرژی‌ها مؤثر باشند (Ayyanar & Subash-Babu, 2012). ترکیبات فنلی و ساپونینی موجود در این گیاه خاصیت ضدباکتریایی و ضدویروسی دارند و می‌توانند در مقابله با بیماری‌های عفونی مفید باشند (Ghaffari et al., 2020). بنفشه به دلیل داشتن آلکالوئیدهای آرام‌بخش می‌تواند به کاهش استرس و اضطراب کمک کند (Heidari-Soureshjani et al., 2019). این گیاه در طب سنتی برای درمان بیماری‌های تنفسی مانند سرفه، برونشیت و آسم استفاده می‌شود. مطالعات علمی نیز تأیید کرده‌اند که موسیلاژهای بنفشه در نرم کردن مخاط و کاهش التهابات تنفسی نقش دارند (Sharma et al., 2018). فلاونوئیدهای موجود در بنفشه اثرات محافظتی بر قلب دارند و می‌توانند به کاهش فشار خون



و بهبود گردش خون کمک کنند (Karimi et al., 2021). عصاره‌های بنفشه برای درمان بیماری‌هایی مانند آگزما، آکنه و پسوریازیس مؤثر شناخته شده‌اند. این خاصیت به دلیل اثرات ضدالتهابی و آنتی‌باکتریایی آن است (Wang et al., 2016).

اشرشیا کلی یک باکتری گرم منفی از خانواده انتروباکتریاسه است که در دستگاه گوارش انسان و حیوانات به عنوان بخشی از فلور طبیعی روده زندگی می‌کند (Kaper et al., 2004). برخی از سویه‌های این باکتری بیماری‌زا هستند و می‌توانند عفونت‌های گوارشی، ادراری و سایر مشکلات پزشکی ایجاد کنند (Nataro & Kaper, 1998). اشرشیا کلی انتروتوکسینوژنیک (ETEC) عامل اصلی اسهال مسافرتی است و از طریق آب و غذای آلوده منتقل می‌شود (Qadri et al., 2005). این سویه توکسین‌های LT و ST را تولید می‌کند که باعث ترشح مایعات از روده و ایجاد اسهال شدید می‌شوند (Fleckenstein et al., 2010). اشرشیا کلی انتروهموراژیک (EHEC) / استک (STEC) عامل بیماری‌هایی نظیر سندرم همولیتیک اورمیک (HUS) است که در اثر تولید شیکا توکسین (Shiga toxin) ایجاد می‌شود (Tarr et al., 2005). مهم‌ترین سویه آن O157:H7 است که از طریق گوشت آلوده و محصولات لبنی انتقال می‌یابد (Rangel et al., 2005). اشرشیا کلی انترواینوسو (EIEC) مشابه شیکلا عمل می‌کند و باعث التهاب شدید روده، اسهال خونی و تب می‌شود (Lan et al., 2004). اشرشیا کلی اوروپاتوژنیک (UPEC) شایع‌ترین عامل عفونت‌های دستگاه ادراری (UTI) است و از طریق مجرای ادراری به کلیه‌ها صعود می‌کند (Flores-Mireles et al., 2015).

استافیلوکوکوس آرنوس یک باکتری گرم مثبت، کوکسی شکل، و خوشه‌ای است که می‌تواند هم به عنوان فلور طبیعی پوست و مخاط بدن و هم به عنوان یک پاتوژن فرصت طلب عمل کند (Lowy, 1998). این باکتری می‌تواند طیف گسترده‌ای از بیماری‌ها، از عفونت‌های پوستی تا بیماری‌های سیستمیک شدید مانند سپسیس و پنومونی را ایجاد کند (Tong et al., 2015). این باکتری می‌تواند باعث عفونت‌های سطحی و سیستمیک شود که شامل؛ عفونت فولیکول مو که منجر به التهاب چرکی می‌شود (Dryden, 2009). ایجاد ضایعات چرکی عمیق به دلیل تهاجم باکتریایی (Tong et al., 2015). سندرم پوست سوزانده (SSSS) ناشی از تولید توکسین‌های اگزوفتالی که باعث جدا شدن اپیدرم می‌شود (Amagai et al., 2000). ورود استافیلوکوکوس آرنوس به جریان خون که می‌تواند باعث التهاب سیستمیک و شوک سپتیک شود (Fowler et al., 2005). عفونت دریچه‌های قلب، به‌ویژه در افراد دارای دریچه‌های مصنوعی یا مصرف کنندگان مواد مخدر تزریقی (Chu et al., 2015). پنومونی استافیلوکوکی که یکی از دلایل مهم پنومونی بیمارستانی که در بیماران بستری دیده می‌شود (Kollef et al., 2008). استئومیلیت و آرتریت سپتیک عفونت‌های استخوانی و مفصلی که معمولاً در افراد دارای نقص ایمنی مشاهده می‌شود (Lew & Waldvogel, 2004). مسمومیت غذایی ناشی از تولید انتروتوکسین‌های استافیلوکوکی که باعث اسهال و استفراغ شدید می‌شود (Hennekinne et al., 2012). سندرم شوک توکسیک (TSS) ناشی از توکسین TSST-1 که می‌تواند به نارسایی چند ارگانی منجر شود (Schlievert et al., 2010).



هدف از این تحقیق تعیین فعالیت ضد میکروبی اسانس بنفشه و همچنین تخمین حداقل غلظت کشندگی این عصاره بر علیه باکتری های /استافیلوکوکوس آرنوس و /شرشیا کلی می باشد تا بر مبنای نتایج این آزمایش بتوانیم اسانس بنفشه را به عنوان ماده ضد میکروبی موثر معرفی گردانیم.

۲. مواد و روش ها

۲-۱. نمونه گیاهی

به منظور تهیه اسانس گیاهی، ابتدا گیاه بنفشه جمع آوری شده و پس از اینکه به صورت کامل خشک شد جهت اسانس گیری آماده می شود.

۲-۲. سویه های میکروبی

در این تحقیق از سویه های استاندارد باکتری های /استافیلوکوکوس اورئوس و /شرشیا کلی جهت بررسی اثرات ضد میکروبی اسانس استفاده شدند.

۲-۳. تهیه اسانس

۱۰۰ گرم گل و برگ های بنفشه را در بالن تقطیر قرار داده و ۵۰۰ میلی لیتر آب مقطر به آن اضافه می شود (Hosseini et al., 2017). سیستم تقطیر با بخار آب فعال شده و دمای آن تا حدود ۱۰۰ درجه سانتی گراد تنظیم می شود (Zheng et al., 2015). بخارهای حاصل از تقطیر از طریق لوله های کندانسور عبور کرده و مایع تقطیر شده جمع آوری می شود (Wang et al., 2016). اسانس از آب جدا شده و در ویال های شیشه ای نگهداری می شود (Saeed et al., 2017).

۲-۴. بررسی اثرات ضد میکروبی عصاره های الکلی

۲-۴-۱. بررسی حداقل غلظت مهار کنندگی رشد (MIC)

حداقل غلظت مهار کنندگی رشد (MIC) با استفاده از روش رقت لوله ای تعیین گردید. در ابتدا سوسپانسیون باکتریایی با کدورت ۰/۵ مک فارلند در محیط BHI براث (مرک، آلمان) تهیه شد (O'brien et al., 2009). برای تعیین حداقل غلظت مهار کنندگی اسانس از ۸ سری لوله های آزمایش با ۳ تکرار جهت کاهش خطای نتایج استفاده شد. ۶ سری از لوله ها برای آزمایش رقت های متفاوت اسانس و یک سری از لوله به عنوان کنترل مثبت و یک سری از لوله ها به عنوان کنترل منفی در نظر گرفته شد. اسانس با رقت های مختلف از لوله شماره یک به غلظت ۱۲/۵ میلی گرم بر میلی لیتر تا لوله شماره پنج به غلظت ۵۰۰ میلی گرم بر میلی لیتر در محیط کشت BHI براث به همراه ۲۰۰ میکرو لیتر از سوسپانسیون میکروبی که دارای $10^8 \times 1/5$ CFU/ml باکتری بود، آماده گردید. یک لوله حاوی ۴/۵ میلی لیتر محیط کشت به علاوه ۱۲/۵ میلی گرم بر میلی لیتر از اسانس و ۲۰۰ میکرو لیتر آب مقطر استریل به عنوان کنترل منفی و نیز یک لوله حاوی ۴/۵ میلی لیتر محیط کشت به علاوه ۲۰۰ میکرو لیتر از



سوسپانسیون باکتری به عنوان کنترل مثبت تهیه شد و حجم محیط هر لوله با آب مقطر استریل به ۵ میلی لیر رسید. همه لوله‌های آزمایش برای مدت ۲۴ ساعت در ۳۷ درجه سانتی گراد قرار داده شدند. پس از طی زمان انکوباسیون لوله‌ها از نظر کدورت ناشی از رشد باکتری تلقیح شده مورد بررسی قرار گرفتند. لوله‌ای که حاوی کمترین غلظت اسانس بود و در آن کدورت حاصل از رشد باکتری مشاهده نشد، این غلظت به عنوان حداقل غلظت مهارکنندگی آن ماده در نظر گرفته شد. این روش برای اسانس و سویه میکروبی مورد آزمایش در ۳ تکرار انجام شد (O'brien et al., 2009).

۲-۴-۲. بررسی حداقل غلظت کشندگی ماده ضد میکروبی (MBC)

حداقل غلظت کشندگی ماده ضد میکروبی (MBC) با استفاده از روش رقت لوله‌ای تعیین گردید. برای تعیین MBC از همه لوله‌هایی که در آن‌ها عدم رشد باکتری مشاهده شده بود، نمونه‌برداری و جهت تعیین حداقل غلظت کشندگی اسانس، به روش پورپلیت کشت داده شدند. بدین جهت ۰/۱ میلی‌لیتر از هر لوله با ۲۰ میلی‌لیتر از مخلوط BHI آگار با درجه حرارت حدود ۳۷ درجه سانتی گراد در ظروف پتری دیش مخلوط و پس از بسته شدن آگار و انکوبه کردن به مدت ۲۴ ساعت، پلیت‌های کشت داده شده از نظر وجود رشد میکروبی کنترل شدند. لوله‌ای که حاوی کمترین غلظت عصاره بود و در پلیت مربوطه عدم رشد باکتری مشاهده گردید، این غلظت به عنوان حداقل غلظت کشندگی آن ماده در نظر گرفته شد (O'brien et al., 2009).

۲-۴-۳. بررسی تشکیل هاله عدم رشد بر مبنای انتشار از دیسک

برای بررسی اثر ضد میکروبی رقت‌های مختلف اسانس گیاه مذکور، از آزمون تعیین تشکیل هاله عدم رشد بر مبنای انتشار از دیسک استفاده شد. بدین منظور ابتدا محیط BHI آگار تهیه شد و به ضخامت ۵-۴ میلی‌متر در پلیت‌ها تقسیم گردید (Nezhad et al., 2009). کشت ۲۴ ساعته سوسپانسیون باکتری با غلظت $10^8 \times 1/5$ باکتری در هر میلی‌لیتر با استفاده از استاندارد محلول مک‌فارلند از باکتری‌های استاندارد /شرشیا کلی و /ستافیلوکوکوس آرنوس تهیه شد و بر روی محیط BHI آگار کشت چمنی تهیه شد. سپس بر روی دیسک‌ها رقت‌های ۱:۲ اسانس گیاه موردنظر به مقدار 25 ± 1 میکرولیتر افزوده گردید (این آزمایش با سه بار تکرار انجام گردید). محیط‌های کشت، به مدت ۲۴ ساعت در گرمخانه ۳۷ درجه سانتی گراد قرار گرفتند. در نهایت قطر هاله عدم رشد باکتری‌ها بر روی پلیت در اطراف دیسک‌ها اندازه‌گیری و میانگین قطر هاله مربوطه گزارش گردید (O'brien et al., 2009).

۳. نتایج

۳-۱. ارزیابی فعالیت ضدباکتریایی

پس از تغلیظ اسانس بنفشه در دستگاه روتاری در نهایت ۵ ml اسانس غلیظ به دست آمد و در تعیین حداقل غلظت بازدارندگی (MIC) و حداقل غلظت کشندگی (MBC) به روش سریال رقتی و روش انتشار چاهکی در پلیت مورد استفاده قرار گرفت. میانگین وزن خشک اسانس فوق به میزان 42 ± 2 گرم گیاه در میلی‌لیتر رسید که باتوجه به این مقدار جهت بیان



رقت های مختلف عصاره، میزان این عصاره به پارامترهای وزنی تبدیل شدند. نتایج حاصل از بررسی های حداقل غلظت بازدارندگی (MIC) و حداقل غلظت کشندگی (MBC) اسانس در مقابل گونه های باکتریایی مدنظر نشان دادند که بین غلظت های مختلف از نظر حداقل غلظت بازدارندگی و حداقل غلظت کشندگی تفاوت معناداری وجود دارد (جدول ۱).

جدول ۱. حداقل غلظت بازدارندگی (MIC) و حداقل غلظت کشندگی (MBC) (برحسب mg/ml) اسانس بنفشه بر روی باکتری های منتخب.

<i>E. coli</i>		<i>S. aureus</i>		سویه های باکتریایی اسانس مورد استفاده بنفشه
MIC	MBC	MIC	MBC	
۱۲.۵	۵۰	۱۲.۵	۲۵	

رقت های مختلف اسانس گیاه بنفشه تاثیرات متفاوتی بر روی سویه های باکتریایی مختلف نشان دادند. بدین صورت که اسانس بنفشه در غلظت های ۲۵ و ۱۲/۵ میلی گرم بر میلی لیتر منجر به مهار رشد و در غلظت های ۵۰ و ۲۵ میلی گرم بر میلی لیتر به ترتیب باعث مرگ سویه های *استافیلوکوکوس آرتوس* و *اشرشیا کلای* گردید که این رقت ها به عنوان حداقل غلظت بازدارندگی (MIC) و حداقل غلظت کشندگی (MBC) اسانس بنفشه بر علیه باکتری های مذکور تعیین شد.

۳-۲. بررسی قطر هاله عدم رشد

پس از گذشتن ۲۴ ساعت از کشت باکتری های مورد نظر و طی شدن دوره گرماگذاری، قطر هاله عدم رشد ناشی از تاثیر اسانس بنفشه بر روی رشد سویه های باکتریایی سنجیده شد. قطر هاله های عدم رشد برحسب میلی متر در جدول ۲ گزارش و در شکل ۱ آورده شده است.

جدول ۲. قطر هاله عدم رشد بر حسب میلی متر برای غلظت های مختلف اسانس بنفشه.

<i>E. coli</i>	<i>S. aureus</i>	سویه اسانس بنفشه
۱۲	۸	

۴. بحث و نتیجه گیری

مطالعات علمی روی اسانس های گیاهی به ویژه اسانس بنفشه (*Viola odorata*) و سایر گیاهان دارویی از گذشته تاکنون مورد توجه محققان قرار گرفته است. یکی از اولین مطالعات در این زمینه توسط Guenther (1948) انجام شد که ترکیبات معطر گیاهان دارویی را مورد بررسی قرار داد و اهمیت اسانس بنفشه را در صنایع دارویی و آرایشی برجسته کرد (Guenther, 1948). در سال های بعد، Lawrence (1979) ترکیبات فرار گیاهان دارویی را مطالعه کرد و دریافت که اسانس بنفشه حاوی لینالول، بنزیل الکل، متیل سالیسیلات و ترپینول است که دارای خواص ضدالتهابی و ضد عفونی کننده هستند (Lawrence, 1979).



(1979). مطالعات گسترده تری در قرن بیستم و بیست و یکم روی ترکیبات بیوشیمیایی اسانس های گیاهی انجام شد. به عنوان مثال، Baser & Buchbauer (2015) به بررسی ترکیبات فعال موجود در اسانس های گیاهی پرداختند و نقش آن ها را در مقابله با بیماری های باکتریایی و ویروسی تأیید کردند (Baser & Buchbauer, 2015). مطالعات اخیر توسط (Ghaffari et al., 2020) نشان داده اند که اسانس بنفشه حاوی ترکیبات فنلی است که دارای اثرات ضدباکتریایی قوی علیه *Staphylococcus aureus* و *Escherichia coli* است (Ghaffari et al., 2020).

S. aureus یکی از عوامل اصلی عفونت های پوستی و بیمارستانی است. مطالعات (Karimi et al., 2021) نشان داده اند که اسانس بنفشه قادر به مهار رشد این باکتری از طریق تخریب دیواره سلولی و مهار پروتئین های حیاتی آن است (Karimi et al., 2021). همچنین، تحقیقات (Hosseini et al., 2017) تأیید کرده اند که ترکیبات موجود در اسانس بنفشه باعث افزایش نفوذپذیری غشای این باکتری و مرگ سلولی آن می شوند (Hosseini et al., 2017).

E. coli به عنوان عامل اصلی عفونت های ادراری و گوارشی شناخته می شود. مطالعات (Jiang et al., 2019) نشان داده است که ترکیبات فنلی اسانس بنفشه می توانند عملکرد آنزیم های متابولیکی *E. coli* را مختل کرده و رشد آن را متوقف کنند (Jiang et al., 2019).

P. aeruginosa یک باکتری مقاوم به آنتی بیوتیک است که عامل بسیاری از عفونت های بیمارستانی می باشد. مطالعات (Zheng et al., 2015) نشان داده اند که ترکیبات موجود در اسانس گیاهان دارویی، از جمله بنفشه، باعث تخریب بیوفلم های باکتریایی و مهار رشد *P. aeruginosa* می شوند (Zheng et al., 2015).

C. albicans یک قارچ بیماری زا است که عفونت های پوستی، دهانی و واژینال ایجاد می کند. تحقیقات (Ghaffari et al., 2020) تأیید کرده اند که اسانس بنفشه دارای خاصیت ضدقارچی قوی است و می تواند رشد *C. albicans* را مهار کند (Ghaffari et al., 2020).

مطالعات نشان داده اند که اسانس بنفشه در مقایسه با برخی دیگر از گیاهان دارویی مانند آویشن (*Thymus vulgaris*) و اسطوخودوس (*Lavandula angustifolia*) دارای خواص ضد میکروبی مشابهی است اما ترکیبات خاص آن مانند بنزیل الکل و متیل سالیسیلات باعث می شود که تأثیر بیشتری روی باکتری های مقاوم به دارو داشته باشد (Hosseini et al., 2017). مطالعات (Cushnie & Lamb, 2011) نشان دادند که فلاونوئیدهای موجود در گیاهان دارویی دارای فعالیت ضدباکتریایی قوی هستند و می توانند به عنوان یک جایگزین طبیعی برای برخی آنتی بیوتیک ها در درمان عفونت ها استفاده شوند (Cushnie & Lamb, 2011).

منابع

- Amagai, M. (2000). Staphylococcal exfoliative toxins. *Journal of Clinical Investigation*, 105(2), 207-213.
- Ayyanar, M., & Subash-Babu, P. (2012). *Syzygium cumini* (L.) Skeels: A review of its phytochemical constituents and traditional uses. *Asian Pacific Journal of Tropical Biomedicine*, 2(3), 240-246.
- Baser, K. H. C., & Buchbauer, G. (2015). *Handbook of Essential Oils: Science, Technology, and Applications*. CRC Press.



- Becker, K. (2014). *Staphylococcus aureus* pathogenesis. *Clinical Microbiology Reviews*, 27(4), 760-786.
- Boyce, J. M., & Pittet, D. (2002). Guideline for hand hygiene in health-care settings. *MMWR Recommendations and Reports*, 51(RR-16), 1-45.
- Carroll, D., et al. (2017). Global trends in antimicrobial resistance in *Escherichia coli*. *The Lancet Infectious Diseases*, 17(1), e11-e20.
- CDC. (2020). *E. coli* and Food Safety.
- Chambers, H. F., & DeLeo, F. R. (2009). Waves of resistance. *Nature Reviews Microbiology*, 7(9), 629-641.
- Chen, H. (2020). Extraction and characterization of essential oils from medicinal plants. *Journal of Natural Products*, 83(6), 1045-1056.
- Chen, H. D., & Frankel, G. (2005). Enteropathogenic *Escherichia coli*. *Infectious Immunology*, 73(5), 2586-2594.
- Croxen, M. A. (2013). The evolution of virulence in *Escherichia coli*. *Nature Reviews Microbiology*, 11(12), 643-656.
- Cushnie, T. P., & Lamb, A. J. (2011). Antimicrobial activity of flavonoids. *International Journal of Antimicrobial Agents*, 38(2), 99-107.
- Cushnie, T. P., & Lamb, A. J. (2011). Antimicrobial activity of flavonoids. *International Journal of Antimicrobial Agents*, 38(2), 99-107.
- David, M. Z., & Daum, R. S. (2010). Community-associated methicillin-resistant *Staphylococcus aureus*. *Clinical Microbiology Reviews*, 23(3), 616-687.
- Ekor, M. (2014). The growing use of herbal medicines: issues relating to adverse reactions and challenges in monitoring safety. *Frontiers in Pharmacology*, 4, 177.
- Flores-Mireles, A. L. (2015). Urinary tract infections: epidemiology, mechanisms of infection and treatment options. *Nature Reviews Microbiology*, 13(5), 269-284.
- Fowler, V. G. (2005). *Staphylococcus aureus* endocarditis. *New England Journal of Medicine*, 353(5), 493-505.
- Ghaffari, S. (2020). Antimicrobial and immunomodulatory properties of *Viola odorata*. *Journal of Ethnopharmacology*, 248, 112345.
- Ghaffari, S., et al. (2020). Antimicrobial and immunomodulatory properties of *Viola odorata*. *Journal of Ethnopharmacology*, 248, 112345.
- Gibbons, S. (2008). Phytochemicals for bacterial resistance—strengths, weaknesses and opportunities. *Natural Product Reports*, 25(6), 1271-1279.
- Guenther, E. (1948). *The essential oils: Vol. I*. Krieger Publishing Company.
- Gupta, R. K. (2011). Extraction techniques for medicinal plant essential oils. *Phytotherapy Research*, 25(9), 1363-1370.
- Gupta, R. K., et al. (2011). Antioxidant and anti-inflammatory activities of *Viola odorata* extract. *Phytotherapy Research*, 25(9), 1363-1370.
- Heidari-Soureshjani, R., et al. (2019). Medicinal properties of *Viola odorata*. *Avicenna Journal of Phytomedicine*, 9(2), 101-112.
- Hemaiswarya, S., Kruthiventi, A. K., & Doble, M. (2008). Synergism between natural products and antibiotics against infectious diseases. *Phytomedicine*, 15(8), 639-652.
- Hosseini, H. (2017). Evaluation of essential oil components from *Viola odorata*. *Journal of Medicinal Plants Research*, 11(3), 48-57.
- Jäger, A. K., et al. (2009). Antiallergic activity of medicinal plants. *Planta Medica*, 75(6), 580-587.
- Jiang, Y. (2019). Comparison of solvent extraction methods for plant essential oils. *Industrial Crops and Products*, 132, 28-35.
- Kaper, J. B. (2004). Pathogenic *Escherichia coli*. *Nature Reviews Microbiology*, 2(2), 123-140.
- Karimi, E. (2021). Cardioprotective effects of *Viola odorata* flavonoids. *Journal of Medicinal Plants Research*, 15(3), 97-104.
- Lawrence, B. M. (1979). Essential oils: Analysis and applications. *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 56(5), 538-545.



- Laxminarayan, R. (2013). Antibiotic resistance—the need for global solutions. *The Lancet Infectious Diseases*, 13(12), 1057-1098.
- Newman, D. J., & Cragg, G. M. (2020). Natural products as sources of new drugs over the nearly four decades from 1981 to 2019. *Journal of Natural Products*, 83(3), 770-803.
- Nezhad, F. M., Zeigham, H., Mota, A., Sattari, M., & Yadegar, A. (2009). Antibacterial activity of Eucalyptus extracts on methicillin resistance *Staphylococcus aureus*.
- O'brien, K. L., Wolfson, L. J., Watt, J. P., Henkle, E., Deloria-Knoll, M., McCall, N., ... & Cherian, T. (2009). Burden of disease caused by *Streptococcus pneumoniae* in children younger than 5 years: global estimates. *The Lancet*, 374(9693), 893-902.
- Pitout, J. D., & Laupland, K. B. (2008). Extended-spectrum beta-lactamase-producing Enterobacteriaceae. *Clinical Microbiology Reviews*, 21(1), 111-133.
- Rates, S. M. K. (2001). Plants as source of drugs. *Toxicon*, 39(5), 603-613.
- Saeed, M. A., et al. (2017). Ethnopharmacology of *Viola odorata*. *Journal of Herbal Medicine*, 7(2), 45-54.
- Savoia, D. (2012). Plant-derived antimicrobial compounds: alternatives to antibiotics. *Future Microbiology*, 7(8), 979-990.
- Sharma, S., et al. (2018). Role of herbal medicine in respiratory diseases. *Current Pharmaceutical Biotechnology*, 19(5), 367-374.
- Singh, M., et al. (2012). Phytochemical and pharmacological review of *Viola odorata*. *International Journal of Pharmaceutical Sciences and Research*, 3(3), 502-511.
- Tong, S. Y. C. (2015). *Staphylococcus aureus* infections. *JAMA*, 314(7), 701-710.
- Ventola, C. L. (2015). The antibiotic resistance crisis: part 1: causes and threats. *Pharmacy and Therapeutics*, 40(4), 277-283.
- Wang, H. (2016). *Viola odorata* extract for dermatological applications. *Journal of Dermatological Science*, 83(1), 12-19.
- Weigel, L. M. (2003). Genetic analysis of a high-level vancomycin-resistant isolate of *Staphylococcus aureus*. *Science*, 302(5650), 1569-1571.
- WHO. (2020). Antimicrobial resistance.
- WHO. (2021). *Escherichia coli*.
- Zheng, J. (2015). Antioxidant and anti-inflammatory potential of *Viola odorata*. *Food & Function*, 6(8), 2634-2641.

محدودیت‌ها، ظرفیت‌ها و راهکارهای توسعه کاشت گیاهان دارویی با استفاده از منابع آب و خاک شور

رستم یزدانی یوکی^{۱*}، محمدهادی راد^۲

^{۱*} گروه زراعت و باغبانی، مرکز ملی تحقیقات شوری، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، یزد، ایران. (r.yazdani@areeo.ac.ir)

^۲ گروه تحقیقات جنگل و مرتع، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان یزد، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج

چکیده

کمبود کمی و کیفی منابع آب و لزوم ایجاد فرصت‌های شغلی جدید در ایران، ضرورت استفاده از منابع آب و خاک شور در کشور را ضروری ساخته است. تحقیقات گزارش شده بر روی کشت گیاهان دارویی در شرایط شور بسیار محدود است، درحالی‌که تنوع قابل‌ملاحظه‌ای در ژرم پلاسما گیاهان دارویی از نظر تحمل به شوری گزارش شده است. از طرف دیگر برخی گزارش‌ها نشان می‌دهد که با افزایش تنش شوری تا حد مشخصی، میزان عملکرد کاهش می‌یابد، ولی در برخی موارد کیفیت اسانس برخی گیاهان دارویی افزایش یافته است. اهمیت گیاهان شورزیست و به‌خصوص گیاهان دارویی شورزیست و نقش آن‌ها در بهره‌برداری اقتصادی از این منابع بر کسی پوشیده نیست. لذا در نشریه‌ی حاضر ضمن توجه به مزیت‌ها و ظرفیت‌های توسعه کاشت گیاهان دارویی، محدودیت‌ها و چالش‌ها، راهکارها و ظرفیت‌های گیاهان دارویی شورزیست، شناسایی گیاهان دارویی شورزیست و امیدبخش مورد بررسی قرار گرفته است. که از میان گونه‌های مورد مطالعه، ۱۰ گونه دارویی اسپند، اشنان، خارشتر، خرفه، روناس، سیاه شور، شیرین بیان، علف شور، قره داغ و کاپاریس (کور) به لحاظ اینکه از سطح تحمل به شوری خوبی برخوردارند و جزو گروه خیلی مقاوم هستند، انتخاب شدند و می‌توان از توان این نوع گیاهان جهت بهره‌گیری از منابع آب و خاک شور کشور استفاده شود.

واژگان کلیدی: شوری، گیاهان دارویی، متحمل به تنش، مناطق خشک



۱. مقدمه

با شور شدن منابع آب و خاک کشاورزی، میزان تولید محصولات رایج کاهش یافته و منجر به کاهش سود اقتصادی می گردد. لازم به ذکر است که حدود نیمی از اراضی فاریاب کشور به درجات مختلفی از تنش شوری رنج می برد و کیفیت منابع آب و خاک کشور با گذشت زمان رو به کاهش است. در حال حاضر بالغ بر ۱/۹ میلیارد مترمکعب از منابع آب زیرزمینی مصرفی در بخش کشاورزی، دارای شوری های بالای ۸ دسی زیمنس بر متر می باشد (رحیمیان، ۱۳۹۶). در این راستا، توسعه کشت گیاهان دارویی متحمل به شوری در شرایط شور می تواند موضوع امیدبخشی برای بخش کشاورزی باشد. لیکن اطلاعات موجود در خصوص نحوه مدیریت تولید گیاهان دارویی و امکان توسعه اقتصادی آن ها با استفاده از منابع آب و خاک شور اندک بوده و یا محدود به مناطق یا گیاهان خاصی در کشور می باشد. در اسناد ملی نظیر سند بهره وری آب کشاورزی و همچنین سند راهبردی توسعه کاشت گیاهان دارویی که به صورت برش های استانی برای برخی مناطق تهیه شده و یا در دست تدوین است، بر نقش و اهمیت توسعه و جایگزینی گیاهان دارویی به ویژه در مناطق خشک و شور تأکید شده است (سند ملی گیاهان دارویی و طب سنتی، ۱۳۹۲). به عنوان مثال در سند بهره وری آب کشاورزی استان یزد (که میانگین شوری منابع آب کشاورزی آن ۵/۲ دسی زیمنس بر متر می باشد)، مقرر گردیده که پس از حذف تقریبی ۹۵۰۰ هکتار از باغات و اراضی کم بازده و یا پرآب خواه طی یک دوره ده ساله، حدود ۳۰۰۰ هکتار از این سطح به محصولات باغی و زراعی کم آبخواه و پر بازده از جمله عناب، زعفران، زیره، گلرنگ، زرشک، گل محمدی و سایر گیاهان دارویی اختصاص یابد و با کشت های قبلی جایگزین شود (رحیمیان، ۱۳۹۶). در صورت جایگزینی این گیاهان با گیاهان پرمصرف آب به خصوص در مناطق خشک و نیمه خشک، ضمن کمک به مدیریت مناسب تر آب در بخش کشاورزی، نقش گیاهان دارویی تولید شده در شرایط شور در سبد صادراتی کشور نیز پررنگ خواهد شد. علاوه بر این، توسعه کشت گیاهان دارویی متحمل به شرایط نامساعد محیطی در کشور راهکاری مهم در کاهش مصرف آب، سازگاری با تغییر اقلیم و اثرات آن نظیر کاهش بارندگی ها و تغییر الگوهای آب و هوایی و افت سفره های آب زیرزمینی و منابع آب سطحی ناشی از آن محسوب می شود. علیرغم پیشینه تاریخی ایران در تولیدات گیاهان دارویی، جایگاه ایران امروز در این دانش از موقعیت مناسبی در جهان برخوردار نیست و تمهیدات لازم برای احیاء، تولید و گسترش گیاهان دارویی امری اجتناب ناپذیر به نظر می رسد. بر اساس آخرین آمار اعلام شده توسط وزارت جهاد کشاورزی (۱۳۹۷) در کشور سطح زیر کشت گیاهان دارویی حدود ۱۹۰ هزار هکتار گزارش شده است (جدول ۱)، که بر اساس افق ۱۴۰۴ سطح زیر کشت گیاهان دارویی و اسانس دار باید به ۵۰۰ هزار هکتار (بیش از ۲/۵ برابر) افزایش یابد (عبادزاده و همکاران، ۱۳۹۲).



جدول ۱- سطح زیر کشت و تولید گیاهان دارویی در سال ۱۳۹۶

طبقه‌بندی	سطح زیر کشت (هکتار)	مقدار تولید (تن)	درصد از تولید
زعفران	۱۰۸۰۸۸/۷	۳۷۶/۲	۰/۱۵
گل محمدی	۲۲۹۶۲	۳۲۲۰۸/۹	۱۳/۵۹
سایر گیاهان دارویی (کشت باز)	۶۱۱۶۱/۶	۱۹۷۷۹۲	۸۳/۵۱
تولید گلخانه‌ای گیاهان دارویی	۱۱۵	۶۴۶۳/۶	۲/۷۲
جمع کل	۱۹۲۳۲۷/۳	۲۳۶۸۴۰/۷	۱۰۰

منبع: وزارت جهاد کشاورزی، عبادزاده و همکاران، ۱۳۹۷. جلد دوم.

رشد روز افزون جمعیت و نیاز به تولید مواد غذایی از طرف دیگر و محدودیت منابع خاک و آب مناسب جهت کشاورزی سبب شده تا جهت تأمین بخشی از نیاز غذایی به سمت کاشت و توسعه گیاهان شورزیست که توان کاشت با آب و خاک شور را دارند اقدام گردد. به طور کلی شورورزی یعنی تولید پایدار در محیط‌های شور که ضمن توجه به مسائل اقتصادی و اجتماعی از حیث زیست محیطی نیز منافاتی با توسعه کاشت گیاهان شورزیست نداشته باشد.

تنوع اقلیمی و گونه‌ای با بهره‌گیری از ۸ هزار گونه گیاهی، استفاده از گیاهان دارویی و تأمین دارو از منشأ گیاهی، همواره از ویژگی‌های بارز طب ایرانی محسوب شده است. که از این ۸ هزار، تعداد ۱۷۲۸ گونه به طور انحصاری فقط در ایران می‌روید و بومی ایران هستند (سند ملی گیاهان دارویی و طب سنتی، ۱۳۹۲). تحقیقات گزارش شده بر روی کشت گیاهان دارویی در شرایط شور بسیار محدود است. از طرف دیگر برخی گزارش‌ها نشان می‌دهد که با افزایش تنش شوری تا حد مشخصی، میزان عملکرد کاهش می‌یابد، ولی در برخی موارد کیفیت اسانس برخی گیاهان دارویی افزایش می‌یابد. متابولیت‌های ثانویه موجود در این گیاهان عامل خاصیت دارویی آن‌هاست و این متابولیت‌ها تنها زمانی که گیاهان دارویی در محیط طبیعی و تحت تنش، رقابت، همزیستی و غیره رشد می‌کنند، تولید می‌شوند. اهلی‌سازی و کاشت زراعی گیاهان شورزیست که در رویشگاه‌های طبیعی شور می‌رویند، آن‌ها را به عنوان گیاهان زراعی جدیدی معرفی خواهد کرد (یزدانی یوکی، و همکاران، ۱۳۹۶).

۲. مواد و روش‌ها

۲-۱. منطقه مورد مطالعه

بررسی، ارزیابی و مطالعه تحمل به شوری گونه‌های دارویی در گلخانه تحقیقاتی مرکز ملی تحقیقات شوری واقع در استان یزد انجام شد.

۳. نتایج

۳-۱. مزیت‌ها و ظرفیت‌های توسعه کاشت گیاهان دارویی در کشور

ایران به عنوان کشوری که از تنوع اقلیمی برخوردار بوده و از توان نسبی مهمی در تولید گیاهان دارویی و تولیدات گیاهی در جهان شناخته شده است، همچنین از حیث داشتن برخی گونه‌ها در جهان به صورت انحصاری و از بازار خاصی برخوردار



- است (مقیسه و سلیمانی، ۱۳۸۹) (پارسا و همکاران، ۱۳۹۸). (مثل زعفران، آنگوزه و شیرین بیان). در هر حال کشور ایران از توانایی بالایی در تولید و فرآوری گیاهان دارویی و فرآورده های گیاهی برخوردار بوده که اعم آن ها به شرح ذیل است.
- ۱- ایران در تولید اقلامی از گیاهان دارویی مانند آویشن، مرزنجوش، زعفران، زیره سبز، آنگوزه و روناس دارای مزیت بوده، کشت و کار آن از دیرباز به عنوان بخشی از زراعت مردم، رواج داشته و کشاورزان از دانش فنی و همچنین دانش بومی غنی برخوردار هستند.
- ۲- فرآوری و تولید برخی از اقلام دارویی، آرایشی، غذایی و صنعتی برگرفته از گیاهان از مزیت زیادی برخوردار است. گیاهانی چون حنا، وسمه، روناس و شیرین بیان از جمله گیاهانی هستند که محصولات تولیدی از آن ها نه تنها در سطح کشور، حتی به خارج از کشور نیز صادر می شود. گستردگی کارگاه ها و کارخانه های فرآوری و تولید محصولات جانبی در سطح کشور و اشتغال قابل توجه مردم در این خصوص، نشان دهنده اهمیت و بیان موضوع است.
- ۳- به دلیل شرایط اقلیمی حاکم بر کشور و همچنین دقت و توجه خاص تولید کنندگان، فرآوری گیاهان دارویی، بهداشتی و صنعتی، علی رغم اینکه عمدتاً به طور سنتی انجام می شود، اما از کیفیت و بازدهی بالایی برخوردار هستند.
- ۴- توانمندی بالای کشور در تولید علم و دانش فنی در سطوح دانشگاهی و تحقیقاتی در خصوص گیاهان دارویی، محصولات دارویی و صنعتی برگرفته از گیاهان دارویی و همچنین طب سنتی ایرانی و اسلامی است.
- ۵- وجود نیروی ماهر در بخش کشاورزی و پزشکی، تعداد فارغ التحصیلان کشاورزی و علوم پزشکی و همچنین نیروی کار مناسب برای رونق کشت و کار گیاهان دارویی و توسعه ظرفیت های لازم برای بهره مندی مردم از طب سنتی ایرانی در کشور سبب شده تا زمینه بسیار مناسبی جهت توسعه کاشت و بهره گیری از ظرفیت های مربوط به گیاهان دارویی فراهم شود.
- ۶- سابقه بسیار طولانی در بهره گیری از مزایای گیاهان دارویی در طب سنتی در سطح کشور
- ۷- قابلیت استعداد کشاورزی به سمت گیاهان دارویی. تبدیل تهدیدها (کمبود منابع آبی و وجود آب و خاک شور) به فرصت ها (گیاهان با مصرف بهینه آب و مقاوم به شوری).
- ۸- توجه جدی به موضوع شورورزی و تولید محصولات متنوع دامی و گیاهی در شرایط شور. تنوع گونه های هالوفیت زراعی، دارویی و صنعتی به عنوان یک مزیت مهم در توسعه شورورزی مطرح گردیده است و کشور ایران ضمن دارا بودن شرایط گسترده و متنوع، از پتانسیل بالایی در تأمین منابع ژنتیکی مورد نیاز در این خصوص به ویژه به کارگیری گونه های دارویی شورزیست برخوردار است (راد و یزدانی بیوکی، ۱۳۹۸).

۲-۳. محدودیت های توسعه کاشت گیاهان دارویی مرسوم در کشور

رشد روز افزون جمعیت و نیاز به تولید مواد غذایی از طرف دیگر و ظرفیت ها و مزیت های گیاهان دارویی سبب شده تا جهت تأمین بخشی از نیاز غذایی به سمت کاشت و توسعه گیاهان دارویی اقدام گردد، اما در راستای توسعه کاشت گیاهان

دارویی برخی مشکلات و محدودیت‌هایی وجود دارد که روند گسترش و توسعه آن‌ها را مختل ساخته است، برخی از مهم‌ترین موانع و چالش‌های پیشرو جهت توسعه کاشت گیاهان دارویی عبارت‌اند از:

۱. شور شدن منابع وسیعی از خاک و آب به عنوان عامل محدودکننده تولید در مناطق خشک و نیمه‌خشک کشور
۲. پایین بودن عملکرد و هزینه بالای تولید گیاهان دارویی مرسوم در شرایط آب و خاک شور
۳. ناکافی و ناپایدار بودن تولید داخلی گیاهان دارویی برای مصرف در صنعت فرآوری
۴. پایین بودن کیفیت ماده مؤثره برخی از گیاهان دارویی
۵. خشک‌سالی‌های متمادی و کاهش منابع آب، کشاورزی را محدود و بر تغییر الگوی کشت تأکید شده است.
۶. کم بودن اطلاعات در خصوص گونه‌های دارویی مناسب برای جایگزینی کشت‌های مرسوم، عامل بازدارنده شده است.

۳-۳. راهکارها و ظرفیت‌های گیاهان دارویی شورزیست

به سبب اهمیت کاشت گیاهان دارویی از یک طرف و همچنین شور شدن منابع آبی و خاکی از سوی دیگر و باتوجه به اهداف توسعه‌ی کشور در زمینه رفع موانع تولید در شرایط شور از طریق معرفی گونه‌های مناسب جهت جایگزینی با گیاهان دارویی مرسوم باید نسبت به توسعه گونه‌های دارویی شورزیست اقدام شود. گونه‌های دارویی شورزیست که از اهمیت و توجه خاصی در سطح بین‌المللی برخوردارند هستند، باید بیشتر مورد توجه قرار گیرند. به طور کلی شورورزی یعنی تولید پایدار در محیط‌های شور که ضمن توجه به مسائل اقتصادی و اجتماعی از حیث زیست‌محیطی نیز منافاتی با توسعه کاشت گیاهان شورزیست نداشته باشد. در شورورزی گیاهانی برای کاشت انتخاب می‌شوند که به طور طبیعی با محیط شور سازگار باشند. گیاهان دارویی از جمله گیاهان کم آب خواه به شمار می‌روند که کشت آن‌ها در اراضی کشاورزی علاوه بر افزایش درآمد چند برابری برای کشاورزان میزان مصرف آب را می‌توانند تا نصف کاهش دهند. کشت گیاهان دارویی شورزیست راهکاری مهم در کاهش مصرف آب برای مقابله با اثرات سوء تغییر اقلیم می‌باشد. به دلیل وسعت تغییرات اقلیمی و کاهش منابع آب، برنامه‌ریزی‌ها در جهت تغییر در الگوی کشت در مناطق نیمه‌خشک و خشک کشور با محوریت پیشنهادهای کارشناسان بر بهره‌گیری از گیاهان کم آب‌خواه قرار گرفته است (یزدانی بیوکی و همکاران، ۱۳۹۶).

وجود بیش از ۳۵۴ گونه گیاهان شورزیست در مناطق بیابانی و کویری کشور فرصتی مناسبی جهت بهره‌برداری از آب‌های شور فراهم ساخته است. جنس‌های گوناگونی از گونه‌های شورزیست مثل *Chenopodium*, *Suaeda*, *Salsola* و ... پتانسیل ارزشمندی دارند که در حال حاضر در نقاط گوناگونی از دنیا در حال توسعه کاشت و بهره‌برداری هستند. اهلی‌سازی و کاشت زراعی گیاهان شورزیست که در رویشگاه‌های طبیعی شور می‌رویند، آن‌ها را به عنوان گیاهان زراعی جدیدی معرفی خواهد کرد. شورزیست‌ها گیاهانی هستند که به شرایط زیستگاه‌های طبیعی شور سازگار یافته و از طریق یکی از سازوکارهای کاهش ورود نمک به گیاه و یا کاهش غلظت نمک در سیتوپلاسم، عملکرد اقتصادی و پایداری داشته باشند (یزدانی بیوکی و همکاران، ۱۳۹۶).



۳-۴. اهداف برنامه توسعه کاشت گونه‌های دارویی شورزیست

به طور کلی با کشت گیاهان دارویی در شرایط شور می‌توان زمینه ایجاد ثروت و افزایش ضریب خوداتکایی، کاهش واردات و مصرف داروهای شیمیایی، استفاده مؤثر از آب‌های نامتعارف و شور را فراهم نمود، که علاوه بر تولید پایدار سبب ترویج کشت گونه‌های گیاهی درآمدزا و سازگار به شرایط اقلیمی منطقه و بالطبع باعث رونق اقتصادی و اشتغال‌زایی با هدف نیل به اقتصاد مقاومتی نیز خواهد شد. بنابراین نگاه ریزبینانه به اهمیت و اهداف خرد و کلان توسعه گیاهان شورزیست علاوه بر اینکه در جهت برنامه‌ریزی برای رفع چالش‌ها و محدودیت‌ها مؤثر خواهد بود، راهنمایی به منظور دستیابی و نیل به اهداف برنامه توسعه گیاهان دارویی شورزیست خواهد بود، برخی از این اهداف به شرح زیر می‌باشند:

- ۱- استفاده از آب‌های شور و نامتعارف جهت تولید گیاهان دارویی شورزیست و اختصاص آب‌های متعارف به کشت گیاهان استراتژیک حساس به شوری
- ۲- کاهش مصرف آب در بخش کشاورزی از طریق جایگزینی کشت‌های رایج با گیاهان کم‌آب‌خواه و از جمله گیاهان دارویی متحمل به شوری
- ۳- معرفی و آگاه ساختن کشاورزان از گیاهان دارویی شورپسند، ارزیابی اقتصادی، شناسایی ترکیبات خاص و بررسی ارزش افزوده محصولات گیاهان دارویی شورزیست در جهت تضمین بازار فروش
- ۴- تهیه و تدوین فناوری‌های نوین کاشت، داشت و برداشت گیاهان دارویی در اراضی شور
- ۵- تدوین دستورالعمل‌های فنی جهت تأمین نیاز کودی گیاهان دارویی شورزیست
- ۶- شناسایی نحوه مدیریت آفت و بیماری‌های احتمالی گیاهان دارویی خاص در مناطق شور
- ۷- تعیین اکوتیپ گیاهان دارویی شورزیست با مقاومت بیشتر نسبت به شوری و در نهایت تولید و معرفی ارقام برتر
- ۸- تأمین نیازهای بخش فرآوری و ساخت ترکیبات دارویی
- ۹- اهلی کردن و توسعه کاشت زراعی گیاهان دارویی شورزیست و خاص

۴. بحث و نتیجه‌گیری

۴-۱. شناسایی گیاهان دارویی امیدبخش جهت توسعه کاشت در اراضی شور

بر اساس تحقیقات انجام شده، گیاهان دارویی از درجات و توان مختلفی نسبت به شوری برخوردارند، در این راستا به منظور تعیین و شناسایی گیاهان دارویی که ضمن تولید اقتصادی از توان مقابله با شوری نیز برخوردار باشند، فهرستی از مهم‌ترین گیاهان دارویی که نسبتاً متحمل به شوری می‌باشند تهیه شد (جدول ۲ تا ۵). لازم به ذکر است که گیاهان جدول ۲ ضمن اینکه از مزایای اقتصادی خوبی برخوردارند اما جزو گیاهان نیمه حساس (سطح تحمل به تنش بین ۳ تا ۶ دسی زیمنس بر متر) طبقه‌بندی شدند که در این مجال مورد توجه نبوده، و صرفاً با هدف تعیین جایگاه آن‌ها در طبقه‌بندی مقاومت به شوری معرفی شده‌اند.



جدول ۲- برخی از گونه‌های دارویی نیمه حساس* به شوری

نام گیاه	نام علمی	خانواده
۱ اسفرزه	<i>Plantago ovata</i> L.	Plantaginaceae
۲ انغوزه	<i>Ferula asafoetida</i>	Apiaceae
۳ آویشن	<i>Thymus vulgaris</i> L.	Lamiaceae
۴ بومادران	<i>Achillea millefolium</i> L.	Asteraceae
۵ رازیانه	<i>Foeniculum vulgare</i>	Apiaceae
۶ زعفران	<i>Crocus sativus</i> L.	Iridaceae
۷ مرزنجوش	<i>Origanum vulgare</i>	Lamiaceae

* گیاهان نیمه حساس به شوری: گیاهانی که آستانه تحمل به شوری آن‌ها بین ۶-۳ دسی‌زیمنس بر متر بود (درجه تحمل به شوری گیاهان بر اساس نوع خاک، حجم آبیاری و سایر فاکتورهای تأثیرگذار متفاوت خواهد بود).

از سایر گیاهان گزینش شده، گونه‌هایی هستند که جزو گیاهان نیمه مقاوم به شوری دسته‌بندی می‌شوند (جدول ۳). این گیاهان با توجه به مطالعات انجام شده، دارای سطح تحمل به شوری در محدوده ۶ تا ۸ دسی‌زیمنس بر متر هستند و لذا این گیاهان برای توسعه کاشت در مناطق با آب و خاک بسیار شور مناسب نمی‌باشند.

جدول ۳- برخی از گونه‌های دارویی نیمه مقاوم* به شوری

نام گیاه	نام علمی	خانواده
۱ اسطوخودوس	<i>Lavandula stoechas</i> L.	Lamiaceae
۲ افسنتین	<i>Artemisia absinthium</i>	Asteraceae
۳ بارهنگ	<i>Plantago major</i>	Plantaginaceae
۴ بالنگو	<i>Lallemantia royleana</i>	Lamiaceae
۵ به لیمو	<i>Lippia citriodora</i>	Verbenaceae
۶ پنیرک	<i>Malva sylvestris</i>	Malvaceae
۷ چای ترش	<i>Hibiscus sabdariffa</i>	Malvaceae
۸ خاکشیر	<i>Descurainia sophia</i>	Brassicaceae
۹ ختمی	<i>Althea officinalis</i>	Malvaceae
۱۰ رزماری	<i>Rosmarinus officinalis</i> L.	Lamiaceae
۱۱ زوفا	<i>Hyssopus officinalis</i>	Lamiaceae
۱۲ زیره سبز	<i>Cuminum cyminum</i> L.	Apiaceae
۱۳ کاسنی	<i>Cichorium intybus</i> L.	Asteraceae
۱۴ کنگرفرنگی	<i>Cynara scolymus</i> L.	Asteraceae
۱۵ گل گاوزبان	<i>Borago officinalis</i>	Boraginaceae
۱۶ گل محمدی	<i>Rosa damascena</i>	Rosaceae

* گیاهان نیمه مقاوم به شوری: گیاهانی که آستانه تحمل به شوری آن‌ها بین ۸-۶ دسی‌زیمنس بر متر باشد (درجه تحمل به شوری گیاهان بر اساس نوع خاک، حجم آبیاری و سایر فاکتورهای تأثیرگذار متفاوت خواهد بود).



جدول ۴ نشان دهنده برخی از گونه‌های دارویی هستند که نسبت به شوری مقاوم (سطح تحمل به شوری بین ۸ تا ۱۰ دسی زیمنس بر متر) هستند، با توجه به اینکه، در شورورزی عمدتاً استفاده از زه آب‌ها با شوری‌های بالا مورد توجه هستند، لذا علی‌رغم اینکه ممکن است از ژنوتیپ‌های برتری در این خصوص برخوردار باشند، لیکن در این مرحله چندان مورد توجه نبوده و از گیاهان هدف نمی‌باشند.

جدول ۴- برخی از گونه‌های دارویی مقاوم* به شوری

نام گیاه	نام علمی	خانواده
۱ بابونه	<i>Matricaria chamomilla</i>	Asteraceae
۲ داتوره	<i>Datura spp</i>	Solanaceae
۳ زنیان	<i>Carum capticum L.</i>	Apiaceae
۴ کرچک	<i>Ricinus communis L</i>	Euphorbiaceae
۵ گلرنگ	<i>Carthamus tinctorius L</i>	Asteraceae
۶ گوار	<i>Cyamopsis psoraloides L</i>	Fabaceae
۷ خارمریم	<i>Silybum marianum</i>	Asteraceae

* گیاهان مقاوم به شوری: گیاهانی که آستانه تحمل به شوری آنها بین ۸-۱۰ دسی‌زیمنس بر متر باشد (درجه تحمل به شوری گیاهان بر اساس نوع خاک، حجم آبیاری و سایر فاکتورهای تأثیرگذار متفاوت خواهد بود).

در مرحله بعدی، از گونه‌های دارویی مورد بررسی، ۱۰ گونه دارویی اسپند، اشنان، خارشتر، خرفه، روناس، سیاه شور، شیرین بیان، علف شور، قره داغ و کاپاریس (کور) به لحاظ اینکه از سطح تحمل به شوری خوبی برخوردارند و جزو گروه خیلی مقاوم هستند، انتخاب شدند (جدول ۵).

جدول ۵- برخی از گونه‌های دارویی خیلی مقاوم* به شوری

نام گیاه	نام علمی	خانواده
۱ اسپند	<i>Peganum harmala</i>	Zygophyllaceae
۲ اشنان	<i>Seidlitzia rosmarinus L.</i>	Chenopodiaceae
۳ خارشتر**	<i>Alhagi persarum</i>	Leguminosae
۴ خرفه	<i>Portulaca Oleracea L.</i>	Portulacaceae
۵ روناس**	<i>Rubia tinctorum L.</i>	Rubiaceae
۶ سیاه شور	<i>Suaeda fruticosa</i>	Chenopodiaceae
۷ شیرین بیان**	<i>Glycyrrhiza glabra L.</i>	Leguminosae
۸ علف شور	<i>Salsola imbricata</i>	Chenopodiaceae
۹ قره داغ	<i>Nitraria schoberi L</i>	Zygophyllaceae
۱۰ کاپاریس (کور)	<i>Capparis spinosa</i>	Capparidaceae

* گیاهان مقاوم به شوری: گیاهانی که آستانه تحمل به شوری آنها بیشتر از ۱۰ دسی‌زیمنس بر متر باشد (درجه تحمل به شوری گیاهان بر اساس نوع خاک، حجم آبیاری و سایر فاکتورهای تأثیرگذار متفاوت خواهد بود).
** گونه های انتخابی برای توسعه کاشت در فاز اول برنامه



۲-۴. برنامه آینده پژوهشی توسعه گیاهان دارویی خیلی مقاوم به شوری

با توجه به ارزش اقتصادی و ارزآوری گونه‌های خیلی مقاوم به شوری اشاره شده در جدول ۵ در گام نخست اقدام به گزینش سه گونه خیلی مقاوم به شوری از جمله شیرین بیان، روناس و خارشتر جهت توسعه کاشت در اراضی شور شد، که برنامه توسعه کاشت این سه گونه در پیوست به صورت مستقل ارائه شده است. با این حال ضروری است نسبت به پژوهش‌های کاربردی به شرح ذیل در خصوص سایر گونه‌ها اقدام لازم صورت گیرد.

امکان رونق و بهبود شرایط اقتصادی بهره‌برداران منابع آب و خاک شور از طریق توسعه کاشت گیاهان دارویی شورزیست اصلاح الگوی کاشت گیاهان رایج پرآبخواه و حساس به شوری از طریق جایگزینی با گیاهان دارویی مناسب شرایط شور بهبود کاربری اراضی شور از طریق توسعه کاشت گیاهان دارویی شورزیست

امکان اهلی نمودن و توسعه کاشت برخی از گونه‌های دارویی شورزیست

شناسایی اکوتیپ‌های برتر و سازگار به شرایط آب و خاک شور

تدوین برنامه به زراعی و به نژادی با هدف تولید و تکثیر هسته‌های اولیه بذر و یا سایر اندام‌های تکثیری

بررسی امکان استفاده چند منظوره و یا استفاده در کشت‌های تلفیقی

منابع

بی‌نام، ۱۳۹۲. سند ملی گیاهان دارویی و طب سنتی. شورای عالی انقلاب فرهنگی. شورای ستاد راهبردی اجرای نقشه جامع علمی کشور. تصویب ۱۳۹۲/۴/۲۵. تهران.

پارسا، ب.، یزدانی بیوکی، ر. و دهنوی، ز. ۱۳۹۸. مروری بر تاریخچه گیاهان دارویی و وضعیت آن در ایران و جهان. ششمین کنفرانس بین المللی پژوهش‌های کاربردی در علوم کشاورزی. تهران. ۱۴ ص.

راد، م. ه. و یزدانی بیوکی، ر. ۱۳۹۸. نقشه راه توسعه گیاهان دارویی و طب سنتی استان یزد (۱۴۰۴ - ۱۳۹۶). ستاد توسعه علوم و فناوری توسعه گیاهان دارویی و طب سنتی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی. ۹۶ ص.

دوازده امامی، دخانی، مرتضایی نژاد و اله دادی. (۲۰۲۱). بررسی تغییرات کمی و کیفی اسانس زنیان (*Carum copticum* LCB Clarke) در کشت بهاره و تابستانه تحت تنش شوری. علوم گیاهان زراعی ایران، ۵۲(۳)، ۲۵۱-۲۶۰.

رحیمیان، م. ح. ۱۳۹۶. تدوین سند بهره‌وری آب کشاورزی در استان یزد، گزارش علمی فنی، مرکز ملی تحقیقات شوری، ۱۲۹ ص. عبادزاده، ۱۳۹۲. آمارنامه کشاورزی. وزارت جهاد کشاورزی معاونت برنامه ریزی و اقتصادی مرکز فناوری اطلاعات و ارتباطات. جلد دوم ص ۹۳.

مستند ویژه دومین جشنواره و نمایشگاه ملی گیاهان دارویی، فرآورده‌های طبیعی و طب سنتی ایران. ۱۳۹۳. انتشارات دانش‌بنیان فن‌آور. مقیسه، س. و سلیمانی، ا. ۱۳۸۹. تولید، تجارت و صادرات گیاهان دارویی، دفتر مطالعات زیربنایی (گروه کشاورزی، آب و منابع طبیعی) مرکز پژوهش‌های مجلس شورای اسلامی.

یزدانی بیوکی، ر.، پیراسته انوشه، ه. و راد، م. ه. (۱۳۹۶). استفاده از پتانسیل دارویی گیاهان شورزی در راستای توسعه سیستم‌های شورورزی. اولین همایش ملی شورورزی. ۶ ص.

اثر مهاری گیاه رازیانه بر فیبریل‌های آمیلوئیدی

فرشته علیزاده^۱، سارا دانشجو^{۱*}

^{۱*} گروه ریز زیست فناوری، دانشکده علوم زیستی، دانشگاه تربیت مدرس، تهران، ایران (S.daneshjou@modares.ac.ir)

چکیده

بیماری‌های تخریب‌کننده عصبی مانند آلزایمر، پارکینسون، هانتینگتون و آتاکسی مخچه‌ای نخاعی که اغلب در سنین بالا افراد را درگیر می‌کنند و با زوال عقل و فراموشی همراه هستند، به دلیل تخریب نورون‌ها و تخریب شبکه ارتباط سیناپسی ایجاد می‌شوند. اگرچه هنوز مکانیسم دقیقی برای ایجاد این بیماری‌ها مشخص نشده است اما حضور پلاک‌های آمیلوئیدی در داخل مغز افراد مبتلا گزارش شده است. با توجه به اینکه بیماری‌های تخریب‌کننده عصبی یک نگرانی جهانی محسوب می‌شوند، یافتن راه‌حل‌هایی برای پیشگیری و درمان این بیماری‌ها الزامی بنظر می‌رسد. با توجه به نقش مهم تغذیه در پیشگیری و درمان بسیاری از بیماری‌ها، یکی از روش‌های موثر برای حل این مسئله استفاده از گیاهان دارویی است. این مقاله مروری به تشریح اثر مهاری گیاه رازیانه بر فیبریل‌های آمیلوئیدی می‌پردازد.

واژگان کلیدی: بیماری‌های تخریب عصبی، رازیانه، فیبریل‌های آمیلوئیدی



۱. مقدمه

پروتئین‌ها ماکرومولکول‌های زیستی هستند که از آمینو اسید تشکیل شده‌اند و مجموعه وسیعی از عملکردها از جمله کاتالیز واکنش‌های متابولیکی، تکثیر ماده ژنتیکی، پاسخ به محرک‌ها، ایجاد ساختار برای سلول‌ها و انتقال مولکول‌ها از یک مکان به مکان دیگر را بر عهده دارند. پروتئین‌ها عمدتاً در توالی آمینو اسیدی با یکدیگر تفاوت دارند که توسط توالی نوکلئوتیدی ژن‌های آن‌ها دیکته می‌شود و معمولاً منجر به تا شدن پروتئین به یک ساختار سه بعدی خاص می‌شود که عملکرد آن را تعیین می‌کند. در طی تا خوردگی پروتئین‌ها، ساختار خطی آمینو اسیدها به ساختار سه بعدی دارای عملکرد تبدیل می‌شود. در این فرآیند ساختارهای نیمه فولد شده‌ای که از ساختار خطی اولیه ایجاد شده‌اند، مسئول ایجاد ساختار نهایی هستند (Thompson and Barrow, 2002). همانطور که می‌دانیم در طی تا خوردگی پروتئین‌ها، چپرون‌های سلولی نقش موثری دارند و در صورت اختلال در عملکرد چپرون‌ها، ساختارهای نیمه فولد شده می‌توانند به سمت ایجاد تجمعات آمیلوئیدی حرکت و ساختارهای بتای آبگریز ایجاد کنند (Merlini et al., 2001). این ساختارها مسیر کینازی را فعال می‌کنند که سبب ایجاد پاسخ‌های التهابی شده و در نهایت به سمیت عصبی در مغز منجر می‌شود (Tiwari et al., 2019). اغلب بیماری‌های تخریب‌کننده عصبی مانند پارکینسون، آلزایمر، هانتینگتون و زوال عقل گیجگاهی با ساختار نامناسب پروتئین‌ها مرتبط هستند. البته هنوز مکانیسم دقیق ایجاد این بیماری‌ها مشخص نیست اما حضور پلاک‌های آمیلوئیدی متشکل از آمیلوئید بتا و ریسمان‌های نوروفیبری ایجاد شده از پروتئین تاو با تا خوردگی نامناسب، در داخل مغز افراد مبتلا به این بیماری‌ها گزارش شده‌است (Fu et al., 2018). با توجه به اینکه این بیماری‌ها در جهان سالیانه افراد بسیاری را درگیر می‌کنند و جزء شایع‌ترین بیماری‌هایی هستند که جمعیت سالمند را ناتوان می‌کنند، تحقیق و بررسی در این زمینه جهت پیشگیری و درمان الزامی بنظر می‌رسد. با توجه به نقش مهم تغذیه و نقش طب سنتی در زندگی انسان‌ها از زمان‌های بسیار قدیم و اثربخشی گیاهان دارویی در تقویت حافظه و جلوگیری از فراموشی، گیاهان دارویی همچنان گزینه مورد توجهی هستند (Jamshidi et al., 2020). محققین به تازگی دریافته‌اند که میان بیماری‌های تخریب‌کننده عصبی و استرس اکسیداتیو ارتباط وجود دارد و در اکثر بیماری‌های تخریب‌کننده عصبی، استرس اکسیداتیو و التهاب عصبی افزایش می‌یابد لذا استفاده از گیاهان دارویی حاوی ترکیبات فنلی و آنتی اکسیدانی که اثرگذاری ضدتجمعی در رابطه با خودپیرایشی برخی پپتیدها و پروتئین‌ها دارند، می‌تواند بسیار کمک‌کننده باشد (Ciccone et al., 2020; Sharma et al., 2021). رازیانه (*Foeniculum vulgare* Mill) گیاهی مقاوم و چند ساله از خانواده *Apiaceae* است و گل‌های زرد رنگ با ساقه توخالی دارد که می‌تواند تا ۲.۵ متر رشد کند و طول برگ‌ها به ۴۰ سانتی‌متر می‌رسد و با قطعات نخ مانند به عرض ۰.۵ میلی‌متر از یکدیگر جدا می‌شوند. میوه این گیاه دانه‌ای خشک به طول ۴ تا ۱۰ میلی‌متر است. به طور کلی در سواحل دریای مدیترانه بومی در نظر گرفته می‌شود اما به طور گسترده در بسیاری از نقاط جهان به ویژه در خاک‌های خشک نزدیک ساحل دریا و رودخانه دیده می‌شوند. برخی از نویسندگان برای رازیانه دو زیر گونه *piperitum* و *vulgare* را معرفی کرده‌اند. گونه فرعی *piperitum* دارای دانه‌های تلخ است در حالی که زیر گونه *vulgare* دارای دانه‌های شیرین است که به عنوان طعم‌دهنده در محصولات پخته شده، غذاهای گوشتی و ماهی، بستنی‌ها و نوشیدنی‌های الکلی استفاده می‌شود. گزارش شده‌است که این



گیاه حاوی پروتئین، چربی، فیبر، کربوهیدرات و کلسیم، پتاسیم، سدیم، آهن، فسفر، نیاسین و... است (Rather et al., 2016). رازیانه در طب سنتی برای درمان بیماری‌های گوارشی، تولید مثلی، تنفسی و غدد درون ریز استفاده می‌شود و دارای فعالیت‌های ضد میکروبی، آنتی اکسیدانی و ضد سرطانی است (Sharma et al., 2024). تحقیقات نشان داده‌است که استنشاق اسانس رازیانه افسردگی و اضطراب ناشی از Aβ1-42 را در موش‌ها بهبود بخشیده‌است (Cioanca et al., 2016). ماهیت نوتروپیک، ضد التهابی و محافظت کننده عصبی گیاه رازیانه (عصاره متانولی) در موش‌ها گزارش شده‌است (Joshi and Parle, 2006). بررسی‌ها نشان داده‌است که آنتول^۱ (ترکیب گیاهی رازیانه) عملکرد شناختی در موش‌های صحرایی را با نقص شناختی ناشی از روتنون با کاهش پراکسیداسیون لیپیدی و افزایش تعداد سلول‌های عصبی باقیمانده در هیپوکامپ و بیان آلفا سینوکلئین بهبود بخشیده‌است (Vastegani et al., 2023; Moradi Vastegani et al., 2023). گزارش شده‌است که رازیانه و آنتول با بهبود حافظه و یادگیری از اختلالات عصبی ناشی از استرس در موش‌های نارسایی رفتاری ناشی از انزوای اجتماعی جلوگیری می‌کنند (Raman et al., 2020). عصاره دانه رازیانه (اتانول، متانول، هگزان) با بهبود نشانگرهای استرس اکسیداتیو و نرمال کردن سطوح پروتئین پیش ساز آمیلوئید، سمیت عصبی ناشی از سرب را در موش‌ها کاهش دادند (Bhatti et al., 2018). در یک مطالعه به بررسی اثرات نوروتروفیک عصاره اتانولی گیاه رازیانه بر بلوغ نورون‌های هیپوکامپ اولیه موش پرداختند و نتایج نشان می‌داد که عصاره اتانولی و آنتول به طور قابل توجهی رشد نوریت را به شیوه‌ای وابسته به دوز افزایش دادند. علاوه بر این، عصاره اتانولی، تشکیل سیناپس‌ها را افزایش داد که برای ارتباط عصبی ضروری بود. تجزیه و تحلیل فارماکولوژی شبکه نشان داد که اجزای عصاره اتانولی بر مسیرهای نوروتروفیک حیاتی، از جمله مسیرهای بیماری PI3K-AKT و آلزایمر تأثیر می‌گذارد و به طور خاص پروتئین‌های کلیدی، از جمله گیرنده تروپومیزین کیناز^۲، گلیکوژن سنتاز کیناز^۳، فسفاتیدیل لینوزیتول^۳-کیناز^۴ و پروتئین کیناز تنظیم شده با سیگنال خارج سلولی^۵ را تعدیل می‌کند (Habiba et al., 2024). در یک بررسی، ارزیابی اثر عصاره گیاه رازیانه بر اساس محافظت عصبی، کاهش گونه‌های اکسیژن فعال و بازسازی پتانسیل غشای میتوکندری انجام و از پراکسید هیدروژن برای القای استرس اکسیداتیو استفاده شد. علاوه بر این، فعالیت‌های فیبریلزاسیون / الیگومریزاسیون ضد آمیلوئیدبتا نیز همراه با فعالیت ضد استیل کولین استراز مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. یافته‌های بررسی نشان داد که آنتول ترکیب اصلی در عصاره گیاه رازیانه بوده‌است و عصاره از فعالیت ضد استیل کولین استراز برخوردار بوده‌است و آنتول فعالیت فیبریلزاسیون ضد آمیلوئیدبتا قوی داشته‌است (Sharma et al., 2024). هدف از این مطالعه، بررسی اثر گیاه رازیانه بر مهار تجمعات آمیلوئیدی است.

¹ Anethole² Trk³ GSK3βser9⁴ PI3K⁵ Erk1/2



۲. مواد و روش‌ها

مقاله مروری پیش رو حاصل بررسی‌های متعدد مولفین بوده و از منابع معتبر علمی جمع‌آوری شده‌است و به بررسی اثر مهاری گیاه رازیانه بر فیبریل‌های آمیلوئیدی می‌پردازد.

۳. نتایج

با توجه به اینکه تجمع آمیلوئیدی مکانیسم‌های ناشناخته‌ای دارد، با این حال ارتباط بسیاری از بیماری‌های تخریب‌کننده عصبی با تجمعات آمیلوئیدی مشخص شده‌است (Fu et al., 2018). متأسفانه با افزایش ابتلای افراد مسن به این نوع از بیماری‌ها، نگرانی جهانی برای پیشگیری و درمان وجود دارد. گیاه رازیانه به علت داشتن متابولیت‌های ثانویه گیاهی مانند آلکالوئیدها، فلاونوئیدها و اسیدهای فنولیک نقش کلیدی در بهبود شرایط بیماری دارد (Cherbal et al., 2023; Vella et al., 2024; Hussein et al., 2016). اسانس‌ها نیز نقش مهمی در پاتوژنز بیماری دارند زیرا منبع غنی از آنتی اکسیدان‌ها هستند و اکثر آن‌ها پتانسیل مهاری کولین استراز را نشان می‌دهند (Sharma et al., 2024). از آنجایی که عصاره رازیانه حاوی چندین ترکیب زیست فعال است، می‌تواند سبب بهبود این بیماری‌ها شود. به عنوان نتیجه می‌توان گفت تحقیقات بیشتری در مورد دوز ایده آل، نحوه عملکرد در هر دو سطح مولکولی و سلولی، اثرات برون تنی و مشخصات فارماکوکینتیک ترکیبات و عصاره‌های گیاهی لازم است که ممکن است در آینده منجر به توسعه محصول جدید علیه بیماری‌های تخریب‌کننده عصبی شود.

۴. بحث و نتیجه‌گیری

یافته‌ها بینش‌های ارزشمندی را در مورد پتانسیل درمانی رازیانه در درمان اختلالات عصبی ارائه می‌دهند و مبنایی برای تحقیقات آینده در مورد مداخلاتی که باعث رشد و بقای عصبی می‌شوند، فراهم می‌کنند.

منابع

- Bhatti, S., Ali Shah, S. A., Ahmed, T., & Zahid, S. (2018). Neuroprotective effects of *Foeniculum vulgare* seeds extract on lead-induced neurotoxicity in mice brain. *Drug and chemical toxicology*, 41(4):399-407.
- Cherbal, A., Bouabdallah, M., Benhalla, M., Hireche, S., & Desdous, R. (2023). Phytochemical Screening, Phenolic Content, and Anti-Inflammatory Effect of *Foeniculum vulgare* Seed Extract. *Preventive Nutrition and Food Science*, 28(2), 141.
- Ciccone, L., Tonali, N., Nencetti, S., & Orlandini, E. (2020). Natural compounds as inhibitors of transthyretin amyloidosis and neuroprotective agents: Analysis of structural data for future drug design. *Journal of Enzyme Inhibition and Medicinal Chemistry*, 35(1): 1145-1162.
- Cioanca, O., Hancianu, M., Mircea, C., Trifan, A., & Hritcu, L. (2016). Essential oils from Apiaceae as valuable resources in neurological disorders: *Foeniculi vulgare* aetheroleum. *Industrial Crops and Products*, 88:51-57.
- Fu, H., Hardy, J., & Duff, K. E. (2018). Selective vulnerability in neurodegenerative diseases. *Nature neuroscience*, 21(10): 1350-1358.
- Habiba, S. U., Choi, H. J., Munni, Y. A., Yang, I. J., Haque, M. N., & Moon, I. S. (2024). Neurotrophic Effects of *Foeniculum vulgare* Ethanol Extracts on Hippocampal Neurons: Role of Anethole in Neurite Outgrowth and Synaptic Development. *International Journal of Molecular Sciences*, 25(23): 12701.



- Hussein, H. J., Hadi, M. Y., & Hameed, I. H. (2016). Study of chemical composition of *Foeniculum vulgare* using Fourier transform infrared spectrophotometer and gas chromatography-mass spectrometry. *Journal of Pharmacognosy and Phytotherapy*, 8(3), 60-89.
- Jamshidi, A. H., Eghbalian, F., Mahroozade, S., Mohammadi Kenari, H., Ghobadi, A., & Yousefsani, B. S. (2020). Recommended natural products in Alzheimer's disease based on traditional Persian medicine. *Journal of Medicinal Plants*, 19(75):17-29.
- Joshi, H., & Parle, M. (2006). Cholinergic basis of memory-strengthening effect of *Foeniculum vulgare* Linn. *Journal of medicinal food*, 9(3): 413-417.
- Merlini, G., Bellotti, V., Andreola, A., Palladini, G., Obici, L., Casarini, S., & Perfetti, V. (2001). Protein aggregation.
- Moradi Vastegani, S., Khoshnam, S. E., Ghafouri, S., Bakhtiari, N., Farbood, Y., & Sarkaki, A. (2023). Anethole attenuates motor dysfunctions, striatal neuronal activity deficiency and blood brain barrier permeability by decreasing striatal α -synuclein and oxidative stress in rotenone-induced Parkinson's disease of male rats. *Plos one*, 18(11), e0294612.
- Raman, S., Asle-Rousta, M., & Rahnema, M. (2020). Protective effect of fennel, and its major component trans-anethole against social isolation induced behavioral deficits in rats. *Physiology International*, 107(1): 30-39.
- Rather, M. A., Dar, B. A., Sofi, S. N., Bhat, B. A., & Qurishi, M. A. (2016). *Foeniculum vulgare*: A comprehensive review of its traditional use, phytochemistry, pharmacology, and safety. *Arabian Journal of Chemistry*, 9, S1574-S1583.
- Sharma, H., Yang, H., Sharma, N., & An, S. S. A. (2024). Multivalent Neuroprotective Activity of *Elettaria cardamomum* (Cardamom) and *Foeniculum vulgare* (Fennel) in H₂O₂-Induced Oxidative Stress in SH-SY5Y Cells and Acellular Assays. *Pharmaceuticals*, 18(1): 2.
- Sharma, N., Tan, M. A., & An, S. S. A. (2021). Mechanistic aspects of Apiaceae family spices in ameliorating Alzheimer's disease. *Antioxidants*, 10(10): 1571.
- Thompson, A. J., & Barrow, C. J. (2002). Protein conformational misfolding and amyloid formation: characteristics of a new class of disorders that include Alzheimer's and Prion diseases. *Current medicinal chemistry*, 9(19): 1751-1762.
- Tiwari, S., Atluri, V., Kaushik, A., Yndart, A., & Nair, M. (2019). Alzheimer's disease: pathogenesis, diagnostics, and therapeutics. *International journal of nanomedicine*, 5541-5554.
- Vastegani, S. M., Khoshnam, S. E., Mansouri, E., Hajipour, S., Ghafouri, S., Bakhtiari, N., ... & Farbood, Y. (2023). Neuroprotective effect of anethole against rotenone induced non-motor deficits and oxidative stress in rat model of Parkinson's disease. *Behavioural Brain Research*, 437, 114100.
- Vella, F. M., Pignone, D., & Laratta, B. (2024). The Mediterranean species *Calendula officinalis* and *Foeniculum vulgare* as Valuable source of Bioactive compounds. *Molecules*, 29(15), 3594.

بررسی کشت، تولید، بهره برداری و فرآوری گیاه دارویی گزانگبین

*(Adscendens astragalus)*صدیقه توتیان^{۱*}، علی غلامی^۲، زهرا قلی زاده^۲^{۱*} دانشجوی کارشناسی باغبانی – گیاهان دارویی مرکز علمی کاربردی سحرخیز (tootiansedighe@gmail.com)^۲ مدرس دانشگاه علمی کاربردی سحرخیز

چکیده

کشور ایران، به دلیل شرایط اقلیمی متنوع، از پوشش گیاهی بسیار گسترده‌ای برخوردار است. گزانگبین، یکی از مان‌های طبیعی و شیرابه‌های قندی، محصولی ارزشمند است که از گیاه گون گزی یا گزانگبین^۱ در ایران به دست می‌آید. این گیاه که در مناطق خاصی از رشته کوه‌های زاگرس رشد می‌کند، توسط حشره‌ای به نام پسپل گز^۲ تولیدکننده مان مورد بهره‌برداری قرار می‌گیرد. این شیرابه‌ها که معمولاً به دلیل تعامل گیاه و حشره مولد تولید می‌شوند، نه تنها در تهیه شیرینی سنتی گز اصفهان اهمیت دارد، بلکه به دلیل خواص دارویی آن مانند تسکین التهاب، تقویت دستگاه گوارش، و کاربردهای ضدباکتریایی و آنتی‌اکسیدانی مورد توجه است. با این حال، بهره‌برداری غیرمجاز و عدم توجه به حفظ این منابع طبیعی باعث شده است تولید آن کاهش یابد و گونه‌های مرتبط با آن در معرض خطر نابودی قرار گیرند. اقداماتی فوری برای حفظ این گیاه و جلوگیری از کاهش تولید آن ضروری به نظر می‌رسد. در این پژوهش، پراکنش جغرافیایی، خصوصیات گیاه‌شناسی، ترکیبات شیمیایی، فرآیند تولید و عوامل مؤثر بر بهره‌برداری از این گیاه بررسی شده است.

واژگان کلیدی: پسپل گز، گزانگبین، گز اصفهان، گون گزی، مان.

^۱ *Astragalus Adscendens*^۲ *Cyamophila Dicora*



۱. مقدمه

ایران به دلیل برخورداری از تنوع آب و هوایی پوشش گیاهی بسیار غنی و متنوعی دارد و برخی گونه‌های گیاهی خاص تنها در این کشور رشد می‌کنند که در سایر نقاط جهان مشابهی برای آنها یافت نمی‌شود. یکی از محصولات فرعی گیاهان مرتعی و جنگل‌ها در کشور، شیرابه‌های قندی یا مان‌ها هستند که در برخی نواحی ایران از گیاهان خاص تولید و استفاده می‌شوند. این شیرابه‌ها ترشحات شیرین و چسبنده‌ای هستند که به علت فعالیت تغذیه‌ای برخی حشرات روی اندام‌های جوان گیاهان یا به دلیل واکنش گیاه به عواملی مانند آسیب مکانیکی یا حرارت محیط، از بافت‌ها خارج می‌شوند. به عبارت دیگر، مان‌ها معمولاً به دلیل ترکیب دو عامل، گیاه به عنوان میزبان و حشره به عنوان مهمان، به وجود می‌آیند. مان‌های شناخته شده در ایران که بر روی گیاهان جنگلی و مرتعی تولید و شناسایی شده‌اند شامل گزانگبین، شیرخشت، بیدخشت، شکر تیغال، گز علفی، گز شهاد و ترنجبین هستند که علاوه بر خواص دارویی، در مصارف غذایی نیز کاربرد دارند (محمدی و دیگران، ۱۳۸۱). با توجه به اینکه این منابع خدادادی هستند و برای تولید آنها نیاز به سرمایه‌گذاری اولیه انسانی نیست، از آنجا که دسترسی به آنها آسان و ارزان است، متأسفانه طی سال‌های اخیر روند تولید و نگهداری این محصولات رو به کاهش بوده است. به گونه‌ای که برخی از حشرات تولیدکننده این مان‌ها در آستانه نابودی قرار دارند و لازم است اقدامات جدی و فوری برای حفاظت از این ذخایر ژنتیکی ارزشمند انجام شود (محمدی و دیگران، ۱۳۸۱). مان گزانگبین، عسلی است که از انتهای لوله گوارش پوره‌های شره‌پسپیل گون گزی ترشح می‌شود و پس از از دست دادن رطوبت در مجاورت هوا، به رنگ سفید شیری درمی‌آید (Naeem & Behdad, 1987). مان‌ها که به عنوان یکی از محصولات فرعی جنگل‌ها و مراتع شناخته می‌شوند، جایگاه ویژه‌ای دارند. تنوع اقلیمی و پوشش غنی فون و فلور در ایران منجر به تولید مان‌هایی منحصر به فرد با ترکیب‌های خاص و مکانیزم‌های پیچیده شده است که از قدیم مورد توجه حکمایی چون ابن سینا قرار داشته و اثرات شفابخش آن‌ها در طب سنتی استفاده شده است (حاجی هاشمی و دیگران، ۱۳۹۵). از جمله مان‌های مهم ایران، گزانگبین است که حاصل فعالیت پسپیل گز با نام علمی *Cyamophila dicora* بر روی گیاه گون^۱ می‌باشد. (حاجی هاشمی و دیگران، ۱۳۹۵). *Astragalus*.L از خانواده *Fabaceae* گونه‌ای از گیاهان است که به طور گسترده‌ای در مناطق معتدل جهان پراکنده شده است (Rios and Waterman, 1997). ایران یکی از مراکز اصلی گونه‌های مختلف این گیاه است و طبق آخرین اطلاعات، بیش از ۸۰۴ گونه از این نوع گیاه در ایران وجود دارد (Massoumi, 1998; Ghahremaninejad et al, 2012). بسیاری از گونه‌های این گیاه در طب سنتی به دلیل خواص محافظت از کبد، آنتی‌اکسیدانی، تقویت سیستم ایمنی و خاصیت ضدویروسی مورد استفاده قرار گرفته‌اند (Erisen et al., 2010). به نقل از بویس و هایسک، گیاه *Astragalus adscendens* به عنوان یک گیاه مهم در ایران شناخته می‌شود که برای تولید مان‌ای ویژه‌ای به نام گزانگبین استفاده می‌شود (Gerami, 1998). در ایران قرن‌هاست که یک شیرینی محبوب از ماده‌ای که از این گیاه جمع‌آوری می‌شود، تهیه می‌گردد. این گیاه، ترشحات تولید شده روی آن و خود شیرینی به‌طور کلی "گز" نامیده می‌شوند.

^۱ *Astragalus Adscendens*



ترشحات شیرین به طور خاص "گز خوانسار" نامیده می شوند، که نام آن برگرفته از شهری در منطقه تولید این ماده است. "گز اصفهان"، که نام آن از شهر تاریخی بزرگ در مرکز ایران گرفته شده است، یک شیرینی سنتی است که از گز خوانسار، شکر، سفیده تخم مرغ، نشاسته و پسته یا بادام تهیه می شود (Grami, 1998).

۲. مواد و روش ها

۲-۱. خصوصیات گیاه شناسی گزانگبین

گون گزی که با نام علمی *Astragalus adscendens* Boiss Hausskn شناخته می شود، گیاهی صمغ زاست یک درختچه چندساله، پایا و خودرو است که ارتفاع آن بین نیم تا یک متر می باشد. انشعاب های چوبی مورب و بالارونده ای دارد که در یک سطح قرار گرفته تاج درختچه را به شکل یک صفحه مستوی تشکیل می دهند (عظیمی و همکاران، ۱۳۸۴). گیاه مولد گزانگبین متعلق به زیر خانواده Papilionaceae و خانواده Fabaceae است. این گونه از جنس گون چندساله و خودرو است. این گیاه دارای اندام هوایی به شکل مخروط وارونه و ساقه های چوبی است که به صورت افقی و کمی متمایل به بالا رشد می کنند. قطر سایه انداز این گیاه ۱ تا ۱.۵ متر و ارتفاع آن ۰.۵ تا ۱.۵ متر است. برگ های این گیاه جفت شانه ای با ۴ تا ۷ جفت برگچه باریک و متقابل هستند که رگبرگ های اصلی آن ۲ تا ۴ سانتیمتر طول دارند، در قاعده تشکیل غلاف داده و شکل خار به خود گرفته اند. گل آذین متراکم است و هر ۲ تا ۳ گل روی نهج مشترک کرکدار در کنار برگ ها قرار دارند. گل ها پروانه آسا به رنگ سفید مایل به زرد به طول ۸-۱۰ میلیمتر، بدون دم گل هستند. گون گزی به طور طبیعی از طریق بذر تکثیر می شود و بوته های ۵ ساله آن در منطقه های گزخیز میزبان جمعیت حشره مولد گزانگبین بر سر شاخه ها هستند (Akhondzadeh, 2000; Gheramy, 1981; Mohammadi et al., 2002). محققان تفاوت های گیاه شناسی میان *A. adscendens* و گونه های نزدیک به آن مانند *A. leiocladus* و *A. brachycalyx* را عمدتاً در ویژگی های کاسه گل و شکل و تعداد برگچه ها شناسایی کرده اند (Grami, 1998).



شکل ۱. درختچه گز انگبین یا گون گزی

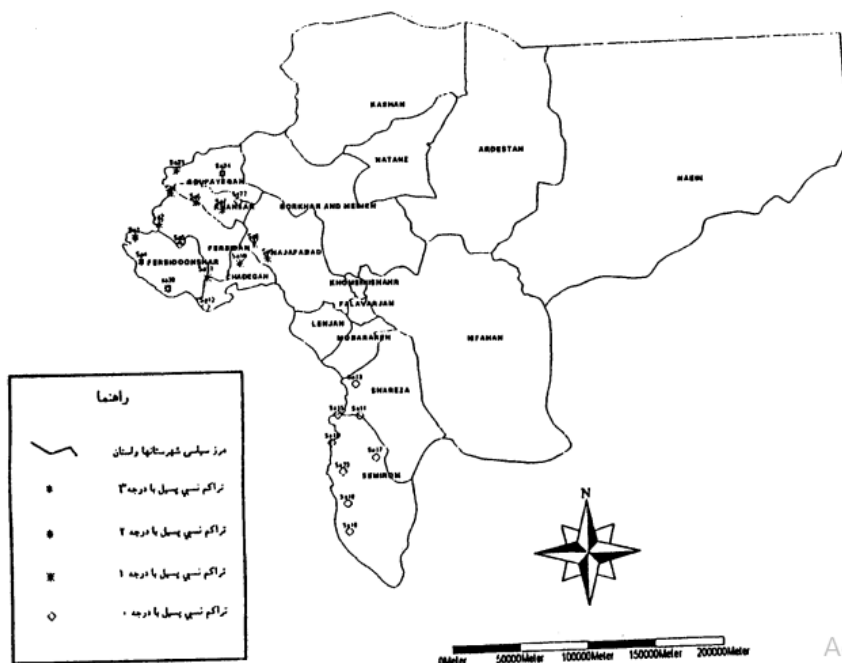


شکل ۲. صمغ درخت گز انگبین

۲-۲. مناطق پراکنش جغرافیایی، مناطق بهره برداری، کشت و تولید گیاه مورد مطالعه در جهان و ایران

گیاه گزانگبین بومی ایران است. این گیاه اولین بار توسط هاوس کنشت در سال ۱۸۷۰ از ارتفاعات نور، ساورز و عشکر جمع آوری شد (Haussknecht, 1870) و بویسیه در سال ۱۸۷۲ آن را به عنوان *Astragalus adscendens* یا A. florulentus که متعلق به بخش *Tragacantha* از خانواده *Leguminosae* است، گزارش داد (Boissier, 1872). در ادامه، بهداد (۱۹۶۹) گیاه *Astragalus florulentus* را به عنوان گیاه تولیدکننده گز معرفی کرد و تولید این ماده را به سوراخ شدن توسط حشره‌ای از جنس *Psylla* نسبت داد (Behdad, 1969). رویشگاه اصلی گون گزی ایران می‌باشد که به صورت بسیار محدود در عراق گزارش شده و احتمال دارد به ندرت در ترکیه نیز رشد کند (عظیمی و همکاران، ۱۳۸۴). دونکین (۱۹۸۰) اظهار

داشت "بهترین نوع مانا به نام «گز خوانساری» شناخته می‌شد که از دو گونه نزدیک به هم از جنس *Astragalus*، یعنی *A. adscendens* و *A. florulentus* جمع‌آوری می‌شد. او اشاره کرد که خوانسار حدود ۱۵۰ کیلومتر جنوب غربی [شمال غربی] اصفهان است (Donkin, 1980). گز انگبین یا گز خوانسار یکی از مان‌های منحصر به فرد ایران است که تنها در حاشیه رشته کوه زاگرس در ارتفاع ۲ هزار متر از سطح دریا در اقلیم استپی سرد ایران یافت می‌شود. در این مناطق گونه مولد گز، گونه غالب منطقه به شمار می‌آید. (محمدی و دیگران، ۱۳۸۱). هرچند پراکنش گیاه گون گزی در استانهای غربی و مرکزی حتی در کشور عراق و ترکیه نیز امتداد یافته است. اما تولید جهانی گز انگبین محدود به مناطقی در استان‌های اصفهان، چهارمحال و بختیاری و لرستان است که حشره مولد حضور دارد (Gheramy, 1981). تولید گز انگبین به منطقه جنوب غرب مرکز ایران، با اقلیم معتدل و خشک و میانگین بارش زمستان-بهار حدود ۲۵۰ میلی‌متر، اختصاص دارد. این گیاه معمولاً در دامنه‌های شمالی و دره‌هایی که در زمستان برف‌پوش هستند، به‌عنوان گونه غالب دیده می‌شود. به دلیل اعتقاد به بدشگون بودن قطع این گیاه، از بریدن آن محافظت شده است. (Grami, 1998) چوپانان در گذشته گله‌های گوسفند و بز خود را از مناطق تولید گز دور نگه می‌داشتند. این گیاه بذر زیادی تولید می‌کند و به‌صورت طبیعی از طریق بذر تکثیر می‌شود و نهال‌های جوان آن در مناطق مرتفع و محافظت‌شده بیشتر دیده می‌شوند. با این حال، در دشت‌های پایین‌تر و حاشیه جاده‌ها، عمدتاً درختچه‌های قدیمی‌تر وجود دارند. نهال‌هایی که زیر یا نزدیک به گیاه مادر رشد می‌کنند، اگرچه برای حیوانات خوش‌خوراک‌تر هستند، به دلیل وجود خارهای محافظ روی گیاهان بالغ بهتر محافظت می‌شوند (Grami, 1998).



۲-۳. ترکیبات شیمیایی و کاربردهای گیاه گزانگبین



گز انگبین حاوی ۴۱.۲ درصد فروکتوز، ۲ درصد ساکاروز، ۳۱.۱۶ درصد پلی ساکاریدها (که در اثر هیدرولیز اسیدی تولید گلوکز، گزیلوز و مانوز می نماید)، ۳.۰۲ درصد موسیلاژ و صمغ و ۲.۲۶ درصد خاکستر است (آئینه چی، ۱۳۶۵). گز انگبین به عنوان ماده تسکین دهنده التهاب سینه، تنگی نفس، سرفه و جهت تقویت دستگاه هاضمه در طب سنتی توصیه می شود. امروزه گز انگبین یکی از غنی ترین منابع طبیعی تولید فروکتوز محسوب می شود و از آنجا که فروکتوز بدون وجود انسولین (با آنزیم فروکتو کیناز) می شکند، مورد توجه است (Samsam-Shariat, 2004). این گیاه یکی از قدیمی ترین گیاهان دارویی است که به طور گسترده در طب سنتی ایران به عنوان ضد اسپاسم، ضد سردرد و بادشکن استفاده می شود. مانایی که از این گیاه جمع آوری می شود، حاوی ۴۰٪ فروکتوز است که برای افراد مبتلا به دیابت مفید بوده و از نظر تولید کثیرا اهمیت فراوانی دارد (Moatar, 2003; Samsam Shariat & 2003). علاوه بر این، این گیاه، به ویژه مانا، از نظر اجتماعی و اقتصادی اهمیت دارد، زیرا با ایجاد فرصت های شغلی جدید، از طریق برداشت مانا، منبع درآمدی برای مردم محلی بوده است (Esmaeili et al, 2016). این محصول علاوه بر مصارف دارویی بسیار نظیر تسکین دهنده معده و آرامش اعصاب و نیز ضد افسردگی و ضد سرطان و دارای آنتی اکسیدان قوی طبیعی می باشد، از موارد اصلی تشکیل دهنده شیرینی سنتی گز اصفهان است (پاکزاد و همکاران، ۱۳۸۹). از کاربردهای دیگر این گیاه، بین چسب های گیاهی برای تولید انواع قرص، گز انگبین در مقایسه با ژلاتین، تیلوز ۴۰۰، آکاسیا، پلی وینیل پیرولیدون در الکل و آب، نشاسته و سریش از نظر سائیدگی، باز شدن قرص و سرعت حلالیت برتری دارد (پوردوودی، ۱۳۵۷). این گیاه همچنین برای کنترل فرسایش خاک و تثبیت شن و ماسه استفاده می شود (Farahnaky et al, 2009; Azimi et al, 2005). تولید مانا در طول سه دهه گذشته در ایران به شدت کاهش یافته است. علاوه بر این، انقراض این گیاه در زیستگاه های بومی، آتش سوزی های گسترده در مراتع و سایر فعالیت های انسانی در سال های اخیر باعث تخریب مراتع بومی شده است (سیف اللهی و عبادی، ۱۳۸۱). به طور خاص، این دلایل خطر انقراض و کاهش تنوع ژنتیکی این گیاه را به دنبال داشته اند. بنابراین، حفاظت از این گیاه ضروری است. تحقیقات متعددی برای حل این مشکل بر روی عوامل مؤثر مانند گیاه میزبان، حشره، شرایط محیطی و روش برداشت مانا ضروری به نظر می رسد (Esmaeili et al, 2016). متأسفانه به دلیل دوره طولانی بلوغ، تولید پایین بذرها با کیفیت و سختی بوجاری، استفاده از بذرها *Astragalus adscendens* برای تکثیر محدود است (1999; Luo et al).

۴-۲. فرآیند تولید و بهره برداری از گیاه گز انگبین

البیرونی (۹۷۳-۱۰۴۸ میلادی)، دانشمند ایرانی، نخستین فردی بود که به حشره ای اشاره کرد که مانا را بر روی یک گیاه خاردار تولید می کرد (Meyerhof, 1947). در واقع، گز انگبین از ترشحاتی تولید می شود که روی گیاه گون گزی شکل می گیرد. این گیاه عمدتاً در مناطق کوهستانی و خشک مثل کوه های خوانسار می روید (Lesani, 1975). این ترشحات حاصل فعالیت یک حشره کوچک به نام *Psylla* است که بر روی ساقه های گیاه زندگی می کند. حشره با تغذیه از شیر گیاه، ماده ای قندی تولید می کند که به صورت قطرات چسبنده روی گیاه ظاهر می شود (Nicknejad, 1976). در بهار با مساعد شدن هوا و رشد جوانه های برگزا، حشرات کامل از شیر گیاهی گون گزی تغذیه می نمایند. همزمان با ظهور برگچه ها، حشره میزبان ماده



تخم گذاری می کند. برگچه ها پس از تخم گذاری، از طول به صورت لوله درآمده و روی تخم ها را می پوشانند. دوره تفریح تخم ۱۰ - ۷ روز است. با ظهور گل در میزبان، پوره ها گرایش به سرشاخه ها پیدا می کنند و به تغذیه از شیر گیاهی می پردازند. طول دوره پورگی برحسب شرایط منطقه G.D.D (Growing Degree Days) حدود ۱۰۰ روز است. در طی این مدت، سنین مختلف پورگی با تغذیه از شیر گیاهی گز انگبین را به عنوان ماده دفعی ترشح می نمایند. ترشح مان در سن آخر پورگی (شهریور تا اواسط مهر ماه) به اوج خود میرسد. حشره مولد گز انگبین یک نسل در سال دارد (Naeem & Behdad, 1987; Gheramy, 1981; Mohammadi et al, 2002). بنابراین، فرآیند تولید گز انگبین یک فرآیند طبیعی است که شامل همکاری بین گیاه گون، حشره مولد و انسان است. این محصول ارزشمند از قرن ها پیش در ایران تولید و مصرف می شده است.

گز انگبین از بوته های خاردار جنس *Astragalus* جمع آوری می شود (Gmelin 1774; Haussknecht 1870; Malcolm 1815; Mounsey 1872; Niebuhr 1792; Polak 1865). در فصل گرم، برداشت گز انگبین سه بار و با فاصله حداکثر ۱۰ روز انجام می شود (Mounsey, 1872). در گذشته، شاخه های پوشیده از گز به سادگی بر روی پارچه ای کشیده یا ظرفی سفالی کوبیده می شدند. طبق نظر محلی، گز محصولی از یک حشره بود (Gmelin 1774; Malcolm 1815). جمع آوری گز ممکن است از اواخر اوت آغاز شود و تا اواسط اکتبر ادامه داشته باشد، اما این بازه بستگی به موقعیت مکانی و شرایط آب و هوایی دارد (Grami, 1998). در گذشته، زمانی که گز فراوان بود، گیاهان می توانستند چندین بار با فاصله چند روز از هم جمع آوری شوند. فردریک (۱۸۱۹) اشاره کرده است که در ماه سپتامبر، گز هر سه روز یک بار برداشت می شد، و تکرار بیشتر این کار باعث خستگی حشرات می شد. اولین برداشت، که به آن "پاشیدن" نیز گفته می شود، اغلب با گرد و غبار و ناخالصی های دیگر مخلوط می شد. در برداشت های بعدی، یک بوته می توانست تا ۲۰-۳۰ گرم گز با کیفیت بهتر تولید کند. در سال های اخیر، ده ها گیاه به زحمت می توانند به اندازه یک گیاه در گذشته گز تولید کنند (Grami, 1998). ساکنان مناطق گز خیز و عشایر و سایر بهره برداران با استفاده از ابزارهای ساده ای که خودشان با استفاده از مصالح طبیعی تهیه کرده اند اقدام به ضربه زنی و یا به اصطلاح چوب زنی می کنند. جمع آوری گز انگبین به وسیله کارگران محلی یا غیر محلی و با ابزارهای خاصی انجام می شود. این عمل اغلب در ساعات صبح زود یا شب هنگام، زمانی که گیاه دارای رطوبت بیشتری است، صورت می گیرد (Aeinechi et al, 1976). ترشحات گز انگبین که روی ساقه و برگ ها خشک می شوند، جمع آوری شده و در برخی مناطق به روش های سنتی مانند تراشیدن دستی برداشت می شوند (Esmaeili et al, 2016). ۲ هنگام بهره برداری از گز انگبین، از ابزاری به نام دوال یا سیله که از یک چوب دایره شکل و پوست گوسفند ساخته شده و شبیه قاشق بزرگی است، استفاده می شود. این ابزار در زیر شاخه های بوته گون قرار می گیرد و با استفاده از چوب دستی ای که محلی ها آن را اربه کودی یا کوبه می نامند و سر آن شبیه راکت تنیس است، به شاخه ها ضربه های آرام زده می شود (Grami, 1998). پس از بهره برداری، برای جداسازی و تا حدودی خالص سازی مواد جمع آوری شده، آن را با کمک کم یا الک چندین بار غربال می کنند و مان جدا شده را در ظروف همراه خود جمع آوری می کنند (Grami, 1998). علت کاهش شدید تولید گیاه گز انگبین به طور دقیق مشخص نیست. یکی از دلایل مطرح شده، ضربه زدن غیرمجاز و مفرط به گیاهان توسط جمع آوران گان، به ویژه در سال های ۱۹۷۹ و ۱۹۸۰ است که



ممکن است باعث سقوط حشرات به زمین و نابودی آن‌ها شده باشد (Grami, 1998). افزایش جمعیت شکارچیان و دشمنان طبیعی حشره مولد گزانگبین، یکی دیگر از دلایل کاهش تولید به شمار می‌رود. همچنین، گسترش صنعت زنبورداری در منطقه نیز می‌تواند تأثیرگذار باشد، زیرا زنبورها در زمان کمبود شهد، ترشحات قندی گزانگبین را جمع‌آوری می‌کنند (Grami, 1998). زمین‌های دارای گیاه گون گزی متعلق به دولت هستند و حق بهره‌برداری از این زمین‌ها معمولاً از طریق مناقصه‌های بسته به پیمانکاران خصوصی واگذار می‌شود (Nicknejad, 1976). پیمانکاران برای جمع‌آوری گزانگبین، کارگران غیرمحلی را استخدام می‌کنند که معمولاً بر اساس مقدار محصول جمع‌آوری‌شده دستمزد دریافت می‌کنند (Aeinechi et al, 1976). این کارگران به کیفیت گزانگبین یا حفظ گیاه توجه چندانی ندارند و همین امر ممکن است باعث تخریب گیاه و کاهش تولید در آینده شود (Grami, 1998). پیمانکاران محصول جمع‌آوری‌شده را به کارخانه‌های بزرگ شیرینی‌سازی در اصفهان یا واسطه‌هایی که آن را به تولیدکنندگان گز کوچک‌تر می‌فروشند، عرضه می‌کنند (Nicknejad, 1976). گزانگبین به دلیل محتوای بالای فروکتوز بسیار شیرین است و به صورت خام یا در تهیه محصولات شیرینی استفاده می‌شود (Crane, 1990). گرامی پیشنهاد می‌کند که حقوق بهره‌برداری به مردم محلی واگذار شود، زیرا آن‌ها بیشتر از افراد غیرمحلی به حفظ گیاه و ایجاد درآمد پایدار علاقه‌مند هستند (Grami, 1998). روش کنونی بهره‌برداری که بر پایه سیستم پیمانکاری و استفاده از کارگران غیرمحلی است، به کیفیت محصول و حفاظت از گیاه آسیب می‌زند. واگذاری حقوق جمع‌آوری به جوامع محلی می‌تواند این مشکلات را کاهش دهد. عوامل مؤثر در تولید گزانگبین شامل سلامت و تراکم گیاه، زیستگاه مناسب برای حشرات، و شرایط محیطی است. به عبارت دیگر، افزایش تعداد گیاهان سالم در یک منطقه، تولید گزانگبین را بهبود می‌بخشد، وجود حشرات همزیست و فعال با گیاه ضروری است، و دما، رطوبت و خاک مناسب برای رشد گیاه و فعالیت حشرات اهمیت فراوان دارد (Esmaeili et al, 2016).

۳. نتایج

مطالعات اخیر بر روی حشره و میزبان آن (گون گز-انگبین) تمرکز کرده‌اند. به عنوان مثال، سیف‌اللهی و عبادی (۱۳۸۱) گونه‌های مختلف حشرات خانواده Psyllids و پراکنش آن‌ها را در استان اصفهان را بررسی کرده‌اند. محمدی و دینی (۱۳۸۱) نیز منابع مختلف مانا، مکانیزم‌های تولید و کاربردهای آن در ایران را مطالعه کرده‌اند. علاوه بر این، عظیمی و همکاران (۱۳۸۴) به رابطه بین جمعیت *Cyamophila dicora* Loginova و پارامترهای پوشش گیاهی *Astragalus adscondens* را در منطقه فریدون‌شهر (واقع در مرکز ایران) پرداختند. فرهنگی و همکاران (۱۳۸۷) خواص فیزیوشیمیایی و رفتار رئولوژیکی گزانگبین را بررسی نمودند.

نعیم و بهداد (۱۳۶۶) نام علمی حشره مولد را *Cyamophila dicora* از خانواده پسیل‌ها عنوان کردند و علاوه بر توضیح زیست‌شناسی آن، تعدادی عوامل محدودکننده پسیل مانند چرای دام، بوته کنی و بوته سوزی، زنبور پارازیتوئید را شناسایی کردند. فقیه و همکاران (۱۳۷۶) ضمن بررسی بیولوژی حشره در منطقه کوه‌رنگ عواملی مانند زنبور پارازیتوئید، بوته کنی،



آتش سوزی، عوامل اقلیمی، چرای دام و بهره برداری غلط را به عنوان عوامل محدود کننده پسیل گز نام بردند. سیف الهی (۱۳۷۸) و همکاران برای اولین بار پراکنش حشره مولد، تراکم نسبی آن در مناطق مختلف را بررسی کرده و از گونه جدیدی از پسیل که در مناطق محدودی از شهرستانهای فریدن و فریدونشهر کشف شد به عنوان دست آوردهای تحقیق خود ذکر کردند. سیف الهی (۱۳۸۰) در اولین همایش بحرانهای زیست محیطی ایران، پسیل گز به عنوان گونه ای نادر و در خطر انقراض معرفی کرد. و نسبت به حفظ و احیای آن هشدار داد. و طی تحقیقی از ۲۴ محل مورد بررسی، اعلام کرد که ۱۱ محل فاقد پسیلگون بودند و سایر نقاط تراکم نسبتاً پایینی داشتند. نتایج این تحقیق نشان داد که جمعیت حشره در حال کاهش است (سیف الهی و عبادی، ۱۳۸۱). فرح پور و همکاران (۱۳۸۴) معیارهای بیولوژیکی نظیر شدت تراکم حشره، سطح تاج پوشش، درصد پوشش تاجی و رطوبت اندام های گیاه میزبان را بررسی کردند. نتایج نشان داد تراکم حشره با افزایش سن گیاه، سطح پوشش تاجی و رطوبت سرشاخه ها افزایش می یابد. زارعیان و همکاران (۱۳۸۶) اثرات این فراورده طبیعی بر روند ترمیم زخم پوستی مطالعه کردند. اگرچه نتایج نشان داد که عصاره گزانگبین بر سرعت جمع شدگی زخم تأثیر مثبت ندارد، اما برخی از پارامترهای دخیل در ترمیم زخم تحت تأثیر مثبت قرار گرفتند. اسماعیلی و همکاران (۱۳۹۴) برای اولین بار روش های تکثیر درون شیشه ای گزانگبین را بررسی کردند. این پژوهش با تمرکز بر عوامل مؤثر بر باززایی شاخساره و القای ریشه، به بهینه سازی روش های تکثیر از طریق کشت بافت پرداخت.

۴. بحث و نتیجه گیری

در هر هکتار گون گزی مستعد امکان تولید و بهره برداری حدود ۳۰-۵۰ کیلوگرم گزانگبین وجود دارد. با توجه به اینکه قیمت هر کیلوگرم گزانگبین حدود ۸۰.۰۰۰.۰۰۰ ریال می باشد و در استان اصفهان حدود ۲۰۰.۰۰۰ هکتار زمین گون گزی وجود دارد، ارزش اقتصادی سالانه گزانگبین در ذیل محاسبه می شود.

$$۶۴۰,۰۰۰,۰۰۰,۰۰۰ \text{ ریال} = ۸۰.۰۰۰.۰۰۰ \times \text{کیلوگرم متوسط تولید در هکتار } ۴۰ \times ۲۰۰.۰۰۰ \text{ هکتار}$$

۶۴۰,۰۰۰,۰۰۰,۰۰۰ ریال ارزش اقتصادی سالانه آن می باشد. بدیهی است این ماده با چنین ارزش اقتصادی که دارد مورد توجه روستاییان، عشایر و سایر بهره برداران غیربومی است. لذا واگذاری حقوق بهره برداری از گیاهان گون گزی به جوامع محلی و آموزش بهره برداران محلی برای جمع آوری اصولی و حفظ گیاه می تواند مؤثر باشد. اقداماتی مانند اعمال قوانین سختگیرانه برای جلوگیری از بوته کنی و آسیب به گیاهان، تنظیم سهمیه های برداشت برای حفظ جمعیت گیاه و حشرات مولد، ایجاد مناطق حفاظت شده برای جلوگیری از تخریب زیستگاه های طبیعی گون گزی و کنترل چرای دام در مناطق تولید گزانگبین، شناسایی و حفاظت از گونه های نزدیک به انقراض گون گزی، ایجاد بانک های ژنتیکی برای حفاظت از ذخایر ژنتیکی گون گزی و حشره مولد، ترویج کشت گیاه گون گزی در مناطق مناسب برای افزایش تولید، استفاده از روش های نوین تکثیر مانند کشت بافت برای تولید نهال های مقاوم تا حدودی می تواند از خطر انقراض این گیاه بکاهد. هم چنین، پیشنهاد می شود از تحقیقات در زمینه روش های بهینه کشت، بهره برداری و فرآوری گزانگبین و استفاده از فناوری های جدید برای افزایش کیفیت



و کمیت تولید حمایت شود. افزایش آگاهی عمومی با برگزاری کارگاه‌ها و برنامه‌های آموزشی برای بهره‌برداران و جوامع محلی و آگاه‌سازی عمومی درباره ارزش اقتصادی و زیست محیطی گز انگبین نیز راهکاری موثر است. فرایندهای فرآوری با توسعه فناوری‌های صنعتی برای افزایش بهره‌وری در تولید محصولاتی مانند گز اصفهان و بهبود روش‌های بسته‌بندی و نگهداری برای صادرات بهتر بهبود می‌یابد. این پیشنهادات می‌توانند به حفظ منابع طبیعی، افزایش تولید اقتصادی و جلوگیری از انقراض گونه‌های ارزشمند کمک کنند.

منابع

- آئینه‌چی، ی. ۱۳۶۵. مفردات پزشکی و گیاهان دارویی، انتشارات دانشگاه تهران.
- پاکراد، ز، رائینی، م، و خداحلی، م. ۱۳۸۹. شناخت گیاه دارویی گون گزی تولیدکننده گز انگبین (شهد پارسی) به عنوان محصول منحصر به ارتفاعات زاگرس. همایش ملی گیاهان دارویی.
- پورداودی، م. ۱۳۵۷. بررسی و مقایسه چسب گز انگبین با سایر چسب‌ها در تهیه قرص، پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشکده داروسازی، دانشگاه تهران.
- حاجی‌ه، شکوفه، ع، فرناز، و صادقی، ا. ۱۳۹۵. علل موثر در زوال گون مولد گز انگبین (*Astragalus adscendens*) در منطقه گلستانکوه خوانسار، کنگره گیاه پزشکی ایران.
- زارعیان، پ، ظهیری، ش، کتابچی، ف، روزمه، ش، و خلوصی، ا. ۱۳۸۶. اثر پماد موضعی گز انگبین بر روند ترمیم زخم پوستی در خرگوش، مجله دانشگاه علوم پزشکی مازندران (نامه دانشگاه).
- سیف‌الهی، الف. و، عبادی. ۱۳۸۱. گونه‌های پسیل گون گزی، پراکنش و تراکم نسبی آنها در استان اصفهان، مجله علوم کشاورزی ایران، دانشگاه تهران. ۳۳(۲): ۱۸۷-۱۹۶.
- عظیمی، م، مصداقی، م، ریاضی، ه، فرح‌پور، م، و ایروانی، م. ۱۳۸۴. بررسی بوم‌شناختی گونه گون گزی (*Astragalus adscendens*) در منطقه فریدونشهر اصفهان. تحقیقات مرتع و بیابان ایران. ۱۲(۴) (پیاپی ۲۱).
- فرح‌پور، م، عظیمی، م، و مصداقی، م. ۱۳۸۴. بررسی رابطه جمعیت حشره مولد گز انگبین با معیارهای گون گزی (*Astragalus adscendens*) در منطقه فریدونشهر اصفهان. علوم آب و خاک (علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی).
- فقیه، الف. ۱۳۷۶. بررسی بولوژی پسیل گز و تعیین زمان تولید و برداشت گز انگبین در منطقه کوه‌رنک چهارمحال و بختیاری، پژوهش و سازندگی. ۱۰(۳۵): ۷۵-۷۹.
- محمدی، م، و دینی، م. ۱۳۸۱. شناسایی عوامل مولد نحوه تولید و بهره‌برداری از شیرابه‌های قندی (مانها) در ایران. تحقیقات گیاهان دارویی و معطر ایران.
- نعیم، ع و ا، بهداد. ۱۳۶۶. بررسی زیست‌شناسی پسیل گز *Cyamophila dicora* در مراتع خوانسار و علل کاهش محصول گز انگبین، نشریه آفات و بیماریهای گیاهی، ۵۵ (۲ و ۱): ۱۱۱ - ۱۲۱.

Aeinechi, Y., Nicknejad, A., and Sanei, A. (1976). [Gaz of Khunsar: A Rich Source of Fructose.] University of Tehran, Journal of College of Pharmacy No. 8:3-8 (in Persian).



- Akhondzadeh, S. (2000). Encyclopedia of Iranian Medicinal Plants. Iranian Institute of Medicinal Plants. 1(41).
- Azimi, M., Mesdaghi, M. and Farhpoor, M. (2005). Study of the Relationships of (*Cyamophila dicora*) Loginova Population and Vegetation Parameters of (*Astragalus adscendens*) in Feridounshahr, Isfahan. J. Sci. Tech. Agri. Res., 9(3): 243-252.
- Behdad, E. (1969). [Gas of Isfahan.] Dehghan-e-Rouz. 4(15): 50 (in Persian).
- Boissier, E. P. (1872). Flora Orientalis. Five volumes and a supplement. Geneva and Basle. 2:317. (Latin).
- Crane, Eva. (1990). Bees and beekeeping: science, practice, and world resources. Comstock Publishing Associates, Ithaca, New York. p. 389.
- Donkin, R. A. (1980). Manna: An Historical Geography. Dr. W. Junk bv Publishers, The Hague. Edinburgh University Press Y
- Erisen, S., Yorgancilar, M., Atalay, E., Babaoglu, M. and Duran, A. 2010. Callus Induction and Plant Regeneration of the Endemic (*Astragalus nezaketiae*) in Turkey. Electron. J. Biotechnol., 13(6): 13-14.
- Esmaeili, G., Azizi, M., Arouiee, H., Samiei, L. (2016) Micropropagation of (*Astragalus adscendens*): A Source of Gaz-Angabin Manna in Iran (Persian Manna). 18 (3) :741-750
- Farahnaky, A., Shojaei, Z. A., Sadeghikhomami, A. and Majzooobi, M. (2009). Physicochemical Properties and Rheological Behavior of Gaz-Angabin. Int. J. Food. Prop., 12: 347–357.
- Frederick, E. (1819). Remarks on the substance called gaz or manna, found in Persia and Armenia. Transaction of Literary Society of Bombay 1:251-258.
- Ghahremaninejad, F., Bagheri, A. and Maassoumi, A. A. (2012). Two New Species of *Astragalus* L. Sect. Incani DC. (Fabaceae) From the Zanjan Province (Iran). Adansonia, 34(1): 59-65.
- Gheramy B. Astragal Manna. Isfahan University of Technology. (1981), pp: 21-2.
- Gmelin, S. G. (1774). Reise duth das nordliche Persien. 4:288
- Grami, B., (1998). Gaz of Khunsar: The manna of persia, Economic Botany.
- Hausknecht, A. (1870). Ueber manna-sorten des orient. Archly der Pharmazie 192:244-251.
- Hausknecht, A. (1870). Ueber manna-sorten des orient. Archly der Pharmazie 192:244
- Lesani, I-I. (1975). [*Astragalus adscendens*: The Gaz Producing Plant Species.] University of Tehran, Journal of College of Science 7(1):3-9 (in Persian).
- Luo, J. P., Jia, J. F., Gu, Y. H., and Liu, J. (1999). High Frequency Somatic Embryogenesis and Plant Regeneration in Callus Cultures of (*Astragalus adsurgens* Pall). Plant. Sci., 143(1): 93–99.
- Malcolm, J. (1815). The history of Persia. London. 2 vol., 2:562n. -251.
- Massoumi, A. A. (1998). Astragalus in the Old World. Research Institute of Forest and Rangelands Pub., Tehran, 115 PP.
- Meyerhof, M. (1947). The earliest mention of a Manniparous insect. Isis 37:31-36.
- Mohammadi, M. and Dini, M. (2002). Identification of Manna Sources, production mechanism and utilization in Iran. Iranian Medicinal and Aromatic Plants Res. 17: 75 - 119.
- Mounsey, A. H. (1872). A journey through Caucasus and the interior of Persia. London. pp. 190-191.
- Naeem, A., and Behdad, E. (1987) The biology of "Gaz psyllid" in Iran. Entomology & Phytopathology. Iran. 1(55): 111 - 21.
- Nicknejad, A. (1976). [The Mannas of Iran.] Doctoral Dissertation, College of Pharmacy, University of Tehran. (in Persian)
- Niebuhr, Karsten. (1792). Travels through Arabia and other countries in the East, 1761-1764 (translated by R. Heron). Edinburgh and Dublin. 2(2):360.
- Polak, J. E. (1865). Persien, das land und seine bewohner. Leipzig. 2(2):287.
- Rios, J. L., and Waterman, P. G., (1997). A Review of the Pharmacology and Toxicology of Astragalus. Phytother. Res., 11(6): 411-418.
- Samsam Shariat, H., and Moatar, F. (2003). Plants and Natural Drugs. 4th Edition, Rozbahan Public., Tehran, 288 PP.
- Samsam-Shariat, H. (2004). Pharmacognosy. Iranian Institute of Medicinal plants. pp:93-9.

اثرات زغال اخته به عنوان یک گیاه دارویی در کنترل، پیشگیری و درمان عفونت های ادراری و ریشه کنی هلیکوباکتر پیلوری و چربی های خون

معصومه عاطفی^{*۱}

^{*۱} دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی شاهرود، شاهرود (atefimasoumeh@gmail.com)

چکیده

زغال اخته به دلیل محتوای غنی از ترکیبات زیست فعال به عنوان گیاهان دارویی شناخته می شود. این گیاه سرشار از مواد مغذی و ترکیبات زیست فعال متعدد با خواص آنتی اکسیدانی است. انواع گونه های زغال اخته دارای پلی فنول های زیادی از جمله اسیدهای فنولیک، آنتوسیانین ها و فلاونوئید هستند.. قابل ذکر است، آنها یکی از معدود میوه هایی هستند که حاوی سطوح بالایی از پروآنتوسیانیدین هستند که با فواید سلامتی مختلفی همراه است. ترکیب شیمیایی زغال اخته، اثرات آنتی اکسیدانی آن و تاثیر مثبت آن بر سلامت انسان و پیشگیری از بیماری ها را برجسته کرده اند. مصرف زغال اخته در پیشگیری از التهاب مجاری ادراری، بیماری های قلبی عروقی، دیابت نوع ۲، سندرم متابولیک، چاقی و عفونت های ناشی از باکتری هلیکوباکتر پیلوری در معده مرتبط است. تحقیقات آینده باید بر برهمکنش پلی فنول ها با سایر ترکیبات زیست فعال از مواد طبیعی، و فرمولاسیون غذاهای کاربردی جدید و مکمل های غذایی زغال اخته متمرکز شود. این تحقیقات درک ما را از فواید سلامتی زغال اخته و نقش آن در کنترل، پیشگیری و درمان برخی بیماری ها افزایش می دهد.

واژگان کلیدی: چربی های خون، زغال اخته، عفونت های ادراری، هلیکوباکتر پیلوری



۱. مقدمه

زغال اخته منبع غنی از مواد مغذی ضروری و ترکیبات زیست فعال است که خواص آنتی اکسیدانی قوی از خود نشان می دهد. آنها حاوی طیف وسیعی از مواد شیمیایی گیاهی از جمله اسیدهای فنولیک، آنتوسیانین ها، فلاون ها، فلاونوئیدها و اسیدهای آلی هستند. شایان ذکر است، زغال اخته یکی از معدود میوه هایی است که دارای غلظت بالایی از پروآنتوسیانیدین است که در جلوگیری از چسبندگی باکتری اشریشیا کلی به دستگاه ادراری موثر است (Česonienė & Daubaras, 2015; Skrovankova et al., 2015; Jurikova et al., 2019; Nemzer et al., 2022).

محتوای فنلی در زغال اخته تحت تأثیر عوامل مختلفی مانند شیوه های کشاورزی، موقعیت جغرافیایی، شرایط آب و هوایی، درجه رسیدگی، زمان برداشت و شرایط نگهداری است. بالاترین سطح فنل در مراحل اولیه رسیدن زغال اخته یافت می شود. گونه های زغال اخته که در آب و هوای سردتر رشد می کنند، در مقایسه با گونه های رشد یافته در آب و هوای معتدل، محتوای فنلی بالاتری دارند (Brown et al., 2012; Jurikova et al., 2019). مصرف منظم زغال اخته می تواند فواید زیادی از جمله پیشگیری از بیماری های قلبی عروقی، ریشه کنی باکتری هلیکوباکتر پیلوری، مهار عفونت های دستگاه ادراری، کاهش التهاب سیستمیک، حفظ سلامت سیستم گوارشی و کاهش سطح کلسترول. برای سلامتی داشته باشد. تحقیقات بیشتری برای درک تعاملات بین پلی فنل ها و سایر ترکیبات زیست فعال، و توسعه غذاهای کاربردی جدید و مکمل های غذایی برای استفاده کامل از خواص ارتقاء سلامت زغال اخته مورد نیاز است (Česonienė & Daubaras, 2015; Skrovankova et al., 2015; Jurikova et al., 2019; Nemzer et al., 2022).

این تحقیق به بررسی مطالعات علمی اخیر در مورد فواید زغال اخته برای سلامتی می پردازد و بر اثرات مثبت آن بر سطوح چربی خون، ریشه کنی هلیکوباکتر پیلوری و مهار عفونت های دستگاه ادراری تمرکز می کند. یافته های این بررسی اثرات زغال اخته را به عنوان یک گیاه دارویی برجسته می کند و به مصرف کنندگان یک گزینه طبیعی برای افزایش رفاه و به حداقل رساندن خطرات سلامتی ارائه می دهد.

۲. مواد و روش ها

۲-۱. استراتژی جستجو

یک جستجوی آنلاین جامع از پایگاه داده های پزشکی ISI web of Science، Scopus، PubMed و Google Scholar تا ۸ فوریه سال ۲۰۲۵ انجام شد. جستجو دوره انتشار را محدود نکرد. از جستجوی کلمات کلیدی برای شناسایی مقالات بالقوه مورد علاقه در عنوان و چکیده استفاده شد. برای جست و جو



از اصطلاحات سرفصل های موضوعی پزشکی (MESH) استفاده شد. در نهایت، ما یک جستجوی مستقیم از فهرست های مرجع مقالات اصلی و مقالات مروری برای شناسایی سایر آثار مرتبط انجام دادیم.

۲-۲. معیارهای ورود و خروج

مطالعات با این معیارهای ورود در بررسی مروری ما گنجانده شده است: داشتن طراحی آزمایشات بالینی؛ مداخله در نظر گرفته شود با زغال اخته؛ بررسی اثرات مداخله روی سطوح چربی خون، ریشه کنی هلیکوباکتر پیلوری و عفونت های دستگاه ادراری. معیار های خروج از مطالعه ی ما شامل مقالات به سر دبیر، گزارش های موردی و مقالات مرتبط با پروتوکل مطالعه بودند.

۳. نتایج

۳-۱. تاثیر زغال اخته بر عفونت های مجاری ادراری

در حالی که تعداد قابل توجهی از مطالعات اپیدمیولوژیک، کارآزمایی های مداخله ای و متاآنالیزها، اثربخشی محصولات زغال اخته را در پیشگیری از عفونت های دستگاه ادراری تأیید کرده اند، برخی اختلاف نظرها هنوز وجود دارد (Fu et al., 2016; Occhipinti, Germano, & Maffei, 2016; Maki et al., 2016; Valente, Pendry, & Galante, 2022). یک متاآنالیز نشان داده است که عصاره زغال اخته، ممکن است در کاهش خطر عفونت های ادراری موثرتر از پودر زغال اخته باشد. این تجزیه و تحلیل ها نشان می دهد که عصاره زغال اخته ممکن است حاوی سطوح بالاتری از مواد فعال باشد (Fu et al., 2017; Valente, Pendry, & Galante, 2022). علاوه بر این، این مطالعات نشان داده اند که جزء فعال در کرن بری، پروآنتوسیانیدین ها، می تواند به طور موثری از چسبندگی اشریشیا کلی بیماری زا به سلول های اپیتلیال جلوگیری کند. مصرف روزانه حداقل ۳۶ میلی گرم پروآنتوسیانیدین برای ایجاد اثر ضد چسبندگی بر روی اشریشیا پیشنهاد می شود (Howell et al., 2010).

گرچه پروآنتوسیانیدین ها مدت ها است که عامل اصلی توانایی زغال اخته در جلوگیری از عفونت های دستگاه ادراری در نظر گرفته می شوند، مکانیسم های دقیق عمل آنها همچنان در دست بررسی است (de Llano, Moreno-Arribas, & Bartolomé, 2020). در حالی که ثابت شده است که پروآنتوسیانیدین ها می توانند چسبندگی باکتری اشریشیا کلی به سلول های اوروپیتلیال را در شرایط آزمایشگاهی مهار کنند (Feliciano et al., 2017; González de Llano et al., 2024). تحقیقات بیشتر نشان می دهد که متابولیت های فنلی که در اثر تجزیه پروآنتوسیانیدین ها توسط میکروب ها در روده ایجاد می شوند، توسط روده



جذب شده و از طریق ادرار دفع می شوند (Sánchez-Patán et al., 2015). این متابولیت‌های فنلی ممکن است نقش مهمی در مراحل اولیه جلوگیری از چسبندگی باکتری‌ها به سلول‌های اوروپیتلیال داشته باشند و در نتیجه از کلونیزاسیون باکتری‌ها و پیشرفت عفونت‌های دستگاه ادراری جلوگیری کنند (González de Llano et al., 2024).

یافته‌های مرتبط نشان می‌دهد که کاهش قابل توجهی در خطر عفونت‌های دستگاه ادراری تنها زمانی رخ می‌دهد که زغال اخته به مدت ۱۲ تا ۲۴ هفته به طور مداوم مصرف شوند. علیرغم اینکه طولانی ترین مدت مصرف کرن بری در مطالعات فعلی به ۱ سال محدود شده است، این مانع از مزایای بالقوه بلند مدت استفاده از زغال اخته نمی شود. در نتیجه، کارآزمایی‌های تصادفی‌سازی و کنترل‌شده آینده باید به طور قابل توجهی مدت زمان را در نظر بگیرند. زمانی که دوره مصرف محصولات زغال اخته کمتر از ۱۲ هفته باشد، کاهش خطر عفونت ادراری قابل توجه نیست. این ممکن است به این دلیل باشد که پروآنتوسیانیدین‌ها و متابولیت‌های آنها ممکن است اثرات ضد چسبندگی خود را قبل از اینکه در طول استفاده کوتاه مدت از بدن دفع شوند، به طور کامل اعمال نکرده باشند (Liska, Kern, & Maki, 2016).

۳-۲. تاثیر زغال اخته بر چربی خون

مصرف زغال اخته ممکن است به دلیل محتوای بالای پلی فنل‌ها، به ویژه آنتوسیانین‌ها، اسیدهای فنولیک و فلاونوئیدها، به طور بالقوه برای بهبود اختلال چربی خون مفید باشد (Nemzer et al., 2022). اعتقاد بر این است که آنتوسیانین‌ها با کاهش بیان پروتئین متصل شونده به عنصر تنظیم شده با استرول و افزایش لیپولیز از طریق فعال شدن گیرنده فعال شده با تکثیر پراکسی زوم در سلول‌ها پتانسیل جلوگیری از تجمع لیپید سلولی و لیپوژنز را دارند (Valenti et al., 2013).

یک مطالعه متاآنالیز نشان داد که مصرف زغال اخته به طور قابل توجهی بر نشانگرهای لیپیدی فردی مانند کلسترول تام (TC)، کلسترول لیپوپروتئین با چگالی بالا (HDL-C)، کلسترول لیپوپروتئین با چگالی کم (LDL-C) و تری گلیسیرید (TG) تأثیر معنی‌داری ندارد (Li et al., 2024). با این حال، دو مطالعه کاهش قابل توجهی در LDL-C خون پس از ۱۲ هفته مصرف زغال اخته گزارش کردند (Valenti et al., 2013; Flanagan et al., 2022). چندین مطالعه همچنین نشان داد که مصرف زغال اخته منجر به کاهش LDL اکسید شده پلازما، استرس اکسیداتیو و افزایش ظرفیت آنتی اکسیدانی می شود (Ruel et al., 2005; Basu et al., 2011).

یک مطالعه متاآنالیز نشان داد که زغال اخته منجر به افزایش قابل توجهی در غلظت HDL-C در افراد زیر ۵۰ سال می شود (Hormoznejad et al., 2020). علاوه بر این، مطالعه ای توسط Ruel و همکاران



نشان داد که در مردان پس از چهار هفته مصرف آب زغال اخته، غلظت HDL-C پلاسما افزایش قابل توجهی یافت (Ruel et al., 2006). این اثر به دلیل فعال شدن آنزیم پاراکسوناز-۱ توسط کوئرستین، یک ترکیب زیست فعال در زغال اخته است، می باشد (Ruel et al., 2006). نتایج معکوس در مطالعه ای توسط Dohadwala و همکاران در کاهش HDL-C خون توسط زغال اخته مشاهده شد (Hormoznejad et al., 2020).

۳-۳. تأثیر مصرف مکمل زغال اخته بر ریشه کنی هلیکوباکتر پیلوری

یک بررسی سیستماتیک و متاآنالیز نشان داد که مکمل زغال اخته ممکن است بر ریشه کنی هلیکوباکتر پیلوری تأثیر بگذارد. بحث های متناقضی در مورد اثر زغال اخته بر نتایج ریشه کنی هلیکوباکتر پیلوری وجود دارد. اگرچه مطالعه حاضر و مطالعه دیگری اثر قابل توجهی از زغال اخته بر ریشه کنی هلیکوباکتر پیلوری پیدا نکردند (Shmueli et al., 2007). برخی تحقیقات نشان دادند که مصرف منظم زغال اخته ممکن است به طور قابل توجهی هلیکوباکتر پیلوری را در مقایسه با افراد غیر مصرف کننده سرکوب کند (Seyyedmajidi et al., 2016; Howell, 2020a). به عنوان مثال، مطالعه ای در مورد تأثیر زغال اخته در ترکیب با درمان استاندارد (لانوپرازول، کلاریترومایسین و آموکسی سیلین) برای بیماران مبتلا به زخم معده نشان داد که افزودن زغال اخته به این درمان سه گانه، میزان ریشه کنی هلیکوباکتر پیلوری را در مقایسه با رژیم استاندارد به تنهایی افزایش می دهد (Seyyedmajidi et al., 2016). به علاوه، یافته ها نشان می دهد که فرم های خاصی از زغال اخته را بر ریشه کنی هلیکوباکتر پیلوری موثرتر است (Gotteland et al., 2008).

مطالعات حیوانی (Matsushima et al., 2008; Nantz et al., 2013; Haley & Gaddy, 2016) و مطالعات انسانی (Zhang et al., 2005; Gotteland et al., 2008) نشان می دهد که آب زغال اخته می تواند به ریشه کنی هلیکوباکتر پیلوری کمک کند. برعکس، تحقیقات دیگر نشان می دهد که زغال اخته دارای خواص ضد هلیکوباکتر پیلوری در مدل های آزمایشگاهی، حیوانی و بالینی به تنهایی یا همراه با آنتی بیوتیک ها ممکن است کلونیزاسیون هلیکوباکتر پیلوری را کاهش دهد ولی به طور کامل آن را از بین نمی برد (Moher et al., 1995).

اثرات ضد هلیکوباکتر پیلوری ممکن است به یک ماده با وزن مولکولی بالا در آب زغال اخته نسبت داده شود که از چسبندگی خاص اسید سیالیک هلیکوباکتر پیلوری به مخاط معده و گلبول های قرمز انسان جلوگیری می کند. علاوه بر این، پروآنتوسیانیدین های زغال اخته (Howell, 2020b). ویتامین C و بیوفلاونوئیدها با خواص آنتی اکسیدانی ممکن است به اثر باکتریواستاتیک آب کمک کنند [25]، ۳۰. [یک



متآنالیز همچنین نشان داد که آب زغال اخته می تواند چسبندگی هلیکوباکتر پیلوری به مخاط معده انسان را در شرایط آزمایشگاهی مهار کند، اما این نتایج به صورت پودر ایجاد نشد (Nikbazzm et al., 2022).

۴. بحث و نتیجه گیری

به طور خلاصه، این بررسی اثر محافظتی زغال اخته در برابر عفونت های دستگاه ادراری را نشان داد. علاوه بر این، این مطالعه نشان داد که آب زغال اخته می تواند از چسبندگی هلیکوباکتر پیلوری به مخاط معده انسان جلوگیری کند، اگرچه این اثر در کرن بری به شکل پودر مشاهده نشد. علاوه بر این، مصرف زغال اخته تاثیر قابل توجهی بر شاخص های چربی خون در این مطالعه نداشت.

تشکر و قدردانی

از دانشگاه علوم پزشکی شاهرود قدردانی می شود.

منابع

- Basu, A., Betts, N. M., Ortiz, J., Simmons, B., Wu, M., & Lyons, T. J. (2011). Low-energy cranberry juice decreases lipid oxidation and increases plasma antioxidant capacity in women with metabolic syndrome. *Nutrition Research*, 31.
- Brown, P. N., Turi, C. E., Shipley, P. R., & Murch, S. J. (2012). Comparisons of large (*Vaccinium macrocarpon* Ait) and small (*Vaccinium oxycoccos* L., *Vaccinium vitis-idaea* L.) cranberry in British Columbia by phytochemical determination, antioxidant potential, and metabolomic profiling with chemometric analysis. *Planta Medica*, 78.
- Česonienė, L., & Daubaras, R. (2015). Phytochemical Composition of the Large Cranberry (*Vaccinium macrocarpon*) and the Small Cranberry (*Vaccinium oxycoccos*). In *Nutritional Composition of Fruit Cultivars*.
- de Llano, D. G., Moreno-Arribas, M. V., & Bartolomé, B. (2020). Cranberry polyphenols and prevention against urinary tract Infections: Relevant considerations. *Molecules*.
- Feliciano, R. P., Mills, C. E., Istas, G., Heiss, C., & Rodriguez-Mateos, A. (2017). Absorption, metabolism and excretion of cranberry (poly)phenols in humans: A dose response study and assessment of inter-individual variability. *Nutrients*, 9.
- Flanagan, E., Cameron, D., Sobhan, R., Wong, C., Pontifex, M. G., Tosi, N., Mena, P., Del Rio, D., Sami, S., Narbad, A., Müller, M., Hornberger, M., & Vauzour, D. (2022). Chronic Consumption of Cranberries (*Vaccinium macrocarpon*) for 12 Weeks Improves Episodic Memory and Regional Brain Perfusion in Healthy Older Adults: A Randomised, Placebo-Controlled, Parallel-Groups Feasibility Study. *Frontiers in Nutrition*, 9.
- Fu, Z., Liska, D. A., Talan, D., & Chung, M. (2017). Cranberry reduces the risk of urinary tract infection recurrence in otherwise healthy women: A systematic review and meta-analysis. *Journal of Nutrition*, 147.
- González de Llano, D., Roldán, M., Taladrí, D., Relación de la Guía, E., Moreno-Arribas, M. V., & Bartolomé, B. (2024). Cranberry Polyphenols and Prevention against Urinary Tract Infections: New Findings Related



- to the Integrity and Functionality of Intestinal and Urinary Barriers. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 72, 10328–10338.
- Gotteland, M., Andrews, M., Toledo, M., Muñoz, L., Caceres, P., Anziani, A., Wittig, E., Speisky, H., & Salazar, G. (2008). Modulation of *Helicobacter pylori* colonization with cranberry juice and *Lactobacillus johnsonii* La1 in children. *Nutrition*, 24.
- Haley, K. P., & Gaddy, J. A. (2016). Nutrition and *Helicobacter pylori*: Host Diet and Nutritional Immunity Influence Bacterial Virulence and Disease Outcome. *Gastroenterology Research and Practice*.
- Hormoznejad, R., Mansoori, A., Hosseini, S. A., Zilaei, M., Asadi, M., Fathi, M., & Kiany, F. (2020). Effects of cranberry consumption on features of the metabolic syndrome: a systematic review and meta-analysis of randomized control trials. *Nutrition and Food Science*.
- Howell, A. B. (2020a). Clinical evidence supporting cranberry as a complementary approach to *Helicobacter pylori* management. *Food Frontiers*.
- Howell, A. B. (2020b). Potential of cranberry for suppressing *Helicobacter pylori*, a risk factor for gastric cancer. *Journal of Berry Research*.
- Howell, A. B., Botto, H., Combescure, C., Blanc-Potard, A. B., Gausa, L., Matsumoto, T., Tenke, P., Sotto, A., & Lavigne, J. P. (2010). Dosage effect on uropathogenic *Escherichia coli* anti-adhesion activity in urine following consumption of cranberry powder standardized for proanthocyanidin content: A multicentric randomized double blind study. *BMC Infectious Diseases*, 10.
- Jurikova, T., Skrovankova, S., Mlcek, J., Balla, S., & Snopek, L. (2019). Bioactive compounds, antioxidant activity, and biological effects of European cranberry (*Vaccinium oxycoccos*). *Molecules*.
- Li, X., Chen, W., Xia, J., Pan, D., & Sun, G. (2024). The Effects of Cranberry Consumption on Glycemic and Lipid Profiles in Humans: A Systematic Review and Meta-Analysis of Randomized Controlled Trials. *Nutrients*.
- Liska, D. A. J., Kern, H. J., & Maki, K. C. (2016). Cranberries and urinary tract infections: How can the same evidence lead to conflicting advice? *Advances in Nutrition*.
- Maki, K. C., Kaspar, K. L., Khoo, C., Derrig, L. H., Schild, A. L., & Gupta, K. (2016). Consumption of a cranberry juice beverage lowered the number of clinical urinary tract infection episodes in women with a recent history of urinary tract infection. *American Journal of Clinical Nutrition*, 103.
- Matsushima, M., Suzuki, T., Masui, A., Kasai, K., Kouchi, T., Takagi, A., Shirai, T., & Mine, T. (2008). Growth inhibitory action of cranberry on *Helicobacter pylori*. In *Journal of Gastroenterology and Hepatology (Australia)* (Vol. 23).
- Moher, D., Jadad, A. R., Nichol, G., Penman, M., Tugwell, P., & Walsh, S. (1995). Assessing the quality of randomized controlled trials: An annotated bibliography of scales and checklists. *Controlled Clinical Trials*, 16.
- Nantz, M. P., Rowe, C. A., Muller, C., Creasy, R., Colee, J., Khoo, C., & Percival, S. S. (2013). Consumption of cranberry polyphenols enhances human $\gamma\delta$ -T cell proliferation and reduces the number of symptoms associated with colds and influenza: A randomized, placebo-controlled intervention study. *Nutrition Journal*, 12.
- Nemzer, B. V., Al-Taher, F., Yashin, A., Revelsky, I., & Yashin, Y. (2022). Cranberry: Chemical Composition, Antioxidant Activity and Impact on Human Health. Overview. *Molecules*.
- Nikbazzm, R., Rahimi, Z., Moradi, Y., Alipour, M., & Shidfar, F. (2022). The effect of cranberry supplementation on *Helicobacter pylori* eradication in *H. pylori* positive subjects: A systematic review and meta-analysis of randomised controlled trials. *British Journal of Nutrition*, 128.
- Occhipinti, A., Germano, A., & Maffei, M. E. (2016). Prevention of urinary tract infection with Oximacro®, a cranberry extract with a high content of a-type proanthocyanidins: A pre-clinical double-blind controlled study. *Urology Journal*, 13.
- Ruel, G., Pomerleau, S., Couture, P., Lamarche, B., & Couillard, C. (2005). Changes in plasma antioxidant capacity and oxidized low-density lipoprotein levels in men after short-term cranberry juice consumption. *Metabolism: Clinical and Experimental*, 54.



- Ruel, G., Pomerleau, S., Couture, P., Lemieux, S., Lamarche, B., & Couillard, C. (2006). Favourable impact of low-calorie cranberry juice consumption on plasma HDL-cholesterol concentrations in men. *British Journal of Nutrition*, 96.
- Sánchez-Patán, F., Barroso, E., Van De Wiele, T., Jiménez-Girón, A., Martín-Alvarez, P. J., Moreno-Arribas, M. V., Martínez-Cuesta, M. C., Peláez, C., Requena, T., & Bartolomé, B. (2015). Comparative in vitro fermentations of cranberry and grape seed polyphenols with colonic microbiota. *Food Chemistry*, 183.
- Seyyedmajidi, M., Ahmadi, A., Hajiebrahimi, S., Seyyedmajidi, S., Rajabikashani, M., Firoozabadi, M., & Vafaeimanesh, J. (2016). Addition of cranberry to proton pump inhibitor-based triple therapy for *Helicobacter pylori* eradication. *Journal of Research in Pharmacy Practice*, 5.
- Shmueli, H., Yahav, J., Samra, Z., Chodick, G., Koren, R., Niv, Y., & Ofek, I. (2007). Effect of cranberry juice on eradication of *Helicobacter pylori* in patients treated with antibiotics and a proton pump inhibitor. *Molecular Nutrition and Food Research*, 51.
- Skrovankova, S., Sumczynski, D., Mlcek, J., Jurikova, T., & Sochor, J. (2015). Bioactive compounds and antioxidant activity in different types of berries. *International Journal of Molecular Sciences*.
- Valente, J., Pendry, B. A., & Galante, E. (2022). Cranberry (*Vaccinium macrocarpon*) as a prophylaxis for urinary tract infections in women: A systematic review with meta-analysis. *Journal of Herbal Medicine*.
- Valenti, L., Riso, P., Mazzocchi, A., Porrini, M., Fargion, S., & Agostoni, C. (2013). Dietary anthocyanins as nutritional therapy for nonalcoholic fatty liver disease. *Oxidative Medicine and Cellular Longevity*.
- Zhang, L., Ma, J., Pan, K., Go, V. L. W., Chen, J., & You, W. C. (2005). Efficacy of cranberry juice on *Helicobacter pylori* infection: A double-blind, randomized placebo-controlled trial. *Helicobacter*, 10.

کاربرد گیاهان دارویی در صنایع مختلف

حامد خدایاری^{*۱}

^{*۱}گروه زیست شناسی، دانشکده علوم پایه، دانشگاه لرستان، خرم آباد، ایران (khodayari.h@lu.ac.ir)

چکیده

اهداف: این مقاله با بررسی خواص بیوشیمیایی، روش های استخراج و چارچوب های نظارتی، ارائه یک نمای کلی از اهمیت گیاهان دارویی در کاربردهای معاصر و پتانسیل آنها برای پیشرفت های آینده است. **روش ها:** گیاهان دارویی سنگ بنای صنایع مختلف از جمله داروسازی، آرایشی و بهداشتی، غذا و نوشیدنی و کشاورزی بوده اند. خواص ذاتی و ترکیبات فعال آنها برای عملکردهای درمانی، پیشگیرانه و حسی مورد استفاده قرار می گیرد. این بررسی به بررسی کاربردهای گیاهان دارویی در این صنایع می پردازد و نقش آنها را در نوآوری، پایداری و چالش های پیش روی استفاده تجاری از آنها برجسته می کند. **نتایج:** گیاهان دارویی نقش مهمی در صنایع مختلف از جمله داروسازی، آرایشی و بهداشتی، غذایی و کشاورزی دارند. ترکیبات زیست فعال آنها دارای مزایای درمانی هستند و به عنوان جایگزین های طبیعی برای محصولات مصنوعی عمل می کنند. این مقاله به بررسی کاربردهای گیاهان دارویی در این صنایع می پردازد و اهمیت و پتانسیل آنها را برجسته می کند.

واژگان کلیدی: تجاری، داروسازی، صنایع مختلف، گیاهان دارویی



۱. مقدمه

گیاهان دارویی قرن هاست که در طب سنتی مورد استفاده قرار گرفته اند. با افزایش علاقه به محصولات طبیعی، کاربرد آنها در صنایع مدرن گسترش یافته است. این بررسی نقش مهم گیاهان دارویی در داروسازی، آرایشی، غذا و کشاورزی را تشریح می کند. گیاهان دارویی سنگ بنای صنایع مختلف از جمله داروسازی، آرایشی و بهداشتی، غذا و نوشیدنی و کشاورزی بوده اند. خواص ذاتی و ترکیبات فعال آنها برای عملکردهای درمانی، پیشگیرانه و حسی مورد استفاده قرار می گیرد. این بررسی به بررسی کاربردهای گیاهان دارویی در این صنایع می پردازد و نقش آنها را در نوآوری، پایداری و چالش های پیش روی استفاده تجاری از آنها برجسته می کند. هدف این مقاله با بررسی خواص بیوشیمیایی، روش های استخراج و چارچوب های نظارتی، ارائه یک نمای کلی از اهمیت گیاهان دارویی در کاربردهای معاصر و پتانسیل آنها برای پیشرفت های آینده است (Harvey et al., 2015).

۱-۱. دیدگاه تاریخی گیاهان دارویی

استفاده از گیاهان برای اهداف دارویی به تمدن های باستانی مانند مصری ها، چینی ها و یونانی ها برمی گردد. پاپیروس Ebers (حدود ۱۵۵۰ سال قبل از میلاد مسیح) حاوی بیش از ۷۰۰ دارو با استفاده از گونه های مختلف گیاهی است. به طور مشابه، طب سنتی چینی (TCM) به طور گسترده استفاده از مواد گیاهی را مستند کرده است. درک این کاربردهای تاریخی زمینه ای اساسی برای اهمیت گیاهان دارویی در صنایع مدرن فراهم می کند (Isman, 2015).

۲. مواد و روش ها

گیاهان دارویی سنگ بنای صنایع مختلف از جمله داروسازی، آرایشی و بهداشتی، غذا و نوشیدنی و کشاورزی بوده اند. خواص ذاتی و ترکیبات فعال آنها برای عملکردهای درمانی، پیشگیرانه و حسی مورد استفاده قرار می گیرد. این پژوهش به بررسی کاربردهای گیاهان دارویی در این صنایع می پردازد و نقش آنها را در نوآوری، پایداری و چالش های پیش روی استفاده تجاری از آنها برجسته می کند.

۳. نتایج

۳-۱. سیستم های طب سنتی

گیاهان دارویی در سیستم های درمانی سنتی در سطح جهانی نقش اساسی داشته اند. به عنوان مثال، آیورودا در هند بر سلامت کل نگر از طریق استفاده از گیاهان متعدد تاکید دارد. در مقابل، طب بومی آمریکا از گیاهان مختلفی برای شفابخشی استفاده می کند. این شیوه های سنتی به عنوان پایه ای برای بسیاری از کاربردهای معاصر در داروها و محصولات سلامتی عمل می کنند (Khan, et al., 2014).



۳-۲. کاربردها در صنعت داروسازی

صنعت داروسازی پتانسیل گیاهان دارویی را برای کشف و توسعه دارو تشخیص داده است. بسیاری از داروهای مدرن به طور مستقیم از ترکیبات گیاهی مشتق می شوند.

۳-۳. کشف و توسعه دارو

- درمان های متعددی از گیاهان سرچشمه گرفته اند، مانند:
- کینین، از پوست درخت سینچونا برای درمان مالاریا.
- پاکلیتاکسل، از *Taxus brevifolia* (سرخدار اقیانوس آرام) برای درمان سرطان.
- رسوراترول، از پوست انگور که به دلیل فواید قلبی عروقی آن مورد توجه قرار گرفته است.

۳-۴. فیتوشیمی و ترکیبات فعال

مطالعه فیتوشیمی امکان شناسایی و استخراج ترکیبات فعال زیستی در گیاهان از جمله آلکالوئیدها، فلاونوئیدها، ترپنوئیدها و گلیکوزیدها را فراهم می کند. تکنیک هایی مانند کروماتوگرافی و طیف سنجی در جداسازی این ترکیبات حیاتی هستند که منجر به فرمولاسیون دارویی جدید می شود (Newman, et al., 2016).

۳-۵. چالش های نظارتی

ادغام داروهای گیاهی سنتی در فارماکولوژی مدرن شامل پیمایش مسیرهای نظارتی است که توسط سازمان هایی مانند FDA و EMA ایجاد شده است. این چالش ها شامل استانداردسازی، مطالعات اثربخشی و ارزیابی های ایمنی است که برای اطمینان از قابلیت اطمینان محصول حیاتی هستند (Zheng, J., & Wang, X. 2016).

۳-۶. صنعت آرایشی و بهداشتی

صنعت آرایشی و بهداشتی به طور فزاینده ای به گیاهان دارویی برای مزایای آنها در محصولات مراقبت از پوست و مو متکی است. استفاده از عصاره های گیاهی کارایی محصول را افزایش می دهد و با تقاضای مصرف کنندگان برای مواد طبیعی هماهنگ می شود.

۳-۷. عصاره های طبیعی در مراقبت از پوست

گیاهان دارویی سرشار از آنتی اکسیدان ها، عوامل ضد التهابی و مرطوب کننده هستند. نمونه های رایج عبارتند از: آلوئه ورا: به خاطر خواص تسکین دهنده اش معروف است.

عصاره چای سبز: برای اثرات ضد پیری آن به دلیل محتوای بالای کاتچین ارزشمند است.

بابونه: به دلیل خاصیت آرام بخش و ضدالتهابی استفاده می شود (Harvey, et al., 2015).

۳-۸. برنامه های کاربردی مراقبت از مو

گیاهانی مانند Saw Palmetto و Henna به ترتیب در فرمولاسیون های مراقبت از مو برای تقویت رشد مو و رنگ آمیزی طبیعی استفاده می شوند.

۳-۹. روند بازار و ترجیحات مصرف کننده

روند رو به رشدی به سمت محصولات «زیبایی پاک» وجود دارد که شرکت های آرایشی و بهداشتی را به نوآوری در فرمول های گیاهی ترغیب می کند. این تغییر با افزایش آگاهی مصرف کننده در مورد مواد سازگار با محیط زیست و منابع اخلاقی پشتیبانی می شود.

۳-۱۰. صنایع غذایی و آشامیدنی

گیاهان دارویی کاربردهای قابل توجهی در بخش غذا و نوشیدنی دارند، جایی که از آنها برای طعم دهی، نگهداری و کیفیت ارتقاء سلامت استفاده می شود.

۳-۱۱. استفاده در آشپزی

گیاهان و ادویه جات مانند زردچوبه، زنجبیل و سیر دارای خواص آنتی اکسیدانی و ضد التهابی هستند که هم طعم و هم فواید سلامتی را در کاربردهای آشپزی افزایش می دهند.

۳-۱۲. غذاهای کاربردی و مواد مغذی

افزایش غذاهای کاربردی، که مزایای سلامتی را فراتر از تغذیه اولیه ارائه می کنند، با ترکیب گیاهان دارویی تقویت شده است. این غذاها می توانند سلامتی را بهبود بخشند و خطر ابتلا به بیماری های مزمن را کاهش دهند.

۳-۱۳. نوآوری های صنعت نوشیدنی

صنعت نوشیدنی به طور فزاینده ای از گیاهان دارویی استقبال می کند و چای های گیاهی و نوشیدنی های بهداشتی محبوبیت پیدا می کنند. نوشیدنی های کاربردی حاوی عصاره های گیاهی (مانند کامبوچا با گیاهان) مصرف کنندگان مراقب سلامتی را جذب می کند.



۳-۱۴. کشاورزی و شیوه های پایدار

بخش کشاورزی نقش بسزایی در کشت و استفاده پایدار از گیاهان دارویی دارد. تقاضا برای این گیاهان، شیوه های کشاورزی نوآورانه و تاکید مجدد بر تنوع زیستی و پایداری را برانگیخته است (Harvey et al., 2015).

۳-۱۵. تکنیک های کشت

روش های کشت پایدار که شیوه های سازگار با محیط زیست را در اولویت قرار می دهند، برای دسترسی مداوم به گیاهان دارویی ضروری هستند. تکنیک هایی مانند آگرواکولوژی، پرماکالچر و کشاورزی ارگانیک به کاهش تأثیر منفی بر اکوسیستم ها و در عین حال افزایش بهره وری کمک می کنند. ادغام دانش سنتی با شیوه های نوین کشاورزی می تواند منجر به کشت موثر گیاهان دارویی بر تقاضا شود (Harvey, et al., 2015).

۳-۱۶. حفاظت از تنوع زیستی

حفاظت از گیاهان دارویی برای حفظ تنوع زیستی و تضمین بقای گونه هایی که در معرض خطر برداشت بیش از حد و از دست دادن زیستگاه هستند، حیاتی است. ابتکارات متمرکز بر حفاظت از دانش سنتی و برداشت پایدار گیاهان دارویی وحشی می تواند به طور قابل توجهی به حفظ تنوع زیستی کمک کند.

۳-۱۷. تاثیر اقتصادی

کشت و تجارت گیاهان دارویی می تواند از اقتصاد محلی به ویژه در مناطق روستایی حمایت کند. با ترویج شیوه های پایدار و تجارت عادلانه، این ابتکارات می تواند به توانمندسازی جوامع محلی و حفظ میراث فرهنگی منجر شود (Isman, 2015).

۳-۱۸. چالش ها در کاربرد گیاهان دارویی

علیرغم مزایای متعدد گیاهان دارویی، چالش های متعددی مانع از پتانسیل کامل آنها در استفاده تجاری می شود.

۳-۱۹. مسائل استانداردسازی

فقدان استانداردسازی در منابع، فرآوری و فرمول بندی محصولات می تواند منجر به تنوع در کیفیت و کارایی شود. ایجاد پروتکل های استاندارد می تواند قابلیت اطمینان و ایمنی محصولات مشتق شده از گیاهان دارویی را افزایش دهد.

۳-۲۰. موانع نظارتی

ناوبری چارچوب های نظارتی برای محصولات گیاهی همچنان پیچیده است. اطمینان از اینکه محصولات مبتنی بر گیاهان دارویی مطابق با استانداردهای ایمنی و کارایی هستند، می تواند برای تولیدکنندگان، به ویژه شرکت های کوچکتر، دلهره آور باشد.



۳-۲۱. حقوق مالکیت فکری

مسئله حقوق مالکیت معنوی در مورد دانش سنتی و استفاده از گیاهان دارویی فرآیند اکتشاف زیستی را پیچیده می کند. تضمین دسترسی عادلانه و تقسیم منافع بین جوامع بومی و شرکت های تجاری برای اعمال اخلاقی در این زمینه ضروری است.

۳-۲۲. چشم اندازهای آینده

آینده گیاهان دارویی در صنایع مختلف امیدوار کننده به نظر می رسد، با چندین روند در حال ظهور که ممکن است کاربردهای آنها را شکل دهد.

۳-۲۳. پیشرفت در بیوتکنولوژی

پیشرفت های بیوتکنولوژیکی، از جمله پرورش مولکولی و کشت بافت، می تواند کشت و فراهمی زیستی ترکیبات زیست فعال از گیاهان دارویی را افزایش دهد. این تکنیک ها همچنین می توانند به توسعه سویه های بهبود یافته ژنتیکی با عملکرد و قدرت بیشتر کمک کنند.

۳-۲۴. پزشکی شخصی

گرایش به سمت پزشکی شخصی ممکن است فرصت های جدیدی را برای سفارشی سازی درمان ها با استفاده از داروهای گیاهی متناسب با نیازهای سلامت فردی ایجاد کند. این رویکرد می تواند دانش حاصل از شیوه های پزشکی سنتی را با تحقیقات زیست پزشکی مدرن ادغام کند.

۳-۲۵. همکاری جهانی

همکاری بین کشورها، محققان و صنایع می تواند به رویکردهای نوآورانه در استفاده پایدار از گیاهان دارویی منجر شود. به اشتراک گذاری دانش در مورد کشت، فرآوری و کاربرد می تواند درک جامع تری را تقویت کند و بازار مشتقات گیاهان دارویی را افزایش دهد (Isman, 2015).

۴. نتیجه گیری نهایی

گیاهان دارویی منبعی حیاتی در صنایع مختلف هستند که بر پایه خواص درمانی، حسی و نگهدارنده آنها استوار است. اهمیت تاریخی، همراه با کاربردهای معاصر و پتانسیل آینده، اهمیت این منابع طبیعی را برجسته می کند. همانطور که جامعه جهانی به سمت شیوه های پایدار حرکت می کند و تقاضا برای محصولات طبیعی همچنان در حال افزایش است، گیاهان دارویی نقش مهمی در شکل دادن به آینده داروها، لوازم آرایشی، مواد غذایی و کشاورزی خواهند داشت. با پرداختن به چالش ها و

استفاده از فرصت های موجود، ذینفعان می توانند اطمینان حاصل کنند که مزایای گیاهان دارویی برای نسل های آینده محقق می شود.

این موضوع را تقویت می کند که گیاهان دارویی منابع ارزشمندی در بخش های مختلف هستند و بر ضرورت رویکردی متعادل که دانش سنتی را ارج می نهد و در عین حال از پیشرفت های علمی استفاده می کند، تأکید می کند. با افزایش علاقه جهانی به محصولات طبیعی، مدیریت پایدار گیاهان دارویی در برآوردن نیازهای سلامت و تندرستی آینده بسیار مهم خواهد بود. این گزارش از غلبه بر چالش ها برای به حداکثر رساندن مزایای گیاهان دارویی برای نسل های آینده حمایت می کند. این مرور جامع، روایتی متعادل را ترویج می کند که اهمیت شیوه های سنتی و پیشرفت های مدرن را در سفر جاری برای بهینه سازی استفاده از گیاهان دارویی تشخیص می دهد. گیاهان دارویی برای صنایع مختلف بسیار ارزشمند هستند و جایگزین های طبیعی و موثری برای محصولات مصنوعی ارائه می دهند. کاربردهای چند منظوره آنها بر نیاز به تحقیق و توسعه بیشتر برای استفاده از پتانسیل کامل آنها تأکید می کند.

منابع

- Harvey, A. L., et al. (2015). "Natural Products in Drug Discovery: The Medicinal Plants." **Pharmaceutical Biology**, 53(12), 1857–1873.
- Isman, M. B. (2015). "Plant Essential Oils for Pest and Disease Management." **Crop Protection**, 62, 100-103.
- Khan, M. I., et al. (2014). "The Role of Medicinal Plants in Health and Cosmetics: The Case of Kedar." **Journal of Herbal Medicine**, 4(2), 82-87.
- Newman, D. J., & Cragg, G. M. (2016). "Natural Products as Sources of New Drugs over the Last 25 Years." **Journal of Natural Products**, 79(3), 629-661.
- Zheng, J., & Wang, X. (2016). "Health Benefits of Common Spice Plants." **Molecules**, 21(12), 1673.



اعتبارسنجی تأثیر کربنات کلسیم و کود فسفره بر محتوای آلیزارین در ریشه روناس

محمد مقدمی راد^{*۱}

^{*۱} گروه زیست شناسی، دانشکده علوم و فناوری های زیست اجتماعی و کوانتومی، دانشگاه آزاد اسلامی قم. (mmrad1343@iau.ir)

چکیده

روناس ارزش بیولوژیکی و تغذیه‌ای بالایی دارد و می‌توان از متابولیت‌های ثانویه ریشه آن در داروسازی، هنر - صنعت فرش، صنایع نساجی و تولید کود سبز استفاده کرد. در این پژوهش اثر کربنات کلسیم (۰، ۲۰، ۵۰، ۱۰۰ و ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار) و کود فسفره (۰، ۵۰، ۱۰۰ و ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار) بر افزایش محتوای رنگی ریشه و زیست توده روناس مورد بررسی قرار گرفت. این مطالعه اعتبار یک روش HPLC را برای تأثیر کربنات کلسیم و کود فسفره بر محتوای آلیزارین ریشه روناس در شرایط طبیعی مزرعه را توصیف می‌کند. نتایج آزمایش‌ها نشان داد که این روش برای تعیین کمیت آلیزارین در ریشه‌های روناس قابل اعتماد و سریع است. غلظت‌های متوسط کربنات کلسیم توام با کود فسفره به‌طور قابل توجهی محتوای آلیزارین و زیست توده را بهبود بخشید، نتایج نشان داد که زیست توده و محتوای آلیزارین ریشه به ترتیب ۷۹٪ و ۱۲٪ افزایش داشتند. این نتایج بینش جدیدی در مورد سازوکارهای تنظیم تحمل عوامل محیطی تحت تأثیر حاصلخیزکننده‌های کربنات کلسیم و کود فسفره به دلیل پایین بودن قیمت و در دسترس بودن ارائه می‌دهد که می‌تواند یک راهکار مناسب برای بهبود رشد روناس و محتوای آلیزارین آن محسوب شود.

واژگان کلیدی: آلیزارین، اعتبارسنجی، روناس، کربنات کلسیم، کود فسفره، RP-HPLC



۱. مقدمه

روناس (*Rubia tinctorum* L.) گیاهی چند ساله از خانواده رویاسه است که به طور گسترده در مناطق ایران می‌روید. معمولاً در جنوب و جنوب شرقی اروپا، در منطقه مدیترانه و آسیای مرکزی نیز یافت می‌شود (Martins, and Nunez, 2015). آلزارین یک رنگدانه طبیعی محلول در الکل است که از ریشه روناس استخراج می‌شود و به گروه آنتراکینون تعلق دارد. به دلیل داشتن فعالیت‌های آنتی‌اکسیدانی، بیولوژیکی و ویژگی‌های رنگی از آن در صنایع دارویی، آرایشی، بهداشتی، غذایی و هنر - صنعت فرش استفاده می‌شود (Markovic et al., 2023).

بنابراین مهم است که آنتراکینون‌ها و آلزارین را با کیفیت و کمیت بالا در روناس به دست آورید. قسمت‌های اصلی روناس که برای اهداف ذکر شده استفاده می‌شود، ریشه‌ها و ریزوم‌های حاوی آلزارین، روبریستریک اسید و پورپورین هستند (Murthy et al., 2022). مطالعات فارماکولوژیکی نشان داده‌اند که آلزارین و پورپورین دی- و تری هیدروکسی آنتراکینون‌ها استخراج شده از ریشه روناس درجه خاصی از اثرات مهارتی انتخابی نسبت به سلول‌های سرطانی را نشان می‌دهند و کاربرد آن‌ها را به عنوان یک داروی هدفمند برای سرطان نشان می‌دهد (Lajko et al., 2015; Houari et al., 2022). مطالعات علمی نشان می‌دهد که آلزارین از خانواده رویاسه فعالیت‌های بیولوژیکی جالبی مانند رفتار الکتروشیمیایی آلزارین (Futado et al., ۲۰۹۱)، استفاده از آلزارین قرمز همراه با آبی آلسین برای رنگ آمیزی اسکلت جانوران، این پروتکل رنگ آمیزی اسکلت موش را با استفاده از آبی آلسین برای شناسایی غضروف و آلزارین قرمز برای شناسایی استخوان توصیف می‌کند (Mead, 2020).

باتوجه به اینکه تغییرات آب‌وهوایی در حال حاضر بر عملکرد محصول تأثیر می‌گذارد، باید از نقش بالقوه آن‌ها در احیای خاک‌های خشک و نیمه‌خشک برای افزایش بهره‌وری گیاه بهره‌برداری شود. به حداکثر رساندن عملکردهای حاصلخیزکننده‌ها در این اکوسیستم‌های کشاورزی برای بهره‌وری بهینه در طیف وسیعی از آشفته‌گی‌های محیطی ضروری است. این محیط‌ها همچنین تحت تأثیر سایر عوامل غیرزیستی و زیستی ذاتی هستند که بر ساختار و عملکرد این اکوسیستم‌ها تأثیر می‌گذارند. عوامل متعددی بر در دسترس بودن مواد مغذی، بهره‌وری گیاه در یک محیط خشک و نیمه‌خشک تأثیر می‌گذارد (Ayangbenro and Babalola, 2021). یکی از عوامل تأثیرگذار، افزودن حاصلخیزکننده‌ها به خاک است.

ابتدا، این فرضیه مطرح شد که افزایش عرضه کلسیم می‌تواند جذب فسفر را تغییر دهد و تا چه اندازه می‌تواند بر رشد روناس تأثیر بگذارد. دوم، فرض بر این بود که گیاه واکنش بهتری به افزایش عرضه کلسیم، به‌ویژه در شرایط تراکم بالای فسفات دارد. در نهایت، با مقایسه اثرات کربنات کلسیم و کود فسفره و اثرات آنها بر زیست توده و آلزارین می‌توان راهبردهای برتر برای تحمل یا بهبود شرایط رشد بدست آورد. این روش می‌تواند امکان توسعه آینده یک آزمایش تحمل غیرمخرب را فراهم کند که پاسخ روناس به کربنات کلسیم و کود فسفره را تعیین می‌کند. به حداکثر رساندن عملکرد حاصلخیزکننده‌های کربنات کلسیم و کود فسفره در این اکوسیستم‌های کشاورزی در احیای زمین‌های خشک و نیمه‌خشک برای بهره‌وری بهینه متابولیت‌های ثانویه روناس به‌ویژه آلزارین در طیف وسیعی از آشفته‌گی‌های محیطی ضروری است.



RP-HPLC (Reversed-phase High-Performance Liquid Chromatography) یکی از چندین تکنیک

کروماتوگرافی است که به طور گسترده در آزمایشگاه‌های سراسر جهان برای تخمین ترکیبات خاص در یک نمونه استفاده می‌شود ((Anjum *et al.*, 2014, Banyai *et al.*, 2006, Dreksen *et al.*, 2002). مطالعه حاضر باهدف تعیین کمی آلزارین با استفاده از RP-HPLC ایزوکراتیک در عصاره متانولی ریشه درخت روناس تحت کاربردهای کربنات کلسیم و کود فسفره انجام شد.

۲. مواد و روش‌ها

به منظور اعتبارسنجی و ارزیابی محتوای آلزارین و تولید زیست توده در گیاه روناس تحت تیمارهای کربنات کلسیم و کود فسفره، این پژوهش در دانشگاه آزاد اسلامی قم طراحی شد. این تحقیق به صورت کشت در شرایط برون آزمایشگاهی در مزرعه در اردکان یزد انجام شد. خاک دست نخورده مورد استفاده از سطح زمین تا عمق ۸۰ سانتیمتری در منطقه مورد مطالعه جمع آوری گردید. پس از خشک کردن خاک در هوا و گذراندن آن از الک ۱۰ میلی متری، برخی ویژگی‌های شیمیایی و فیزیکی آن از جمله بافت خاک، pH و مقدار کاتیون‌های Mg^{2+} ، Ca^{2+} ، Na^{+} و K^{+} و آنیون‌های Cl^{-} و HCO_3^{-} بر حسب میلی اکی‌والان بر لیتر تعیین گردید، نتایج آن در زیر ارائه شده است.

جدول ۱- برخی خصوصیات فیزیکوشیمیایی خاک مورد استفاده برای کشت روناس.

Soil parameter	Value
pH	7.4
HCO_3^{-} (meq L ⁻¹)	1.15
Cl^{-} (meq L ⁻¹)	192.32
Mg^{2+} (meq L ⁻¹)	10.44
Ca^{2+} (meq L ⁻¹)	26.9
K^{+} (meq L ⁻¹)	0.071
Na^{+} (meq L ⁻¹)	22.65
Clay (%)	41
Sand (%)	20
Silt (%)	39

تیمارهای مورد استفاده در برگیرنده کربنات کلسیم در پنج سطح (۰، ۲۰، ۵۰، ۱۰۰ و ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار) و سوپر فسفات تریپل در چهار سطح (۰، ۵۰، ۱۰۰ و ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار) تهیه شدند. قلمه‌ها در عمق ۳۰ سانتیمتری خاک کاشته شدند. در هر کرت چهار ردیف قلمه کاشته شد که دو ردیف کناری و دو گیاه از طرفین خطوط باقی مانده به عنوان اثر حاشیه‌ای حذف و بقیه گیاهان به عنوان جامعه آماری در نظر گرفته شدند. آزمایش به صورت فاکتوریل با دو عامل و چهار تکرار در قالب طرح پایه بلوک‌های کاملاً تصادفی اجرا شد. هدایت الکتریکی آب آبیاری در طول دوره رشد اندازه‌گیری و میانگین آن $ds\ m^{-1}$ تعیین شد. در بازه زمانی سه ساله سنجش‌ها طبق طراحی آزمایش انجام شدند.



بعد از خشک کردن ریشه، آن‌ها را به وسیله آسیاب برقی پودر کرده و در مرحله بعد در بن ماری در دمای 70°C نمونه‌های پودر شده را با ۵۰ میلی‌لیتر متانول مخلوط کرده، سپس نمونه‌ها را به مدت یک ساعت روی شیکر قرار داده، تا سرد شوند. نمونه‌ها را صاف کرده و حجم آن‌ها با متانول ۸۰٪ به ۱۰۰ میلی‌لیتر رسانده شد. یک میلی‌لیتر آلیزارین استاندارد در ۱۰۰ میلی‌لیتر متانول (HPLC grade)، با شرایط ذکر شده، در بالا حل گردید. جذب نمونه‌ها در ۴۵۰ نانومتر به وسیله اسپکتروفوتومتر (Carry-100) خوانده شد. محتویات رنگی بر اساس آلیزارین استاندارد با استفاده از روش Siebenborn و همکاران (۱۹۹۷) محاسبه گردید.

بررسی‌های آماری بر اساس آنالیز واریانس دوعاملی توسط نرم‌افزار SPSS ویرایش ۲۲ و مقایسه میانگین‌ها بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال $P < 0.05$ انجام گردید. رسم نمودارها با استفاده از نرم‌افزار Excel انجام شد.

۲-۱. آماده‌سازی نمونه HPLC

ریشه‌های روناس را خشک و سپس پودر گردید. یک گرم از هر یک از نمونه‌های پودر شده با ۵۰ میلی‌لیتر MeOH استخراج و به مدت ۲۰ دقیقه تحت فراصوت قرار گرفت. محلول با استفاده از کاغذ صافی واتمن شماره ۱ فیلتر شد. هر محلول تحت خلاء در یک اواپراتور چرخشی تبخیر شد تا عصاره تولید شود و متعاقباً در ۱۰۰ میلی‌لیتر متانول (۸۰٪) مجدداً حل شد. قبل از تزریق، تمام محلول‌ها از طریق فیلترهای نایلونی ۰/۲۲ میکرومتر فیلتر شدند، ۲۰ میکرولیتر از هر محلول نمونه در چهار تکرار برای تجزیه و تحلیل HPLC به ستون ۱۸ تزریق شد. (Anjum *et al.*, 2014, Banyai *et al.*, 2006)

۲-۲. تهیه محلول‌های فاز متحرک و استوک

ترکیب فاز متحرک بهینه با استفاده از ترکیبات مختلف متانول: آب (80: 20 v/v) به دست آمد (Anjum *et al.*, 2014; Dreksen *et al.*, 2002). شرایط دیگر به شرح زیر بود: pH سیستم حلال با استفاده از اسید فرمیک در ۳/۵ تنظیم شد و ترکیب با سرعت جریان یک میلی‌لیتر در دقیقه طول موج تشخیص در ۲۵۹ نانومتر تجزیه و تحلیل شد.

۲-۳. اعتبارسنجی روش

روش توسعه یافته مطابق با دستورالعمل‌های ICH تأیید شد.^۱ روش با تعیین خطی بودن، ویژگی، دقت، حد تشخیص (LOD)، حد کمیت (LOQ) و بازیابی اعتبارسنجی شد. کالیبراسیون: خطی بودن روش با استفاده از پنج غلظت مختلف آلیزارین استاندارد در محدوده ۱۰-۲۰۰ میکروگرم در میلی‌لیتر بررسی شد. رابطه بین غلظت و سطح زیر منحنی تعیین شد. داده‌های غلظت و مساحت ذکر شده برای پیک نشانگر مورد تحلیل رگرسیون خطی قرار گرفت.

^۱ ICH Harmonised Tripartite Guideline, Validation of Analytical Procedures: Text and Methodology Q2 (R1), Nov., 2005.



ویژگی: ویژگی روش با مقایسه بین آلیزارین استاندارد و نمونه تعیین شد. غلظت‌های ثابت ۱۰۰ میکروگرم در میلی لیتر از محلول‌های استاندارد و آزمایشی برای شش بار به سیستم HPLC تزریق شد و مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. درصد RSD از مناطق اوج آنها محاسبه شد.

دقت و صحت: دقت روش با اسپک کردن مقدار مشخصی از محلول‌های آلیزارین در سه تکرار در سه سطح مختلف ۵۰، ۱۰۰، ۱۵۰ درصد تعیین شد. درصد بهبودی مشخص شد. محلول‌های استاندارد شش بار تزریق شد تا مقدار RSD محاسبه شود.

حد تشخیص و حد کمیت LOD و LOQ:

با استفاده از فرمول استاندارد طبق دستورالعمل ICH به دست آمد:

$$LOD = 3.3 \sigma S^{-1}$$

$$LOQ = 10 \sigma S^{-1}$$

σ انحراف معیار پاسخ و S شیب منحنی کالیبراسیون است. ویژگی روش با تجزیه و تحلیل استاندارد و نمونه‌ها مشخص شد.

انتخاب پذیری: گزینش پذیری توانایی ارزیابی بی چون و چرای نشانگر در حضور سایر ترکیبات شیمیایی گیاه است. نشان داد که پیک آلیزارین به خوبی از پیک‌های سایر ترکیبات شیمیایی جدا شده است.

استحکام: تأثیر تغییرات کوچک در شرایط کروماتوگرافی مانند تغییر نرخ جریان 1 ± 0.2 میلی لیتر در دقیقه و طول موج تشخیص 259 ± 2 نانومتر، برای تعیین استحکام روش برای توسعه RP-HPLC مورد بررسی قرار گرفت. روش برای تخمین همزمان محتوای آلیزارین و درصد RSD آنها تعیین شد.

۳. نتایج

مقایسه میانگین‌ها (شکل ۱) نشان داد که زیست توده در دو غلظت ۲۰ و ۵۰ کیلوگرم در هکتار کربنات کلسیم در مقایسه با شاهد افزایش یافت، اما در سطوح بالاتر کربنات کلسیم، یعنی ۱۰۰ و ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار، افزایش یافت. زیست توده در مقایسه با شاهد کاهش معنی داری داشت. مقایسه میانگین‌های سطوح مختلف کربنات کلسیم و کود فسفره نشان داد که بیشترین زیست توده در ۲۰ کیلوگرم کربنات کلسیم و حداقل زیست توده در ۱۰۰ کیلوگرم کود فسفره در هکتار و ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار نسبت به شاهد به دست آمد. مقایسه میانگین‌ها نشان داد که در ۲۰ کیلوگرم در هکتار کربنات کلسیم و ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار کود فسفره، زیست توده نسبت به شاهد ۶۳ درصد افزایش یافت.

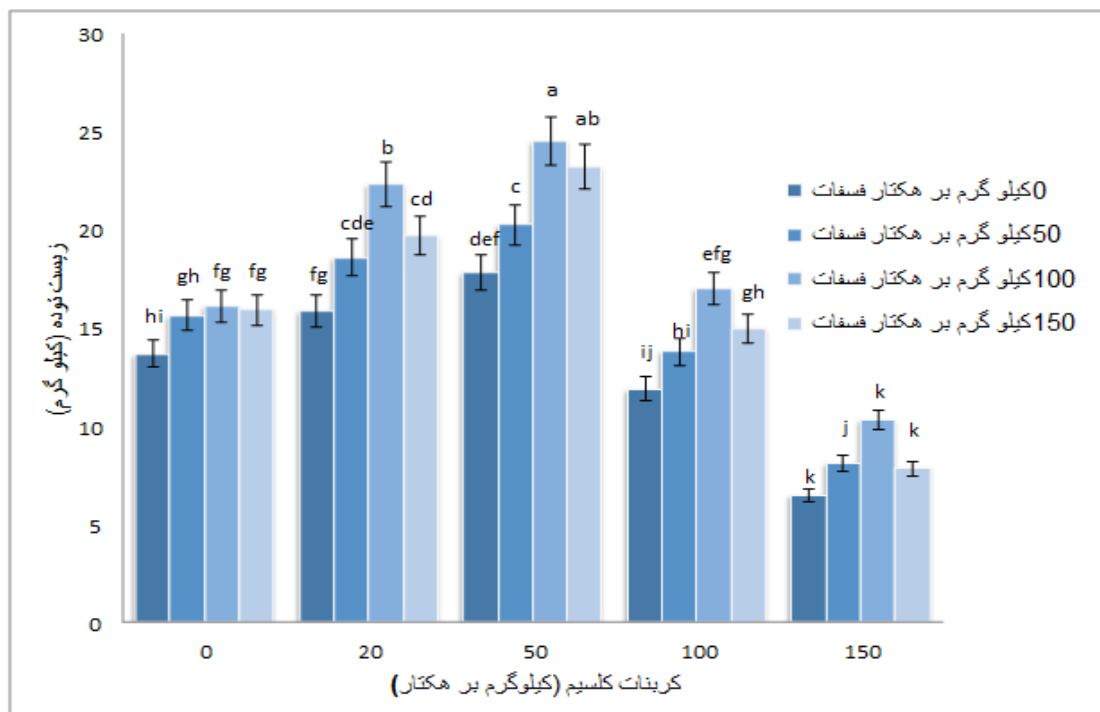
استفاده از کود فسفره باعث افزایش محتوای آلیزارین ریشه‌های رونس و توده زیستی در مقایسه با شاهد شد. مقایسه میانگین‌ها نشان داد که بیشترین مقدار آلیزارین در کود فسفره ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار مشاهده شد. همچنین نتایج نشان داد که سطوح مختلف کود فسفره تأثیر معنی داری بر میزان آلیزارین ریشه‌های رونس دارد. استفاده از کربنات کلسیم (۲۰ کیلوگرم در هکتار) باعث افزایش محتوای آلیزارین در مقایسه با شاهد شد. اما با افزایش کربنات کلسیم (۵۰، ۱۰۰، ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار)



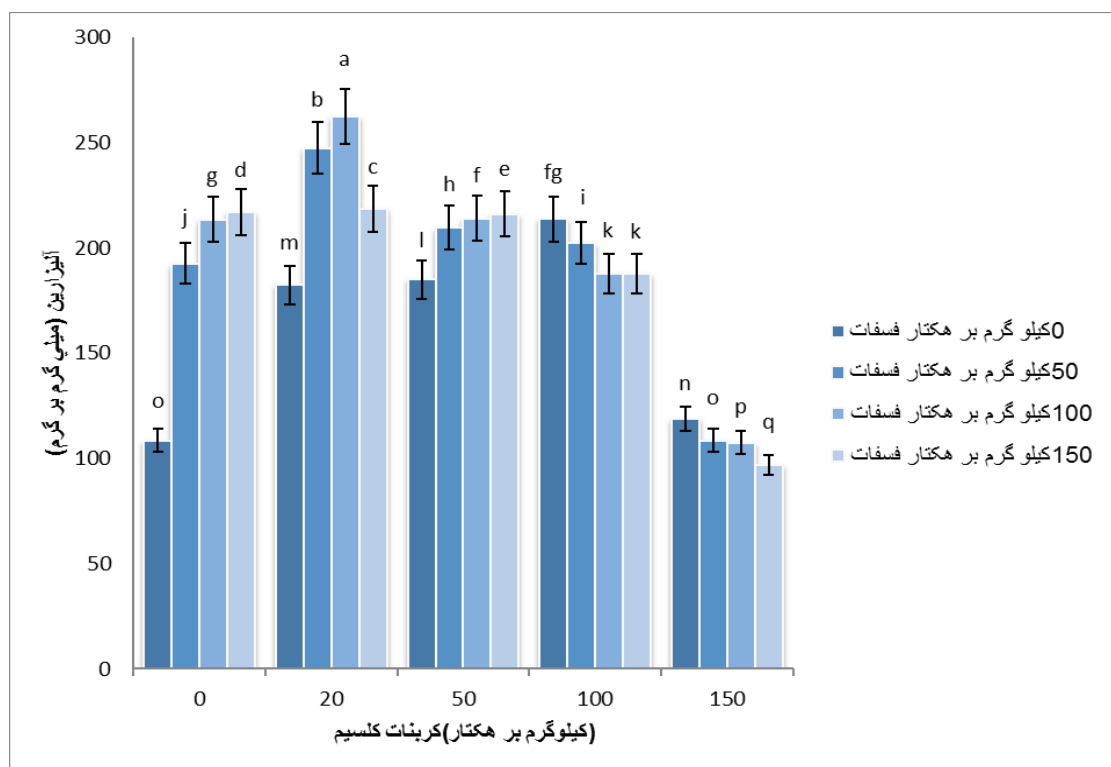
محتوای آلزارین نسبت به شاهد کاهش یافت. مقایسه میانگین‌ها نشان داد که سطوح مختلف کربنات کلسیم تأثیر معنی‌داری بر محتوای آلزارین ریشه‌های روناس داشت. نتایج آنالیز واریانس در کمیت محتوای آلزارین در سطوح مختلف کربنات کلسیم و کود فسفره در ریشه‌های روناس تفاوت معنی‌داری را در $P < 0.01$ نشان داد (شکل ۲).

تجزیه و تحلیل RP-HPLC نمونه گیاه تنوع گسترده‌ای را در محتویات رنگ (آلزارین) آنها در ریشه‌های روناس نشان داد. با استفاده از این فاز متحرک زمان باقیمانده استاندارد آلزارین $1/683$ دقیقه به دست آمد. پیک محتوای آلزارین در نمونه‌ها با مقایسه ناحیه زمان باقیمانده (شکل ۴) با استاندارد (شکل ۳) تأیید شد. منحنی کالیبراسیون خطی در محدوده غلظت داده شده آلزارین به دست آمد (شکل ۲).

یک رابطه خطی بین مناطق پیک و غلظت در محدوده $10 - 200$ میکروگرم در میلی لیتر به دست آمد. این نشان می‌دهد که روش خطی است. مطالعات تکرارپذیری نشان می‌دهد که RSD کمتر از 2% است (جدول ۲). این نشان می‌دهد که روش دقیق است. بازبایی عالی در هر سطح از غلظت افزوده به دست آمد زیرا میانگین بازبایی برای آلزارین بین 99% تا 101% بود (جدول ۲). حد تشخیص و حد کمیت روش $168/6$ نانوگرم در میلی لیتر و 462 نانوگرم در میلی لیتر (جدول ۲) است. از آنجایی که مشخص شد پیک آلزارین به خوبی از پیک‌های سایر ترکیبات شیمیایی جدا می‌شود، بنابراین نتیجه گرفته شد که روش انتخابی است (جدول ۱). نتایج آزمایش‌های اعتبارسنجی نشان داد که این روش برای تعیین کمیت آلزارین در ریشه روناس قابل اعتماد و سریع است.



شکل ۱- مقایسه میانگین اثر متقابل فسفات و کربنات کلسیم بر زیست توده روناس



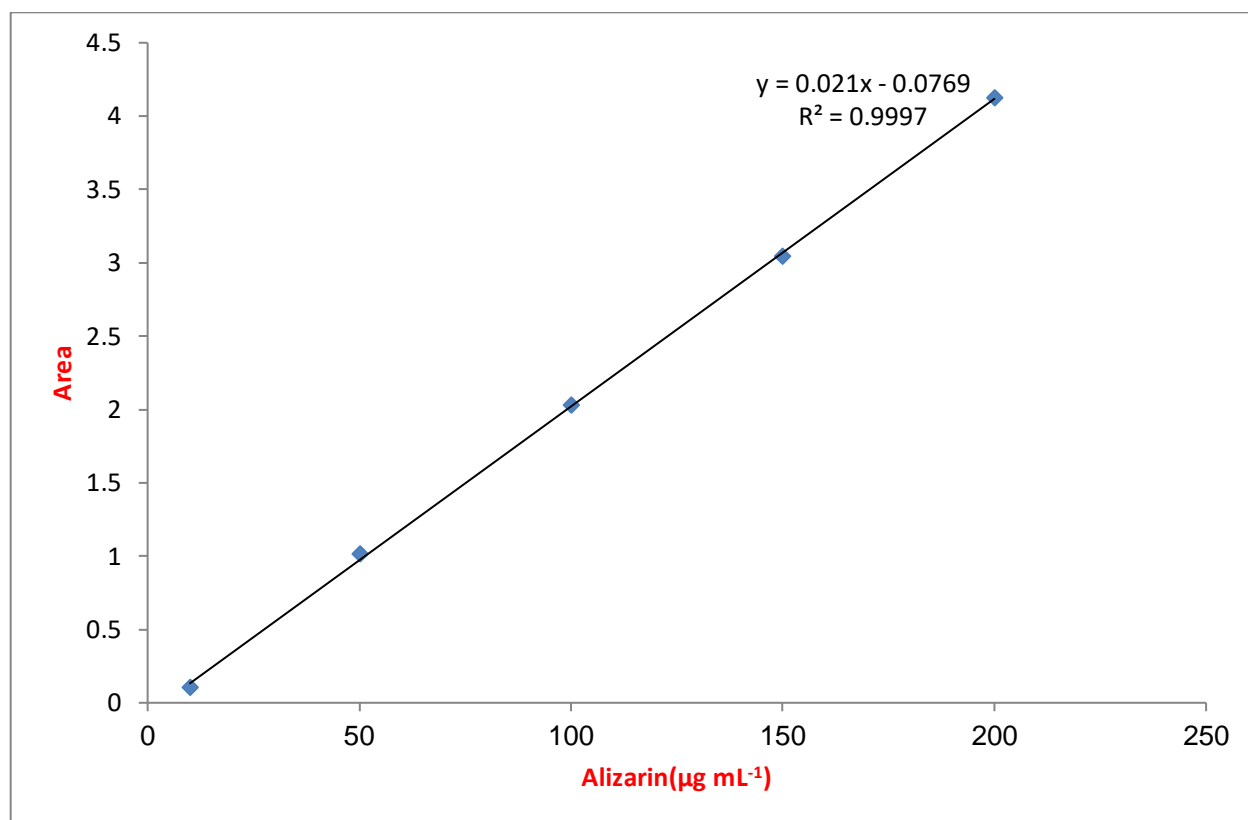
شکل ۲- مقایسه میانگین اثر متقابل فسفات و کربنات کلسیم بر محتوای آلیزارین ریشه روناس

جدول ۱- داده های کالیبراسیون

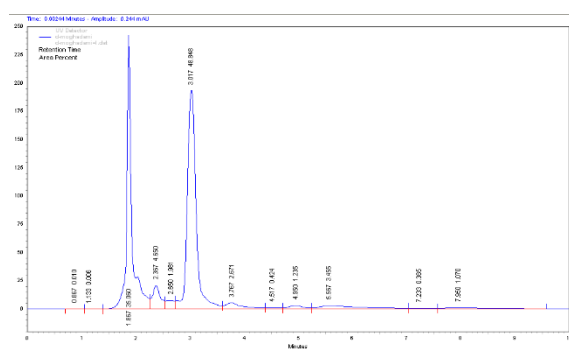
Parameter	Alizarin
Regression equation	$Y=0.021X + 0.0769$
Linearity range ($\mu\text{g mL}^{-1}$)	10-200
r^2	0.9997
LOD (ng mL^{-1})	168.6
LOQ (ng mL^{-1})	462
Selectivity	Selective

جدول ۲- خلاصه اعتبار سنجی آلیزارین

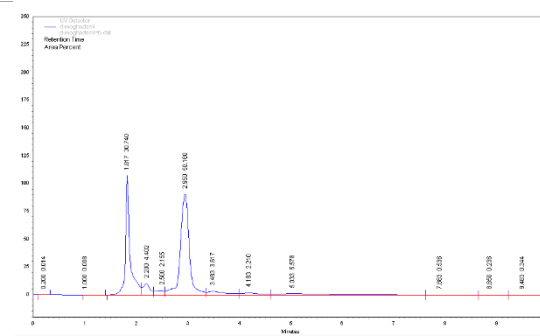
Validation Parameter	Alizarin
Accuracy	97-101 %
RSD %	1.5622



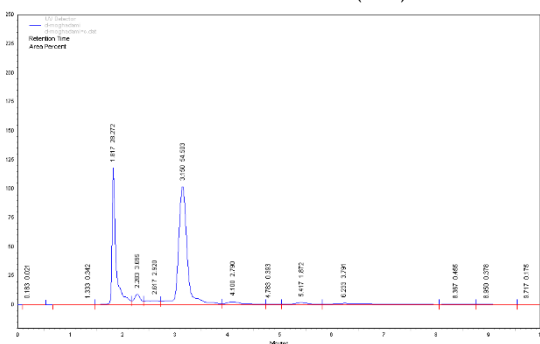
شکل ۳- منحنی استاندارد آلizarین

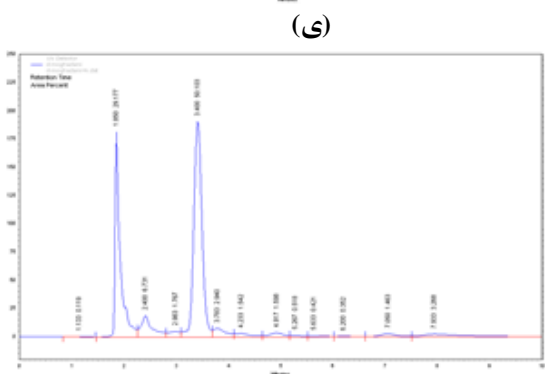
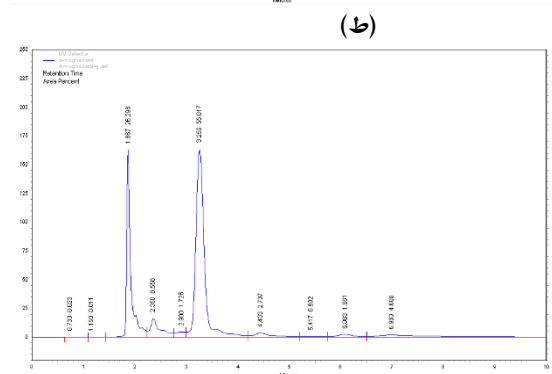
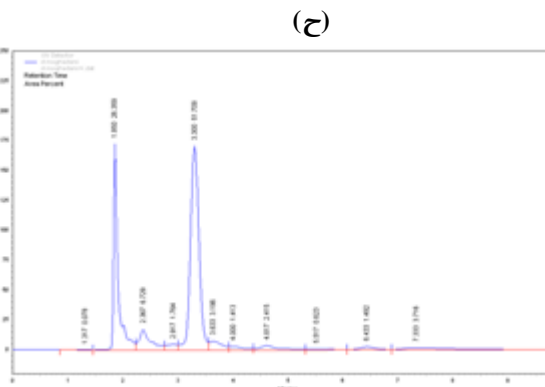
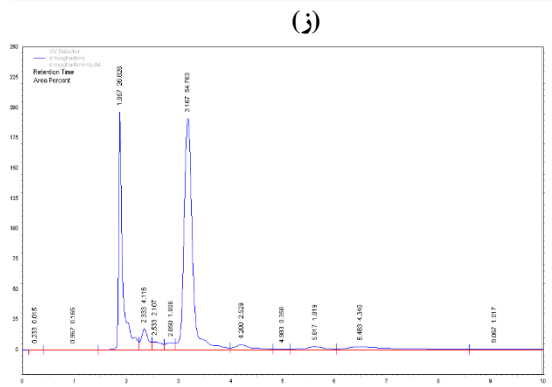
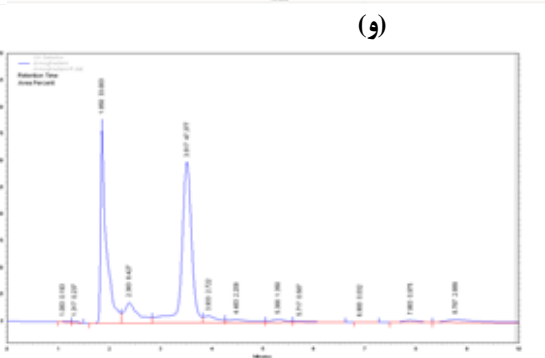
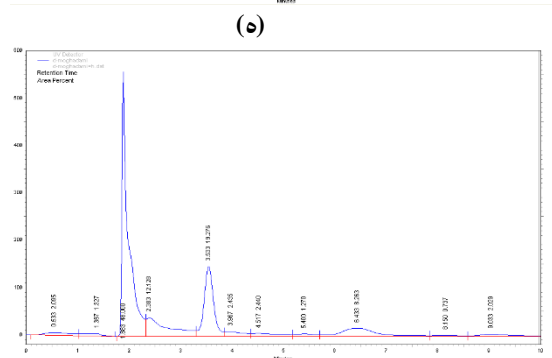
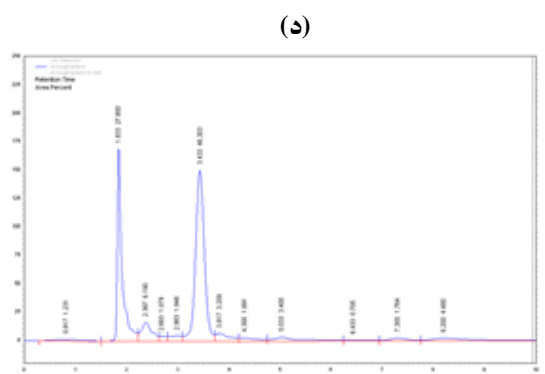
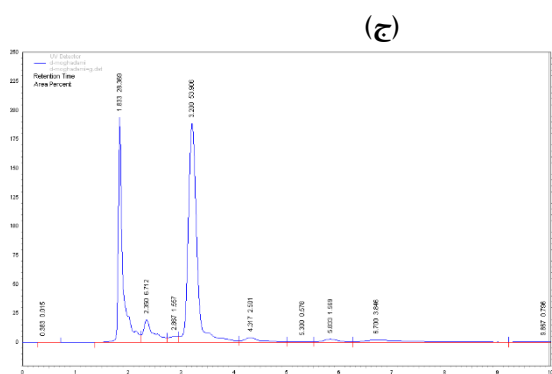


(الف)



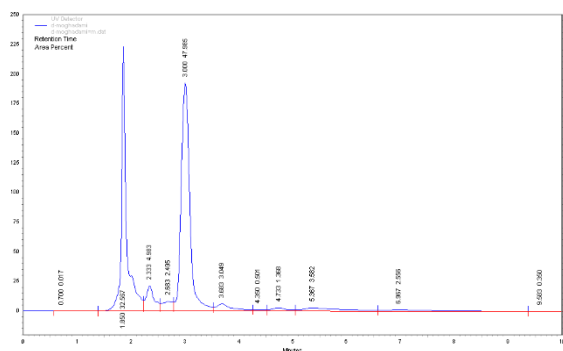
(ب)



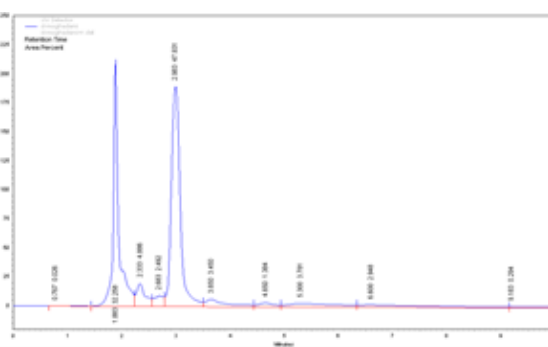


(ک)

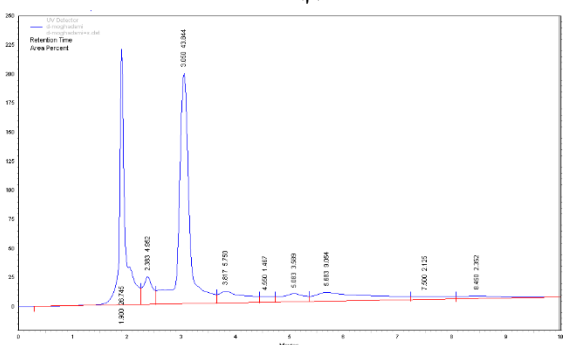
(ل)



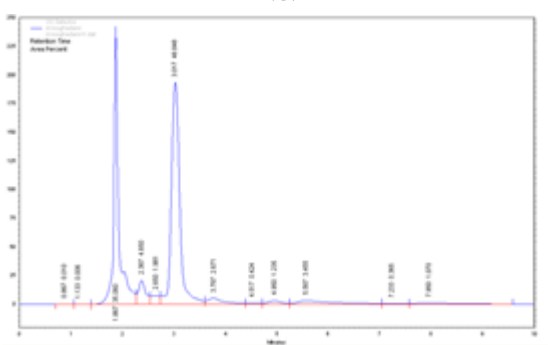
(م)



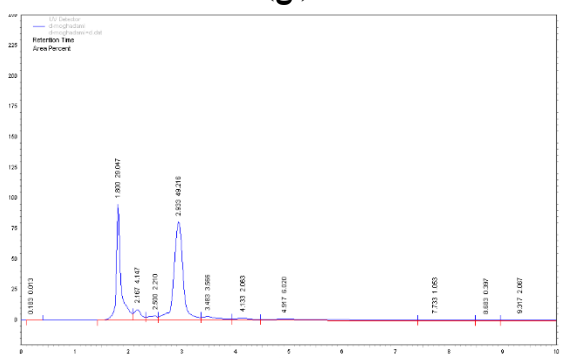
(ن)



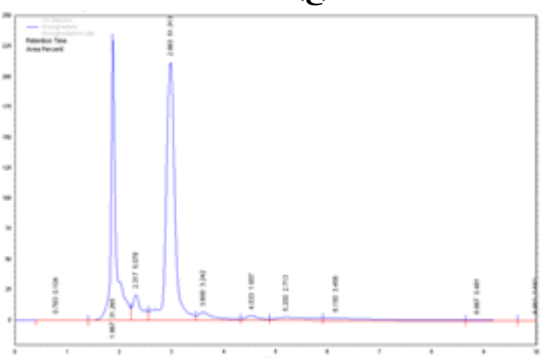
(س)



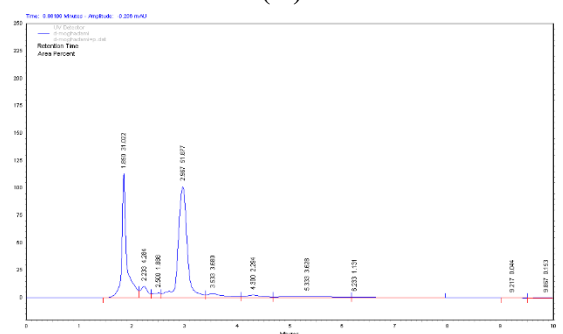
(ع)



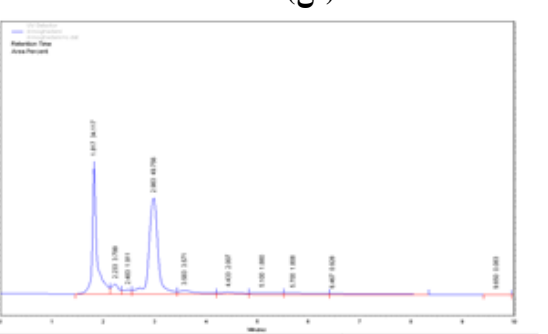
(ف)



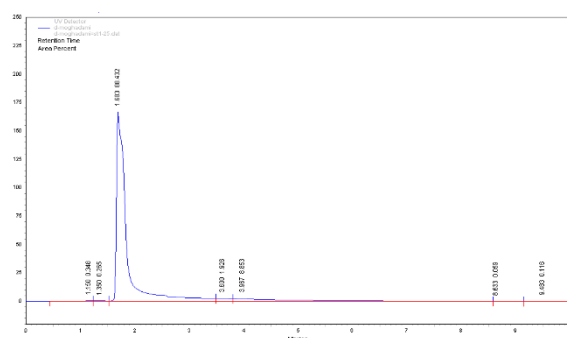
(ص)



(ق)



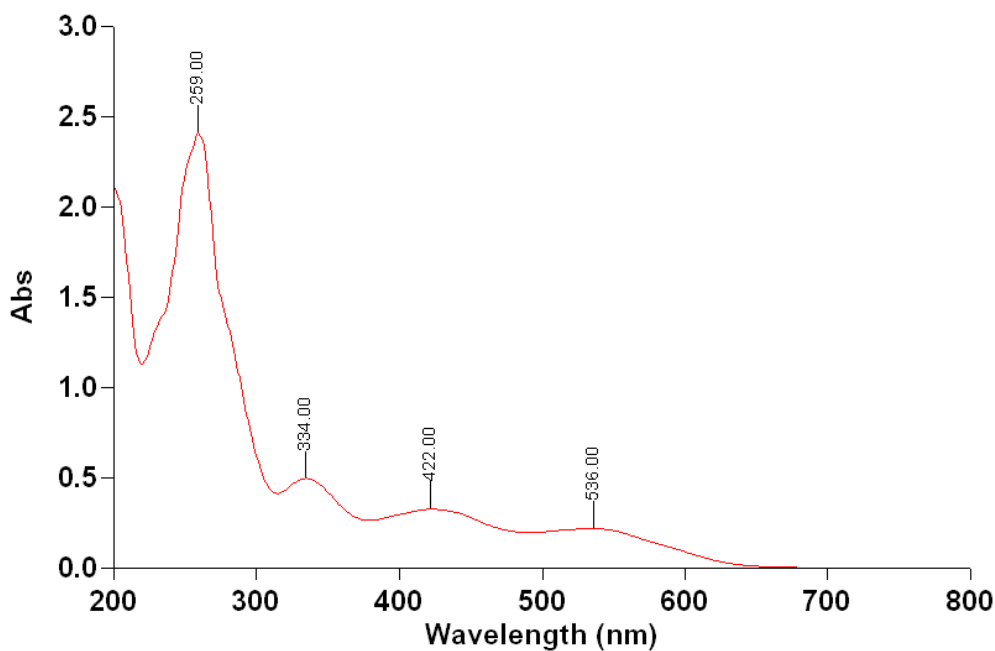
(ر)



(ش)

شکل ۴- کروماتوگرام محتوای آلیزارین در تیمارهای مختلف کرنات کلسیم و کود فسفره

(الف: شاهد، ب: ۵۰ کیلوگرم در هکتار کود فسفره، ج: ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار کود فسفره، د: ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار کود فسفره، ه: ۲۰ کیلوگرم در هکتار کرنات کلسیم، و: ۲۰ کیلوگرم در هکتار کرنات کلسیم و ۵۰ کیلوگرم در هکتار کود فسفره، ز: ۲۰ کیلوگرم در هکتار کرنات کلسیم و ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار کود فسفره، ح: ۲۰ کیلوگرم در هکتار کرنات کلسیم و ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار کود فسفره، ط: ۵۰ کیلوگرم در هکتار کرنات کلسیم و ۵۰ کیلوگرم در هکتار کود فسفره، ک: ۵۰ کیلوگرم در هکتار کود فسفره، م: ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار کرنات کلسیم و ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار کود فسفره، ل: ۵۰ کیلوگرم در هکتار کرنات کلسیم و ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار کود فسفره، ن: ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار کرنات کلسیم و ۵۰ کیلوگرم در هکتار کود فسفره، س: ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار کود فسفره، ص: ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار کود فسفره، ق: ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار کود فسفره، ر: ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار کود فسفره و ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار کود فسفره، ش: کروماتوگرام آلیزارین استاندارد).



شکل ۵- اسپکتروم آلیزارین استاندارد



۴. بحث و نتیجه گیری

مطالعه حاضر بر اساس تأثیر غلظت‌های مختلف کود فسفره و کربنات کلسیم بر افزایش زیست توده رونا و محتوای آلیزارین ریشه آن انجام شد. نتایج نشان داد که کاربرد کود فسفره بر میزان کمی زیست توده و محتوای آلیزارین تأثیر معنی داری داشت. کاربرد کودهای فسفره با غلظت‌های بالا محتویات فسفات موجود در خاک را افزایش داد که می‌تواند منجر به انتقال آب و مواد مغذی به سمت قسمت‌های منطقه‌ای گیاه شود (Hayes et al., 2018; Iqbal et al., 2020). در این تحقیق افزایش محتوای آلیزارین و زیست توده ممکن است به دلیل گسترش سیستم ریشه و افزایش سطح تماس خاک با گیاه باشد که می‌تواند منجر به جذب آب و مواد معدنی و بهبود رشد گیاه شود. این نتایج با یافته‌های سایر محققین همسو است. (Moghadami Rad et al., 2022; Hayes et al., 2018; Iqbal et al., 2020).

باتوجه به اثر کاربرد کربنات کلسیم، میزان زیست توده تا ۵۰ کیلوگرم در هکتار افزایش یافت، در حالی که افزایش بیشتر کربنات کلسیم باعث کاهش زیست توده شد. نتایج مشابهی در گیاهان دیگر گزارش شده است (Xie et al., 2024; Weng et al., 2022; Wang et al., 2023). تغییرات یون کلسیم در ریشه‌ها، به‌ویژه در شکل‌گیری همزیستی‌ها و مرگ سلولی، می‌تواند در سیگنال‌دهی نقش داشته باشد (Kudla et al., 2018). افزایش زیست توده رونا و ۵۰ کیلوگرم در هکتار کربنات کلسیم را می‌توان به دلایل متعددی از جمله افزایش کلسیم و منیزیم قابل تبادل، افزایش مولیدن قابل دسترس، کاهش آلومینیم، سمیت منگنز و فلزات سنگین به دلیل افزایش pH و بهبود خاک توضیح داد. به نظر می‌رسد که کاهش رشد با کاربرد ۱۰۰ و ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار کربنات کلسیم می‌تواند با محتوای کلسیم بیش از حد محلول خاک مرتبط باشد که باعث بارش فسفر، گوگرد و روی می‌شود (Xing et al., 2021; Shi et al., 2018).

استفاده از RP-HPLC یک روش سریع، ساده و اختصاصی برای تعیین کمی آلیزارین استفاده از عصاره متانولی ریشه رونا و است. مطالعات مکرر نشان داد که RSD کمتر از ۲٪ است. این نشان می‌دهد که روش دقیق است. بازیابی‌های عالی در هر سطح از غلظت‌های اضافه شده به دست آمد؛ زیرا میانگین بازیابی برای آلیزارین بین ۹۹ تا ۱۰۱ درصد بود. حد تشخیص و حد کمی روش، به ترتیب، ۱۶۸/۶ نانوگرم در میلی‌لیتر و ۴۶۲ نانوگرم در میلی‌لیتر بود. از آنجایی که مشخص شد پیک آلیزارین به‌خوبی از پیک‌های سایر ترکیبات شیمیایی جدا می‌شود، بنابراین نتیجه می‌گیریم که روش انتخابی است. نتایج آزمون‌های اعتبارسنجی نشان داد که این روش برای تعیین کمیت آلیزارین در ریشه رونا قابل اعتماد و سریع است.

روش پیشنهادی ایزوکراتیک RP-HPLC با استفاده از یک سیستم حلال بسیار رایج، متانول و آب، تجزیه و تحلیل بهتر و آسان‌تری از آلیزارین ارائه می‌کند؛ بنابراین، این روش برای تجزیه و تحلیل و کمی‌سازی آلیزارین و برای کنترل کیفی و استانداردسازی داروهای مشتق شده از ریشه رونا مناسب است.

در این پژوهش با استفاده از حاصلخیزکننده‌های زیست تخریب‌پذیر در شرایط مزرعه، شاخص‌های عملکردی محتوای آلیزارین ریشه و زیست توده رونا تحت تأثیر تیمار توأم ۲۰ کیلوگرم بر هکتار کربنات کلسیم و ۱۰۰ کیلوگرم بر هکتار فسفات افزایش قابل توجهی داشتند. باتوجه به تغییر اقلیم و کمبود آب به‌عنوان خطرات جدی توسعه پایدار، کاربردهای دارویی، صنعتی،



رنگی و غذایی روناس، کاشت و تولید این گیاه به ویژه در مناطق نیمه خشک، با استفاده از حاصلخیز کننده های مذکور پیشنهاد می شود.

منابع

- Anjum, L., Ahmad, J., Mughees, M. and Ahmad, A. (2014). A validated quantitative determination of alizarin in *Rubia cordifolia* Linn. By isocratic RP-HPLC. Int. J. Pharm. Bio. Sci., 5(3): 1-6.
- Ayangbenro, a. s., and Babalola, o. o. (2021). Reclamation of arid and semi-arid soils: The role of plant growth-promoting archaea and bacteria. Current Plant Biology, 25: 100173. <https://doi.org/10.1016/j.cpb.2020.100173>
- Banyai, P., Kuzovkina, I., Kursinszki, L., and Szoke, E., 2006. HPLC Analysis of alizarin and purpurin produced by *Rubia tinctorum* L. hairy root cultures. Chromatographia supplement, 63(13): 111-114. <https://doi.10.1365/s10337-006-0792-z>
- Derksen, G. C. H., Niederlander, H. A. G., and van Beek, T. A. (2002). Analysis of anthraquinones in *Rubia tinctorum* L. by liquid chromatography coupled with diode-array UV and mass spectrometric detection. J. Chromatogr., A., 978: 119–127. [https://doi:10.1016/s0021-9673\(02\)01412-7](https://doi:10.1016/s0021-9673(02)01412-7)
- Furtado, N. J. S., Farias, E. A. F., Eiras, C., Magalhães, J. L., Silva, J. B. (2019). Electrochemical behaviors of alizarin and Cr(VI)–Alizarin complex adsorbed on edge-plane pyrolytic graphite electrode. Surfaces and Interfaces, 14: 238-244. <https://doi.org/10.1016/j.surfin.2019.01.002>
- Hayes P.E., Clode P.L., Oliveira R.S., Lambers H. (2018). Proteaceae from phosphorus-impooverished habitats preferentially allocate phosphorus to photosynthetic cells: an adaptation improving phosphorus-use efficiency. Plant, Cell & Environment, 41: 605–619. <https://doi:10.1111/pce.13124>
- Houari, F. Z., Erenler, R., Hariri, A. (2022). Biological activities and chemical composition of *Rubia tinctorum* (L) root and aerial part extracts thereof. Acta Biologica Colombiana, 27(3): 430-414. <https://doi:10.15446/abc.v27n3.95476>
- Iqbal, B., Kong, F., Ullah, I., Ali, S., Li, H., Wang, J., Khattak, W.A., Zhou, Z., 2020. Phosphorus Application Improves the Cotton Yield by Enhancing Reproductive Organ Biomass and Nutrient Accumulation in Two Cotton Cultivars with Different Phosphorus Sensitivity. Agronomy, 10(2): 153-174. <https://doi.org/10.3390/agronomy10020153>
- Kudla, J.; Becker, D.; Grill, E.; Hedrich, R.; Hippler, M.; Kummer, U.; Parniske, M.; Romeis, T.; Schumacher, K. (2018). Advances and current challenges in calcium signaling. N. Phytol., 218: 414–431. <https://doi.org/10.1111/nph.14966>
- Lajko, E., Banyai, P., Zambo, Z., Kursinszki, L., Szoke, E., and Kohidai, L. (2015). Targeted tumor therapy by *Rubia tinctorum* L.: analytical characterization of hydroxyanthraquinones and investigation of their selective cytotoxic, adhesion and migration modulator effects on melanoma cell lines (A2058 and HT168-M1). Cancer Cell Int., 1-15. <https://doi: 10.1186/s12935-015-0271-4>
- Markovic, Z., Komolkin A. V., Egorov, A. V., Milenkovic, D., Jeremic, S. (2023). Alizarin as a potential protector of proteins against damage caused by hydroperoxyl radical. Chemico-Biological Interactions, 373, 110395. <https://doi.org/10.1016/j.cbi.2023.110395>
- Martins, D. and Nunez, C. V. (2015). Secondary Metabolites from Rubiaceae Species. Molecules. 20: 13422-13495. <https://doi.org/10.3390/molecules200713422>
- Mead, T. J. (2020). Alizarin Red and Alcian Blue Preparations to Visualize the Skeleton. Methods Mol Biol. 2043: 207-212. https://doi: 10.1007/978-1-4939-9698-8_17.
- Moghadami Rad, M., Khavari-Nejad, R. M., Saadatmand, S., Najafi, F. (2022). Effects of calcium carbonate and phosphorus fertilizer on some physiological parameters and alizarin content of *Rubia tinctorum* L. Iranian



Journal of Medicinal and Aromatic Plants Research, 38(3): 504-518.
<https://doi.org/10.22092/ijmapr.2022.356316.3077>

Murthy, H. N., Joseph, K. S., Paek, K. Y., Park, S. Y. (2022). Anthraquinone Production from Cell and Organ Cultures of *Rubia* Species: An Overview. *Metabolites*, 13(1): 39. <https://doi.org/10.3390/metabo13010039>

Shi, X., Zhang, Z., Dai, L., Zhang, G., Tian, J., (2018). Effects of calcium fertilizer application on absorption and distribution of nutrients in peanut under salt stress. *J. Appl. Ecol.*, 29: 3302–3310. <https://doi.org/10.13287/j.1001-9332.201810.026>

Siebenborn, S., Marquar, R., Yuce, S., and Turgut, I. (1997). Untersuchungen zur Inkulturnahme von Farberkrapp (*Rubia tinctorum*). In: Deutsch-Türkische Agrarforschung Symposium, Antalya, Turkey, 193-198.

Wang, J., Geng, Y., Zhang, J., Li, L., Guo, F., Yang, S., Zou, J., & Wan, S. (2023). Increasing Calcium and Decreasing Nitrogen Fertilizers Improves Peanut Growth and Productivity by Enhancing Photosynthetic Efficiency and Nutrient Accumulation in Acidic Red Soil. *Agronomy*, 13(7): 1924. <https://doi.org/10.3390/agronomy13071924>

Weng, X.; Li, H.; Ren, C.; Zhou, Y.; Zhu, W.; Zhang, S.; Liu, L. (2022). Calcium regulates growth and nutrient absorption in poplar seedlings. *Front. Plant Sci.*, 13: 887098. <https://doi.org/10.3389/fpls.2022.887098>

Xie, J., Gao, J., Cao, H., Li, J., Wang, X., Zhang, J., Meng, H., Hong, J., Li, T., Xu, M. (2020). Calcium carbonate promotes the formation and stability of soil macroaggregates in mining areas of China. *Journal of Integrative Agriculture*, 23(3): 1034-1047. <https://doi.org/10.1016/j.jia.2023.09.0>

Xing, Y., Zhu, Z., Wang, F., Zhang, X., Li, B., Liu, Z., Wu, X., Ge, S., Jiang, Y. (2021). Role of calcium as a possible regulator of growth and nitrate nitrogen metabolism in apple dwarf rootstock seedlings. *Sci. Hortic.*, 276: 109740. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2020.109740>



بررسی گیاه دارویی *Prangos ferulacea* از منظر اخلاقی در استان کهگیلویه و بویراحمد

علی رحیمی^{۱*}، یوسف عسکری^۱، محمدرضا چاکرالحسینی^۲

^{۱*}بخش تحقیقات جنگلها، مراتع و آبخیزداری، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان کهگیلویه و بویراحمد، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، یاسوج، ایران. (rahimi.ali1362@yahoo.com)

^۲بخش تحقیقات خاک و آب، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان کهگیلویه و بویراحمد، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، یاسوج، ایران

چکیده

از نظر اخلاق گیاهان دارویی، اهمیت، جایگاه و نقش رو به تزاید گیاهان دارویی در مدیریت پایدار به خصوص در ابعاد کلان توسعه اقتصادی، زیست محیطی، بهداشتی (خود کفایی دارویی)، اشتغال، امنیت غذایی و ذخایر ژنتیکی در عرصه ملی و جهانی به حدی است که می توان امروزه روند تعمیق، احیاء و نقش آنرا به ویژه در تامین دارو به عنوان یکی از شاخصه های توسعه در کشور مدنظر قرار داد. استان کهگیلویه و بویراحمد بواسطه موقعیت جغرافیایی خاص آن محل زیست گونه های گیاهی مختلفی است که برخی از آنها منحصر به فرد بوده و تنها در این استان امکان رویش دارند به گونه ای که این استان ۲۱۰۰ گونه گیاهی که ۲۸ درصد گونه های گیاهی کشور را شامل می شود در خود جای داده است. از این تعداد ۴۲۵ گونه، گیاهان دارویی می باشند اما در سالیان اخیر بخش قابل توجهی از این گونه ها به دلایل گوناگون در معرض خطر انقراض قرار گرفته اند. بر اساس نتایج محققان، از جمله گونه های گیاهان دارویی در معرض آسیب و انقراض این استان، گیاه دارویی جاشیر *Prangos ferulacea* به عنوان یکی از بهترین گیاهان مرتعی ایران می باشد. از منظر اخلاقی اقداماتی از جمله تشکیل بانک های ژن گیاهی، تعیین مناطق حفاظت شده جهت حفظ ذخایر ژنتیکی و کاشت گونه های در حال انقراض در باغ های گیاه شناسی و مزارع و آگاهی از تکنیک بهبود و افزایش قدرت جوانه زنی بذر و نیز پرایمینگ بذر وجود دارد. این گیاه خاصیت ضد میکروبی داشته و به عنوان سم زدای قوی شناخته می شود. به همین دلیل، از منظر اخلاقی در طب سنتی برای درمان بیماری های کلیوی، سیستم عصبی، درد مفاصل، ترمیم بافت استخوان، صرع، خونریزی و ... کاربرد دارد.

واژگان کلیدی: اخلاق، انقراض، کهگیلویه و بویراحمد، جاشیر، کاشت.



۱. مقدمه

تنوع اقلیمی موجود در ایران باعث بوجود آمدن زیستگاههای متنوعی از انواع گیاهان شده است (Fattahi et al., 2014). بروز بحرانهای زیست محیطی (تغییرات آب و هوا، بهره برداریهای غیر اصولی، تغییر کاربریها و...)، گونه های ارزشمند گیاهی را در معرض خطر انقراض قرار داده است (صفاییان و همکاران، ۱۳۸۹). گیاهان دارویی از دیرباز دارای جایگاه ویژه ای در نظام سنتی کشاورزی ایران بوده و استفاده از این گیاهان به عنوان دارو برای پیشگیری و درمان بیماریها از روزگاران کهن مورد توجه متخصصان طب سنتی قرار داشته است. گیاهان دارویی با منابع غنی از متابولیت های ثانویه، مواد موثره اساسی بسیاری از داروها را تامین می کنند. گرچه بیوسنتز متابولیت های ثانویه به صورت ژنتیکی کنترل می شود، ولی ساخت آنها به شدت توسط عوامل محیطی تحت تاثیر قرار می گیرد (رحیمی، ۱۳۹۶). گرایش به استفاده از گیاهان دارویی روز به روز در حال افزایش است چون بسیاری از داروهای مصنوعی و مواد شیمیایی که در طب مدرن استفاده می شوند، عوارض بسیاری داشته و اثرات آنها موقتی است. علاوه بر اهمیت روز افزون گیاهان دارویی در سطح جهان که به سرعت جانشین بسیاری از داروهای شیمیایی می شود، صادرات این گیاهان نیز می تواند منبع بزرگی از درآمد ارزی برای کشور باشد. ایران با برخورداری از سابقه تاریخی و استعداد های بالقوه جغرافیایی، اقلیمی و تنوع گونه های گیاهی می تواند پاسخگوی نیازهای جامعه بشری در زمینه گیاهان دارویی باشد. اهمیت، جایگاه و نقش رو به تزاید گیاهان دارویی در مدیریت پایدار به خصوص در ابعاد کلان توسعه اقتصادی، زیست محیطی، بهداشتی (خود کفایی دارویی)، اشتغال، امنیت غذایی و ذخایر ژنتیکی در عرصه ملی و جهانی به حدی است که میتوان امروزه روند تعمیق، احیاء و نقش آنرا به ویژه در تامین دارو به عنوان یکی از شاخصه های توسعه در کشور مدنظر قرار داد (رحیمی و همکاران، ۱۳۹۷). یکی از این گیاهان در ایران، گیاه دارویی جاشیر *Prangos ferulacea* است که اغلب به عنوان یکی از با ارزش ترین گیاهان علوفه ای، حفاظتی، دارویی و صنعتی معرفی شده است (صفاییان و همکاران، ۱۳۸۹). در این تحقیق از بین ۱۵ گونه موجود برای جاشیر با توجه به گسترش وسیع سازش گونه *Prangos ferulacea* در کشور ایران به مطالعه این گونه پرداخته شده است.

۲. مواد و روش ها

نویسنده با استفاده از نتایج یافته های بدست آمده از مطالعات و تحقیقات مرتبط و با کمک و استنادات از سایت های نشریات علمی معتبر و مرتبط و نیز کتب سایر محققین برای ارزیابی و مقایسه با استفاده از نظریه ها، ایده ها و تحقیقات مرتبط، به موضوع بررسی سازگاری گیاهان دارویی در شرایط دیم پرداخته است.

۳. نتایج

گیاهان یکی از ذخایر ارزشمند ژنتیکی جهان محسوب می شوند. پیش بینی می شود که بیش از ۱۵ تا ۴۰ درصد گونه های زنده، در سال ۲۰۵۰ انقراض پیدا خواهند کرد. مطالعات در مورد گونه های در حال انقراض و حفظ ذخایر ژنتیکی در دنیا، از سال ۱۹۶۰ به طور بسیار جدی مطرح شد. به طوری که سازمان های بین المللی در این راستا تشکیل شدند (توحیدفر و



حاجی برات، ۱۳۹۵). استان کهگیلویه و بویراحمد بواسطه موقعیت جغرافیایی خاص آن محل زیست گونه‌های گیاهی مختلفی است که برخی از آنها منحصر به فرد بوده و تنها در این استان امکان رویش دارند به گونه‌ای که این استان ۲۱۰۰ گونه گیاهی که ۲۸ درصد گونه‌های گیاهی کشور را شامل می‌شود در خود جای داده است. از این تعداد ۴۲۵ گونه، گیاهان دارویی می‌باشند اما در سالیان اخیر بخش قابل توجهی از این گونه‌ها به دلایل گوناگون در معرض خطر انقراض قرار گرفته‌اند (فتاحی و خوشدلی، ۱۳۹۵). از جمله گونه‌های گیاهان دارویی در معرض آسیب و انقراض این استان، بر اساس نتایج بررسی (نقی پور برج و همکاران، ۱۳۹۲)، گیاه دارویی جاشیر می‌باشد. جاشیر *Prangos ferulacea* (L.) Lindl، از خانواده چتریان، به عنوان یکی از بهترین گیاهان مرتعی ایران، از جمله گونه‌های گیاهی است که زادآوری آن به دلیل استفاده غیراصولی در معرض خطر قرار گرفته است (صفاییان و همکاران، ۱۳۸۹)، که بروز بحران‌های زیست‌محیطی (تغییرات آب و هوا، بهره‌برداری‌های غیراصولی، تغییر کاربری‌ها و ...)، این گونه ارزشمند گیاهی را در معرض خطر انقراض قرار داده است، به طوری که نجات این گونه و اکوسیستم دربردارنده آنها از نظر اخلاقی به مطالعات علمی دقیق نیازمند است. در ایران مشکلات بسیاری برای تولید گیاهان دارویی وجود دارد که باید در جهت رفع این مشکلات چاره‌ای اندیشید. تولید زراعی بهینه، پتانسیل یابی مناطق مستعد تولید هر گیاه دارویی، حمایت از شرکت های تولیدکننده مواد اولیه با استانداردهای جهانی، ایجاد مزارع کشت و صنعت نمونه گیاهان دارویی در کشور و همگی می‌توانند از راهکارهای موثر تولید گیاهان دارویی در ایران باشند (رحیمی و همکاران، ۱۳۹۷). از منظر اخلاقی برای حفظ گونه‌های در معرض آسیب و انقراض اقداماتی از جمله تشکیل بانک‌های ژن گیاهی، تعیین مناطق حفاظت شده جهت حفظ ذخایر ژنتیکی و کاشت گونه‌های در حال انقراض در باغ‌های گیاه‌شناسی و مزارع وجود دارد. جهت تشکیل بانک‌های ژن گیاهی و کاشت گونه‌ها در مزارع و وارد شدن آنها در تناوب با محصولات زراعی و یا ایجاد پایلوت جهت حفظ، نگهداری، تکثیر و پرورش گیاهان در حال انقراض استان نیازمند آگاهی از تکنیک بهبود و افزایش قدرت جوانه زنی بذر، استقرار و ایجاد یک گیاهچه کاملاً سالم و قوی و افزایش کارایی بالای گیاه در مزارع است. که بر اساس گزارشات (Boddy et al., 2012)، مشخص کردن دمای کاردینال و زمان‌گرایی مفید برای یافتن دمای مطلوب برای سریع‌ترین جوانه‌زنی، به عنوان یک معیار جهت توزیع گونه‌ها تحت سناریوهای تغییر اقلیم‌های مختلف، بسیار مفید می‌باشد و از طرفی پرایمینگ یکی از روش‌های بهبود کارکرد و افزایش کیفیت بذر برای جوانه‌زنی در شرایط نامساعد محیطی است (Basra and Ahmad, 2004) و پرایمینگ بذر یک روش فیزیولوژیکی است که کارایی بذر را برای جوانه زنی سریع و هماهنگ بهبود می‌بخشد (Mohammadi and Amir, 2010)، که از دیدگاه اخلاق، راهکارهای و اقدامات موثر یاد شده بالا را می‌توان در حفظ گونه‌های در معرض آسیب و انقراض و تولید گیاهان دارویی جاشیر *Prangos ferulacea* بکار برد. گیاه جاشیر *Prangos ferulacea* (L.) Lindl در طبقه‌بندی گیاهان متعلق به رده *Dicotyledone*، زیررده *Rosida*، راسته *Umbellales*، تیره *Apiaceae* و جنس *Prangos* است. جنس *Prangos* جزو زیرخانواده *Apiioideae* است که این زیر خانواده در تیره *Apiaceae* قرار دارد. این جنس در ایران ۱۵ گونه گیاه علفی چند ساله معطر و علوفه‌ای دارد (Mehregan, 2003). جنس جاشیر (*Prangos* Lindl.) متعلق به تیره چتریان است و ۱۵ گونه از آن در ایران



وجود دارد. جاشیر گیاهی دارویی و بومی نواحی جنوبی ایران است که در طب سنتی در درمان بسیاری از اختلالات گوارشی مورد استفاده است. سه گونه از این گیاه (*Prangos acaulis*, *Prangos platychoena* و *Prangos ferulacea*) در دو استان فارس و کهگیلویه و بویراحمد وجود دارد (آذرکیش و همکاران، ۱۳۹۷). گونه *Prangos ferulacea* گیاهی چند ساله، علفی، راست با بقیه پوشیده از تارهای رشته‌ای، ساقه استوانه‌ای به ارتفاع ۱۵ تا ۱۵۰ سانتی متر، برگها ۳ تا ۶ بار شانه‌ای غالباً با قطعات متعدد و خطی یا نخ‌شکل که غلاف برگ‌ها قاعده‌ای مشخص اغلب توسط گره‌ای از دم‌برگ جدا می‌شود. گل‌های چترهای انتهایی اصولاً نر ماده است؛ جانبی‌ها با گل‌های نر ماده و یا گل‌های نر است. برگ‌ها و برگ‌ها متعدد، درفشی تا خطی، دائمی یا ریزان یا تخم مرغی دائمی است. کاسبرگ‌ها مشخص یا نامشخص است. گلبرگ‌ها غالباً زرد یا به ندرت سفید در سطح خارجی بدون کرک یا زگیل‌دار یا کرک‌دار قرار گرفته است. پایک خامه کم و بیش تخت با لبه‌ای اغلب موج از میوه‌ها غالباً باریک‌تر است. میوه‌ها متقارن، کم و بیش به پهلوی فشرده، بیضوی باریک تا کروی و میکارپ‌ها بدون بال یا با ۵ بال راست یا موج یا چین‌دار، کامل یا کنگره‌ای است. میانبر میوه با ۵ قطعه بافت چوب پنبه‌ای در زیر پره‌های اولیه که در آن دسته‌های آوندی متمرکز شده است یا میانبر حاوی دسته‌های آوندی پراکنده است. کانال‌های هدایت شیرابه متعدد، آندوسپرم با لبه‌های به داخل خمیده، سطح داخلی میکارپ‌ها غالباً واژ تخم مرغی به ندرت گریزی یا گلابی شکل است (کفاش فرخند و همکاران، ۱۳۹۲). جاشیر با نام علمی *Prangos ferulacea* گیاهی دارویی و بومی نواحی جنوبی ایران است که در طب سنتی مورد استفاده قرار می‌گیرد (آذرکیش و همکاران، ۱۳۹۷). جاشیر جزو گیاهان دارویی شناخته شده و پرمصرف در نقاط گوناگون بویژه جنوب ایران و همچنین کشورهای خاورمیانه و مدیترانه است که برای درمان اختلالات گوارشی، اختلالات عصبی و درمان سرفه استفاده می‌شود. بررسی مطالعات، مشخص شد گیاه جاشیر اثرات دارویی متعددی همچون آنتی‌اکسیدان، ضد میکروب، ضد درد، ضد اسپاسم، و ضد دیابت دارد. نتایج نشان داد این گونه دارویی ترکیبات طبیعی ارزشمندی چون کومارین‌ها، فلاونوئیدها، گلیکوزیدهای آنها و ترپنوئیدهای اسانسی دارد. طی بررسی مطالعات، مشخص شد گیاه جاشیر اثرات دارویی متعددی همچون آنتی‌اکسیدان، ضد میکروب، ضد درد، ضد اسپاسم و ضد دیابت دارد که در مطالعات برون‌تنی و حیوانی به اثبات رسیده است (بهادری و همکاران، ۱۴۰۱). کاربردهای سنتی گیاه جاشیر در درمان بسیاری از بیماری‌ها و وجود ترکیبات گیاهی و دارویی ارزشمند در این گیاه می‌تواند زمینه‌ای را برای کشف داروهای با منشأ گیاهی در تولید آنتی‌بیوتیک‌ها، مسکن‌ها و داروهای درمان دیابت به وجود آورد و کلیدهایی را در انجام کارآزمایی‌های بالینی در اختیار دانشمندان قرار دهد (کفاش فرخند و همکاران، ۱۳۹۲). جاشیر گیاهی است که علاوه بر ارزش علوفه‌ای و دارویی می‌تواند به کنترل فرسایش خاک نیز کمک کند (بابایی‌دهکردی و همکاران، ۱۴۰۱). البته گیاه جاشیر علیه بیماری‌های گیاهی مورد استفاده قرار می‌گیرد که نماتودهای ریشه‌گرهی *Meloidogyne spp.* از جمله مهم‌ترین نماتودهای انگل گیاهی بوده که باعث کاهش عملکرد محصولات کشاورزی می‌گردند و آلودگی گیاه به این نماتود موجب ایجاد گال در ریشه و کاهش رشد و در نتیجه کم شدن عملکرد می‌شود. در یک بررسی که تاثیر گونه گیاهی جاشیر *Prangos ferulacea* علیه نماتود ریشه‌گرهی *M. javanica* گوجه‌فرنگی مورد بررسی قرار گرفت و در شرایط آزمایشگاهی، گیاه مورد بررسی در غلظت ۱٪ موجب مرگ و میر ۵۰



درصدی و در غلظت ۹٪ موجب مرگ و میر ۱۰۰ درصدی لارو سن دوم نمتود شدند. در بررسی های گلخانه ای، شاخص های رشدی گوجه فرنگی در تیمارهای بیش از ۰/۱۵٪ پودر برگ نسبت به تیمارهای شاهد افزایش معنی دار آماری داشتند. شاخص های نمتودی در تیمارهای بیش از ۰/۱٪ پودر برگ به طور معنی داری نسبت به شاهد کاهش یافت که در تیمارهای مایه زنی شده با ۰/۴۵٪ پودر برگ بیشترین میزان کاهش مشاهده گردید. (مظفری و همکاران، ۱۳۹۵). در تحقیقی شناسایی مواد متشکله و مطالعه اثرات ضد میکروبی اسانس گیاه جاشیر *Prangos ferulacea* (L.) Lindl نشان داد که از میان ۱۰ ترکیب شناسایی شده این گیاه، آلفاپینن (۳۶/۶ درصد)، بتاپینن (۳۱/۹ درصد) و بتافلاندرون (۱۱/۷ درصد) ترکیبات اصلی محسوب می شوند. بیشترین اثرات ضد میکروبی اسانس این گیاه علیه استافیلوکوکوس آرنئوس مشاهده شد و نتیجه گیری کرد که درصد قابل توجهی از اسانس مذکور را ترکیبات مونوترپن های هیدروکربنی تشکیل می دهند و تنها سزکویی ترین شناسایی شده در این اسانس بتاکاریوفیلن (۳/۱ درصد) است (امیری (۱۳۸۵). صفاپور و همکاران (۱۳۹۸) در پژوهشی، سازگاری مواد رنگزای طبیعی جاشیر، روناس و پوست انار بر روی نخ پشمی را مورد بررسی قرار دادند. نتایج نشان داد، منحنی قابلیت رنگرزی دو ماده رنگزای جاشیر و روناس مشابه یکدیگر می باشد. در حالی که قابلیت رنگرزی نخ پشمی با ماده رنگزای پوست انار در مقایسه با دو ماده رنگزای دیگر متفاوت است. بدین ترتیب تشابه قابلیت رنگرزی جاشیر و روناس نشان از سازگاری این مواد رنگزا دارد. در حالی که وجود تفاوت میان منحنی قابلیت رنگرزی پوست انار بیان گر سازگاری پایین این ماده در ترکیب با جاشیر و روناس می باشد. نتایج نهایی نشان داد، ماده رنگزای روناس و جاشیر در ترکیب با یکدیگر از درجه سازگاری خوب تا عالی برخوردار می باشند. بدین ترتیب امکان ترکیب دو ماده رنگزای روناس و جاشیر در یک حمام رنگرزی وجود دارد. در حالی که ترکیب پوست انار با هر یک از دو ماده رنگزای روناس و جاشیر موجب بروز سازگاری پایین با درجه خیلی ضعیف تا ضعیف می شود. بدین دلیل می توان اذعان داشت ترکیب دو ماده رنگزای روناس و جاشیر با پوست انار وجود ندارد. همچنین در تحقیقی (سلطانی بند و همکاران، ۱۳۸۹)، نقش آنتی دیابتیک عصاره هیدروالکلی این گیاه در درمان موش های صحرایی دیابتی شده با استرپتوز و توسین مورد بررسی قرار گرفت. نتایج حاصل حاکی از کاهش معنی دار سطح گلوکز خون در گروه تیمار شده با عصاره ساقه و برگ جاشیر و نیز ترمیم بافت پانکراس بود. لذا از نظر اخلاقی می توان عصاره این گیاه را به عنوان یک داروی آنتی دیابتیک طبیعی و بدون عوارض جانبی به عنوان جایگزینی برای داروهای شیمیایی موجود، پیشنهاد نمود.

۴. بحث و نتیجه گیری

جاشیر با نام علمی *Prangos ferulacea* گیاهی دارویی و بومی نواحی جنوبی ایران است که از نظر اخلاقی در طب سنتی در درمان بسیاری از اختلالات مورد استفاده بوده و تحقیقات متعددی در جهت شناسایی ترکیبات گیاهی و خواص درمانی آن انجام گرفته است. در استان کهگیلویه و بویراحمد در کوه دنا به وفور جاشیر می روید که برای دام زده می شود که خطر انقراض و تخریب گونه های گیاهی و جانوری در کوه دنا بسیار زیاد می باشد. جاشیر خرا یعنی قابل خوردن برای انسان در استان کهگیلویه و بویراحمد نیز یافت می شود. بروز بحران های زیست محیطی (تغییرات آب و هوا، بهره برداری های غیر اصولی، تغییر کاربری ها و ...)، این گونه ارزشمند گیاهی را در معرض خطر انقراض قرار داده است، به طوری که از دیدگاه



اخلاقی نجات این گونه و اکوسیستم دربردارنده آنها به مطالعات علمی دقیق نیازمند است. تولید زراعی بهینه، پتانسیل یابی مناطق مستعد تولید هر گیاه دارویی، حمایت از شرکت های تولیدکننده مواد اولیه با استانداردهای جهانی، ایجاد مزارع کشت و صنعت نمونه گیاهان دارویی در کشور و همگی می توانند از راهکارهای موثر تولید گیاهان دارویی در ایران از منظر اخلاقی باشند. کاربردهای سنتی گیاه جاشیر در درمان بسیاری از بیماری ها و وجود ترکیبات گیاهی و دارویی ارزشمند در این گیاه می تواند زمینه ای را برای کشف داروهای با منشا گیاهی در تولید آنتی بیوتیک ها، مسکن ها و داروهای درمان دیابت از نظر اخلاقی به وجود آورد و علاوه بر ارزش علوفه ای و دارویی و رنگرزی می تواند به کنترل فرسایش خاک و علیه بیماری های گیاهی نیز کمک کند.

منابع

- آذریکیش، پ.، مقدم، م.، قاسمی پیربلوطی، ع. ا. و ف. خاکدان. ۱۳۹۷. تغییر در خصوصیات ریختی، محتوای فنل کل و فعالیت آنتی اکسیدانی جمعیت های مختلف سه گونه از جنس جاشیر (*Prangos spp.*) جمع آوری شده از رویشگاه های استان های فارس و کهگیلویه و بویراحمد. اکوفیتوشیمی گیاهان دارویی، ۶(۳): ۱-۲۰.
- امیری، ح. ۱۳۸۵. شناسایی مواد متشکله و مطالعه اثرات ضد میکروبی اسانس گیاه جاشیر *Prangos ferulacea* (L.) Lindl. فصلنامه گیاهان دارویی، ۶(۲۱): ۳۶-۴۱.
- بابایی دهکردی، ف.، ابراهیمی، ع. ا.، نقی پور، ع. ا. و م. حیدریان، م. ۱۴۰۱. پراکندگی جغرافیایی بالقوه گونه جاشیر (*Prangos ferulacea* (L.) Lindl.) تحت سناریوهای تغییر اقلیم در استان چهارمحال و بختیاری. حفاظت زیست بوم گیاهان، ۱۰(۲۰): ۲۲۴-۲۰۷.
- توحیدفر، م. و ز. حاجی برات. ۱۳۹۵. نجات گونه های گیاهی در حال انقراض با استفاده از تراریخته. مجله ایمنی زیستی. ۹(۴): ۲۳-۳۱.
- رحیمی، ع. ۱۳۹۶. تأثیر قارچ مایکوریزا بر خصوصیات فیزیولوژیکی، مواد مؤثره و عملکرد گیاه دارویی (*Borago officinalis* (L.) گاوزبان تحت تنش آب، رساله ی دکتری، دانشگاه یاسوج. ۱۰۶ص.
- رحیمی، ع.، صلاحی اردکانی، ع.، جعفری نژاد بسطامی، م. و ج. عبدی پور. ۱۳۹۷. بررسی وضعیت و موانع تولید گیاهان دارویی در ایران، نهمین همایش سراسری کشاورزی و منابع طبیعی پایدار، تهران. <https://civilica.com/doc/822695>
- سلطانی بند، خ.، فرخی، ف.، توگمه چی، ا. و ن. کفاش فرخد، ن. ۱۳۸۹. اثر عصاره هیدروالکلی گیاه جاشیر بر درمان دیابت نوع دوم. همایش ملی گیاهان دارویی. <https://sid.ir/paper/821116/fa>. SID.
- صفایان، ر. و ح. آذرنیوند. ۱۳۸۹. بررسی تاثیر برخی تیمارها بر شکست خواب و بهبود جوانه زنی بذر گیاه جاشیر (*Prangos ferulacea*). تحقیقات مرتع و بیابان ایران، ۱۷(۲) (پیاپی ۳۹): ۳۳۱-۳۳۹.
- صفاپور، س.، شاه پرووری، م. ر. و ک. ا. قرنجیگ. ۱۳۹۸. بررسی سازگاری مواد رنگرزی طبیعی جاشیر، روناس و پوست انار در رنگرزی نخ پشمی. مجله علوم و فناوری رنگ، ۱۳(۱): ۲۵-۳۷.



فتاحی، س. و ف. خوشدلی. ۱۳۹۵. مسئله شناسی راهبردی توسعه در استان کهگیلویه و بویراحمد. مرکز بررسیهای استراتژیک ریاست جمهوری است. صفحه ۱۰-۲۵

کفاش فرخند، ن.، اسدی سامانی، م. و ب. خالدی فر. ۱۳۹۲. مروری بر ترکیبات ثانویه و اثرات فارماکولوژیکی گیاه دارویی جاشیر. مجله دانشگاه علوم پزشکی شهرکرد، ۱۵ (۳): ۹۸-۱۰۸.

نقی پور برج، ع. ا.، نوروزی، م. و ج. بشری. ۱۳۹۳. بررسی فلور، شکل زیستی و پراکنش جغرافیایی گیاهان منطقه حفاظت شده میمند، کهگیلویه و بویراحمد، ایران. تاکسونومی و بیوسستماتیک، ۶ (۱۹): ۶۷-۸۲ مظفریان، ش.، عبدالحی، م. و ح. ا. چاره گانی. ۱۳۹۵. اثر بازدارندگی عصاره جاشیر (*Prangos ferulacea*) و مرزه (*Satureja hortensis*) بر نماتود ریشه گرهی (*Meloidogyne javanica*). بیماریهای گیاهی، ۵۲ (۴): ۴۶۴-۴۴۵.

- Basra, S. M. A., Ashraf, M., Iqbal, N., Khaliq, A., and Ahmad, R. 2004. Physiological and biochemical aspects of pre- sowing heat stress on cotton seed. *Seed Sci, Technol.* 32:765-774.
- Boddy, L.G., Bradford, K.J., and Fischer, A.J. 2012. Population-based threshold models describe weed germination and emergence patterns across varying temperature, moisture and oxygen conditions. *Journal of Applied Ecology*, 49(6) : 1225-1236.
- Fattahi, B., Nazeri, V. and Kalantari, S., 2014. Evaluation of different ecotypes of *Salvia reuterana* Bioss. in Iran. *Journal of Crop Production and Processing*, 4: 133-148.
- Mehregan SESI. 2003. Chemical composition of the essential oil of *Prangos asperula* Boiss. Subsp. *haussknechtii* (Boiss.) Herrnst. *Etheyn fruits*. *DARU Journal of Pharmaceutical Sciences* 11 (2): 79-81.
- Mohammadi, G. R., and Amiri, F. 2010. The effect of priming on seed performance of canola (*Brasica napus* L.) under drought stress. *American-Eurasian Journal of Agriculture and Environment. Science*, 9 (2): 202-207.



بررسی تنش آبی بر عملکرد گیاهان دارویی

علی رحیمی^۱، محمدرضا چاکرا الحسینی^۲، یوسف عسکری^۳

^۱ بخش تحقیقات جنگلها، مراتع و آبخیزداری، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان کهگیلویه و بویراحمد، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، یاسوج، ایران. (rahimi.ali1362@yahoo.com)

^۲ بخش تحقیقات خاک و آب، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان کهگیلویه و بویراحمد، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، یاسوج، ایران.

^۳ بخش تحقیقات جنگلها، مراتع و آبخیزداری، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان کهگیلویه و بویراحمد، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، یاسوج، ایران.

چکیده

تنش آبی یکی از مهمترین عوامل اکولوژیکی مؤثر بر رشد، نمو و عملکرد گیاهان است و تنش آبی به دلیل کاهش جذب آب و عناصر غذایی گیاه و ایجاد اختلال در عمل روزنه‌ها و سیستم فتوسنتزی، موجب کاهش عملکرد و صفات مورفولوژیک گیاهان مختلف شده است. به نظر می‌رسد که قارچ میکوریزا به دلیل افزایش جذب آب و مواد غذایی و انتقال بهتر این مواد در اندام گیاهی و نیز افزایش فتوسنتز گیاه منجر به ساخته شدن مواد فتوسنتزی بیشتر شده و موجب افزایش عملکرد و صفات مورفولوژیک گیاهان مختلف شده است. همچنین تنش آبی به دلیل کاهش جذب آب و عناصر غذایی گیاه و ایجاد اختلال در عمل روزنه‌ها و سیستم فتوسنتزی، موجب کاهش وزن تر و خشک گیاهان مختلف شده است و قارچ میکوریزا به دلیل افزایش جذب آب و مواد غذایی و انتقال بهتر این مواد در اندام گیاهی و همچنین افزایش فتوسنتز گیاه منجر به ساخته شدن مواد فتوسنتزی بیشتر شده و در نتیجه موجب افزایش وزن تر و خشک گیاهان مختلف شده است. با افزایش رطوبت خاک، شاخص برداشت کاهش یافت و به نظر می‌رسد که این کاهش شاخص برداشت به دلیل رشد رویشی و رقابت اندام‌های سبزینه‌ای با اندام‌های زایشی گیاهان بود که در نتیجه مواد فتوسنتزی کمتری به دانه اختصاص یافت و موجب کاهش شاخص برداشت گیاهان گردید، اما قارچ میکوریزا به دلیل افزایش جذب آب و مواد غذایی و انتقال بهتر این مواد در اندام گیاهی، خصوصاً بعد از زمان گرده‌افشانی موجب افزایش شاخص برداشت گیاهان مختلف شده است.

واژگان کلیدی: تنش آبی، عملکرد، عوامل اکولوژیکی، قارچ میکوریزا، وزن خشک



۱. مقدمه

خشکسالی و تنش ناشی از آن، مهم ترین و رایج ترین تنش محیطی است که هر ساله خسارت های هنگفتی به محصولات جهان، بخصوص ایران، وارد می نماید (صباح پور، ۱۳۸۲) و در بین عوامل بازدارنده محیطی بر رشد و عملکرد گیاهان زراعی، باغی و دارویی، تنش کمبود آب مهم ترین عامل کاهش تولید بخصوص در مناطق خشک و نیمه خشک به شمار می رود (Reddy et al., 2004). کمبود آب در جریان تولید گیاهان می تواند صدمات سنگینی به رشد و نمو و همچنین مواد مؤثره دارویی گیاهان وارد نماید (امید بیگی، ۱۳۷۹). شناسایی زمان بحرانی و زمان بندی بر مبنای یک برنامه دقیق و اساسی برای گیاه، کلیدی برای نگهداری آب، بهبود عملیات آبیاری و قابلیت تحمل گیاه به کمبود آب در کشاورزی است (Ngouajio et al., 2007).

رشد سلول ها یکی از فرایندهای حساس فیزیولوژیکی وابسته به کاهش فشار تورژسانس است. رشد گیاه بر اثر تولید سلول های دختری در تقسیم سلول های مریستمی و افزایش در ابعاد سلول های جوان ایجاد می شود و در شرایط کمبود آب، با قطع جریان آب از آوند چوب به سلول ها، از طویل شدن سلول های گیاهان جلوگیری می شود. در نتیجه تنش کمبود آب سبب کاهش رشد و عملکرد می شود. با افزایش تنش کمبود آب، قطر ساقه و ارتفاع گیاه کاهش پیدا می کند و این کاهش به طویل نشدن سلول ها بر اثر تنش کمبود آب نسبت داده می شود. همچنین با کاهش پتانسیل آب، تعداد و اندازه برگ کاهش پیدا می کند. کاهش ایجاد شده در شاخص سطح برگ توسط تنش کمبود آب به دلیل جلوگیری از افزایش رشد برگ توسط کاهش فتوسنتز است. اثر رایج تنش خشکی روی گیاهان، کاهش در وزن خشک و تر گیاه است (Anjam et al., 2011)، و این اثر تنش خشکی را می توان این گونه بیان داشت که به طور کلی، کمبود آب در هر مرحله از رشد گیاه جذب، انتقال و مصرف عناصر غذایی را کاهش می دهد. کاهش رشد بر اثر تنش کمبود آب تا حدودی به اثرات تغذیه ای مربوط می شود (Narayanan, 1992).

در سال های اخیر برای مقابله با کم آبی و تنش خشکی قارچ های میکوریزای وزیکولار آربوسکولار در بسیاری از گیاهان مورد استفاده قرار گرفته است. قارچ های میکوریزای وزیکولار آربوسکولار یکی از انواع کودهای زیستی بوده که دارای رابطه همزیستی مسالمت آمیز با ریشه گیاهان است (Gogoi and Singh, 2011). تاثیر مثبت این قارچ بر برخی گیاهان مختلف گزارش شده است (Moradi et al., 2011; Karagianidis et al., 2012). البته در یک بررسی، رابطه همزیستی و تاثیر مثبت قارچ های میکوریزا بر روی گیاه دارویی گاوزبان هندی (*Plectranthus amboinicus*) نشان داده شد و قارچ های میکوریزا حدود ۹۲ درصد کلونیزاسیون روی ریشه این گیاه نشان دادند و موجب افزایش عملکرد گاوزبان هندی شدند (Hemalatha and Selvaraj, 2003). قارچ های میکوریزا همزیست اجباری بیش از ۸۰ درصد خانواده های گیاهی می باشند و در شرایط مختلف و به خصوص در مواردی که گیاه با محدودیت ها و از جمله تنش های محیطی مواجه باشد، بقاء و افزایش رشد و نمو گیاه میزبان را مورد حمایت قرار می دهد. در شرایط تنش، فشردگی حضور میکوریزا باعث اختصاص بیشتر کربن به ریشه گیاه شده و لذا رشد ریشه و گسترش طولی آن افزایش می یابد که به دلیل افزایش سطح تماس ریشه با خاک و در نتیجه افزایش جذب آب و مواد غذایی در ناحیه تخلیه ریشه می باشد (کوچکی و همکاران، ۱۳۹۰). هیف های قارچ میکوریزا



می توانند به منافذ بسیار ریزی که حتی تارهای کشنده قادر به نفوذ در آنها نیستند، وارد شده و باعث افزایش میزان جذب آب گردند (Tisdall, 1991). قارچ های همزیست، مواد کربوهیدراتی را عمدتاً به شکل ساکارز از گیاه دریافت و عناصر غذایی (عمدتاً فسفر) را در اختیار گیاه قرار می دهند (Marulanda and Barea, 2009). به این ترتیب که عناصر غذایی از غشای آربوسکول از طریق حامل های غشایی، که با شیب پروتون عمل می کنند، به صورت فعال در اختیار گیاه قرار می گیرد و مواد کربوهیدراتی موجود در آوند آبکش گیاه، ابتدا توسط قارچ به گلوکز و فروکتوز تبدیل شده و سپس توسط حامل ها جذب می گردد (Smith et al., 2010). در همین راستا نویسنده به بررسی تنش های آبی در گیاهان دارویی پرداخته است.

۲. مواد و روش ها

نویسنده با استفاده از نتایج یافته های بدست آمده از مطالعات و تحقیقات مرتبط و با کمک و استنادات از سایت های نشریات علمی معتبر و مرتبط و نیز کتب سایر محققین برای ارزیابی و مقایسه با استفاده از نظریه ها، ایده ها و تحقیقات مرتبط، به موضوع بررسی تنش های آبی در گیاهان دارویی پرداخته است.

۱-۲. اثر تنش آبی بر صفات کمی و مورفولوژیک

وقتی گیاه با خشکی مواجه شود، روزنه های نیمه بسته یا بسته می گردد و این موضوع موجب کاهش جذب CO_2 می شود، همچنین گیاه در هنگام تنش خشکی، سطح برگ خود را کاهش داده و از شاخه های جانبی و ارتفاع خود می کاهد و این امر سبب کاهش تولید مواد فتوسنتزی می گردد. در شرایط تنش، کاهش عملکرد اندام هوایی با کاهش شاخ و برگ همراه می باشد. در گیاه گشنیز به دلیل کاهش مواد فتوسنتزی در هنگام تنش خشکی، عملکرد اندام هوایی، ارتفاع، سطح برگ و وزن هزار دانه کاهش یافت (علی آبادی فراهانی و ولدآبای، ۱۳۸۹). تنش خشکی از جمله تنش های محیطی مهم است که با ایجاد اختلال در عمل روزنه ها و سیستم فتوسنتزی موجب کاهش عملکرد گیاه معنا شد (Soha et al., 2010).

در مطالعه تنش خشکی بر روی گیاه گاوزبان نشان داده شد که تحت تنش خشکی کمتر، میزان سبز شدن سطح مزرعه آزمایشی گیاه گاوزبان افزایش یافت (Ghassemi-Golezani et al., 2013) و حیدری و مینایی (۱۳۹۳) با بررسی تأثیر تنش خشکی بر عملکرد گل و غلظت عناصر غذایی پرمصرف در گاوزبان (*Borago officinalis* L.) نشان دادند که اعمال آبیاری تا سطح ۷۰ درصد ظرفیت زراعی مزرعه سبب افزایش عملکرد گل تولیدی، عملکرد زیست توده، تعداد شاخه های جانبی و عملکرد سرشاخه گل دار شد، همچنین سبب بالا رفتن غلظت عناصر غذایی کلسیم، پتاسیم، و فسفر در اندام های برگ و گل شد. با بالا رفتن شدت تنش و رسیدن رطوبت خاک به ۵۰ درصد ظرفیت زراعی مزرعه، مقادیر این صفات کاهش یافتند، همچنین اکبری نیا و همکاران (۱۳۸۶) در بررسی تأثیر دور آبیاری بر عملکرد گل گاوزبان ایرانی نشان دادند که با افزایش دفعات آبیاری عملکرد گل افزایش یافت. بیشترین و کمترین مقدار عملکرد گل این گیاه به ترتیب مربوط به تیمارهای ۷ روزی یکبار آبیاری و بدون آبیاری بود. طول دوره گلدهی در دور آبیاری ۷ روز بیش از ۲ برابر آن در شرایط بدون آبیاری بود. البته کارایی مصرف آب در دور آبیاری ۱۴ روزی یکبار، نسبت به بقیه تیمارها، بیشترین مقدار را نشان داد.

تنش کمبود آب به طور دائم یا موقت، در رشد و توزیع پوشش طبیعی گیاهان و در عملیات کشت، از عوامل محیطی



محدود کننده است. در یک بررسی، زیست توده گیاه گاوزبان تحت تیمارهای تنش خشکی ۱۲۰ و ۱۵۰ میلی متر تبخیر آب از تشتک تبخیر کاهش معنی داری پیدا کرد. افزایش محدودیت آب منجر به کاهش ۳۱/۸ تا ۶۰/۲ درصد وزن خشک دانه گردید (Dastborhan et al., 2013). همچنین نتایج تحقیقی نشان داد که تشدید کمبود آب (سطح تنش متوسط و شدید) سبب کاهش ارتفاع بوته، وزن برگ، وزن ساقه و اندام هوایی، وزن و حجم ریشه گیاه دارویی زوفا شد. با این وجود نسبت وزن خشک ریشه به اندام هوایی با افزایش سطوح کمبود آب افزایش پیدا کرد (رسام و همکاران، ۱۳۹۳) و تنش خشکی نیز اثر معنی داری بر پارامترهای رشدی و عملکرد اندام رویشی آویشن داشت و در گزارشی دیگر، تنش خشکی ارتفاع بوته، عملکرد گل و ساقه بابونه را کاهش داد و گیاه موفق به حفظ پتانسیل آب برای تولید زیست توده تحت شرایط تنش خشکی شد (Baghalian et al., 2011). با افزایش تنش کمبود آب، ارتفاع بوته، تعداد ساقه جانبی، وزن خشک و وزن تر اندام رویشی، حجم ریشه، وزن تر و خشک ریشه و طول ریشه آویشن کاهش نشان داد (بابایی و همکاران، ۱۳۸۹) و در گیاه اسفرزه، قاسمی سیانی و همکاران (۱۳۹۰) نشان دادند که اثر فواصل آبیاری بر عملکرد دانه، ارتفاع بوته، تعداد سنبله در بوته و طول سنبله گیاه اسفرزه معنی دار، ولی بر تعداد پنجه در بوته، تعداد دانه در سنبله و وزن هزار دانه معنی دار نبود. بیشترین عملکرد بذر گیاه با آبیاری ۷ روز بدست آمد. در آزمایشی روی بادرنجبویه بیشترین تجمع ماده خشک در شرایط بدون تنش حاصل گردید و با افزایش شدت تنش این صفت کاهش یافت (اردکانی و همکاران، ۱۳۸۹).

همچنین (Pirzad et al., 2006)، با مطالعه رژیم های آبیاری روی بابونه نشان دادند که بیشترین عملکرد گل خشک از تیمار آبیاری در ۸۵ درصد ظرفیت مزرعه حاصل شد، ولی تفاوت معنی داری بین تیمار آبیاری در ۸۵ درصد ظرفیت زراعی و تیمار آبیاری در ۷۵ درصد ظرفیت مزرعه وجود نداشت. در تحقیقی دیگر تجزیه آماری داده ها نشان داد که تنش خشکی تأثیر معنی داری بر عملکرد دانه گیاه دارویی سیاه دانه دارد. به طوری که عملکرد دانه در تیمار ۱۵۰ میلیمتر در مقایسه با تیمار ۵۰ میلی متر تبخیر از سطح تشتک ۲۲/۸ درصد کاسته شد. تنش خشکی بجز وزن هزار دانه، تأثیر معنی داری بر کلیه اجزای عملکرد دانه گیاه دارویی سیاه دانه شامل زیست توده، تعداد کپسول در بوته و تعداد دانه در کپسول داشته و سبب کاهش آنها گردید، به نحوی که بیشترین مقدار کاهش در بالاترین سطح تنش، مربوط به تعداد دانه در کپسول به میزان ۳۱/۶۴ درصد بود (رضاپور و همکاران، ۱۳۹۰).

نتایج حاصل از یک بررسی نشان داد که پس از آغاز تیمارهای خشکی، خصوصیات رویشی مانند ارتفاع ساقه، تعداد و مساحت سطح برگ، طول ریشه، وزن خشک برگ، ساقه و ریشه گیاه مرزه با افزایش تنش خشکی به طور معنی داری کاهش یافتند و تلقیح با قارچ میکوریزا، خصوصیات رویشی گیاه مرزه را در شرایط تنش خشکی در مقایسه با گیاهان تلقیح نشده به طور معنی داری افزایش داد. به طور کلی، کاربرد قارچ میکوریزا سبب افزایش مقاومت به تنش خشکی در گیاه مرزه شد (اسماعیل پور و همکاران، ۱۳۹۲). با افزایش تخلیه آب قابل استفاده خاک، تعداد فندقه در بوته، تعداد دانه در بوته، تعداد گل در بوته، طول گل آذین، ارتفاع بوته و تعداد شاخه جانبی دو گونه بالنگو (*Lallemantia royleana & iberica*)، کاهش یافت، اما وزن دانه در بوته و وزن هزار دانه روند افزایشی نشان دادند. عملکرد دانه از سطح ۴۰ درصد به سطح ۶۰ درصد تخلیه



آب قابل استفاده خاک، ۴۳/۸۴ درصد کاهش یافت (ملکی‌فراهانی و عبدالهی، ۱۳۹۳). حسنی (۱۳۸۵) در خصوص تأثیر تنش کم آبی در گیاه بادرشبو، دریافت که با کاهش میزان رطوبت خاک، ارتفاع بوته، قطر ساقه و عملکرد گیاه کاهش یافته است. نتایج حاصل از پژوهشی نشان داد که افزایش تنش خشکی باعث کاهش عملکرد و اجزای عملکرد گیاه گشنیز گردید. بطور کلی، بالاترین عملکرد گیاه در شرایط عدم تنش خشکی در مرحله دانه بندی بدست آمد (احمدیان و نورزاد، ۱۳۹۳).

۲-۲. اثر قارچ مایکوریزا بر صفات کمی و مورفولوژیک

نتایج تحقیقی نشان داد که کلونیزه شدن ریشه گیاه آویشن (*Thymus vulgaris* L.) با قارچ مایکوریزا *G. mosseae* سبب افزایش وزن خشک کل گیاه، برگ، ساقه، ریشه و ارتفاع گیاه آویشن شد (عظیمی و همکاران، ۱۳۹۲). دو گونه قارچ مایکوریزا *Glomus macrocarpum* و *Glomus fasciculatum* با توسعه شاخ و برگ گیاه دارویی درمنه (*Artemisia annua* L.) سبب افزایش عملکرد ماده خشک در این گیاه گردید (Chaudhary et al., 2007) و قاسمی و همکاران (۱۳۹۲) نشان دادند که بیشترین عملکرد دانه گیاه دارویی اسفرزه (۱۶۶ کیلوگرم در هکتار) با به کارگیری مایکوریزا بدست آمد. نتایج تحقیقی نشان داد که قارچ مایکوریزا *Glomus mosseae* در شرایط تنش خشکی سبب افزایش عملکرد زیستی در گیاه دارویی پونه (*Origanum* sp.) گردید و وضعیت ریشه این گیاه را بهبود بخشید و سبب افزایش وزن هزار دانه نیز گردید (Khaosaad et al., 2006). تأثیر تنش خشکی بر تمام خصوصیات مورد مطالعه گیاه شنبلیله (*Trigonella foenum-graecum* L.) معنی دار بود، به طوری که تنش شدید خشکی، تعداد برگ در گیاه، ارتفاع ساقه و طول ریشه را به ترتیب ۲۲/۲، ۲/۹ و ۲۶/۳ درصد نسبت به شاهد (بدون تنش) کاهش داد. اثر متقابل قارچ مایکوریزا و تنش خشکی بر عملکرد دانه شنبلیله معنی دار بود. در بین سه گونه قارچ مورد استفاده (*Glomus intraradices*، *G. versiform*، *G. mosseae*)، گونه *G. mosseae* عملکرد بهتری در بهبود صفات در شرایط تنش خشکی داشت. در نتیجه می توان چنین بیان داشت که در شدت های مختلف تنش خشکی، استفاده از قارچ های مایکوریزا می تواند در کاهش اثرات تنش خشکی و افزایش عملکرد دانه شنبلیله مؤثر واقع گردد (بیژنی و همکاران، ۱۳۹۴). نتایج بررسی اسکندری نصرآبادی و همکاران (۱۳۹۱) حاکی از آن بود که قارچ مایکوریزا باعث افزایش عملکرد دانه گیاه دارویی ماریتیغال (*Silybum marianum*) شد. نتایج بررسی دیگری نشان داد که بین تیمارهای تلقیح بذر و نشاء آویشن کرک آلود (*Thymus pubescens* Boiss.) با کودهای زیستی به لحاظ تعداد پنجه، تعداد ساقه فرعی، ارتفاع گیاه، درصد زنده مانی نشاء، درصد آلودگی نشاء و عملکرد اندام هوایی در سطح احتمال یک درصد و بر درصد گلدهی در سطح احتمال پنج درصد اختلاف معنی دار مشاهده گردید. تلقیح بذر و نشاء آویشن کرک آلود با *G. intraradices* بیشترین ارتفاع گیاه، عملکرد اندام هوایی و تعداد ساقه های فرعی را داشت (کارگر حاجی آبادی و همکاران، ۱۳۹۴).

در یک بررسی (Fritash et al., 2004) بر روی گیاه دارویی نعنا، گونه های مختلفی از قارچ مایکوریزا (*Glomus clarum* و *Glomus etunicatum*) را به کار بردند و نتایج آن ها نشان داد که همزیست شدن ریشه نعنا با قارچ مایکوریزا، عملکرد زیستی را به میزان قابل توجهی افزایش داد. تنش خشکی باعث کاهش رشد گیاه گوش خرسحرایبی (*Knautia arvensis*) شد ولی قارچ مایکوریزا باعث افزایش رشد این گیاه گردید (Doubková et al., 2013). در یک تحقیقی تنش



کنبود آب باعث کاهش ارتفاع گیاه مرزنجوش (*Origanum vulgare* L.) شد، در صورتی که تلقیح قارچ میکوریزا با گیاه مرزنجوش، باعث افزایش ارتفاع گیاه گردید و گیاه تلقیح شده با قارچ میکوریزا مقاومت بیشتری به تنش کنبود آب نشان داد (Khalil and Noemani, 2015).

نتایج یک بررسی نشان داد که اثر تنش کنبود آب و قارچ میکوریزا بر تعداد برگ گیاه کدوی تخمه کاغذی Pumpkin (*Cucurbita moschata*) معنی دار و افزایش تنش کنبود آب باعث کاهش تعداد برگ شد، ولی قارچ میکوریزا تعداد برگ این گیاه را افزایش داد (Baghdadi et al., 2012). بررسی ها نشان داد که ریشه ریحان با قارچ میکوریزا در حد قابل قبول بین ۷۰-۶۰ درصد همزیستی ایجاد نموده است. از طرفی تلقیح قارچ میکوریزا با ریشه گیاه ریحان به طور معنی داری سبب افزایش شاخص های رشد گیاه (شاخص سطح برگ، ارتفاع، وزن تر و خشک اندام های هوایی) در مقایسه با بوته های شاهد شد (شریفی و همکاران، ۱۳۹۰).

۳-۲. اثر تنش آبی و قارچ میکوریزا بر وزن خشک و تر گیاه

اثر رایج تنش کنبود آب روی گیاهان، کاهش در وزن خشک و تر گیاه است (Anjam et al., 2011)، و این اثر را می توان این گونه بیان داشت که به طور کلی، کنبود آب در هر مرحله از رشد گیاه جذب، انتقال و مصرف عناصر غذایی را کاهش می دهد و در نتیجه کاهش در وزن خشک و تر رخ می دهد (Narayanan, 1992). نتایج یک بررسی نشان داد که وزن تر اندام هوایی گیاه گوآر (*Cyamopsis tetragonoloba* L.) در شرایط تنش خشکی کاهش یافت، اما قارچ *G. mosseae* باعث افزایش شاخص مذکور در شرایط تنش خشکی گردید (Kadin et al., 2014) و (Heidari and Nazari, 2014). در بررسی اثر قارچ میکوریزا بر گیاه دارویی و زینتی آهار *Zinnia (Zinnia Elegance. Dreamland Red.)* دریافتند که قارچ میکوریزا باعث افزایش وزن خشک گیاه آهار گردید. نتایج یک بررسی نشان داد که اثر تنش کنبود آب و قارچ بر وزن خشک برگ گیاه کدوی تخمه کاغذی Pumpkin (*Cucurbita moschata*) معنی دار و افزایش تنش کنبود آب باعث کاهش وزن خشک برگ گردید، ولی قارچ میکوریزا وزن خشک برگ این گیاه را افزایش داد (Baghdadi et al., 2012). وزن خشک اندام هوایی گیاه گوآر در شرایط تنش خشکی کاهش یافت، اما قارچ *G. mosseae* باعث افزایش شاخص مذکور در شرایط تنش خشکی گردید (Kadin et al., 2014).

نتایج آزمایشی نشان داد که تنش خشکی موجب کاهش شاخص های رشد نظیر ارتفاع گیاه، وزن ماده خشک برگ و ریشه و طول ریشه گیاهان تره فرنگی و دو توده تره ایرانی گردید. با این وجود، کلونیزاسیون میکوریزایی در تمام سطوح تنش خشکی باعث افزایش این شاخص ها گردید. طول ریشه کلونی شده و درصد کلونیزاسیون ریشه توسط تنش خشکی کاهش یافت، اما درصد پاسخ رشد میکوریزایی در شرایط تنش خشکی افزایش یافت. در بین توده ها، تره شادگان (*Allium porrum* L.) با داشتن ریشه های کم انشعاب و کوتاه به کلونیزاسیون میکوریزایی بیشتر از دو توده دیگر وابسته بود. نتایج این پژوهش نشان می دهد که تره شادگان با سیستم ریشه ای ضعیف تر در تمام سطوح تنش خشکی دارای وابستگی میکوریزایی بیشتری در مقایسه با دو توده دیگر بود (قاسم جوکار و همکاران، ۱۳۹۴).

اصلانی و همکاران (۱۳۹۰) با بررسی تأثیر قارچ های میکوریزای *G. intraradices* و *G. mosseae* بر رشد گیاه ریحان



(*Ocimum basilicum* L.) تحت شرایط تنش خشکی دریافتند که با کاهش میزان رطوبت خاک، ارتفاع بوته، قطر ساقه، تعداد و سطح برگ، تعداد شاخه جانبی، وزن خشک ریشه، عملکرد ماده تر و خشک کاهش یافت. به علاوه اثر کاربرد قارچ‌های آربوسکولار مایکوریزا بر پارامترهای رشدی معنی‌دار بود. گیاهان مایه‌کوبی شده با قارچ‌های آربوسکولار مایکوریزا در مقایسه با گیاهان مایه‌کوبی نشده، از رشد و عملکرد بیشتری هم در شرایط تنش خشکی و هم در شرایط بدون تنش برخوردار بودند. تأثیر قارچ *G. mosseae* در کاهش اثر خشکی بیشتر از قارچ *G. intraradices* بود.

جلیل‌وند و همکاران (۱۳۹۰) در بررسی تأثیر تنش خشکی و قارچ‌های مایکوریزای *Glomus* و *Glomus etunicatum* و *Glomus versiformis* بر رشد، عملکرد و متابولیت‌های ثانویه گیاه دارویی مرزه (*Satureja hortensis* L.) نشان دادند که تنش خشکی اثر معنی‌داری بر پارامترهای رشدی و عملکرد اندام رویشی داشت و با افزایش تنش خشکی، ارتفاع بوته، تعداد ساقه جانبی، وزن تر و خشک اندام هوایی، وزن تر و خشک ریشه، طول ریشه، تعداد و مساحت سطح برگ کاهش یافت. تلقیح با قارچ مایکوریزا، شاخص‌های رشد رویشی گیاه را در شرایط تنش خشکی در مقایسه با گیاهان تلقیح نشده به طور معنی‌داری افزایش داد. به طور کلی کاربرد قارچ مایکوریزا سبب افزایش مقاومت به تنش خشکی در گیاه مرزه شد. بر اساس نتایج به دست آمده، با افزایش شدت تنش خشکی، رشد رویشی کاهش یافت. استفاده از هر دو گونه *Glomus* و *Glomus etunicatum* نسبت به شاهد (بدون مایکوریزا) مثبت ارزیابی شد، هر چند که *Glomus versiformis* از عملکرد بهتری برخوردار بود، همچنین جمشیدی و همکاران (۱۳۸۸) نشان دادند که عملکرد دانه آفتابگردان با استفاده از قارچ مایکوریزا در شرایط تنش خشکی نسبت به گیاه بدون تلقیح افزایش یافت.

۴-۲. اثر تنش آبی و قارچ مایکوریزا بر شاخص برداشت

در واقع شاخص برداشت، ضریب توزیع اسیمیلات‌ها می‌باشد و نشان می‌دهد که چه بخشی از اسیمیلات ساخته شده به مخزن مورد نظر انتقال یافته است. شاخص برداشت، یک هدف نیست و صرفاً داشتن شاخص بالا ملاک نمی‌باشد (کوچکی و سرمدنی، ۱۳۸۴). کاهش شاخص برداشت در زمان شرایط بدون تنش (ظرفیت زراعی ۱۰۰ و ۷۵ درصد) به دلیل رشد رویشی و رقابت اندام‌های سبزینه‌ای با اندام‌های زایشی شوید (*Anethum graveolens*)، گشنیز (*Coriandrum sativum*) و رازیانه (*Foeniculum vulgare*) بود که در نتیجه مواد فتوسنتزی کمتری به دانه اختصاص یافت. گیاهان تحت تیمار ۵۰ درصد ظرفیت زراعی (شوید، گشنیز و رازیانه) به بهترین وجه از آب بهره‌برداری کرده و با یک رشد رویشی مناسب که اندام‌ها را به بهترین وجه حمایت کرد، به شاخص برداشت بالایی دست یافتند. به هر حال پس از پایان گرده افشانی انتقال مواد به دانه‌ها صورت گرفت و آب در فرایند انتقال مواد به دانه نقش مهمی داشت، لذا به نظر رسید که در تیمار ۲۵ درصد ظرفیت زراعی به علت کمبود آب فرایند انتقال کاهش یافت که حاصل آن کاهش شاخص برداشت بود (امیری ده‌احمدی و همکاران، ۱۳۹۱).

محققانی (Siddique and Whan, 1994)، اثر تیمار آبیاری بر شاخص برداشت ذرت را آزمایش کردند و به این نتیجه دست یافتند که با اعمال تیمار تنش شدید خشکی شاخص برداشت ذرت کاهش معنی‌داری یافت. آنها دلیل کاهش شاخص برداشت در اثر تنش خشکی را به افت عملکرد دانه نسبت دادند و دلیل کاهش عملکرد دانه را کاهش سطح برگ ذرت نسبت دادند و نتایج بررسی غلامی و محمودی (۱۳۹۳) نشان داد با افزودن قارچ مایکوریزای *Glomus mosseae*، شاخص



برداشت بوته ذرت در سطح پنج درصد معنی دار شد و قارچ میکوریزا شاخص برداشت را نسبت به عدم کاربرد میکوریزا افزایش داد. در حالی که نتایج تحقیقی نشان داد که بین مصرف قارچ و عدم مصرف قارچ میکوریزا از نظر شاخص برداشت کنگد اختلاف معنی داری وجود نداشت (قلی نژاد و درویش زاده، ۱۳۹۴). نتایج یک بررسی حاکی از آن بود که شاخص برداشت سورگوم دانه ای تحت تأثیر تیمارهای دور آبیاری و قارچ میکوریزا قرار گرفتند. به طوری که، بیشترین مقدار صفت مذکور به گونه *G. mossea* تعلق گرفت (حمزه ئی و صادقی می آبادی، ۱۳۹۳). نتایج بررسی (Mobasser and Tavassoli, 2013) نشان داد که اثر تنش خشکی و قارچ میکوریزا بر شاخص برداشت ذرت معنی دار بود و تنش خشکی باعث کاهش صفت ذکر شده گردید، ولی قارچ میکوریزا باعث افزایش این صفت گردید.

۳. نتایج

بنابراین با توجه به نتایج تحقیقات انجام شده می توان دریافت که تنش آبی یکی از مهمترین عوامل اکولوژیکی مؤثر بر رشد، نمو و عملکرد گیاهان است و تنش آبی به دلیل کاهش جذب آب و عناصر غذایی گیاه و ایجاد اختلال در عمل روزنه ها و سیستم فتوسنتزی، موجب کاهش عملکرد و صفات مورفولوژیک گیاهان مختلف شده است. به نظر می رسد که قارچ میکوریزا به دلیل افزایش جذب آب و مواد غذایی و انتقال بهتر این مواد در اندام گیاهی و همچنین افزایش فتوسنتز گیاه منجر به ساخته شدن مواد فتوسنتزی بیشتر شده و موجب افزایش عملکرد و صفات مورفولوژیک گیاهان مختلف شده است. همچنین تنش آبی به دلیل کاهش جذب آب و عناصر غذایی گیاه و ایجاد اختلال در عمل روزنه ها و سیستم فتوسنتزی، موجب کاهش وزن تر و خشک گیاهان مختلف شده است و قارچ میکوریزا به دلیل افزایش جذب آب و مواد غذایی و انتقال بهتر این مواد در اندام گیاهی و همچنین افزایش فتوسنتز گیاه منجر به ساخته شدن مواد فتوسنتزی بیشتر شده و در نتیجه موجب افزایش وزن تر و خشک گیاهان مختلف شده است. با افزایش رطوبت خاک، شاخص برداشت کاهش یافت و به نظر می رسد که این کاهش شاخص برداشت به دلیل رشد رویشی و رقابت اندام های سبزینه ای با اندام های زایشی گیاهان بود که در نتیجه مواد فتوسنتزی کمتری به دانه اختصاص یافت و موجب کاهش شاخص برداشت گیاهان گردید، اما قارچ میکوریزا به دلیل افزایش جذب آب و مواد غذایی و انتقال بهتر این مواد در اندام گیاهی، خصوصاً بعد از زمان گرده افشانی موجب افزایش شاخص برداشت گیاهان مختلف شده است.

منابع

- احمدیان، ا. و س. نورزاد. ۱۳۹۳. بررسی تأثیر تنش کم آبی و مراحل برداشت بر عملکرد کمی و کیفی گیاه دارویی گشنیز (*Coriandrum sativum* L.) در شرایط تربت حیدریه. نشریه بوم شناسی کشاورزی، ۶ (۱): ۱۳۰-۱۴۱.
- اصلانی، ز. ع. حسنی، م. ح. رسولی صدقیانی، ف. سفیدکن و م. برین. ۱۳۹۰. تأثیر دو گونه قارچ آربوسکولار میکوریزا (*Glomus mossea* و *Glomus intraradices*) بر رشد، مقادیر کلروفیل و جذب فسفر در گیاه ریحان (*Ocimum basilicum* L.) تحت شرایط تنش خشکی. تحقیقات گیاهان دارویی و معطر ایران، ۵۳ (۳): ۴۷۱-۴۸۶.



اردکانی، م. ر.، ب. عباسزاده، ا. شریفی عاشورآبادی، م. ح. لباسچی، پ. معاونی و ف. محبتی. ۱۳۸۹. اثر تنش خشکی بر شاخص‌های رشد بادرنبویه (*Melissa officinalis* L.). فصلنامه علمی پژوهشی گیاه و زیست بوم، ۶ (۲۷): ۴۷-۵۷.

اسکندری نصرآبادی، س.، ر. قربانی، پ. رضوانی مقدم و م. نصیری محلاتی. ۱۳۹۱. بررسی سیستم‌های تغذیه‌ای تلفیقی و مایکوریزا بر عملکرد دانه، اجزاء عملکرد و عملکرد بیولوژیک گیاه دارویی ماریتیغال (*Silybum marianum*)، اولین همایش ملی بیابان، تهران، مرکز تحقیقات بین‌المللی بیابان دانشگاه تهران. ۷ص.

اسماعیل‌پور، ب.، پ. جلیل‌وند، و ج. هادیان. ۱۳۹۲. تأثیر تنش خشکی و قارچ میکوریزا بر برخی از صفات مورفوفیزیولوژیک و عملکرد مرزه (*Satureja hortensis* L.). نشریه بوم‌شناسی، ۵ (۲): ۱۶۹-۱۷۷.

اکبری‌نیا، ا.، م. کرامتی طرقي و م. ح. هادی تواتری. ۱۳۸۶. بررسی تأثیر دور آبیاری بر عملکرد گل گاوزبان ایرانی. پژوهش و سازندگی در منابع طبیعی، ۷۶: ۱۲۲-۱۲۸.

امیدبگی، ر. ۱۳۷۹. رهیافت‌های تولید و فرآوری گیاهان دارویی. جلد اول، چاپ دوم، انتشارات طراحان نشر، تهران، ۲۸۳ص

امیری ده‌احمدی، س.، ر.، پ. رضوانی مقدم و ح. ر.، احیایی. ۱۳۹۱. تأثیر تنش خشکی بر برخی خصوصیات مورفولوژیکی و عملکرد سه گیاه دارویی شوید (*Anethum graveolens*)، گشنیز (*Coriandrum sativum*) و رازیانه (*Foeniculum vulgare*) در شرایط گلخانه. نشریه پژوهش‌های زراعی ایران، ۱۰ (۱): ۱۱۶-۱۲۴.

بابایی، ک.، م. امینی‌دهقانی، س. ع. مدرس ثانوی و ر. جباری. ۱۳۸۹. اثر تنش خشکی بر صفات مورفولوژیک، میزان پرولین و درصد تیمول در آویشن (*Thymus vulgaris* L.). فصلنامه علمی پژوهشی تحقیقات گیاهان دارویی و معطر ایران، ۲۶ (۲): ۲۳۹-۲۵۱.

بیژنی، م.، پ. یداله‌ی ده‌چشمه، م. ر. اصغری‌پور و م. حیدری. ۱۳۹۴. تأثیر تلقیح میکوریزایی بر برخی ویژگی‌های فیزیولوژیکی و عملکرد شنبلله (*Trigonella foenum-graecum* L.) تحت تنش خشکی. نشریه علمی پژوهشی اکوفیزیولوژی گیاهان زراعی، ۳ (۵۳): ۳۳۷-۳۵۲.

پیرزاد، ع. ر و ف. سلیمانی. ۱۳۹۳. اثر همزیستی قارچ‌های میکوریزا (VAM) بر شاخص‌های اکوفیزیولوژیک و بیوشیمیایی گیاه زوفا (*Hyssopus officinalis* L.) تحت شرایط کمبود آب. رساله‌ی دکترای تخصصی. دانشگاه ارومیه، دانشکده کشاورزی.

جلیل‌وند، پ.، ب. اسماعیل‌پور، ج. هادیان و ع. رسول‌زاده. ۱۳۹۰. تأثیر تنش خشکی و قارچ مایکوریزا بر رشد و متابولیت‌های ثانویه مرزه. هفتمین کنگره علوم باغبانی ایران، دانشگاه صنعتی اصفهان. ۲ص

جمشیدی ا.، ا. فلاوند، ا. صالحی، م. ج. زارع و ع. ر. جمشیدی. ۱۳۸۸. اثر میکوریزا آربوسکولار بر عملکرد، اجزای عملکرد و صفات گیاهی آفتابگردان (*Helianthus annuus* L.) در شرایط تنش خشکی. مجله علوم زراعی ایران، ۱۱ (۲): ۱۳۶-۱۵۰.

حسینی، ع. ۱۳۸۵. بررسی تأثیر تنش کم‌آبی بر رشد، عملکرد و میزان اسانس گیاه دارویی بادرشبو. فصلنامه پژوهشی تحقیقات گیاهان دارویی و معطر ایران، ۲۲ (۳): ۲۵۶-۲۶۱.

حیدری، م. و آ. مینایی. ۱۳۹۳. تأثیر تنش خشکی و اسید هیومیک بر عملکرد گل و غلظت عناصر غذایی پر مصرف در گیاه دارویی گاوزبان (*Borago officinalis* L.). نشریه پژوهش‌های تولید گیاهی، ۱ (۱): ۱۶۷-۱۸۲.

حمزه‌ئی، ج. و ف. صادقی می‌آبادی. ۱۳۹۳. اثر دور آبیاری و قارچ مایکوریزا آربوسکولار بر شاخص کلروفیل، عملکرد و اجزای عملکرد سورگوم دانه‌ای. مجله تولید و فرآوری محصولات زراعی و باغی، ۴ (۱۲): ۲۱۱-۲۲۰.



رسام، ق.، ع. ر. دادخواه و خ. یزدی. ۱۳۹۳. ارزیابی تأثیر کمبود آب بر صفات مورفولوژیک و فیزیولوژیک گیاه دارویی زوفا. نشریه دانش زراعت، ۵ (۱۰): ۱-۱۲

رضاپور، ع. ر.، م. حیدری، م. گلوی و م. رمودی. ۱۳۹۰. تأثیر تنش خشکی و مقادیر مختلف کود گوگرد بر عملکرد و اجزای عملکرد دانه و تنظیم کننده‌های اسمزی در گیاه دارویی سیاه‌دانه (*Nigella sativa* L.). فصلنامه علمی پژوهشی تحقیقات گیاهان دارویی معطر ایران، ۲۷ (۳): ۳۸۴-۳۹۶.

شریفی، م.، م. سادات محشمان، ح. ریاحی، ا. آقایی و س. م. علوی. ۱۳۹۰. اثر قارچ اندومیکوریزی *Glomus etunicatum* بر برخی شاخص‌های مورفولوژیک و فیزیولوژیک گیاه ریحان. فصلنامه گیاهان دارویی، ۲ (۳۸): ۸۵-۹۴.

صباغ‌پور، ح. ۱۳۸۲. سازوکارهای تحمل به خشکی در گیاهان. فصلنامه خشکی و خشکسالی کشاورزی، ۱۳ (۱۳): ۲۱-۳۲. عظیمی، ر.، م. جنگجو و ح. ر. اصغری. ۱۳۹۲. تأثیر تلقیح قارچ میکوریزا بر استقرار اولیه و خصوصیات مورفولوژیک گیاه دارویی آویشن باغی در شرایط عرصه طبیعی. نشریه پژوهش‌های زراعی ایران، ۱۱ (۴): ۶۶۶-۶۷۶.

علی‌آبادی فراهانی، ح. و س. ع. ر. ولدآبادی. ۱۳۸۹. نقش قارچ میکوریزا آربسکولار بر گیاه دارویی گشنیز (*Coriandrum sativum* L.) در شرایط تنش خشکی. مجله پژوهش‌های خاک (علوم آب و خاک)، ۲۴ (۱): ۶۹-۸۰.

غلامی، ع. و م. محمودی. ۱۳۹۳. بررسی اثر قارچ میکوریزا (VAM) و مقادیر کود فسفر بر ویژگی‌های کمی و کیفی ذرت دانه‌ای سینگل - کراس کارون. مجله علمی فیزیولوژی گیاهان زراعی، ۶ (۲۲): ۱۱۵-۱۳۰.

قاسمی، ک.، س. ا. فلاح، ف. رئیسی و م. حیدری. ۱۳۹۲. اثر کودهای زیستی بر عملکرد کمی و کیفی گیاه دارویی اسفرزه (*Plantago ovate* Forsk.). نشریه پژوهش‌های تولید گیاهی، ۴ (۴): ۱۰۱-۱۱۶.

قاسم‌جوکار، ن.، ح. ا. نادیان، ب. خلیل مقدم، م. حیدری و م. ح. قرینه. ۱۳۹۴. تأثیر همزیستی میکوریزی بر رشد و میزان پرولین در تره فرنگی (*Allium porrum* L.) و دو توده تره ایرانی (*Allium ampeloprasum* ssp. *persicum* L.) تحت تنش خشکی. نشریه تولیدات گیاهی، ۳۸ (۱): ۱۵-۲۶.

قاسمی‌سیانی، ع.، س. فلاح و ع. تدین. ۱۳۹۰. مطالعه عملکرد و کیفیت بذر اسفرزه (*Plantago ovata* Forssk.) تحت تیمارهای مختلف نیتروژن و کم‌آبایی. فصلنامه علمی پژوهشی تحقیقات گیاهان دارویی و معطر ایران، ۲۷ (۳): ۵۱۷-۵۲۸.

قلی‌نژاد، ر. و ر. درویش‌زاده. ۱۳۹۴. اثر قارچ میکوریزا بر عملکرد و اجزای عملکرد توده‌های محلی کنجد (*Sesamum indicum* L.) در سطوح مختلف آبیاری. ۲۵ (۳): ۱۱۹-۱۳۵.

کارگر حاجی‌آبادی، ا.، ب. عباس‌زاده، ف. سفیدکن و ک. خاوازی. ۱۳۹۴. اثر تلقیح بذر و نشاء با کودهای زیستی بر خصوصیات آویشن کرک آلود (*Thymus pubescens* Boiss.). دو ماهنامه علمی پژوهشی تحقیقات گیاهان دارویی و معطر ایران، ۳۱ (۱): ۸۱-۹۱.

کوچکی، ع. و غ. سرمدنیا. ۱۳۸۴. فیزیولوژی گیاهان زارعی. چاپ دوم. انتشارات موسسه فرهنگی هنری دیباگران تهران. ۳۶۰ ص کوچکی، ع.، م. نصیری محلاتی، ف. مندنی و س. خرم‌دل. ۱۳۹۰. نگرشی نوین بر جنبه‌های بوم‌شناختی فیزیولوژیک گیاهان زارعی. چاپ اول. انتشارات دانشگاه فردوسی مشهد. ۱۳۶ ص.

ملکی‌فراهانی، س. و م. عبدالحی. ۱۳۹۳. تأثیر الگوی کم‌آبایی بر رشد، عملکرد و اجزای عملکرد دو گونه بالنگو (*Lallemantia royleana & iberica*) از منطقه مشهد و ارومیه. نشریه پژوهش‌های زراعی ایران، ۳ (۳): ۵۰۲-۵۱۵.



- Anjum, Sh. A., X. Y. Xie, Ch. L. Wang, M. F. Saleem, Ch. Man and W. Lei. (2011). Morphological, physiological and biochemical responses of plants to drought stress. *African Journal of Agricultural Research*, 6: 2026-2032.
- Baghalian, K., Sh. Abdoshah and F. Khalighi-Sigaroodi. (2011). Physiological and phytochemical response to drought stress of German chamomile (*Matricaria recutita* L.). *Plant Physiology and Biochemistry*, 49 (2): 201–207.
- Baghdadi, H., J. Daneshian., M. Yousefi., M. Alimohammadi. and M. Kheybari. (2012). Influence of cattle manure And Mycorrhiza Fungi on vegetative growth of *Pumpkin* under water deficit conditions. *International Journal of Agriculture and Crop Sciences*, 4 (18), 1362-1365.
- Chaudhary, V., R. Kapoor and A. K. Bhatnagar. (2007). Effects of arbuscular mycorrhiza and phosphorus application on artemisinin concentration in *Artemisia annua* L. *Journal of Mycorrhiza*, 17: 581-587.
- Dastborhan, S., K. Ghassemi-Golezani and S. Zehtab-Salmasi. (2013). Changes in Morphology and Grain Weight of Borage (*Borago officinalis* L.) in Response to Seed Priming and Water Limitation. *International Journal of Agriculture and Crop Sciences*, 5 (3): 313-317.
- Doubková, P., E. Vlasáková and R. Sudová. (2013). Arbuscular mycorrhizal symbiosis alleviates drought stress imposed on *Knautia arvensis* plants in serpentine soil. *Plant and Soil*, 37 (1): 149-161.
- Ghassemi-Golezani, K., S. Dastborhan and S. Zehtab-Salmasi. (2013). Seed priming and field performance of Borage (*Borago officinalis* L.) under different irrigation treatments. *International Journal of Agronomy and Plant Production*, 4 (1): 82-87.
- Gogoi, P. and R. K. Singh. (2011). Different effect of some arbuscular mycorrhizal fungi on growth of *Piper longum* L. (Piperaceae). *Indian Journal of Sciences and Technology*, 4(2): 119- 125.
- Heidari, Z., M. J. Nazaridelfjou, Y. Rezaie Danesh and N. Khezzinejad. (2016). Morphophysiological and biochemical responses of *Zinnia elegans* to different irrigation regimes in symbiosis with *Glomus mosseae*. *International Journal of Horticultural Science and Technology*, 3 (1): 19-32.
- Hemalatha, M. and T. Selvaraj. (2003). Association of AM fungi with Indian borage (*Plectranthus amboinicus*) and its influence on growth and biomass production, *Mycorrhiza News*, 15(1): 18-21.
- Kadian, N., K. Yadav and A. Aggarwal. (2014). Interactive effect of arbuscular mycorrhizal fungi and potassium on growth and yield in (*Cyamopsis tetragonoloba* L.) under water stress. *Researcher*, 6 (8): 86-91.
- Karagiannidis, N., T. Thomidis, E. Panou-Filotheou and C. H. Karagiannidis. (2012). Response of three mint and two Oregano species to *Glomus etunicatum* inoculation. *Australian Journal of Crop Sciences*. 6(1): 164- 169.
- Khalil, S. S. and A. S. A. Noemani. (2015). Effect of bio-fertilizers on growth, yield, water relations, photosynthetic pigments and carbohydrates contents of *Origanum vulgare* L. plants grown under water stress conditions. *American-Eurasian Journal of Sustainable Agriculture*, 9(4): 60-73.
- Khaosaad, T., H. Vierheilig, M. Nell, K. Zitterl-Eglseer and J. Novak. (2006). Arbuscular mycorrhiza alters the concentration of essential oils in oregano (*Origanum sp.*, *Lamiaceae*). *Journal of Mycorrhiza*, 16 (6):443-446.
- Marulanda, A. and G. M. Barea. (2009). Stimulation of plant growth and drought to clearance by native micro-organisms from dry environments: mechanisms related to bacterial effectiveness. *Journal of Plant Growth Regulator*, 28: 115- 124.
- Mobasser, H. R. and A. Tavassoli. (2013). Study of vesicular arbuscular mycorrhizal (VAM) fungi symbiosis with maize root and it effect on yield components, yield and protein content of maize in water deficit condition. *Journal of Novel Applied Sciences*, 2 (10): 456-460.
- Moradi, R., P. Rezvani Moghaddam, M. Nasiri Mahallati and A. Nezhadali. (2011). Effects of organic and biological fertilizers on fruit yield and essential oil of sweet fennel (*Foeniculum vulgare* Var. Duice). *Spanish Journal of Agricultural Research*, 9(2): 546-553.
- Narayanan, A. (1992). Nutritional approaches for drought management in agriculture crops. A review. *Plant Physiology*, 19: 59-64.

- Ngouajio, M., G. Wang and R. Goldy. (2007). Withholding of drip irrigation between transplanting and flowering increases the yield of field-grown tomato under plastic mulch. *Agricultural water management*, 87: 285-291.
- Reddy, A. R., K. Y. Chaitanya and M. Vivekanandan. (2004). Drought induced responses of photosynthesis and antioxidant metabolism in higher plants. *Journal of Environmental and Experimental Botany*, 161: 1189-1202.
- Siddique, K. H. M. and B. R. Whan. (1994). Ear stem ratio in breeding population of corn: significance for yield improvement. *Biomedical and Life Sciences*, 73: 241- 254.
- Smith, S. E., E. Facelli and S. Pope. (2010). Plant performance in stressful environments: interpreting new and established knowledge of the roles of arbuscular mycorrhizas. *Plant and Soil*, 326: 3-20.
- Soha, E., G. Nahed, and H. Bedour. (2010). Effect of water stress, ascorbic acid and spraying time on some morphological and biochemical composition of *Ocimum basilicum* plant. *Journal of American Sciences*, 6(12): 33-44.
- Tisdall, J. M. (1991). Fungal hyphae and structural stability of soil. *Australian Journal of Soil Research*, 29 (6): 729-743.



استفاده از گیاهان دارویی در غذاهای عملگرا: راهکاری نوین برای ارتقای سلامت و محافظت از محیط زیست

فرامرز خدائیان^۱، سیدسعید حسینی^{۱*}

^۱گروه مهندسی زیستی، دانشکده مهندسی علوم زیستی، دانشکده گان علوم و فناوری های میان رشته ای، دانشگاه تهران، تهران، ایران.

نویسنده مسئول: (Saeid_hosseini@ut.ac.ir)

چکیده

این مقاله به بررسی نقش گیاهان دارویی در تولید غذاهای عملگرا پرداخته و تأثیر آن ها را بر سلامت، اقتصاد و محیط زیست تحلیل می کند. گیاهان دارویی به دلیل داشتن ترکیبات زیست فعال مانند فلاونوئیدها، ترپنوئیدها و پلی فنول ها، به عنوان اجزای کلیدی در فرمولاسیون غذاهای عملگرا مورد استفاده قرار می گیرند. این ترکیبات دارای خواص آنتی اکسیدانی، ضد التهابی و ضد باکتریایی هستند که می توانند به پیشگیری از بیماری های مزمن مانند دیابت، بیماری های قلبی و سرطان کمک کنند. روش های اصلی استفاده از گیاهان دارویی در این محصولات شامل عصاره ها، پودرها و اسانس های گیاهی است که علاوه بر بهبود خواص سلامتی بخش، طعم و عطر محصولات غذایی را نیز افزایش می دهند. با وجود چالش هایی مانند استانداردسازی ترکیبات فعال و حفظ پایداری آن ها در فرآیندهای صنعتی، فناوری های نوین مانند نانوتکنولوژی می توانند به بهبود این فرمولاسیون ها کمک کنند. علاوه بر تأثیرات مثبت بر سلامت، استفاده از گیاهان دارویی در غذاهای عملگرا می تواند به توسعه اقتصادی، اشتغال زایی در مناطق روستایی و پایداری محیط زیست نیز منجر شود. این مقاله نتیجه می گیرد که استفاده از گیاهان دارویی در غذاهای عملگرا نه تنها به بهبود سلامت عمومی کمک می کند، بلکه فرصت های اقتصادی و زیست محیطی مهمی نیز ایجاد می کند.

واژگان کلیدی: گیاهان دارویی، غذاهای عملگرا، ترکیبات زیست فعال، سلامت عمومی.



۱. مقدمه

در دنیای امروز که بهداشت و سلامت در اولویت های اصلی جوامع قرار گرفته است، توجه به تغذیه سالم و استفاده از مواد طبیعی در رژیم غذایی بیش از هر زمان دیگری اهمیت یافته است. یکی از حوزه های نوین که در این راستا توسعه یافته است، تولید غذاهای عملگرا است. غذاهای عملگرا نه تنها برای تأمین نیازهای تغذیه ای روزانه طراحی می شوند، بلکه تأثیرات مثبتی نیز بر سلامت عمومی بدن دارند و می توانند به عنوان ابزاری برای پیشگیری از بیماری ها و بهبود عملکردهای مختلف بدن عمل کنند. یکی از اجزای کلیدی این غذاها، گیاهان دارویی هستند که به دلیل خواص بیولوژیکی منحصر به فرد خود، نقش مهمی در بهبود سلامتی و ارتقای کیفیت زندگی ایفا می کنند.

گیاهان دارویی از دیرباز در طب سنتی و فرهنگ های مختلف جهان جایگاه ویژه ای داشته اند. در بسیاری از فرهنگ ها، از گیاهان دارویی برای درمان بیماری ها، تقویت سیستم ایمنی بدن، و بهبود وضعیت های جسمانی و روحی استفاده می شد. طب سنتی ایران، هند، چین، و بسیاری از فرهنگ های بومی، همواره گیاهان را به عنوان منابعی بی نظیر از مواد شفابخش تلقی کرده اند. اما در دهه های اخیر، با پیشرفت علم و افزایش آگاهی عمومی نسبت به اهمیت تغذیه در سلامت، توجه به گیاهان دارویی و استفاده از آنها در تولید غذاهای مدرن نیز افزایش یافته است. از طرف دیگر، بیماری های مزمن مانند دیابت، فشار خون بالا، بیماری های قلبی و سرطان به سرعت در حال گسترش هستند و علت اصلی مرگ و میر در بسیاری از کشورهای جهان به شمار می روند. این بیماری ها به طور عمده ناشی از سبک زندگی ناسالم، از جمله تغذیه نامناسب و مصرف بیش از حد غذاهای فرآوری شده و پرچرب است. به همین دلیل، تمرکز بر تولید و مصرف غذاهایی که بتوانند علاوه بر تغذیه، به پیشگیری از این بیماری ها کمک کنند، به یکی از اصلی ترین اهداف صنایع غذایی تبدیل شده است. در همین راستا، غذاهای عملگرا با استفاده از گیاهان دارویی به عنوان یک راه حل سالم و طبیعی برای مقابله با این چالش ها مطرح شده اند (Chen et al., 2021).

غذاهای عملگرا به محصولاتی اطلاق می شوند که علاوه بر تأمین نیازهای اساسی بدن به انرژی، پروتئین، ویتامین ها و مواد معدنی، دارای ترکیبات فعال زیستی هستند که می توانند اثرات مثبتی بر روی سلامت فرد داشته باشند. این غذاها شامل مواد مغذی ای هستند که به طور فعال در بهبود عملکرد بدن نقش دارند. به عنوان مثال، ترکیبات ضد التهابی، آنتی اکسیدان ها، فیبرهای رژیمی، پروبیوتیک ها و پری بیوتیک ها از جمله موادی هستند که در فرمولاسیون این نوع غذاها به کار می روند. گیاهان دارویی به دلیل دارا بودن طیف گسترده ای از ترکیبات زیست فعال، به یکی از عناصر اساسی در فرمولاسیون غذاهای عملگرا تبدیل شده اند. ترکیبات زیست فعال موجود در گیاهان دارویی، از جمله فلاونوئیدها، آلکالوئیدها، ترپنوئیدها و پلی فنول ها، تأثیرات بی شماری بر سلامت بدن دارند. این ترکیبات می توانند به عنوان آنتی اکسیدان های قوی عمل کرده و از آسیب سلولی ناشی از استرس اکسیداتیو جلوگیری کنند. همچنین، بسیاری از این ترکیبات دارای خواص ضد التهابی، ضدباکتریایی و حتی ضدسرطانی هستند. به عنوان مثال، زردچوبه به دلیل دارا بودن ماده ای به نام کورکومین به عنوان یک ضد التهاب طبیعی شناخته می شود و به کاهش التهاب های مزمن و پیشگیری از بیماری های قلبی - عروقی کمک می کند. یا زنجبیل که به دلیل خواص ضدتهوع و تقویت سیستم گوارش بسیار مورد توجه است (Ma et al., 2020).



در کنار خواص درمانی، گیاهان دارویی به دلیل طعم‌ها و عطرهای طبیعی خود نیز در تولید غذاهای عملکردی مورد توجه قرار گرفته‌اند. بسیاری از گیاهان دارویی مانند نعناع، رزماری، آویشن و دارچین علاوه بر تأثیرات مثبت بر سلامتی، به عنوان طعم‌دهنده‌های طبیعی نیز در صنایع غذایی استفاده می‌شوند. این ویژگی باعث می‌شود که تولیدکنندگان بتوانند به جای استفاده از مواد افزودنی شیمیایی که ممکن است خطراتی برای سلامت مصرف‌کنندگان داشته باشند، از گیاهان دارویی برای بهبود طعم و کیفیت محصولات خود بهره بگیرند.

یکی از دلایل اصلی گرایش به استفاده از گیاهان دارویی در غذاهای عملکردی، افزایش تقاضا برای محصولات طبیعی و سالم‌تر در میان مصرف‌کنندگان است. در دهه‌های اخیر، با افزایش آگاهی مردم نسبت به عوارض جانبی مواد شیمیایی و افزودنی‌های مصنوعی، تقاضا برای محصولات غذایی طبیعی و ارگانیک به شدت افزایش یافته است. مصرف‌کنندگان به دنبال محصولاتی هستند که علاوه بر تأمین نیازهای تغذیه‌ای، از منابع طبیعی و بدون هیچ‌گونه افزودنی مضر تهیه شده باشند. در این میان، گیاهان دارویی به عنوان منابع طبیعی و ایمن، پاسخگوی این تقاضا هستند و می‌توانند به تولید محصولاتی منجر شوند که هم سلامت مصرف‌کننده را تأمین می‌کنند و هم رضایت حسی او را بهبود می‌بخشند (Yu et al., 2021).

به هر حال، استفاده از گیاهان دارویی در فرمولاسیون غذاهای عملکردی با چالش‌هایی نیز همراه است. یکی از مهم‌ترین چالش‌ها، استانداردسازی ترکیبات فعال موجود در این گیاهان است. گیاهان دارویی بسته به شرایط رشد، خاک، آب و هوای منطقه و حتی زمان برداشت، می‌توانند دارای ترکیبات فعال متفاوتی باشند. به عنوان مثال، غلظت پلی‌فنول‌ها در گیاه چای سبز ممکن است بر اساس شرایط جغرافیایی محل کشت، به طور قابل توجهی متفاوت باشد. از این رو، استانداردسازی مواد اولیه برای اطمینان از اثربخشی و کیفیت نهایی محصولات غذایی ضروری است. همچنین، پایداری ترکیبات فعال گیاهان دارویی در فرآیندهای صنعتی تولید مواد غذایی یکی دیگر از چالش‌های پیش رو است. برخی از ترکیبات زیست‌فعال ممکن است در طی فرآیندهای حرارتی یا بسته‌بندی دچار تخریب شوند. بنابراین، نیاز به توسعه روش‌های نوین و کارآمد برای حفظ خواص دارویی گیاهان در محصولات غذایی وجود دارد. در این راستا، فناوری‌های جدید مانند نانوتکنولوژی می‌توانند به افزایش پایداری و اثربخشی این ترکیبات در فرمولاسیون غذاهای عملکردی کمک کنند.

ایمنی و تعاملات دارویی نیز یکی دیگر از مسائلی است که باید مورد توجه قرار گیرد. برخی از گیاهان دارویی ممکن است با داروهای شیمیایی تداخل داشته باشند و باعث بروز عوارض جانبی شوند. به عنوان مثال، چای سبز که به عنوان یک آنتی‌اکسیدان قوی شناخته می‌شود، ممکن است در مصرف همزمان با داروهای ضد انعقاد، اثرات منفی داشته باشد. به همین دلیل، تحقیق و آزمایش‌های بالینی در خصوص تأثیرات مصرف همزمان گیاهان دارویی و داروهای شیمیایی ضروری است تا اطمینان حاصل شود که محصولات غذایی عملکردی کاملاً ایمن و بدون خطر برای مصرف‌کنندگان هستند (Rupasinghe et al., 2020).

علاوه بر این، جنبه‌های اقتصادی استفاده از گیاهان دارویی در تولید غذاهای عملکردی نیز از اهمیت بالایی برخوردار است. این محصولات به دلیل ارزش افزوده‌ای که برای سلامت دارند، می‌توانند بازارهای جدیدی را برای تولیدکنندگان ایجاد کنند و



تقاضای رو به رشدی را در بازارهای محلی و بین‌المللی به خود جذب کنند. در عین حال، استفاده از گیاهان دارویی محلی می‌تواند به توسعه اقتصادی مناطق روستایی و افزایش اشتغال در این مناطق کمک کند. به عنوان مثال، کشت گیاهان دارویی در مناطق کوهستانی ایران می‌تواند به تولید محصولات بومی و ارتقای وضعیت اقتصادی جوامع محلی منجر شود. در نهایت، پایداری محیط زیست نیز یکی از دلایل کلیدی استفاده از گیاهان دارویی در غذاهای عملگرا است. با توجه به بحران‌های زیست‌محیطی که جهان با آن‌ها مواجه است، استفاده از منابع طبیعی و تجدیدپذیر در تولید محصولات صنعتی اهمیت بیشتری یافته است. گیاهان دارویی به عنوان منابع پایدار و زیست‌سازگار، جایگزین‌های مناسبی برای مواد شیمیایی و افزودنی‌های مصنوعی هستند و می‌توانند به کاهش اثرات منفی تولیدات صنعتی بر محیط زیست کمک کنند (Pattnaik et al., 2021). با توجه به موارد گفته شده، هدف از این مقاله بررسی نقش گیاهان دارویی در تولید غذاهای عملگرا، تحلیل مزایا و چالش‌های مرتبط با استفاده از این گیاهان و تأثیرات آن‌ها بر سلامت عمومی و محیط زیست است.

۲. مواد و روش‌ها

۲-۱. ترکیبات زیست‌فعال گیاهان دارویی و تأثیر آن‌ها بر سلامت

گیاهان دارویی سرشار از ترکیبات زیست‌فعال هستند که می‌توانند تأثیرات مثبتی بر سلامت انسان داشته باشند. این ترکیبات شامل انواع مختلفی از مواد شیمیایی طبیعی مانند فلاونوئیدها، ترپنوئیدها، آلکالوئیدها و پلی‌فنول‌ها هستند که خواص درمانی آن‌ها در مطالعات علمی به اثبات رسیده است. یکی از مهم‌ترین ویژگی‌های این ترکیبات، خواص آنتی‌اکسیدانی آن‌ها است. آنتی‌اکسیدان‌ها با کاهش استرس اکسیداتیو در بدن، از آسیب به سلول‌ها جلوگیری می‌کنند و می‌توانند نقش مهمی در پیشگیری از بیماری‌های مزمن مانند سرطان و بیماری‌های قلبی ایفا کنند.

به عنوان مثال، کورکومین، ماده فعال موجود در زردچوبه، یک آنتی‌اکسیدان قوی است که در کاهش التهابات بدن و پیشگیری از بیماری‌های مرتبط با التهاب مؤثر است. پلی‌فنول‌های موجود در چای سبز نیز به دلیل خواص ضدسرطانی و ضدالتهابی مشهور هستند. این ترکیبات نه تنها می‌توانند در کاهش رشد سلول‌های سرطانی مؤثر باشند، بلکه به تقویت سیستم ایمنی بدن و بهبود سلامت کلی فرد کمک می‌کنند.

از دیگر ترکیبات مهم موجود در گیاهان دارویی، ترپنوئیدها هستند که در بسیاری از گیاهان معطر مانند نعناع و رزماری یافت می‌شوند. این ترکیبات نه تنها خواص ضدباکتریایی دارند، بلکه در تسکین استرس و بهبود وضعیت روحی نیز مؤثرند. استفاده از گیاهان دارویی حاوی این ترکیبات در غذاهای عملگرا می‌تواند به بهبود سلامت روانی و کاهش اضطراب کمک کند (Dar et al., 2023; Vaou et al., 2022).

۳. نتایج

۳-۱. استفاده از گیاهان دارویی در فرمولاسیون غذاهای عملگرا

فرمولاسیون غذاهای عملگرا یک فرآیند پیچیده و دقیق است که هدف آن افزودن ترکیباتی به غذاهاست که علاوه بر تأمین نیازهای تغذیه‌ای، خواص سلامتی‌بخش و پیشگیری‌کننده از بیماری‌ها را نیز فراهم کند. گیاهان دارویی به دلیل دارا بودن ترکیبات زیست‌فعال مانند فلاونوئیدها، آلکالوئیدها، ترپنوئیدها، پلی‌فنول‌ها و مواد معدنی می‌توانند نقش بسیار مؤثری در این



فرمولاسیون ها ایفا کنند. استفاده از گیاهان دارویی در تولید غذاهای عملگرا، به دلیل تنوع گسترده ترکیبات موجود در این گیاهان و تأثیرات مثبت آن ها بر سلامت، در حال تبدیل شدن به یک رویکرد اساسی در صنایع غذایی است.

۳-۱-۱. افزودن عصاره های گیاهی به محصولات غذایی

یکی از روش های اصلی استفاده از گیاهان دارویی در فرمولاسیون غذاهای عملگرا، افزودن عصاره های گیاهی به محصولات غذایی است. این عصاره ها که از طریق فرآیندهایی مانند استخراج با آب، الکل یا دیگر حلال های طبیعی از گیاهان استخراج می شوند، حاوی ترکیبات زیست فعال گیاهان دارویی هستند که می توانند به بهبود خواص سلامت بخش محصولات غذایی کمک کنند. عصاره های گیاهی به دلیل غلظت بالای ترکیبات فعال، می توانند به مقدار کم به محصولات اضافه شوند و تأثیرات قابل توجهی داشته باشند (Maqsood et al., 2020).

به عنوان مثال، عصاره چای سبز یکی از رایج ترین عصاره هایی است که در تولید نوشیدنی های عملگرا استفاده می شود. چای سبز به دلیل داشتن پلی فنول های قوی مانند اپی گالوکاتشین گالات (EGCG) خواص آنتی اکسیدانی و ضد سرطانی دارد و می تواند به حفظ سلامت قلب و عروق و کاهش ریسک ابتلا به بیماری های مزمن کمک کند. افزودن این عصاره به نوشیدنی ها یا محصولات غذایی مانند ماست و میان وعده ها می تواند به مصرف کنندگان کمک کند تا به راحتی از خواص سلامت بخش آن بهره مند شوند.

عصاره زنجبیل نیز یکی دیگر از عصاره های محبوب در فرمولاسیون غذاهای عملگرا است. زنجبیل به دلیل خواص ضد التهابی و تسکین دهنده گوارش، در محصولات مختلفی مانند نوشیدنی های گوارشی و مکمل های غذایی استفاده می شود. مصرف این عصاره ها به بهبود عملکرد گوارشی کمک کرده و می تواند علائم مشکلات گوارشی مانند نفخ و سوء هاضمه را کاهش دهد.

۳-۱-۲. استفاده از پودر های گیاهی

یکی دیگر از روش های رایج استفاده از گیاهان دارویی در فرمولاسیون غذاهای عملگرا، استفاده از پودر های گیاهی است. پودر های گیاهی از طریق خشک کردن و آسیاب کردن برگ ها، ساقه ها و ریشه های گیاهان دارویی به دست می آیند و به عنوان یک ماده اولیه در فرمولاسیون محصولات غذایی استفاده می شوند. این پودرها به دلیل خواص درمانی و طعم دهی خود، به راحتی در محصولات مختلف مانند نان، کیک، سوپ و سس ها مورد استفاده قرار می گیرند.

به عنوان مثال، پودر زردچوبه که حاوی کورکومین است، به عنوان یک ماده ضد التهابی طبیعی در غذاهای عملگرا به کار می رود. زردچوبه علاوه بر اینکه طعم و رنگ جذابی به غذاها می دهد، به دلیل خواص آنتی اکسیدانی خود، می تواند به کاهش التهابات بدن و بهبود سلامت عمومی کمک کند. پودر دارچین نیز یکی از پرکاربردترین گیاهان دارویی در تولید غذاهای عملگرا است که علاوه بر خواص ضد باکتریایی، به تنظیم قند خون نیز کمک می کند (Roy et al., 2022).

پودر های گیاهی معمولاً در محصولاتی که نیاز به طعم دهنده های طبیعی دارند یا می خواهند خواص سلامت بخش بیشتری به دست آورند، مورد استفاده قرار می گیرند. این پودرها به راحتی با دیگر مواد غذایی ترکیب می شوند و به دلیل پایدار بودن در طول فرآیندهای حرارتی، به یکی از گزینه های محبوب در صنایع غذایی تبدیل شده اند.



۳-۱-۳. استفاده از اسانس های گیاهی

اسانس های گیاهی یکی دیگر از راه های بهره گیری از گیاهان دارویی در فرمولاسیون غذاهای عملگرا هستند. اسانس ها ترکیبات معطری هستند که از طریق تقطیر یا استخراج از گیاهان به دست می آیند و به دلیل خواص معطر و درمانی خود در صنایع غذایی و آرایشی مورد استفاده قرار می گیرند. از جمله رایج ترین اسانس های گیاهی می توان به اسانس نعناع، رزماری، آویشن و اسطوخودوس اشاره کرد (Coimbra et al., 2022).

اسانس های گیاهی به دلیل غلظت بالا و قدرت اثرگذاری خود، در مقادیر بسیار کم استفاده می شوند. این اسانس ها می توانند علاوه بر بهبود طعم و عطر غذاها، به بهبود خواص سلامت بخش محصولات غذایی نیز کمک کنند. به عنوان مثال، اسانس نعناع به دلیل خواص خنک کننده و تسکین دهنده خود، در تولید آدامس ها، نوشیدنی ها و دسرهای عملگرا استفاده می شود. این اسانس علاوه بر طراوت بخشیدن به محصول، به بهبود عملکرد گوارشی و تسکین مشکلاتی مانند نفخ و سوءهاضمه کمک می کند.

اسانس رزماری نیز یکی دیگر از اسانس های پرکاربرد است که به دلیل خواص آنتی اکسیدانی و ضدباکتریایی خود، در محصولات غذایی عملگرا به کار می رود. رزماری علاوه بر افزایش عمر مفید محصولات غذایی به دلیل جلوگیری از اکسیداسیون چربی ها، می تواند به بهبود حافظه و کاهش استرس کمک کند. این ویژگی ها باعث می شود که رزماری به عنوان یک ماده سلامت بخش در فرمولاسیون غذاهای عملگرا استفاده شود (Yang et al., 2023).

۳-۱-۴. فرموله سازی محصولات تخصصی برای گروه های هدف

فرمولاسیون غذاهای عملگرا با استفاده از گیاهان دارویی، به تولید محصولات تخصصی برای گروه های هدف مختلف کمک کرده است. این گروه های هدف شامل افرادی می شوند که نیازهای خاصی در زمینه های مختلف سلامت دارند، مانند افراد مبتلا به دیابت، افراد مبتلا به مشکلات گوارشی، سالمندان و ورزشکاران.

به عنوان مثال، برای افراد دیابتی، استفاده از گیاهانی مانند دارچین و زنجبیل که به تنظیم سطح قند خون کمک می کنند، در فرمولاسیون غذاهای عملگرا بسیار مؤثر است. این محصولات می توانند به کنترل قند خون و بهبود حساسیت به انسولین کمک کنند. برای سالمندان، استفاده از گیاهانی که دارای خواص ضدالتهابی و تقویت کننده حافظه هستند، مانند رزماری و زردچوبه، می تواند به بهبود کیفیت زندگی و کاهش خطر ابتلا به بیماری های مرتبط با پیری کمک کند (Chen et al., 2021; Yu et al., 2021).

۳-۲. چالش های استفاده از گیاهان دارویی در غذاهای عملگرا

اگرچه گیاهان دارویی پتانسیل زیادی برای بهبود ارزش غذایی و عملکردی محصولات غذایی دارند، اما استفاده از آن ها با چالش های متعددی همراه است. یکی از اصلی ترین چالش ها، استانداردسازی ترکیبات فعال موجود در گیاهان دارویی است. همان طور که اشاره شد، گیاهان دارویی بسته به شرایط کشت، زمان برداشت و حتی فرآوری می توانند دارای ترکیبات فعال متفاوتی باشند. این عدم یکنواختی می تواند به تأثیرگذاری متغیر محصولات غذایی عملگرا منجر شود. به همین دلیل، استانداردسازی مواد اولیه و کنترل کیفیت ترکیبات فعال گیاهان دارویی برای تولیدکنندگان از اهمیت بالایی برخوردار است.



چالش دیگر، پایداری ترکیبات فعال گیاهان دارویی در طول فرآیندهای صنعتی تولید مواد غذایی است. بسیاری از ترکیبات زیست فعال در گیاهان دارویی ممکن است در طی فرآیندهایی مانند حرارت دهی، خشک کردن و بسته بندی دچار تجزیه شوند و خواص درمانی خود را از دست بدهند. برای حل این مشکل، محققان به دنبال توسعه روش های نوین مانند نانو تکنولوژی و ریز کپسول سازی هستند تا ترکیبات فعال گیاهان را در طول فرایند تولید و نگهداری پایدار نگه دارند. علاوه بر این، تعاملات دارویی برخی از گیاهان دارویی با داروهای شیمیایی ممکن است منجر به عوارض جانبی ناخواسته شود. برای مثال، چای سبز که به دلیل خواص آنتی اکسیدانی اش بسیار محبوب است، می تواند با برخی داروهای ضد انعقاد خون تداخل داشته باشد و خطر خونریزی را افزایش دهد. به همین دلیل، نیاز به تحقیقات بیشتر و اطلاع رسانی به مصرف کنندگان در مورد اینگونه تداخلات ضروری است تا مصرف گیاهان دارویی در غذاهای عملگرا ایمن تر و مؤثرتر باشد.

۳-۳. مزایای اقتصادی و اجتماعی استفاده از گیاهان دارویی در غذاهای عملگرا

استفاده از گیاهان دارویی در تولید غذاهای عملگرا علاوه بر مزایای سلامتی، مزایای اقتصادی و اجتماعی نیز به همراه دارد. این محصولات به دلیل ترکیبات طبیعی و خواص درمانی خود، به عنوان محصولات با ارزش افزوده بالا در بازارهای جهانی مطرح می شوند. تقاضا برای محصولات غذایی سالم تر و طبیعی تر در حال افزایش است و این روند فرصت های جدیدی را برای تولید کنندگان فراهم می کند. تولید و صادرات غذاهای عملگرا حاوی گیاهان دارویی می تواند به توسعه اقتصادی کشورها، به ویژه کشورهای دارای منابع غنی از گیاهان دارویی مانند ایران، کمک شایانی کند.

علاوه بر این، توسعه کشت و فرآوری گیاهان دارویی می تواند به ایجاد اشتغال در مناطق روستایی و افزایش درآمد کشاورزان کمک کند. مناطق کوهستانی و روستایی که امکان کشت گیاهان دارویی دارند، می توانند از طریق تولید و فروش این گیاهان، به یکی از قطب های تولیدی و اقتصادی کشور تبدیل شوند. به عنوان مثال، زعفران و گل محمدی از جمله گیاهان دارویی با ارزش هستند که در ایران کشت می شوند و بازارهای جهانی بزرگی را به خود اختصاص داده اند (Ma et al., 2020; Rupasinghe et al., 2020).

۳-۴. پایداری محیط زیست و گیاهان دارویی

یکی از مزایای دیگر استفاده از گیاهان دارویی در غذاهای عملگرا، پایداری محیط زیست است. با توجه به اینکه گیاهان دارویی به عنوان منابع طبیعی و تجدید پذیر شناخته می شوند، استفاده از آن ها در تولید مواد غذایی می تواند به کاهش استفاده از مواد شیمیایی مضر و فرآورده های مصنوعی کمک کند. این گیاهان نه تنها اثرات مخربی بر محیط زیست ندارند، بلکه کشت و تولید آن ها می تواند به حفظ تنوع زیستی و افزایش بهره وری زمین های کشاورزی کمک کند (Deborah Sanford et al., 2022).

همچنین، بسیاری از گیاهان دارویی در شرایط آب و هوایی سخت نیز قابلیت رشد دارند و نیاز به مصرف بالای آب و منابع دیگر ندارند. این ویژگی ها باعث می شود که کشت گیاهان دارویی به عنوان یک گزینه مناسب برای کشاورزی پایدار در مناطق خشک و نیمه خشک در نظر گرفته شود. به عنوان مثال، آویشن و رزماری از جمله گیاهانی هستند که در مناطق کم آب می توانند به خوبی رشد کنند و برای تولید محصولات غذایی عملگرا استفاده شوند.

۴. بحث و نتیجه گیری

در این مقاله به بررسی نقش گیاهان دارویی در تولید غذاهای عملگرا پرداخته شد. گیاهان دارویی به دلیل داشتن ترکیبات زیست فعال متنوع، از جمله فلاونوئیدها، پلی فنولها، ترپنوئیدها و آلکالوئیدها، می توانند تأثیرات چشمگیری بر سلامت عمومی داشته باشند. این ترکیبات، علاوه بر خواص آنتی اکسیدانی و ضد التهابی، به پیشگیری از بیماری های مزمن مانند دیابت، بیماری های قلبی-عروقی و سرطان کمک می کنند. همچنین، استفاده از گیاهان دارویی به عنوان طعم دهنده های طبیعی به بهبود کیفیت و ارزش تغذیه ای غذاهای عملگرا منجر می شود. با توجه به افزایش تقاضا برای محصولات غذایی سالم و طبیعی، فرمولاسیون غذاهای عملگرا با استفاده از گیاهان دارویی به یک رویکرد نوآورانه در صنعت غذایی تبدیل شده است. عصاره های گیاهی، پودرها و اسانس ها از جمله روش های رایج برای استفاده از این گیاهان در محصولات غذایی هستند. همچنین، تولید محصولات تخصصی برای گروه های مختلف جمعیتی، مانند افراد مبتلا به دیابت یا سالمندان، با استفاده از گیاهان دارویی امکان پذیر است. هر چند چالش هایی مانند استاندارد سازی ترکیبات فعال، پایداری مواد در فرآیندهای تولید، و تعاملات دارویی وجود دارد، توسعه فناوری های نوین مانند نانو تکنولوژی می تواند این مشکلات را حل کند. علاوه بر مزایای سلامتی، استفاده از گیاهان دارویی در غذاهای عملگرا می تواند تأثیرات مثبتی بر اقتصاد، اشتغال زایی در مناطق روستایی و همچنین پایداری محیط زیست داشته باشد. در نهایت، استفاده از گیاهان دارویی در غذاهای عملگرا نه تنها باعث بهبود سلامت مصرف کنندگان می شود، بلکه به توسعه اقتصادی و حفظ محیط زیست نیز کمک می کند. این روند نویدبخش آینده ای است که در آن تغذیه سالم تر و پایداری به عنوان بخش جدایی ناپذیری از زندگی روزمره تبدیل خواهد شد.

منابع

- Chen, C., Mohamad Razali, U. H., Saikim, F. H., Mahyudin, A., and Mohd Noor, N. Q. I. (2021). *Morus alba* L. plant: Bioactive compounds and potential as a functional food ingredient. *Foods*, 10(3): 689.
- Coimbra, A., Ferreira, S., and Duarte, A. P. (2022). Biological properties of *Thymus zygis* essential oil with emphasis on antimicrobial activity and food application. *Food Chemistry*, 393: 133370.
- Dar, R. A., Shahnawaz, M., Ahanger, M. A., and Majid, I. (2023). Exploring the diverse bioactive compounds from medicinal plants: a review. *The Journal of Phytopharmacology*, 12: 189-195.
- Deborah Sanford, M. B. A., and Hannah Nadeau, B. S. N. (2022). Hospital food waste: reducing waste and cost to our health care system and environment. *Online Journal of Issues in Nursing*, 27(2): 1-11.
- Ma, Z. F., Ahmad, J., Zhang, H., Khan, I., and Muhammad, S. (2020). Evaluation of phytochemical and medicinal properties of *Moringa (Moringa oleifera)* as a potential functional food. *South African Journal of Botany*, 129: 40-46.
- Maqsood, S., Adiamo, O., Ahmad, M., and Mudgil, P. (2020). Bioactive compounds from date fruit and seed as potential nutraceutical and functional food ingredients. *Food chemistry*, 308: 125522.
- Pattnaik, M., Pandey, P., Martin, G. J., Mishra, H. N., and Ashokkumar, M. (2021). Innovative technologies for extraction and microencapsulation of bioactives from plant-based food waste and their applications in functional food development. *Foods*, 10(2): 279.
- Roy, S., Priyadarshi, R., Ezati, P., and Rhim, J. W. (2022). Curcumin and its uses in active and smart food packaging applications-a comprehensive review. *Food Chemistry*, 375: 131885.
- Rupasinghe, H. V., Davis, A., Kumar, S. K., Murray, B., and Zheljaskov, V. D. (2020). Industrial hemp (*Cannabis sativa* subsp. *sativa*) as an emerging source for value-added functional food ingredients and nutraceuticals. *Molecules*, 25(18): 4078.



- Topolska, K., Florkiewicz, A., and Filipiak-Florkiewicz, A. (2021). Functional food—consumer motivations and expectations. *International journal of environmental research and public health*, 18(10): 5327.
- Vaou, N., Stavropoulou, E., Voidarou, C., Tsakris, Z., Rozos, G., Tsigalou, C., and Bezirtzoglou, E. (2022). Interactions between medical plant-derived bioactive compounds: focus on antimicrobial combination effects. *Antibiotics*, 11(8): 1014.
- Yang, J., Goksen, G., and Zhang, W. (2023). Rosemary essential oil: Chemical and biological properties, with emphasis on its delivery systems for food preservation. *Food Control*, 154: 110003.
- Yu, M., Gouvinhas, I., Rocha, J., and Barros, A. I. (2021). Phytochemical and antioxidant analysis of medicinal and food plants towards bioactive food and pharmaceutical resources. *Scientific reports*, 11(1): 10041.

متابولیت‌های ثانویه گیاهان دارویی: سلاحی قدرتمند در مبارزه با سرطان

فرامرز خدائیان^۱، سیدسعید حسینی^{۱*}

^۱گروه مهندسی زیستی، دانشکده مهندسی علوم زیستی، دانشکده‌گان علوم و فناوری‌های میان‌رشته‌ای، دانشگاه تهران، تهران، ایران.

(نویسنده مسئول: Saeid_hosseini@ut.ac.ir)

چکیده

متابولیت‌های ثانویه گیاهان دارویی به دلیل خواص بیولوژیکی متنوع و فعالیت‌های ضد سرطانی، در کانون توجه پژوهش‌های دارویی قرار دارند. این متابولیت‌ها، که شامل آلکالوئیدها، ترپنوئیدها و فلاونوئیدها/پلی‌فنول‌ها هستند، از طریق مکانیسم‌های مختلف مانند مهار تکثیر سلولی، القای آپوپتوز، جلوگیری از آنژیوژنز و مهار متاستاز، قادر به کنترل رشد و گسترش سلول‌های سرطانی هستند. آلکالوئیدهایی مانند وینبلاستین و وینکریستین به‌عنوان داروهای تأییدشده در درمان سرطان‌های خون و لنفاوی مورد استفاده قرار می‌گیرند. همچنین، ترپنوئیدهایی مانند تاکسول در درمان سرطان‌های سینه و تخمدان نقشی اساسی دارند و فلاونوئیدهایی همچون کورستین و رزوراترول اثرات مثبتی در جلوگیری از رشد سلول‌های سرطانی نشان داده‌اند. با وجود اثربخشی قابل توجه این ترکیبات، استفاده از آن‌ها با چالش‌هایی مانند پایداری کم در بدن، عوارض جانبی و مشکلات تولید انبوه روبه‌رو است. این چالش‌ها نشان‌دهنده نیاز به تحقیق و توسعه بیشتر برای به‌کارگیری بهتر این متابولیت‌ها در درمان سرطان و یافتن راه‌حلی برای بهبود اثربخشی آن‌ها است. بررسی عمیق مکانیسم‌های عمل این ترکیبات و درک بهتر ارتباط بین ساختار شیمیایی و عملکرد زیستی آن‌ها می‌تواند به استفاده بهینه‌تر از این مواد در درمان‌های بالینی سرطان کمک کند. هدف این مقاله بررسی جامع نقش متابولیت‌های ثانویه گیاهان دارویی به‌عنوان داروهای ضد سرطان و تحلیل چالش‌های مربوط به استفاده و توسعه آن‌ها در درمان‌های بالینی سرطان است.

واژگان کلیدی: آلکالوئیدها، ترپنوئیدها، ترکیبات ضد سرطان، متابولیت‌های ثانویه.



۱. مقدمه

سرطان یکی از بزرگترین مشکلات بهداشت جهانی است که همه ساله جان میلیون ها نفر را می گیرد و همچنان به عنوان یک بیماری پیچیده و چندعاملی در سراسر جهان در حال افزایش است. بر اساس گزارش سازمان بهداشت جهانی، سرطان دومین عامل مرگ و میر در سطح جهانی است و بیش از ۱۰ میلیون مرگ در سال به این بیماری نسبت داده می شود. در بسیاری از موارد، پیشرفت سرطان ها به دلیل پیچیدگی های ژنتیکی و مولکولی که آن ها را از دیگر بیماری ها متمایز می کند، درمان آن ها را چالش برانگیز می سازد. علاوه بر این، درمان های موجود برای سرطان، به ویژه شیمی درمانی و پرتودرمانی، با عوارض جانبی جدی همراه است و بسیاری از بیماران به دلیل مقاومت دارویی یا پاسخ نامطلوب به این درمان ها، نتایج رضایت بخشی از درمان دریافت نمی کنند. این چالش ها منجر به افزایش تحقیقات در زمینه کشف و توسعه داروهای جدید برای درمان سرطان شده است (Yap et al., 2021).

در این میان، گیاهان دارویی به عنوان منابع مهمی از ترکیبات زیست فعال توجه بسیاری از محققان را به خود جلب کرده اند. از زمان های قدیم، گیاهان به عنوان منابع اصلی درمان های طبیعی مورد استفاده قرار گرفته اند و بسیاری از داروهای مدرن نیز از گیاهان یا ترکیبات استخراج شده از آن ها الهام گرفته شده اند. متابولیت های ثانویه گیاهان، ترکیباتی هستند که به عنوان بخشی از مکانیسم های دفاعی و سازگاری گیاهان با محیط های سخت تولید می شوند. این متابولیت ها به دلیل داشتن ساختارهای شیمیایی پیچیده و فعالیت های زیستی متنوع، در درمان بیماری های مختلف از جمله سرطان پتانسیل بالایی دارند.

متابولیت های ثانویه به سه دسته اصلی تقسیم می شوند: آلکالوئیدها، ترپن ها و فلاونوئیدها. هر کدام از این گروه ها دارای ترکیبات مختلفی هستند که اثرات ضد سرطانی قابل توجهی نشان داده اند. برای مثال، آلکالوئیدهای موجود در گیاهان مانند وینبلاستین و وینکریستین که از گیاهان *Catharanthus roseus* استخراج می شوند، از جمله داروهای ضد سرطان موثر در درمان سرطان های خون و لنفای هستند. این ترکیبات با مهار تقسیم سلولی در سلول های سرطانی عمل می کنند و از رشد و گسترش آن ها جلوگیری می کنند. از سوی دیگر، ترپن هایی مانند تاکسول، که از درختان *Taxus brevifolia* استخراج می شود، یکی از شناخته شده ترین داروهای ضد سرطان برای درمان سرطان های سینه و تخمدان است که از طریق تثبیت میکروتوبول ها از تقسیم سلول های سرطانی جلوگیری می کند (Omara et al., 2020).

فلاونوئیدها و پلی فنول ها نیز به عنوان دسته ای از متابولیت های ثانویه، به دلیل ویژگی های آنتی اکسیدانی، ضد التهابی و ضد سرطانی شناخته شده اند. فلاونوئیدهایی مانند کورستین و لوتئولین به دلیل مهار مسیرهای سیگنال دهی سرطانی مانند PI3K/AKT و MAPK، رشد سلول های سرطانی را متوقف می کنند. پلی فنول هایی مانند رزوراترول که در انگور و چای سبز یافت می شود، به دلیل توانایی در القای آپوپتوز و مهار تکثیر سلولی به عنوان یکی از مهم ترین ترکیبات ضد سرطانی مورد مطالعه قرار گرفته اند (Twilley et al., 2020).

اما چرا متابولیت های ثانویه تا این حد مورد توجه قرار گرفته اند؟ اول از همه، این ترکیبات به دلیل تنوع ساختاری که دارند، به طور طبیعی می توانند با اهداف مولکولی مختلف در بدن تعامل داشته باشند. به عبارت دیگر، آن ها قادرند بر روی



مسیرهای مختلف بیولوژیکی اثر بگذارند و از رشد غیرطبیعی سلول‌ها جلوگیری کنند. ثانیاً، بسیاری از این ترکیبات در گیاهان به عنوان بخشی از مکانیسم دفاعی در برابر استرس‌های محیطی، آفات و بیماری‌ها تولید می‌شوند. به همین دلیل، این ترکیبات اغلب دارای خواص زیستی مانند خاصیت آنتی‌اکسیدانی و ضد التهابی هستند که در پیشگیری و درمان سرطان نیز موثر است. تحقیقات گسترده در دهه‌های اخیر نشان داده است که بسیاری از متابولیت‌های ثانویه گیاهان قادر به مهار تکثیر سلولی، القای مرگ سلولی برنامه‌ریزی شده (آپوپتوز)، مهار آنژیوژنز (تشکیل رگ‌های خونی جدید برای تغذیه تومورها)، و جلوگیری از متاستاز (گسترش سرطان به سایر نقاط بدن) هستند. هر کدام از این مکانیسم‌ها نقش کلیدی در توسعه و گسترش سرطان دارند و متابولیت‌های ثانویه با تأثیرگذاری بر این مسیرها می‌توانند به عنوان داروهای ضد سرطان عمل کنند (Noor et al., 2022).

مکانیسم‌های دقیق عملکرد متابولیت‌های ثانویه هنوز به طور کامل درک نشده است، اما تحقیقات اولیه نشان داده است که این ترکیبات می‌توانند با تعامل با پروتئین‌ها، آنزیم‌ها و مسیرهای سیگنال‌دهی در سلول‌های سرطانی، باعث توقف رشد آن‌ها شوند. برای مثال، تاکسول از طریق تثبیت میکروتوبول‌ها، تقسیم سلولی را در مرحله میتوز متوقف کرده و باعث مرگ سلول‌های سرطانی می‌شود. همچنین، ترکیباتی مانند کورستین با مهار پروتئین‌های ضد آپوپتوزی و فعال‌سازی کاسپازها، باعث القای مرگ سلولی در تومورها می‌شوند (Noor et al., 2022).

در کنار این مکانیسم‌های مولکولی، یکی دیگر از دلایلی که متابولیت‌های ثانویه به عنوان داروهای ضد سرطان مورد توجه قرار گرفته‌اند، دسترسی آسان‌تر به این ترکیبات از منابع گیاهی است. بسیاری از این گیاهان به راحتی کشت می‌شوند و امکان استخراج این ترکیبات به صورت انبوه وجود دارد. با این حال، یکی از چالش‌های اصلی استفاده از متابولیت‌های ثانویه در درمان سرطان، مسئله پایداری آن‌ها در بدن و نحوه تحویل آن‌ها به تومورها است. تحقیقات بیشتری در زمینه بهبود سیستم‌های تحویل دارو و فرمولاسیون‌های جدید برای افزایش کارایی این ترکیبات لازم است.

علاوه بر این، برخی از متابولیت‌های ثانویه ممکن است در دوزهای بالا یا با استفاده بلندمدت سمی باشند. بنابراین، یکی از چالش‌های دیگر در توسعه داروهای ضد سرطان مبتنی بر متابولیت‌های ثانویه، تعیین دوز مناسب و ارزیابی ایمنی این ترکیبات است. با وجود این چالش‌ها، پتانسیل بالای این ترکیبات برای استفاده در درمان سرطان باعث شده است تا تحقیقات در این زمینه همچنان با سرعت بالایی ادامه یابد و بسیاری از داروهای ضد سرطان جدید بر پایه متابولیت‌های ثانویه در حال توسعه و آزمایش هستند (Twilley et al., 2020).

در نهایت، یکی از مزایای بزرگ متابولیت‌های ثانویه در مقایسه با داروهای شیمی‌درمانی سنتی، کم بودن عوارض جانبی آن‌ها است. بسیاری از ترکیبات گیاهی به دلیل تطابق طبیعی با سیستم‌های بیولوژیکی بدن انسان، عوارض جانبی کمتری نسبت به داروهای سنتزی دارند. این ویژگی به خصوص در بیماران سرطانی که اغلب به دلیل ضعف سیستم ایمنی و بدن، قادر به تحمل عوارض جانبی سنگین شیمی‌درمانی نیستند، اهمیت ویژه‌ای دارد.



با توجه به این توضیحات، استفاده از متابولیت‌های ثانویه به عنوان داروهای ضد سرطان یک رویکرد امیدوارکننده برای درمان سرطان است که نیاز به تحقیقات بیشتر در زمینه مکانیزم‌های عمل، فرمولاسیون‌های دارویی و ارزیابی بالینی دارد. در ادامه مقاله، به بررسی دقیق‌تر انواع متابولیت‌های ثانویه و نقش آن‌ها در مبارزه با سرطان خواهیم پرداخت.

۲. مواد و روش‌ها

۲-۱. تعریف متابولیت‌های ثانویه

متابولیت‌های ثانویه، ترکیبات آلی کوچک و پیچیده‌ای هستند که در گیاهان تولید می‌شوند و بر خلاف متابولیت‌های اولیه (مانند قندها، اسیدهای آمینه و لیپیدها)، مستقیماً در فرآیندهای حیاتی اولیه مانند رشد و فتوسنتز دخالتی ندارند. این ترکیبات بیشتر به عنوان بخشی از پاسخ دفاعی گیاهان در برابر تنش‌های زیستی (مانند آفات و بیماری‌ها) و غیرزیستی (مانند تغییرات دما و کمبود آب) شناخته می‌شوند. گیاهان این متابولیت‌ها را برای حفاظت از خود در برابر حملات میکروبی، اشعه ماوراءبنفش، و حتی گیاه‌خواران تولید می‌کنند.

متابولیت‌های ثانویه دارای ساختارهای شیمیایی متنوعی هستند و اغلب از لحاظ بیولوژیکی بسیار فعال‌اند. این فعالیت‌ها می‌تواند شامل خواص ضد میکروبی، ضدسرطانی، ضد التهابی و آنتی اکسیدانی باشد که این ویژگی‌ها آن‌ها را به ترکیبات مهمی در علوم دارویی تبدیل کرده است (Riaz et al., 2020).

۲-۲. طبقه‌بندی متابولیت‌های ثانویه

همانطور که بیان شد، متابولیت‌های ثانویه به سه گروه اصلی تقسیم می‌شوند: آلکالوئیدها، ترپن‌ها و فلاونوئیدها. هر یک از این دسته‌ها شامل زیر گروه‌های متعددی هستند که در گیاهان مختلف یافت می‌شوند و فعالیت‌های زیستی مختلفی را از خود نشان می‌دهند.

۱-۲-۲. آلکالوئیدها

آلکالوئیدها دسته‌ای از ترکیبات آلی نیتروژن‌دار هستند که به دلیل ساختارهای حلقوی و خاصیت‌های فیزیولوژیکی قوی‌شان شناخته می‌شوند. آلکالوئیدها به عنوان متابولیت‌های ثانویه در بسیاری از گیاهان تولید می‌شوند و برخی از آن‌ها به عنوان داروهای ضدسرطان استفاده می‌شوند. آلکالوئیدهای شناخته‌شده‌ای مانند مورفین، کدئین و کینین از این گروه هستند. در درمان سرطان، آلکالوئیدهایی مانند وینبلاستین و وینکریستین از جمله داروهای پرکاربرد محسوب می‌شوند (Khan et al., 2022). این آلکالوئیدها از گیاهان *Catharanthus roseus* استخراج می‌شوند و از طریق مهار میتوز در سلول‌های سرطانی، باعث مرگ آن‌ها می‌شوند. وینبلاستین و وینکریستین هر دو از طریق توقف چرخه سلولی در مرحله تقسیم، به کاهش رشد تومور کمک می‌کنند. علاوه بر این، آلکالوئیدهایی مانند کامپتوتسین و ایریسا از درختان *Camptotheca acuminata* نیز دارای اثرات ضدسرطانی هستند و به عنوان داروهای شیمی درمانی مورد استفاده قرار می‌گیرند.

۲-۲-۲. ترپن‌ها



ترین ها دسته ای دیگر از متابولیت های ثانویه هستند که از واحدهای ایزوپرن ساخته می شوند. این ترکیبات نقش مهمی در فیزیولوژی گیاهان دارند و به عنوان هورمون های گیاهی، مواد دفاعی و جذب کننده گرده افشان ها عمل می کنند. ترین ها به دلیل ساختارهای پیچیده خود، فعالیت های بیولوژیکی گسترده ای دارند. یکی از شناخته شده ترین ترین ها، تاکسول (Paclitaxel) است که از درختان *Taxus brevifolia* استخراج می شود و به طور گسترده در درمان سرطان های مختلف، به ویژه سرطان سینه و تخمدان، مورد استفاده قرار می گیرد.

تاکسول با تثبیت میکروتوبول ها در سلول های سرطانی، از تکثیر سلول ها در مرحله میتوز جلوگیری کرده و به مرگ سلول های سرطانی منجر می شود. این ترین با وجود عوارض جانبی خاص خود، همچنان یکی از موثرترین داروهای شیمی درمانی است که در درمان تومورهای مختلف استفاده می شود (El-Baba et al., 2021).

علاوه بر تاکسول، ترین های دیگر مانند آرتیمیزینین از گیاهان *Artemisia annua* نیز دارای خواص ضد سرطانی هستند. این ترکیب ابتدا به عنوان داروی ضد مالاریا شناخته شد، اما مطالعات اخیر نشان داده است که آرتیمیزینین و مشتقات آن می توانند سلول های سرطانی را نیز از بین ببرند. اثرات ضد سرطانی این ترکیبات با تولید گونه های فعال اکسیژن (ROS) و القای آپوپتوز در سلول های سرطانی مرتبط است.

۲-۳. فلاونوئیدها و پلی فنول ها

فلاونوئیدها و پلی فنول ها دسته ای از متابولیت های ثانویه هستند که به دلیل خواص آنتی اکسیدانی و ضد التهابی خود شناخته شده اند. این ترکیبات در بسیاری از میوه ها، سبزیجات، چای و شراب یافت می شوند و در پیشگیری و درمان بسیاری از بیماری ها، از جمله سرطان، نقش دارند. فلاونوئیدهایی مانند کورستین و رزوراترول از جمله ترکیباتی هستند که اثرات ضد سرطانی آن ها در مطالعات متعدد به اثبات رسیده است.

کورستین، که به طور طبیعی در سیب، پیاز و انواع توت ها یافت می شود، به دلیل مهار آنزیم های مرتبط با رشد سلول های سرطانی و تحریک آپوپتوز، به عنوان یک ترکیب ضد سرطانی شناخته می شود. همچنین رزوراترول که در انگور و محصولات مرتبط با آن مانند شراب قرمز یافت می شود، با مهار مسیرهای سیگنال دهی مرتبط با رشد و بقا سلول های سرطانی و همچنین خواص آنتی اکسیدانی و ضد التهابی خود، پتانسیل ضد سرطانی دارد (Hazafa et al., 2020).

پلی فنول های موجود در چای سبز، به ویژه کاتچین ها، نیز دارای خواص ضد سرطانی هستند. این ترکیبات از طریق مهار آنژیوژنز و متاستاز، رشد تومورهای سرطانی را مهار می کنند. مطالعات نشان داده است که مصرف منظم چای سبز با کاهش خطر ابتلا به برخی از انواع سرطان ها، از جمله سرطان ریه، معده و کولون، مرتبط است.

۲-۳. نقش متابولیت های ثانویه در گیاهان دارویی

متابولیت های ثانویه نه تنها در سازگاری و بقا گیاهان نقش حیاتی دارند، بلکه در حفاظت از گیاهان در برابر شرایط نامساعد محیطی، آفات و بیماری ها نیز مؤثرند. این ترکیبات به گیاهان اجازه می دهند که در محیط های نامساعد رشد کنند و در برابر فشارهای زیستی و غیرزیستی مقاومت نشان دهند. به عنوان مثال، ترین ها و فلاونوئیدها می توانند به عنوان ضد میکروب ها عمل کرده و از گیاه در برابر حملات قارچی و باکتریایی محافظت کنند.



علاوه بر این، متابولیت‌های ثانویه در گیاهان دارویی نقش مهمی در طب سنتی و مدرن دارند. گیاهان دارویی که حاوی این ترکیبات هستند، از دیرباز در درمان بیماری‌های مختلف استفاده می‌شده‌اند و بسیاری از داروهای مدرن نیز از متابولیت‌های ثانویه مشتق شده‌اند. به عنوان مثال، داروهای ضد سرطان مدرنی مانند تاکسول و وینبلاستین همگی از گیاهان دارویی استخراج شده‌اند (Pant et al., 2021).

بنابراین، متابولیت‌های ثانویه به دلیل فعالیت‌های بیولوژیکی متنوع خود، نه تنها به گیاهان در سازگاری با محیط کمک می‌کنند، بلکه به عنوان منابع بالقوه داروهای ضد سرطان در انسان مورد توجه قرار گرفته‌اند. این ترکیبات به دلیل توانایی‌های منحصر به فرد خود در مهار رشد و تکثیر سلول‌های سرطانی، القای آپوپتوز، و جلوگیری از متاستاز، بخش مهمی از تحقیقات دارویی در زمینه سرطان را به خود اختصاص داده‌اند.

۳. نتایج

۳-۱. مکانیزم‌های ضد سرطان متابولیت‌های ثانویه

متابولیت‌های ثانویه گیاهان از طریق چندین مکانیسم سلولی و مولکولی قادر به مهار رشد و تکثیر سلول‌های سرطانی هستند. برخی از این مکانیسم‌ها شامل القای مرگ سلولی برنامه‌ریزی شده (آپوپتوز)، مهار چرخه سلولی، جلوگیری از تشکیل رگ‌های خونی جدید (آنژیوژنز) و مهار متاستاز است. این ترکیبات از طریق تعامل با مولکول‌های هدف در سلول‌های سرطانی، روند رشد غیرطبیعی سلول‌ها را مهار کرده و باعث مرگ سلولی می‌شوند (El-Readi et al., 2021).

۳-۱-۱. مهار تکثیر سلولی

بسیاری از متابولیت‌های ثانویه مانند تاکسول و وینبلاستین با مهار چرخه سلولی از تقسیم سلول‌های سرطانی جلوگیری می‌کنند. برای مثال، تاکسول با تثبیت میکروتوبول‌ها از تفکیک کروموزوم‌ها در مرحله میتوز جلوگیری می‌کند و منجر به توقف چرخه سلولی می‌شود. این مکانیسم منجر به مرگ سلول‌های سرطانی و جلوگیری از رشد تومور می‌شود.

۳-۱-۲. القای آپوپتوز

آپوپتوز یا مرگ سلولی برنامه‌ریزی شده یکی از مهم‌ترین مکانیسم‌های دفاعی بدن در برابر سلول‌های سرطانی است. بسیاری از متابولیت‌های ثانویه قادر به فعال‌سازی مسیرهای مولکولی مربوط به آپوپتوز هستند. برای مثال، فلاونوئیدها می‌توانند از طریق فعال‌سازی کاسپازها و کاهش بیان پروتئین‌های ضد آپوپتوزی مانند Bcl-2، مرگ سلولی در سلول‌های سرطانی را القا کنند.

۳-۱-۳. مهار آنژیوژنز

تشکیل رگ‌های خونی جدید (آنژیوژنز) یکی از مراحل کلیدی در رشد تومورها است. بدون تأمین خون کافی، تومورها قادر به رشد و گسترش نیستند. برخی از متابولیت‌های ثانویه با مهار فاکتورهای رشد آنژیوژنیک مانند VEGF از تشکیل رگ‌های خونی جدید جلوگیری کرده و در نتیجه رشد تومور را متوقف می‌کنند.

۳-۱-۴. جلوگیری از متاستاز



متاستاز فرایندی است که طی آن سلول‌های سرطانی از محل اولیه خود جدا شده و به سایر نقاط بدن مهاجرت کرده و تومورهای جدیدی ایجاد می‌کنند. متابولیت‌های ثانویه از طریق مهار آنزیم‌های پروتئولیتیک مانند متالوپروتینازها و مهار مسیرهای سیگنال‌دهی مرتبط با مهاجرت سلولی، از گسترش سلول‌های سرطانی به سایر نقاط بدن جلوگیری می‌کنند.

۳-۲. متابولیت‌های ثانویه با پتانسیل ضد سرطان برجسته

متابولیت‌های ثانویه گیاهان دارویی به دلیل فعالیت‌های زیستی مختلف، از جمله اثرات ضد سرطانی، در کانون توجه بسیاری از محققان قرار گرفته‌اند. در این بخش، به بررسی چندین متابولیت ثانویه برجسته که اثرات ضد سرطانی اثبات شده دارند و به طور گسترده در تحقیقات بالینی و پیش‌بالینی مورد بررسی قرار گرفته‌اند، می‌پردازیم. این ترکیبات شامل آلکالوئیدها، ترپن‌ها، و فلاونوئیدها هستند که به دلیل اثرات قوی خود بر مسیرهای مختلف بیولوژیکی در سلول‌های سرطانی، به عنوان داروهای بالقوه و در مواردی نیز به عنوان داروهای تایید شده برای درمان سرطان مورد استفاده قرار گرفته‌اند.

۳-۲-۱. وینبلاستین و وینکریستین (Alkaloids: Vinblastine and Vincristine)

وینبلاستین و وینکریستین از آلکالوئیدهای استخراج شده از گیاهان *Catharanthus roseus* (گل سرخ مدیترانه‌ای) هستند که به عنوان داروهای شیمی‌درمانی برای درمان سرطان‌های خون و لنفای مورد استفاده قرار می‌گیرند. این دو ترکیب به‌ویژه در درمان سرطان‌های خون (لوکمیا)، لنفوم‌ها و سرطان پستان نقش اساسی دارند.

این دو آلکالوئید با مهار تشکیل میکروتوبول‌ها در سلول‌های سرطانی، باعث جلوگیری از تقسیم سلولی در مرحله میتوز (تقسیم سلولی) می‌شوند. وینبلاستین و وینکریستین از طریق اتصال به توبولین (پروتئینی که در تشکیل میکروتوبول‌ها نقش دارد)، مانع از تشکیل دوک‌های میتوزی می‌شوند و با اختلال در تقسیم کروموزوم‌ها، چرخه سلولی را متوقف کرده و به مرگ سلول‌های سرطانی منجر می‌شوند. این مکانیسم باعث توقف رشد تومورها و کاهش گسترش آن‌ها می‌شود.

وینبلاستین و وینکریستین هر دو به‌طور گسترده در شیمی‌درمانی استفاده می‌شوند. وینبلاستین به طور خاص در درمان لنفوم هوچکین، کارسینوم بیضه و سرطان ریه کوچک سلولی مؤثر است. وینکریستین نیز در درمان لوکمیا (به ویژه لوکمای لنفوبلاستیک حاد در کودکان)، لنفوم غیرهوچکین و برخی از تومورهای مغزی استفاده می‌شود. با این حال، این داروها دارای عوارض جانبی قابل توجهی هستند که شامل نوروپاتی محیطی (آسیب به اعصاب محیطی) است، که محدودیت‌هایی را در استفاده طولانی‌مدت از آن‌ها ایجاد می‌کند (Dhyani et al., 2022).

۳-۲-۲. تاکسول (Terpenoids: Paclitaxel)

تاکسول (Paclitaxel) یکی از شناخته‌شده‌ترین داروهای ضد سرطان است که از درختان *Taxus brevifolia* (درخت سرخدار) استخراج می‌شود. تاکسول به دلیل اثرات ضد سرطانی بسیار قوی خود در درمان بسیاری از سرطان‌ها، به‌ویژه سرطان سینه، سرطان تخمدان، و سرطان ریه، اهمیت بالایی دارد.

تاکسول با تثبیت میکروتوبول‌ها در سلول‌های سرطانی، باعث جلوگیری از تقسیم سلولی می‌شود. در حالت طبیعی، میکروتوبول‌ها در طول چرخه سلولی به‌طور منظم تجزیه و بازسازی می‌شوند تا کروموزوم‌ها را در سلول‌های در حال تقسیم



جابه‌جا کنند. تاکسول با جلوگیری از این فرآیند و تثبیت میکروتوبول‌ها، باعث متوقف شدن چرخه سلولی در مرحله میتوز می‌شود و در نهایت به مرگ سلول سرطانی منجر می‌شود.

تاکسول در درمان سرطان‌های متعددی مورد استفاده قرار می‌گیرد که از جمله مهم‌ترین آن‌ها سرطان سینه و تخمدان است. این دارو به‌عنوان یکی از موثرترین داروهای شیمی‌درمانی شناخته می‌شود و به‌طور گسترده در مراحل مختلف سرطان استفاده می‌شود. تاکسول همچنین در درمان سرطان ریه و سرطان سر و گردن نیز کاربرد دارد. با این حال، همانند وینبلاستین و وینکریستین، تاکسول نیز عوارض جانبی از جمله نوروپاتی و حساسیت‌های شدید دارد (Sharifi-Rad et al., 2021).

۳-۲-۳. کورستین و لوتولین (Flavonoids: Quercetin and Luteolin)

کورستین و لوتولین فلاونوئیدهایی هستند که به دلیل خواص آنتی‌اکسیدانی و ضدالتهابی خود شناخته شده‌اند و تحقیقات بسیاری بر روی اثرات ضد سرطانی آن‌ها انجام شده است. این فلاونوئیدها در طیف گسترده‌ای از میوه‌ها، سبزیجات و گیاهان یافت می‌شوند.

کورستین و لوتولین از طریق مهار مسیرهای سیگنال‌دهی که در رشد و بقا سلول‌های سرطانی دخیل هستند، اثرات ضد سرطانی خود را اعمال می‌کنند. این ترکیبات با مهار مسیرهای PI3K/AKT و MAPK، که برای رشد و تکثیر سلول‌های سرطانی حیاتی هستند، باعث توقف تکثیر سلول‌های سرطانی و القای مرگ برنامه‌ریزی‌شده سلول‌ها (آپوپتوز) می‌شوند. علاوه بر این، کورستین و لوتولین می‌توانند با کاهش التهاب و کاهش تولید گونه‌های فعال اکسیژن (ROS)، از آسیب به DNA سلول‌های سالم جلوگیری کرده و ریسک ابتلا به سرطان را کاهش دهند.

هرچند که کورستین و لوتولین به‌عنوان داروهای ضد سرطان رسمی تأیید نشده‌اند، مطالعات پیش‌بالینی بر روی مدل‌های حیوانی نشان داده‌اند که این ترکیبات توانایی مهار رشد تومورها و کاهش گسترش سلول‌های سرطانی را دارند. این ترکیبات به ویژه در پیشگیری از سرطان‌هایی مانند سرطان سینه، ریه و روده بزرگ مؤثر هستند و در حال حاضر در تحقیقات بالینی بیشتری قرار دارند (Erdoğan et al., 2022).

۳-۲-۴. رزوراترول (Polyphenols: Resveratrol)

رزوراترول یک پلی‌فنول طبیعی است که در پوست انگور، شراب قرمز و برخی میوه‌ها یافت می‌شود. این ترکیب به دلیل خواص آنتی‌اکسیدانی قوی خود شناخته شده است و تحقیقات نشان داده است که می‌تواند اثرات ضد سرطانی نیز داشته باشد. رزوراترول از طریق مکانیسم‌های مختلفی باعث مهار رشد سلول‌های سرطانی می‌شود. این ترکیب با القای آپوپتوز، مهار تکثیر سلولی، و جلوگیری از آنژیوژنز، رشد و گسترش تومورها را مهار می‌کند. رزوراترول همچنین با مهار مسیرهای سیگنال‌دهی مرتبط با بقا و رشد سلولی، مانند مسیر NF- κ B، باعث کاهش التهاب و استرس اکسیداتیو می‌شود که این عوامل در تشکیل و گسترش سرطان دخیل هستند.

رزوراترول در مطالعات پیش‌بالینی اثرات مثبتی بر مهار تومورها، به‌ویژه در سرطان‌های روده بزرگ، پوست و سینه نشان داده است. همچنین این ترکیب به دلیل توانایی در محافظت از DNA و جلوگیری از آسیب‌های اکسیداتیو، به‌عنوان یک ترکیب



پیشگیری کننده از سرطان شناخته شده است. با این حال، مطالعات بیشتری برای تایید اثربخشی آن در انسان‌ها مورد نیاز است (Kowsari et al., 2023).

۳-۳. بررسی مطالعات بالینی و پیش‌بالینی

تا کنون، متابولیت‌های ثانویه در تحقیقات آزمایشگاهی و بالینی برای بررسی اثرات ضد سرطانی آن‌ها مورد مطالعه قرار گرفته‌اند. مطالعات پیش‌بالینی بر روی حیوانات و سلول‌های سرطانی نشان داده است که بسیاری از این ترکیبات توانایی مهار رشد تومورها و کاهش نرخ متاستاز را دارند. برای مثال، تاکسول در مطالعات پیش‌بالینی اثرات قوی ضد سرطانی نشان داده و در مراحل بعدی به‌عنوان یک داروی مؤثر ضد سرطان به بازار عرضه شد (Yap et al., 2021; Twilley et al., 2020). مطالعات بالینی نیز به بررسی اثرات این ترکیبات در انسان پرداخته‌اند. تاکسول و وینکریستین از جمله داروهایی هستند که در مطالعات بالینی نتایج مثبتی نشان داده‌اند و در حال حاضر به‌طور گسترده در درمان سرطان مورد استفاده قرار می‌گیرند. با این حال، بسیاری از متابولیت‌های ثانویه دیگر هنوز در مراحل اولیه تحقیقات بالینی هستند و نیاز به مطالعات بیشتری برای تأیید اثربخشی و ایمنی آن‌ها وجود دارد.

۳-۴. چالش‌ها و محدودیت‌های استفاده از متابولیت‌های ثانویه به‌عنوان داروهای ضد سرطان

با وجود پتانسیل بالای متابولیت‌های ثانویه در درمان سرطان، استفاده از آن‌ها با چالش‌های متعددی همراه است. برخی از این چالش‌ها شامل موارد زیر است:

۳-۴-۱. پایداری و فرمولاسیون

بسیاری از متابولیت‌های ثانویه دارای نیمه عمر کوتاهی هستند و در بدن به سرعت تجزیه می‌شوند. بنابراین، توسعه روش‌های تحویل دارو و فرمولاسیون‌های مناسب برای افزایش پایداری و اثربخشی این ترکیبات از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است.

۳-۴-۲. سمیت و عوارض جانبی

برخی از متابولیت‌های ثانویه در دوزهای بالا یا با استفاده بلندمدت می‌توانند سمی باشند. برای مثال، تاکسول و وینکریستین با وجود اثربخشی بالا در درمان سرطان، عوارض جانبی شدیدی مانند نوروپاتی محیطی دارند که استفاده طولانی مدت آن‌ها را محدود می‌کند.

۳-۴-۳. دسترسی و تولید انبوه

تولید انبوه برخی از متابولیت‌های ثانویه دشوار است. بسیاری از این ترکیبات از گیاهان نادر یا به‌سختی قابل کشت استخراج می‌شوند، که این امر تولید و دسترسی به آن‌ها را محدود می‌کند.

۳-۵. آینده پژوهش‌ها و کاربردهای بالقوه

تحقیقات آینده در زمینه متابولیت‌های ثانویه باید بر بهبود روش‌های تولید و استخراج این ترکیبات تمرکز کند. همچنین، توسعه سیستم‌های نوین تحویل دارو، مانند نانوذرات و لیپوزوم‌ها، می‌تواند به افزایش پایداری و کارایی این ترکیبات در بدن کمک کند. استفاده از نانو تکنولوژی برای هدف گذاری دقیق تر سلول‌های سرطانی و کاهش عوارض جانبی نیز یکی از حوزه‌های مهم تحقیقاتی است (Omara et al., 2020; Riaz et al., 2020).



۴. بحث و نتیجه گیری

متابولیت‌های ثانویه گیاهان دارویی به عنوان منبعی غنی و متنوع از ترکیبات زیستی، نقش مهمی در توسعه درمان‌های جدید ضد سرطان ایفا می‌کنند. این ترکیبات که شامل آلکالوئیدها، ترپنوئیدها، و فلاونوئیدها/پلی فنول‌ها هستند، به دلیل خواص ضد سرطانی قوی، از جمله مهار تکثیر سلولی، القای مرگ سلولی برنامه‌ریزی شده (آپوپتوز)، مهار آنژیوژنز و جلوگیری از متاستاز، مورد توجه گسترده قرار گرفته‌اند. ترکیباتی مانند وینبلاستین، وینکریستین، تاکسول، کورستین و رزوراترول نه تنها در مطالعات آزمایشگاهی، بلکه در کارآزمایی‌های بالینی نیز اثربخشی خود را به اثبات رسانده‌اند. با این حال، استفاده از متابولیت‌های ثانویه با چالش‌هایی مانند پایداری کم، عوارض جانبی و تولید انبوه مواجه است. برای غلبه بر این چالش‌ها، تحقیقاتی در زمینه بهبود فرمولاسیون‌های دارویی و سیستم‌های تحویل هدفمند در حال انجام است. نانوتکنولوژی و مهندسی زیستی می‌تواند راه‌حل‌های امیدوارکننده‌ای برای بهبود کارایی این ترکیبات در درمان سرطان باشند. در نهایت، متابولیت‌های ثانویه گیاهان دارویی، به دلیل سازگاری بالا با بدن انسان و خواص چندگانه‌ای که دارند، پتانسیل بالایی در درمان سرطان نشان می‌دهند. تحقیقات بیشتر در این زمینه می‌تواند منجر به کشف داروهای جدید و مؤثرتر با عوارض جانبی کمتر و قابلیت تولید بیشتر شود.

منابع

- Dhyani, P., Quispe, C., Sharma, E., Bahukhandi, A., Sati, P., Attri, D. C., Szopa, A., Sharifi-Rad, J., Docea, A. O., Mardare, I., Calina, D., and Cho, W. C. (2022). Anticancer potential of alkaloids: a key emphasis to colchicine, vinblastine, vincristine, vindesine, vinorelbine and vincamine. *Cancer cell international*, 22(1): 206.
- El-Baba, C., Baassiri, A., Kiriako, G., Dia, B., Fadlallah, S., Moodad, S., and Darwiche, N. (2021). Terpenoids' anti-cancer effects: Focus on autophagy. *Apoptosis*, 26(9): 491-511.
- El-Readi, M. Z., Al-Abd, A. M., Althubiti, M. A., Almaimani, R. A., Al-Amoodi, H. S., Ashour, M. L., Wink, M., and Eid, S. Y. (2021). Multiple molecular mechanisms to overcome multidrug resistance in cancer by natural secondary metabolites. *Frontiers in pharmacology*, 12: 658513.
- Erdoğan, M. K., Ağca, C. A., and Aşkın, H. (2022). Quercetin and luteolin improve the anticancer effects of 5-fluorouracil in human colorectal adenocarcinoma in vitro model: A mechanistic insight. *Nutrition and cancer*, 74(2): 660-676.
- Hazafa, A., Rehman, K. U., Jahan, N., and Jabeen, Z. (2020). The role of polyphenol (flavonoids) compounds in the treatment of cancer cells. *Nutrition and cancer*, 72(3): 386-397.
- Khan, M. I., Bouyahya, A., Hachlafi, N. E., Menyiy, N. E., Akram, M., Sultana, S., Zengin, G., Ponomareva, L., Shariati, M. A., Ojo, O. A., Dall'Acqua, S., and Elebiyo, T. C. (2022). Anticancer properties of medicinal plants and their bioactive compounds against breast cancer: a review on recent investigations. *Environmental Science and Pollution Research*, 29(17): 24411-24444.
- Kowsari, H., Davoodvandi, A., Dashti, F., Mirazimi, S. M. A., Bahabadi, Z. R., Aschner, M., Sahebkar, A., Gilasi, H. R., Hamblin, M. R., and Mirzaei, H. (2023). Resveratrol in cancer treatment with a focus on breast cancer. *Current Molecular Pharmacology*, 16(3): 346-361.
- Noor, F., Tahir ul Qamar, M., Ashfaq, U. A., Albutti, A., Alwashmi, A. S., and Aljasir, M. A. (2022). Network pharmacology approach for medicinal plants: review and assessment. *Pharmaceuticals*, 15(5): 572.
- Omara, T., Kiprop, A. K., Ramkat, R. C., Cherutoi, J., Kagoya, S., Moraa Nyangena, D., ... and Chepkemoi Koske, M. (2020). Medicinal plants used in traditional management of cancer in Uganda: a review of ethnobotanical surveys, phytochemistry, and anticancer studies. *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine*, 2020(1): 3529081.
- Pant, P., Pandey, S., and Dall'Acqua, S. (2021). The influence of environmental conditions on secondary metabolites in medicinal plants: A literature review. *Chemistry & Biodiversity*, 18(11): e2100345.

- Riaz, A., Rasul, A., Kanwal, N., Hussain, G., Shah, M. A., Sarfraz, I., Ishfaq, R., Batool, R., Rukhsar, F., and Adem, F. I. E. (2020). Germacrone: A potent secondary metabolite with therapeutic potential in metabolic diseases, cancer and viral infections. *Current Drug Metabolism*, 21(14): 1079-1090.
- Sharifi-Rad, J., Quispe, C., Patra, J. K., Singh, Y. D., Panda, M. K., Das, G., ... and Calina, D. (2021). Paclitaxel: application in modern oncology and nanomedicine-based cancer therapy. *Oxidative medicine and cellular longevity*, 2021(1): 3687700.
- Twilley, D., Rademan, S., and Lall, N. (2020). A review on traditionally used South African medicinal plants, their secondary metabolites and their potential development into anticancer agents. *Journal of ethnopharmacology*, 261: 113101.
- Yap, K. M., Sekar, M., Seow, L. J., Gan, S. H., Bonam, S. R., Mat Rani, N. N. I., ... and Fuloria, S. (2021). *Mangifera indica* (Mango): A promising medicinal plant for breast cancer therapy and understanding its potential mechanisms of action. *Breast Cancer: Targets and Therapy*, 13: 471-503.



نقش حیاتی عصاره گیاهان دارویی در تولید بسته بندی های زیست تخریب پذیر و کاهش آلودگی های پلاستیکی

فرامرز خدائیان^۱، سیدسعید حسینی^{۱*}

^۱گروه مهندسی زیستی، دانشکده مهندسی علوم زیستی، دانشکده گان علوم و فناوری های میان رشته ای، دانشگاه تهران، تهران، ایران.

نویسنده مسئول: (Saeid_hosseini@ut.ac.ir)

چکیده

آلودگی های ناشی از پلاستیک های غیر قابل تجزیه به یکی از بزرگ ترین چالش های زیست محیطی جهان تبدیل شده و نیاز به یافتن جایگزین های پایدار و زیست سازگار برای بسته بندی ها را بیش از پیش ضروری کرده است. این مقاله به بررسی استفاده از عصاره های گیاهی در تولید بسته بندی های زیست تخریب پذیر پرداخته و خواص شیمیایی و بیولوژیکی این عصاره ها را تحلیل می کند. عصاره های گیاهانی مانند رزماری، دارچین، آویشن و چای سبز به دلیل خواص ضد میکروبی و آنتی اکسیدانی طبیعی خود، می توانند به افزایش ماندگاری محصولات غذایی و جلوگیری از رشد باکتری ها و قارچ ها کمک کنند. همچنین، ترکیب این عصاره ها با پلیمرهای زیستی مانند PLA و PHA، علاوه بر بهبود خواص مکانیکی بسته بندی ها، به تسریع تجزیه آن ها در طبیعت کمک می کند. هدف از نگارش این مقاله، ارائه یک تحلیل جامع از فرصت ها و چالش های مرتبط با استفاده از عصاره های گیاهی در بسته بندی های زیست تخریب پذیر و نشان دادن اهمیت این فناوری در کاهش وابستگی به پلاستیک های نفتی است. با وجود چالش های موجود در زمینه تولید و هزینه ها، استفاده از این تکنولوژی می تواند به کاهش آلودگی های زیست محیطی، افزایش ماندگاری محصولات و ایجاد فرصت های اقتصادی جدید منجر شود. این مقاله به دنبال ارائه راهکارهایی برای توسعه پایدار و حفظ محیط زیست از طریق فناوری های نوین بسته بندی است.

واژگان کلیدی: عصاره های گیاهی، زیست تخریب پذیر، پلیمرهای زیستی، کاهش آلودگی.



۱. مقدمه

در دنیای امروز، افزایش آگاهی‌های زیست محیطی و رشد بحران‌های مربوط به آلودگی‌های پلاستیکی، نیاز به استفاده از مواد جایگزین پایدار و تجزیه پذیر بیش از هر زمان دیگری احساس می‌شود. پلاستیک‌ها، که دهه‌ها به عنوان یکی از مهم‌ترین مواد مورد استفاده در صنعت بسته‌بندی شناخته می‌شدند، اکنون به دلیل آثار مخرب زیست محیطی‌شان با چالش‌های جدی مواجه شده‌اند. میزان زباله‌های پلاستیکی تولید شده در سطح جهانی به حدی رسیده که دیگر به سادگی قابل مدیریت نیستند. این زباله‌ها اغلب صدها سال زمان نیاز دارند تا در طبیعت تجزیه شوند و در این مدت آسیب‌های غیرقابل جبرانی به اکوسیستم‌های آبی، خاک و حتی زنجیره غذایی موجودات زنده وارد می‌کنند. همین مسئله، توجه بسیاری از پژوهشگران و صنایع مختلف را به یافتن جایگزین‌هایی پایدار و زیست سازگار برای پلاستیک‌ها جلب کرده است (Kola and Carvalho, 2023).

یکی از رویکردهایی که در سال‌های اخیر به شدت مورد توجه قرار گرفته، استفاده از گیاهان دارویی و عصاره‌های گیاهی برای تولید مواد بسته‌بندی زیست تخریب پذیر است. گیاهان دارویی از دیرباز به عنوان منابع غنی از ترکیبات فعال بیولوژیکی شناخته شده‌اند و کاربردهای گسترده‌ای در صنایع دارویی، غذایی و بهداشتی دارند. با پیشرفت فناوری‌های زیستی و شیمیایی، عصاره‌های این گیاهان نیز به عنوان منابع بالقوه برای تولید مواد بسته‌بندی زیست تخریب پذیر مورد بررسی قرار گرفته‌اند. این عصاره‌ها می‌توانند خواص منحصر به فردی همچون ضد میکروبی، ضد قارچی و آنتی اکسیدانی را به مواد بسته‌بندی اضافه کنند و به حفظ کیفیت محصولات بسته‌بندی شده کمک کنند. در این راستا، پژوهش‌های زیادی نشان داده‌اند که عصاره‌های گیاهی می‌توانند به عنوان جایگزینی برای مواد شیمیایی مصنوعی در بسته‌بندی‌ها مورد استفاده قرار گیرند. این عصاره‌ها به دلیل ویژگی‌های زیست سازگار و توانایی تجزیه سریع در محیط، بدون برجای گذاشتن ضایعات مضر، گزینه‌ای ایده آل برای بسته‌بندی‌های پایدار به شمار می‌روند. استفاده از عصاره‌های گیاهی در بسته‌بندی‌ها همچنین می‌تواند به کاهش نیاز به افزودنی‌های شیمیایی مضر کمک کند و بدین ترتیب سلامت انسان و محیط زیست را به طور همزمان حفظ کند. علاوه بر این، گیاهان دارویی به دلیل تنوع بیولوژیکی بالا، دارای ترکیبات فعالی هستند که می‌توانند به طور موثری با میکروارگانیسم‌ها مبارزه کنند و از فساد محصولات غذایی جلوگیری کنند. به عنوان مثال، گیاهانی مانند رزماری، آویشن، و دارچین به دلیل داشتن ترکیبات آنتی اکسیدانی و ضد میکروبی طبیعی، به عنوان گزینه‌های مناسبی برای بهبود خواص بسته‌بندی‌های زیست تخریب پذیر شناخته شده‌اند. این ترکیبات می‌توانند بدون نیاز به افزودن مواد شیمیایی مصنوعی، ماندگاری محصولات غذایی را افزایش دهند و از رشد میکروب‌ها و قارچ‌ها جلوگیری کنند. علاوه بر این، استفاده از این عصاره‌ها می‌تواند به کاهش میزان فساد مواد غذایی و کاهش هدررفت آن‌ها کمک کند، که این خود یکی از اهداف مهم در توسعه بسته‌بندی‌های پایدار است (Jafarzadeh et al., 2020; Zhang and Sablani, 2021).

در سال‌های اخیر، استفاده از پلیمرهای زیستی و تجزیه پذیر به همراه عصاره‌های گیاهی به عنوان یکی از راهکارهای نوین برای تولید بسته‌بندی‌های زیست تخریب پذیر مطرح شده است. پلیمرهای زیستی که از منابع طبیعی مانند سلولز، نشاسته، و کیتین به دست می‌آیند، به دلیل توانایی تجزیه سریع و سازگاری بالا با محیط زیست، به عنوان جایگزین‌هایی برای پلاستیک‌های نفتی



معرفی شده‌اند. این پلیمرها در کنار عصاره‌های گیاهی می‌توانند به تولید بسته‌بندی‌هایی کمک کنند که هم از نظر زیست محیطی و هم از نظر اقتصادی پایدارتر باشند. به عنوان مثال، پلی لاکتیک اسید (PLA) که از ذرت و دیگر منابع گیاهی به دست می‌آید، یکی از پلیمرهای زیست تخریب پذیری است که می‌تواند با عصاره‌های گیاهی ترکیب شود تا خواص مکانیکی و ضد میکروبی بهتری به دست آورد (Popyrina et al., 2023).

یکی دیگر از جنبه‌های مهم استفاده از عصاره‌های گیاهی در بسته‌بندی‌های زیست تخریب پذیر، کاهش مصرف انرژی و کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای است. تولید پلاستیک‌های نفتی به طور معمول نیازمند مصرف بالای انرژی و انتشار قابل توجهی از گازهای گلخانه‌ای است که به تغییرات اقلیمی دامن می‌زند. در مقابل، بسته‌بندی‌های زیست تخریب پذیر بر پایه عصاره‌های گیاهی می‌توانند با کاهش مصرف انرژی در مراحل تولید و تجزیه سریع تر در محیط، به کاهش اثرات منفی زیست محیطی کمک کنند. با توجه به افزایش نیاز به بسته‌بندی‌های پایدار در صنایع مختلف، از جمله صنایع غذایی، دارویی، و آرایشی، استفاده از عصاره‌های گیاهی می‌تواند به عنوان یک راهکار مؤثر در راستای کاهش وابستگی به پلاستیک‌های نفتی و حرکت به سمت توسعه پایدار عمل کند. این رویکرد نه تنها به حفظ محیط زیست کمک می‌کند، بلکه به صنایع این امکان را می‌دهد که با استفاده از منابع طبیعی و تجدیدپذیر، محصولات خود را با ارزش افزوده بالاتری به بازار عرضه کنند. از سوی دیگر، بسیاری از کشورها به دلیل داشتن منابع غنی از گیاهان دارویی، می‌توانند از این رویکرد به عنوان یک فرصت اقتصادی نیز بهره‌برداری کنند. این کشورها با سرمایه‌گذاری در زمینه تحقیق و توسعه بسته‌بندی‌های زیست تخریب پذیر بر پایه عصاره‌های گیاهی، می‌توانند سهم خود را در بازار جهانی محصولات پایدار افزایش دهند و در عین حال به بهبود کیفیت محیط زیست کمک کنند. در عین حال، این رویکرد می‌تواند به کاهش میزان ضایعات پلاستیکی و کمک به حفاظت از منابع طبیعی نیز منجر شود (Bhargava et al., 2020). هدف از این مقاله بررسی جامع و علمی استفاده از عصاره‌های گیاهی در تولید بسته‌بندی‌های زیست تخریب پذیر، با تمرکز بر خواص بیولوژیکی و شیمیایی این عصاره‌ها و تأثیر آن‌ها بر بهبود کارایی و پایداری بسته‌بندی‌ها است. این مقاله تلاش می‌کند تا ضمن بررسی چالش‌ها و فرصت‌های این حوزه، به ارائه راهکارهایی برای افزایش استفاده از این تکنولوژی در صنایع مختلف بپردازد.

۲. مواد و روش‌ها

۲-۱. بررسی خواص عصاره‌های گیاهی مورد استفاده در بسته‌بندی‌های زیست تخریب پذیر

عصاره‌های گیاهی به دلیل داشتن ترکیبات شیمیایی فعال با خواص ضد میکروبی، ضد اکسیدانی و ضد قارچی، مورد توجه بسیاری از صنایع قرار گرفته‌اند. این ترکیبات می‌توانند به بسته‌بندی‌ها خواصی اضافه کنند که نه تنها به حفظ کیفیت محصول کمک می‌کنند، بلکه به افزایش ماندگاری آن نیز منجر می‌شوند. برخی از گیاهان دارویی که عصاره‌های آن‌ها به طور گسترده‌ای در بسته‌بندی‌های زیست تخریب پذیر به کار می‌روند، شامل موارد زیر هستند:

- **رزماری (Rosemary):** رزماری به دلیل داشتن ترکیباتی مانند کارنوسول و اسید کارنوسیک دارای خواص

آنتی اکسیدانی بسیار قوی است. این ترکیبات می‌توانند از اکسیداسیون چربی‌ها و دیگر مواد غذایی جلوگیری کنند و به حفظ طراوت و کیفیت محصولات بسته‌بندی شده کمک کنند. مطالعات نشان داده‌اند که استفاده از عصاره رزماری در



بسته‌بندی‌های زیست تخریب پذیر می‌تواند ماندگاری مواد غذایی را به طور قابل توجهی افزایش دهد (Vasile et al., 2020).

- **دارچین (Cinnamon):** عصاره دارچین یکی از معروف ترین مواد با خاصیت ضد میکروبی است. این عصاره به دلیل وجود ترکیبات فعالی مانند سینامالدهید و اوژنول، توانایی بالایی در مهار رشد باکتری‌ها و قارچ‌ها دارد. بسته‌بندی‌های ساخته شده با افزودن عصاره دارچین می‌توانند به طور موثری از فساد مواد غذایی جلوگیری کرده و به بهبود ایمنی غذایی کمک کنند (Montero et al., 2021).
 - **آویشن (Thyme):** عصاره آویشن به دلیل وجود ترکیباتی مانند تیمول و کارواکرول خواص ضد باکتریایی و ضد قارچی قوی دارد. این ترکیبات می‌توانند به عنوان یک عامل نگهدارنده طبیعی در بسته‌بندی‌های زیست تخریب پذیر استفاده شوند و به حفظ تازگی محصولات، به ویژه مواد غذایی حساس به فساد، کمک کنند (Zehra et al., 2022).
 - **چای سبز (Green Tea):** عصاره چای سبز غنی از کاتچین‌ها و پلی فنول‌ها است که خواص آنتی اکسیدانی و ضد التهابی دارند. این ترکیبات می‌توانند به جلوگیری از اکسیداسیون و افزایش عمر مفید محصولات کمک کنند. استفاده از عصاره چای سبز در بسته‌بندی‌ها نه تنها باعث افزایش ماندگاری مواد غذایی می‌شود، بلکه به عنوان یک عامل محافظتی طبیعی عمل می‌کند (Romagnolli et al., 2020).
- علاوه بر خواص ضد میکروبی و آنتی اکسیدانی، بسیاری از این عصاره‌ها می‌توانند ویژگی‌های فیزیکی بسته‌بندی را نیز بهبود بخشند. به عنوان مثال، اضافه کردن عصاره‌های گیاهی به بسته‌بندی‌های زیست تخریب پذیر می‌تواند استحکام و انعطاف پذیری مواد را افزایش دهد و در نتیجه عمر بسته‌بندی را طولانی تر کند. همچنین، این عصاره‌ها می‌توانند به جلوگیری از نفوذ رطوبت و اکسیژن به داخل بسته‌بندی کمک کنند که این خود یک مزیت بزرگ برای بسته‌بندی مواد غذایی و محصولات حساس به رطوبت است (Montero et al., 2021).

۳. نتایج

۳-۱. پلیمرهای زیست تخریب پذیر و نقش عصاره‌های گیاهی در بهبود کارایی آن‌ها

پلیمرهای زیست تخریب پذیر نقش مهمی در تولید بسته‌بندی‌های پایدار دارند و جایگزین‌های مناسبی برای پلاستیک‌های نفتی محسوب می‌شوند. این پلیمرها از منابع طبیعی مانند نشاسته، سلولز، کیتین و پروتئین‌ها به دست می‌آیند و پس از استفاده، به سرعت در محیط تجزیه می‌شوند. با این حال، یکی از چالش‌های اصلی در استفاده از پلیمرهای زیستی، مقاومت کمتر آن‌ها در مقایسه با پلاستیک‌های سنتی است. اینجاست که عصاره‌های گیاهی می‌توانند به عنوان تقویت کننده‌های زیستی وارد عمل شوند و به بهبود کارایی این پلیمرها کمک کنند (Aleksanyan, 2023).

برخی از پلیمرهای زیست تخریب پذیر و نقش عصاره‌های گیاهی در بهبود خواص آن‌ها عبارتند از:

- **پلی لاکتیک اسید (PLA):** یکی از رایج ترین پلیمرهای زیستی است که از منابع تجدیدپذیر مانند نشاسته ذرت یا نیلوفر تولید می‌شود. این پلیمر به دلیل تجزیه پذیری بالا و سازگاری زیست محیطی به طور گسترده در بسته‌بندی‌های



- زیست تخریب پذیر استفاده می شود. با این حال، PLA در مقایسه با پلاستیک های سنتی مقاومت حرارتی و مکانیکی کمتری دارد. افزودن عصاره های گیاهی مانند عصاره چای سبز یا رزماری می تواند به تقویت خواص مکانیکی PLA کمک کرده و آن را در برابر عوامل محیطی مانند نور و اکسیژن مقاوم تر کند (Mangaraj et al., 2022).
- **پلی هیدروکسی آلکانوئات ها (PHA):** یکی دیگر از پلیمرهای زیستی است که از میکروارگانیسم ها به دست می آید و به دلیل تجزیه سریع در محیط، به عنوان یکی از مهم ترین گزینه های بسته بندی های پایدار شناخته می شود. استفاده از عصاره های گیاهی می تواند به بهبود خواص ضد میکروبی PHA کمک کند و ماندگاری محصولات بسته بندی شده را افزایش دهد. به عنوان مثال، افزودن عصاره دارچین یا آویشن به PHA می تواند به طور موثری رشد باکتری ها و قارچ ها را مهار کند و از فساد مواد غذایی جلوگیری کند (Meereboer et al., 2020).
 - **سلولز و مشتقات آن:** سلولز یکی از فراوان ترین مواد زیستی روی زمین است که به طور گسترده در تولید بسته بندی های زیست تخریب پذیر استفاده می شود. سلولز به دلیل خاصیت تجزیه پذیری و دسترسی بالا، گزینه ای ایده آل برای بسته بندی های سازگار با محیط زیست است. استفاده از عصاره های گیاهی در ترکیب با سلولز می تواند به تقویت خواص مکانیکی و ضد میکروبی آن کمک کند. به عنوان مثال، ترکیب عصاره های رزماری یا نعناع با سلولز می تواند ویژگی های فیزیکی آن را بهبود بخشد و از فساد محصولات بسته بندی شده جلوگیری کند (Huang and Wang, 2022).
- ۳-۲. مزایای اقتصادی و زیست محیطی استفاده از عصاره های گیاهی در بسته بندی ها**
- استفاده از عصاره های گیاهی در بسته بندی های زیست تخریب پذیر نه تنها از دیدگاه زیست محیطی، بلکه از نظر اقتصادی نیز مزایای قابل توجهی دارد. در زیر به برخی از این مزایا پرداخته شده است (Jafarzadeh et al., 2020; Bhargava et al., 2020):
- **کاهش آلودگی های زیست محیطی:** پلاستیک های سنتی به دلیل ماهیت غیر قابل تجزیه خود، به بزرگ ترین منبع آلودگی محیط زیست تبدیل شده اند. استفاده از عصاره های گیاهی به عنوان جایگزینی برای مواد شیمیایی مصنوعی در بسته بندی ها می تواند به کاهش میزان ضایعات پلاستیکی کمک کرده و اثرات منفی آن ها بر محیط زیست را کاهش دهد. این بسته بندی ها به سرعت در طبیعت تجزیه می شوند و به منابع تجدید پذیر بازمی گردند.
 - **کاهش هزینه های تولید:** هرچند که تولید بسته بندی های زیست تخریب پذیر در مقایسه با بسته بندی های سنتی ممکن است هزینه بیشتری داشته باشد، اما استفاده از عصاره های گیاهی می تواند به کاهش هزینه ها کمک کند. به عنوان مثال، عصاره های گیاهی اغلب به راحتی در دسترس هستند و نیازی به فرآیندهای پیچیده شیمیایی برای تولید ندارند. این امر می تواند به کاهش هزینه های تولید و در نتیجه افزایش دسترسی به بسته بندی های زیست تخریب پذیر کمک کند.
 - **افزایش ماندگاری محصولات:** یکی از مزایای استفاده از عصاره های گیاهی در بسته بندی ها، افزایش ماندگاری محصولات است. به ویژه در صنایع غذایی، استفاده از عصاره های ضد میکروبی مانند عصاره دارچین یا رزماری می تواند به



جلوگیری از فساد مواد غذایی کمک کرده و ماندگاری آن‌ها را بهبود بخشد. این امر به کاهش هدررفت مواد غذایی و در نتیجه کاهش هزینه‌های اقتصادی ناشی از فساد محصولات منجر می‌شود.

• فرصت‌های اقتصادی برای کشورهای دارای منابع گیاهی غنی: بسیاری از کشورها به دلیل دسترسی به منابع

غنی از گیاهان دارویی، می‌توانند از این فرصت استفاده کرده و در تولید بسته‌بندی‌های زیست تخریب پذیر مبتنی بر عصاره‌های گیاهی نقش فعالی ایفا کنند. این امر می‌تواند به افزایش صادرات و ایجاد فرصت‌های شغلی جدید در این کشورها کمک کند و در عین حال به حفظ محیط زیست نیز کمک کند.

۳-۳. چالش‌ها و فرصت‌ها در توسعه بسته‌بندی‌های زیست تخریب پذیر بر پایه عصاره‌های گیاهی

با وجود مزایای بی‌شمار استفاده از عصاره‌های گیاهی در بسته‌بندی‌های زیست تخریب پذیر، همچنان چالش‌هایی وجود دارد که باید به آن‌ها توجه شود. برخی از این چالش‌ها و فرصت‌ها به شرح زیر هستند (Zhang and Sablani, 2021; Popyrina et al., 2023):

- **هزینه‌های تولید بالا:** یکی از چالش‌های اصلی در تولید بسته‌بندی‌های زیست تخریب پذیر، هزینه‌های بالای تولید است. هرچند عصاره‌های گیاهی به راحتی در دسترس هستند، اما فرآیند استخراج و ترکیب آن‌ها با پلیمرهای زیستی نیازمند تجهیزات و فناوری‌های پیشرفته است که می‌تواند هزینه‌های تولید را افزایش دهد.
- **نیاز به تحقیق و توسعه بیشتر:** هرچند که پژوهش‌های زیادی در زمینه استفاده از عصاره‌های گیاهی در بسته‌بندی‌های زیست تخریب پذیر انجام شده است، اما هنوز نیاز به تحقیقات بیشتری وجود دارد تا بهترین ترکیبات و روش‌های استفاده از این عصاره‌ها شناسایی شود. این تحقیقات می‌تواند به بهبود خواص فیزیکی و شیمیایی بسته‌بندی‌ها کمک کنند و امکان تولید انبوه آن‌ها را فراهم سازند.
- **پتانسیل بالای بازار:** با افزایش تقاضا برای محصولات پایدار و دوستدار محیط زیست، بازار بسته‌بندی‌های زیست تخریب پذیر به سرعت در حال رشد است. استفاده از عصاره‌های گیاهی در این بسته‌بندی‌ها می‌تواند به تولید محصولات جدید و نوآورانه کمک کند و سهم بازار این محصولات را افزایش دهد. این امر به ویژه در صنایع مانند صنایع غذایی، دارویی و آرایشی می‌تواند به عنوان یک فرصت اقتصادی بزرگ مطرح شود.
- **افزایش آگاهی مصرف کنندگان:** یکی دیگر از فرصت‌های مهم در این زمینه، افزایش آگاهی مصرف کنندگان نسبت به اهمیت محیط زیست و استفاده از محصولات پایدار است. با افزایش تمایل مصرف کنندگان به خرید محصولات زیست سازگار، تقاضا برای بسته‌بندی‌های زیست تخریب پذیر نیز افزایش خواهد یافت و این امر می‌تواند به توسعه بیشتر این صنعت کمک کند.

۴. بحث و نتیجه گیری

استفاده از عصاره‌های گیاهی در تولید بسته‌بندی‌های زیست تخریب پذیر، به عنوان یکی از راه‌حل‌های نوین و مؤثر در مواجهه با چالش‌های زیست محیطی ناشی از پلاستیک‌های نفتی، گامی مهم در مسیر توسعه پایدار به شمار می‌رود. این رویکرد



با بهره‌گیری از خواص بیولوژیکی و شیمیایی عصاره‌های گیاهی مانند خواص ضد میکروبی، ضد قارچی، و آنتی‌اکسیدانی، علاوه بر کمک به حفظ کیفیت محصولات بسته‌بندی‌شده، می‌تواند به افزایش ماندگاری آن‌ها نیز کمک کند. این عصاره‌ها با کاهش نیاز به مواد شیمیایی مصنوعی، به بهبود ایمنی غذایی و سلامت انسان و در عین حال کاهش آسیب‌های زیست‌محیطی کمک می‌کنند. پلیمرهای زیستی که از منابع طبیعی مانند نشاسته، سلولز و کیتین به دست می‌آیند، با ترکیب شدن با عصاره‌های گیاهی، نه تنها از نظر زیست‌محیطی پایدارتر می‌شوند، بلکه خواص مکانیکی و فیزیکی بهتری نیز به دست می‌آورند. این ترکیبات می‌توانند در برابر رطوبت، اکسیژن، و عوامل میکروبی مقاوم‌تر باشند، در نتیجه بسته‌بندی‌هایی تولید می‌شود که هم کارایی بالا و هم قابلیت تجزیه‌پذیری سریع در محیط را دارند. هرچند تولید این نوع بسته‌بندی‌ها با چالش‌هایی همچون هزینه‌های بالای تولید، نیاز به فناوری‌های پیشرفته و فرآیندهای استخراج پیچیده روبه‌رو است، اما مزایای آن از جمله کاهش آلودگی‌های زیست‌محیطی، کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای و کاهش هدررفت مواد غذایی، نشان از پتانسیل بالای این رویکرد برای آینده دارد. همچنین، کشورهایی که منابع غنی از گیاهان دارویی و طبیعی دارند، می‌توانند با سرمایه‌گذاری در این حوزه، ضمن حفظ محیط زیست و کاهش وابستگی به منابع نفتی، فرصت‌های اقتصادی جدیدی ایجاد کنند. افزایش آگاهی مصرف‌کنندگان نسبت به اهمیت استفاده از محصولات پایدار و دوستدار محیط زیست نیز به رشد این صنعت کمک خواهد کرد. با افزایش تقاضا برای بسته‌بندی‌های زیست‌تخریب‌پذیر و توسعه بازار جهانی این محصولات، صنایع مختلف، به‌ویژه صنایع غذایی، دارویی و آرایشی، می‌توانند از این فناوری بهره‌مند شوند و در عین حال گامی مؤثر در حفظ منابع طبیعی و کاهش ضایعات بردارند. در مجموع، استفاده از عصاره‌های گیاهی در تولید بسته‌بندی‌های زیست‌تخریب‌پذیر به‌عنوان یک راهکار اقتصادی و زیست‌محیطی، فرصت‌های بی‌شماری را برای توسعه صنعت بسته‌بندی فراهم می‌کند و می‌تواند به عنوان یکی از ارکان اصلی بسته‌بندی‌های پایدار در آینده‌ای نزدیک شناخته شود. با سرمایه‌گذاری بیشتر در تحقیق و توسعه، این تکنولوژی نویدبخش جایگزینی موثر و قابل‌اعتماد برای پلاستیک‌های نفتی خواهد بود که ضمن حفظ کیفیت محصولات، به حفاظت از محیط زیست نیز کمک شایانی خواهد کرد.

منابع

- Aleksanyan, K. V. (2023). Polysaccharides for biodegradable packaging materials: Past, present, and future (Brief Review). *Polymers*, 15(2): 451.
- Bhargava, N., Sharanagat, V. S., Mor, R. S., and Kumar, K. (2020). Active and intelligent biodegradable packaging films using food and food waste-derived bioactive compounds: A review. *Trends in Food Science & Technology*, 105: 385-401.
- Huang, K., and Wang, Y. (2022). Recent applications of regenerated cellulose films and hydrogels in food packaging. *Current Opinion in Food Science*, 43: 7-17.
- Jafarzadeh, S., Jafari, S. M., Salehabadi, A., Nafchi, A. M., Kumar, U. S. U., and Khalil, H. A. (2020). Biodegradable green packaging with antimicrobial functions based on the bioactive compounds from tropical plants and their by-products. *Trends in Food Science & Technology*, 100: 262-277.
- Kola, V., and Carvalho, I. S. (2023). Plant extracts as additives in biodegradable films and coatings in active food packaging. *Food Bioscience*, 54: 102860.
- Mangaraj, S., Thakur, R. R., and Yadav, A. (2022). Development and characterization of PLA and Cassava starch-based novel biodegradable film used for food packaging application. *Journal of Food Processing and Preservation*, 46(9): e16314.



- Meereboer, K. W., Misra, M., and Mohanty, A. K. (2020). Review of recent advances in the biodegradability of polyhydroxyalkanoate (PHA) bioplastics and their composites. *Green Chemistry*, 22(17): 5519-5558.
- Montero, Y., Souza, A. G., Oliveira, É. R., and dos Santos Rosa, D. (2021). Nanocellulose functionalized with cinnamon essential oil: A potential application in active biodegradable packaging for strawberry. *Sustainable Materials and Technologies*, 29: e00289.
- Popyrina, T. N., Demina, T. S., and Akopova, T. A. (2023). Polysaccharide-based films: from packaging materials to functional food. *Journal of Food Science and Technology*, 60(11): 2736-2747.
- Romagnolli, C. M., Leite, G. P., Rodrigues, T. A., and Morelli, C. L. (2020). Blend of cassava starch and high-density polyethylene with green tea for food packaging. *Polymers from Renewable Resources*, 11(1-2): 3-14.
- Vasile, C., Tudorachi, N., Zaharescu, T., Darie-Nita, R. N., and Cheaburu-Yilmaz, C. N. (2020). Study on Thermal Behavior of Some Biocompatible and Biodegradable Materials Based on Plasticized PLA, Chitosan, and Rosemary Ethanolic Extract. *International Journal of Polymer Science*, 2020(1): 4269792.
- Zehra, A., Wani, S. M., Jan, N., Bhat, T. A., Rather, S. A., Malik, A. R., and Hussain, S. Z. (2022). Development of chitosan-based biodegradable films enriched with thyme essential oil and additives for potential applications in packaging of fresh collard greens. *Scientific Reports*, 12(1): 16923.
- Zhang, H., and Sablani, S. (2021). Biodegradable packaging reinforced with plant-based food waste and by-products. *Current Opinion in Food Science*, 42: 61-68.



اثر حفاظتی عصاره *Melilotus officinalis* بر استرس اکسیداتیو القا شده توسط استرس بی حرکتی در بیضه رت

مهران عربی^{۱*}، آرزو ترابی فارسانی^۱، مهسا جعفریان^۲

^{۱*} گروه علوم جانوری، دانشکده علوم پایه، دانشگاه شهرکرد، شهرکرد (mehranarabi@hotmail.com)

^۲ دانشکده پزشکی، دانشگاه علوم پزشکی آزاد اسلامی ایران، تهران

چکیده

یکی از انواع استرسورهای فیزیولوژیکی، استرس بی حرکتی (Immobility) است که بر عملکرد زیستی دستگاه‌های بدن جانوران تاثیر گذار می‌باشد. از گیاهان دارویی (Medicinal plants) در حفاظت از عملکرد بیضه‌ها در مقابل استرسورها استفاده می‌شود. در این مطالعه، اثر حفاظتی عصاره آبی-الکلی یونجه زرد (*Melilotus officinalis*) بر استرس اکسیداتیو القا شده توسط استرس بی حرکتی در بیضه رت مورد ارزیابی و آنالیز قرار گرفته است. استرس بی حرکتی به وسیله دستگاه محدودکننده حرکت (روزانه ۲ ساعت برای ۲۱ روز متوالی) در رت‌ها ایجاد گردید. جانوران در چهار گروه شامل: شاهد کاذب (شم: استرس، با دریافت نرمال سالیان) و سه گروه تجربی (استرس، با دریافت سه غلظت ۲۰، ۴۰ و ۸۰ میلی گرم بر کیلو گرم از عصاره گیاه به روش IP به میزان ۱ میلی لیتر، ۳۰ دقیقه قبل از استرس) تقسیم‌بندی گردیدند. پس از دوره تیمار ۲۱ روزه، از بیضه‌ها هوموژنیت تهیه شد و در ادامه تغییرات میزان استرس اکسیداتیو سنجیده شد. نتایج ما نشان داد که استرس بی حرکتی سبب القای استرس اکسیداتیو در نمونه‌های بیضه شده به طوری که در هوموژنیت بیضه‌ها میزان رادیکال‌های آزاد اکسیژنی (ROS)، و فعالیت آنزیم‌های آنتی اکسیدانی یعنی کاتالاز (CAT) و گلوکاتایون پراکسیداز (GPx) افزایش یافتند. در تمامی گروه‌های تیماری، یک پیش تیمار با غلظت ۸۰ از عصاره یونجه زرد سبب مهار معنی دار استرس اکسیداتیو در بیضه‌های مورد آزمایش گردید. در مجموع، استفاده از عصاره یونجه زرد سبب مهار استرس اکسیداتیو القایی توسط استرس بی حرکتی و آسیب‌های اکسیداتیو بعدی در بیضه‌های رت گردید.

واژگان کلیدی: آسیب اکسیداتیو، آنتی اکسیدان‌ها، استرس بی حرکتی، بیضه، گیاهان دارویی.



۱. مقدمه

بروز استرس (فشار روان-تنی) سبب ارائه برخی پاسخ‌های هماهنگ رفتاری و فیزیولوژیکی در جانور شده که نتیجه آن افزایش پایداری و حفظ هومئوستازی (تعادل حیاتی) بدن خواهد بود. برخی از این پاسخ‌ها شامل تغییر در عملکرد سیستم عصبی و ترشح هورمون‌هایی نظیر: کورتیزول، اوکسی‌توسین و سروتونین هستند. از جمله انواع استرسورها می‌توان به محدودیت در حرکت، ترس، اضطراب، و هیپوگلیسمی اشاره نمود. استرسورها به دو صورت سریع حاد و مزمن عمل می‌کنند. استرس بی‌حرکتی از جمله استرسورهای فیزیولوژیکی بوده که بر برخی از روندهای رشد و عملکردهای زیستی در بدن جانوران تاثیرگذار است (Olave et al., 2022).

بر طبق نتایج مطالعات صورت گرفته، مشخص شده که نتیجه اصلی استرس در بدن موجودات زنده، گسترش روند استرس اکسیداتیو (OS) است. علت بروز OS به عدم تعادل بین سنتز رادیکال‌های آزاد اکسیژنی (ROS) و توانایی سیستم‌های دفاع آنتی اکسیدانی در سلول مربوط می‌شود. انواع ROS دارای یک یا چند الکترون آزاد در آخرین لایه ظرفیتی ساختار خود بوده که با هجوم به ترکیبات دیگر و تخریب آنان، ساختارشان کامل می‌شود. از انواع ROS، رادیکال هیدروکسیل (OH^\bullet) و آنیون سوپراکسید ($\text{O}_2^{\bullet-}$) هستند که سبب بروز تغییرات سلولی و مولکولی در نمونه‌های زیستی می‌شوند. نقش OS در پاتوفیزیولوژی بسیاری از بیماری‌ها نظیر: التهاب، سرطان، و بیماری‌های قلبی و کلیوی به اثبات رسیده است. هجوم ROS به لیپیدهای غشاهای سلولی و اندامکی موجب بروز تغییرات منفی در عملکرد و ساختار این غشاها شده که نتیجه نهایی آن غیرفعال شدن سلول و در نهایت مرگ سلولی است (Chaudhary et al., 2023).

از دیرباز گیاهان دارویی به طور گسترده به منظور اهداف پزشکی مورد استفاده قرار گرفته‌اند. برخی گیاهان در درمان عملکرد ناقص بیضه‌های متأثر از استرس، مورد استفاده بهینه قرار گرفته‌اند (Ahmadifar et al., 2020). گیاه یونجه زرد (*Melilotus officinalis*) متعلق به خانواده Leguminosae بوده که تقریباً تمام قسمت‌های آن برای مصارف دارویی مورد استفاده قرار می‌گیرد. ماده موثره موجود در یونجه زرد خشک، کومارین از مشتقات اسید سینامیک است. کومارین دارای عملکرد ضد التهابی، مهارکننده ترومبوز و اپوتوزیس، و کاهش دهنده استرس اکسیداتیو است. علاوه بر این، اسید گلیکوزید، فلاونوئیدها و آلکالوئیدهای جدا شده از عصاره آبی-الکلی قسمت‌های هوایی یونجه زرد در مهار التهابات بافتی کاربرد دارند. کومارین‌ها همراه با اسیدهای فنولیک و فلاونوئیدها واجد اثرات آنتی اکسیدانی بوده و آسیب‌های اکسیداتیو را تا حد زیادی بهبود می‌بخشند. عصاره یونجه زرد با خواص آنتی اکسیدانی و ضدافسردگی، موجب بهبود حرکات و رفتارهای مختلف در موش‌ها شده است (Hoseinzadeh et al., 2024). در مطالعه حاضر، اثر حفاظتی عصاره آبی-الکلی یونجه زرد بر میزان گسترش استرس اکسیداتیو در بیضه رت‌های تحت استرس بی‌حرکتی مورد ارزیابی قرار گرفته است.

۲. مواد و روش‌ها

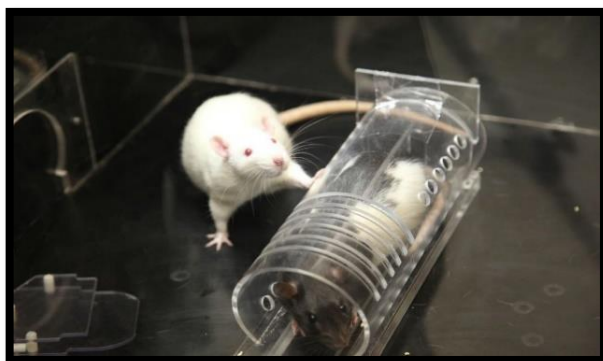
2-1. گیاه مورد استفاده و عصاره‌گیری

گیاه دارویی یونجه زرد (*Melilotus officinalis*) از منطقه سبزکوه استان چهارمحال و بختیاری جمع‌آوری و پس از تایید بیوسیستماتیکی مورد استفاده قرار گرفت (شکل ۱). از نمونه‌های گیاهی عصاره آبی-الکلی تهیه شد. به پودر گیاه اتانول

۷۰ درصد اضافه گردید. مخلوط حاصله برای ۷۲ ساعت در دمای اتاق نگهداری و روزانه چهار بار هم زده شد. در ادامه اجزای درشت مخلوط جدا و سپس به کمک کاغذ صافی واتمن شماره ۱ فیلتر گردید. فیلتر به کمک دستگاه روتاری تغلیظ گردید. در انتها فیلتر با حرارت ۴۰ درجه سانتی گراد خشک گردید. عصاره خشک شده تا زمان استفاده، در دمای ۲۰- درجه سانتی گراد نگهداری شد.

۲-۲. طرح آزمایش

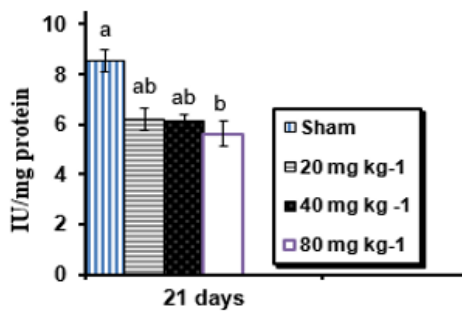
به منظور القای استرس بی حرکتی، رت ها روزانه به مدت ۲ ساعت و برای ۲۱ روز متوالی، در دستگاه محدود کننده حرکت قرار داده شدند (شکل ۲). رت ها در چهار گروه: شاهد کاذب (استرس، با دریافت نرمال سالین)، و سه گروه تجربی (استرس، با دریافت سه غلظت ۲۰، ۴۰ و ۸۰ میلی گرم بر کیلوگرم از عصاره گیاه به روش IP به میزان ۱ میلی لیتر، ۳۰ دقیقه قبل از استرس) تقسیم بندی شدند. پس از گذشت دوره تیمار ۲۱ روزه، از بیضه ها هوموژنیت تهیه شد و در ادامه تغییر در میزان استرس اکسیداتیو احتمالی تولید شده مورد ارزیابی قرار گرفت. در هوموژنیت بیضه ها، بیومارکرها ی استرس اکسیداتیو یعنی میزان رادیکال های آزاد اکسیژنی (ROS)، و فعالیت آنزیم های آنتی اکسیدانی کاتالاز (CAT) و گلوکاتیون پراکسیداز (GPx) به روش اسپکتروفتومتری مورد سنجش قرار گرفتند.



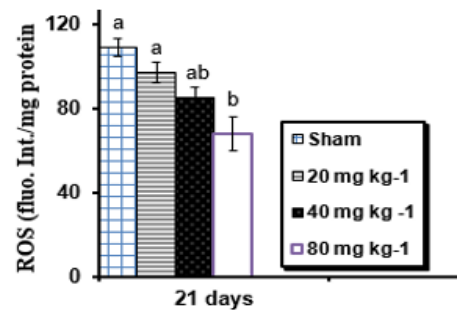
شکل ۱. یونجه زرد (سمت راست)، شکل ۲. دستگاه محدود کننده حرکت (Restrainer) (سمت چپ).

۳. نتایج

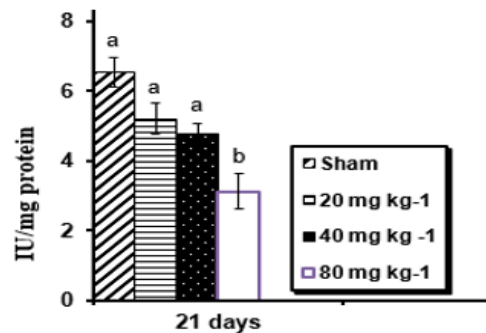
داده های این مطالعه نشان داد که استرس بی حرکتی سبب القای استرس اکسیداتیو در نمونه های بیضه شده به طوری که در هوموژنیت بیضه ها میزان رادیکال های آزاد اکسیژنی (ROS) (شکل ۳)، و فعالیت آنزیم های آنتی اکسیدانی یعنی کاتالاز (CAT) (شکل ۴) و گلوکاتیون پراکسیداز (GPx) (شکل ۵) افزایش یافته اند. در تمامی گروه های تیماری، یک پیش تیمار با غلظت ۸۰ میلی گرم بر کیلوگرم از عصاره یونجه زرد سبب کاهش معنی دار میزان بیومارکرها ی استرس اکسیداتیو در مقایسه با گروه شاهد کاذب (Sham) در بیضه های مورد آزمایش شده است.



شکل ۴: تغییرات فعالیت CAT در بیضه رت در تیمارهای مختلف با عصاره یونجه زرد تحت استرس بی حرکتی.



شکل ۳: تغییرات میزان ROS در بیضه رت در تیمارهای مختلف با عصاره یونجه زرد تحت استرس بی حرکتی.



شکل ۵: تغییرات فعالیت GPx در بیضه رت در تیمارهای مختلف با عصاره یونجه زرد تحت استرس بی حرکتی.

۴. بحث و نتیجه گیری

استرس موجب القای استرس اکسیداتیو از طریق افزایش سنتز ROS و دیگر انواع رادیکال‌های آزاد مثل انواع نیتروژنی در بسیاری از سلول‌های بدن جانوران می‌شود. خواص آنتی اکسیدانی گیاهان دارویی مربوط به وجود ترکیباتی فعال مثل اسیدهای فنولیک، فلاونوئیدها و ساپونین‌ها و غیره در عصاره آنان است که موجب حفاظت از سلول‌ها در مقابل آسیب‌های اکسیداتیو می‌شود. آنتی اکسیدان‌ها (انواع آنزیمی و غیر آنزیمی) ترکیباتی هستند که در خنثی‌سازی و جمع‌آوری رادیکال‌های آزاد وارد عمل شده و به این ترتیب سبب کاهش آسیب‌های اکسیداتیو در سلول‌ها می‌شوند (Chaudhary et al., 2023). در عصاره یونجه زرد، کوئرستین با مهار مونوآمین اکسیداز موجب افزایش میزان دوپامین و سروتونین و در نتیجه بروز اثرات ضد افسردگی در موش‌ها شده است (Liu et al., 2018). هم‌چنین، مشخص شده که ترکیباتی نظیر: لوتولین و اسکوپارون موجود در عصاره یونجه زرد موجب افزایش میزان برخی از فاکتورهای رشد مثل VEGFA و EGF همراه با گیرنده‌های مربوطه در بافت آسیب دیده عضلانی و بهبودی نسبی آن شده‌اند (Chen et al., 2022).

وجود سیستم‌های آنتی اکسیدانی موجود در عصاره دیگر گیاهان دارویی مثل رزماری، سبب مهار استرس اکسیداتیو در موش‌های بیمار شده با آفت کش کلرپیریفوس شده است (Pourbabaki et al., 2020). بررسی مسیرهای سیگنال‌رسانی نشان داده که در شرایط استرس بی حرکتی، کاربرد عصاره گیاهان دارویی می‌تواند از طریق فعال‌سازی مسیر Nrf2/HO-1 موجب کاهش آسیب‌های اکسیداتیو در بیضه موش‌ها گردد (Zhang et al., 2021).



در مطالعه حاضر نیز بر اساس آن چه که در دیگر مطالعات بدان اشاره شده، تاثیر سیستم های آنتی اکسیدانی عصاره شبدر زرد به ویژه در غلظت های بالاتر، توانسته موجب جمع آوری و سپس خنثی سازی رادیکال های آزاد و متعاقب آن متعادل شدن فعالیت بیومارکرهای استرس اکسیداتیو و نیز کاهش آسیب های اکسیداتیو احتمالی شود. هم چنین، مشابه با دیگر گیاهان دارویی، احتمال فعال سازی مسیر Nrf2/HO-1 توسط عصاره شبدر زرد در بافت بیضه جانوران مورد آزمایش وجود دارد. خلاصه آن که، داده های این مطالعه مشخص نمود که اثرات تعدیل کنندگی فیتوتراپی با عصاره یونجه زرد می تواند سبب جلوگیری از گسترش استرس اکسیداتیو تحت استرس بی حرکتی در بیضه مدل های جانوری در شرایط آزمایشگاهی گردد.

منابع

- Ahmadifar, M., Panahia, M., and Vahidi Eyrisofla, N. (2020). The effects of plant extracts mixture on sperm parameters and damaged testicular tissue with carbon tetrachloride in mice. *Anatomical Sciences*, 17(1): 7-12.
- Chaudhary, P., Janmeda, P., Docea, A.O., Yeskaliyeva, B., Abdull Razis, A.F., Modu, B., Calina, D., and Sharifi-Rad, J. (2023). Oxidative stress, free radicals and antioxidants: potential crosstalk in the pathophysiology of human diseases. *Frontiers in Chemistry*, 11: 1158198.
- Chen, Y., Luo, Z., Lin, J., Qi, B., and Sun Y. (2022). Exploring the potential mechanisms of *Melilotus officinalis* (L.) Pall. in chronic muscle repair patterns using single cell receptor-ligand marker analysis and molecular dynamics simulations. *Disease Markers*, 2022: Article ID 9082576.
- Hoseinzadeh, H., Arabi, M., and Valipour Chahardahcheric, S. (2024). Effects of hydroalcoholic extract of *Melilotus officinalis* L. on chronic immobility stress-induced depression in adult male rats. *Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants Research*, 40(1): 130-141.
- Liu, Y.T., Gong, P.H., Xiao, F.Q., Shao, S., Zhao, D.Q., Yan, M.M., and Yang, X.W. (2018). Chemical constituents and antioxidant, anti-inflammatory and anti-tumor activities of *Melilotus officinalis* (Linn.) Pall. *Molecules*, 23(2): 271.
- Olave, F.A., Aguayo, F.I., Román-Albasini, L., and Corrales, W.A. (2022). Chronic restraint stress produces sex-specific behavioral and molecular outcomes in the dorsal and ventral rat hippocampus. *Neurobiology of Stress* 17: 100440.
- Pourbabaki, R., Khadem, M., Samiei, S., Hasanpour, H., and Shahtaheri, S. J. (2020). The protective effect of rosemary in mitigating oxidative stress induced by Chlorpyrifos in rat kidney. *Journal of Health and Safety at Work*, 10(2): 148-159.
- Zhang, Q., Liu, J., Duan, H., Li, R., Peng, W., and Wu, C. (2021). Activation of Nrf2/HO-1 signaling: An important molecular mechanism of herbal medicine in the treatment of atherosclerosis via the protection of vascular endothelial cells from oxidative stress. *Journal of Advanced Research*, 34: 43-63.

استفاده از نسخه‌های شفابخش گیاهی در کنترل و درمان دیابت

سیده عظمت میری^{*1}

^{*1} گروه علوم و مهندسی باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه زنجان، ایران. (azmiri2006@gmail.com)

چکیده

دیابت، یک بیماری پیچیده است. در بیشتر افراد مبتلا به این بیماری، دیابت باعث ایجاد یک شیوه جدید زندگی می‌شود و تمامی روابط فرد را در همه زمینه‌ها تحت تأثیر قرار می‌دهد. اگر قند خون در طولانی مدت به طور مداوم بالا باشد، می‌تواند بر قلب، چشم‌ها، کلیه‌ها، اعصاب و سایر قسمت‌های بدن تأثیر بگذارد. در درمان دیابت، هدف این است که به افراد کمک شود تا همزمان با کنترل میزان قند خون، خطر ابتلا به عوارض جانبی آن در آینده به حداقل برسد. از زمان‌های قدیم، گیاهان یک منبع مهم درمانی و کنترلی بوده‌اند. تحقیقات انجام شده بر روی گیاهان در چند دهه گذشته، نشان داده است گیاهانی مختلفی برای درمان دیابت استفاده می‌شوند که می‌توان براساس سطح بیماری و طبع افراد از این گیاهان به صورت تکی و ترکیبی استفاده نمود تا بیماری دیابت که در سطح جهانی گسترده‌گی بالایی دارد را کنترل و درمان نمود.

واژگان کلیدی: گیاهان دارویی، روش‌های درمان، فلاونوئیدها، آنتی اکسیدان‌ها.



۱. مقدمه

دیابت شیرین یک اختلال متابولیک است که در اثر آن سازوکار تبدیل کربوهیدرات، چربی و پروتئین با مشکل مواجه شده و به دنبال آن قند خون در بیمار افزایش می‌یابد (England LJ, Levine RJ & et.al 2004). در این بیماری، توانایی تولید انسولین در بدن کاهش یافته و یا بدن در برابر انسولین مقاوم می‌شود و عملکرد طبیعی خود را انجام نمی‌دهد. نقش اصلی انسولین پایین آوردن قند خون توسط سازوکارهای مختلف است. اختلال در عملکرد انسولین باعث ازدیاد قند خون به صورت مزمن همراه با بی‌نظمی در سازوکار کربوهیدرات، چربی و پروتئین می‌شود که در نتیجه آن عوارض مختلفی متوجه فرد بیمار خواهد شد. نارسایی قلبی - عروقی، کلیوی و کاهش فعالیت عصبی از جمله عوارض طولانی مدت این بیماری است. به دنبال پیشرفت بیماری، آسیب‌های بافتی و عروقی منجر به انواع عوارض جانبی شامل اختلال در بینایی، کلیه و ایجاد انواع زخم‌ها می‌شود. تشنگی و پرخوری از علائم بیماری دیابت است و به علت آنکه این علامت‌ها برای بیماران جدی تلقی نمی‌شود، بسیاری از بیماران دیابتی در فکر درمان نیستند.

به طور کلی دیابت به دو نوع در انسان نمود پیدا می‌کند. (Genuth S, Alberti KG & et.al 2003). دیابت نوع اول یا دیابت وابسته به انسولین که اغلب در کودکان و جوانان رخ می‌دهد. در این نوع دیابت سلول‌های بتای لوزالمعده که مسئول ساخت هورمون انسولین در بدن هستند به طور کامل از بین رفته یا غیرفعال می‌شوند جهت کنترل میزان قند خون به این بیماران باید تمام عمر انسولین تجویز شود (فلاح حسینی و همکاران، ۱۳۸۴). بیماران دیابتی نوع اول باید یاد بگیرند که به طور منظم قند خون خود را اندازه‌گیری و میزان آن روزانه تنظیم و در صورت نیاز، نوع و میزان انسولین را تغییر دهند. دیابت نوع دوم یا دیابت غیروابسته به انسولین اغلب در سنین بالا و بعد از ۴۰ سالگی رخ می‌دهد. در این نوع دیابت غالباً میزان انسولین خون بیماران افزایش یافته که حاکی از کاهش حساسیت سلول‌های بدن به انسولین می‌باشد. با توجه به آنکه اکثر مبتلایان به دیابت نوع دوم افراد چاق هستند، ثابت شده است که چاقی عامل کاهش حساسیت سلول‌های بدن به انسولین است (Eriksson & Lindgarde, 1991). کاهش وزن در این نوع بیماران موجب بهبود میزان قندخون در اکثر آنها می‌شود. رعایت رژیم غذایی در بیماران دیابتی نوع دوم بسیار مهم و قبل از تجویز دارو باید به آنها توصیه شود.

در یک جمع‌بندی می‌توان اشاره داشت، بیماری دیابت موجب طیف وسیعی از اختلالات می‌شود و پیدا کردن روش‌های بدون عوارض جانبی برای درمان این بیماری یکی از اهداف مهم پژوهشگران فعال در این زمینه است. با توجه به قدمت استفاده از گیاهان دارویی در کنترل و درمان بسیاری از بیماری‌ها، امروزه پژوهش‌های متعددی در استفاده مستقیم از گیاهان دارویی و فرآورده‌های آنها در کنترل و درمان بیماری دیابت شده است. در پژوهش حاضر، تلاش شده است تا گیاهانی که در طب سنتی ایران به عنوان کاهنده قند خون شناخته شده و در رفع مشکلات به بیماران دیابتی یاری‌رسان هستند، مورد بررسی قرار گیرند.

۲. مواد و روش‌ها



این مقاله به روش کتابخانه‌ای - تحقیقی انجام شده است. در این مطالعه تلاش شد تا منابع مختلف علمی مورد بررسی قرار گیرند و براساس آنها مطالب مناسب جمع آوری و تحلیل شوند. سپس با توجه به تجربه نویسنده در کشت و پرورش گیاهان دارویی تلاش شد تا علاوه بر معرفی گیاهان دارویی کاربردی در کنترل و درمان دیابت در نگاه کلی به گیاهان بومی استان مازندران توجه ویژه‌ای شود، زیرا این گیاهان با شرایط اقلیمی، خاک و آب این استان سازگار بوده و می‌تواند به عنوان منابعی ارزشمند برای توسعه کشت گیاهان دارویی مورد توجه قرار گیرد و علاوه بر کمک به سلامت جامعه انسانی شرایط برای بهبود وضعیت اقتصادی جامعه روستایی با کشت و فرآوری این گیاهان فراهم شود.

نقش گیاهان دارویی در کنترل و درمان دیابت

قبل از کشف انسولین و همچنین داروهای ضد دیابت رایج، بیماران دیابتی با گیاهان دارویی و درمان‌های سنتی معالجه می‌شدند. تاکنون تاثیر مثبت بیش از ۱۲۰۰ گونه گیاه دارویی در کاهش میزان قند خون و یا کاهش عوارض ناشی از آن شناخته شده است. در طی ۱۰ الی ۲۰ سال گذشته تحقیقات آزمایشگاهی و همچنین بالینی متعددی روی گیاهان دارویی مورد استفاده در درمان دیابت انجام گرفت که در تعدادی از آنها اثرات قابل ملاحظه‌ای در کاهش قند خون بیماران دیابتی مشاهده شد (Secrest AM, Becker DJ & et.al 2011). پژوهش‌ها نشان داد که گیاهان با داشتن مواد موثره شامل فلاونوئیدها، ترپنوئیدها، تانن‌ها و اکسیدان‌ها نقش مهمی در کنترل قند خون دارند. در این میان گیاهان خانواده پیازها، نعناعیان، کدوئیان و گیاهان غده‌ای در بین مردم رواج دارد. در این مقاله گیاهان دارویی با خواص کاهندگی قند خون که گزارش‌های بالینی و آزمایشگاهی معتبر مبنی بر موثر بودن آن موجود است و همچنین گیاهان دارویی که در طب سنتی ایران در درمان بیماری دیابت تجویز می‌شود، مورد بازنگری قرار می‌گیرد. نکته قابل توجه آن است که استفاده از این گیاهان برای کنترل و درمان دیابت باید با تشخیص و تجویز پزشکان طب سنتی انجام شود زیرا هر فرد با توجه به سطح بیماری و طبع خود باید ترکیبات مشخصی را دریافت و گیاهان مناسب را مورد استفاده قرار دهد. به علاوه، در صورتی که بیمار دیابتی از هر نوع گیاه دارویی استفاده می‌نماید یا تمایل به مصرف آن دارد حتماً باید پزشک معالج را در جریان قرار دهد تا جهت پیشگیری از تداخلات دارویی به تنظیم مقدار دُز داروهای ضد دیابت اقدام نماید.

۳. نتایج

معرفی گیاهان دارویی موثر در کنترل و درمان دیابت

پیاز (*Allium cepa* L.) و سیر (*Allium sativum* L.)

نتایج تحقیقات متعددی حاکی از آن است که مصرف پیاز و سیر موجب کاهش قندخون می‌شوند. ترکیبات فعال گوگردی مانند آلیسین در پیاز و سیر نقش اصلی در کاهش قند خون ایفا می‌کنند. اگر چه فلاونوئیدها و دیگر ترکیبات موجود در آنها نیز ممکن است موثر باشند. تحقیقات بالینی و حیوانی نشان داده است که آلیل پروپیل دی سولفید موجود در پیاز با انسولین در پیوند با گیرنده انسولین در کبد که مسئول خنثی کردن انسولین می‌باشد رقابت می‌کنند، که در نتیجه موجب افزایش غلظت انسولین



آزاد در خون می شود. تاثیر پیاز و سیر در کاهش کلسترول و فشار خون بالا موجب شده است که تجویز آنها در بیماران دیابتی مبتلا به چربی و فشار خون بالا نیز مورد توجه قرار گیرد.

سیاه گילה (*Vaccinium arctostaphylos* L.)

این گیاه در جنگل های شمال ایران وجود دارد. گونه دیگر این جنس با نام علمی *Vaccinium myrtillus* بومی اروپا می باشد. برگ های این گیاه در طب سنتی در درمان بیماری دیابت استفاده می شود (مظفریان، ۱۳۹۴). تحقیقات روی حیوانات آزمایشگاهی اثرات ضد دیابتی این گیاه را تایید کرده است. ماده موثر این گیاه به نام آنتوسیانوزید میرتیلین می باشد که توسط محلول الکل اسیدی استخراج می شود که دارای اثر مشابه انسولین ولی ضعیف تر از آن می باشد. جالب آنکه اثر ضد دیابتی تجویز تک دُز این دارو تا چند هفته در بدن باقی می ماند. آنتوسیانوزید موجود در سیاه گילה موجب افزایش میزان ویتامین C داخل سلولی، کاهش نفوذپذیری و پارگی مویرگ ها و مهار خون مردگی سریع شده و دارای خواص آنتی اکسیدانی قوی است. این اثرات به خصوص در مهار عوارض دیررس بیماری دیابت موثر می باشند. دُز استاندارد برگ سیاه گילה بر اساس مقدار درصد مواد موثره موجود در آن یعنی آنتوسیانوزید است. پرمصرف ترین فرآورده سیاه گילה که در اروپا استفاده می شود حاوی ۲۵ درصد آنتوسیانوزید است.

هندوانه ابو جهل (*Citrullus colocynthis* L.)

این گیاه در طب سنتی در درمان یبوست و کنترل افزایش قند تجویز می شود. تحقیقات آزمایشگاهی حاکی از آن است که عصاره آبی-الکلی میوه این گیاه موجب کاهش میزان قند خون در حیوانات آزمایشگاهی می شود. در طب سنتی تجویز میوه این گیاه جهت کاهش قند خون در بسیاری از کشورها از جمله ایران رواج دارد. میوه این گیاه بسیار سمی و کشنده و مصرف دُز بیش از حد آن موجب اسهال خونی و مصرف زیادی آن موجب مرگ انسان می شود.

عدس الملک (*Securigera securidaca* L.)

این گیاه بومی ایران است و در طب سنتی به منظور کاهش قند خون به بیماران دیابتی تجویز می شود. در پژوهشی عصاره دانه های گیاه عدس الملک، دو ساعت پس از تجویز موجب کاهش قابل ملاحظه میزان قند خون در موش های دیابتی شد. همچنین در پژوهش دیگری نشان داده شد که عصاره دانه این گیاه میزان سطح قند خون را در موش های دیابتی به طور قابل ملاحظه ای کاهش داده است و ادعا شده است که این اثر از طریق سازوکاری متفاوت با گلی بن کلامید بوده است. جالب توجه آنکه تجویز عصاره دانه گیاه عدس الملک به موش های دیابتی موجب کاهش قابل توجهی در قند خون می شود، در صورتی که اثر محسوسی روی موش های طبیعی ندارد. دانه های این گیاه به عنوان کاهنده قند خون در طب سنتی کشور هندوستان نیز تجویز می شود.

مرزه خوزستانی (*Satureja khuzestonica*)



این گیاه بومی نواحی جنوب ایران است. مرزه خوزستانی دارای اثرات ضد درد و ضد عفونی کننده می باشد. مهمترین ترکیب موجود در روغن گیاه مرزه خوزستانی کارواکرول می باشد. علاوه بر این ترکیباتی مانند فلاونوئیدها، تری تربنوئیدها، استروئیدها و تانن ها هم در این گیاه وجود دارد. کارواکرول و فلاونوئیدها دارای اثرات آنتی اکسیدانی می باشد. در پژوهشی نشان داده شده است که عصاره آبی مرزه خوزستانی باعث کاهش گلوکز و مالون دی آلدئید در سرم افراد دیابتی می شود. همچنین باعث کاهش چربی های سرم و شاخص های آتروژنی در موش های صحرایی دیابتی می شود. کارواکرول مهمترین بخش و بیشترین درصد اسانس مرزه خوزستانی است. به علاوه محققین دیگر نشان دادند که کارواکرول دارای اثر حذف کنندگی رادیکال های پراکسیل است و همچنین دارای اثر آنتی اکسیدانی خوب و ضد التهابی است. بنابراین با توجه به اثرات مفید مرزه خوزستانی به عنوان اسانس غنی از آنتی اکسیدان ها و نقش آنتی اکسیدانی خوب، قابل قیاس با آنتی اکسیدان های شناخته شده ای مانند ویتامین است. با توجه به خواص آنتی اکسیدانی خوب مرزه خوزستانی و اثرات مفید آن در کاهش چربی ها و شاخص های آتروژنی، مرزه خوزستانی می تواند در کاهش مشکلات ناشی از دیابت به خصوص بیماری های قلبی عروقی و مشکلات مرتبط با عوامل اکسیدان مانند نفروپاتی در بیماران دیابتی مؤثر باشد (Lopez ER, Zwermann O, & et.al. 2004).

گردو (*Juglans regia* L.)

در گل و گیاه گردو ترکیبات شیمیایی شامل Naphthaguinone، Vanillin و Rutin وجود دارد. نتایج حاصل از عصاره آبی-الکلی گل نر گیاه گردو باعث کاهش گلوکز خون می شود. همچنین یافته های اخیر نشان می دهند، مصرف این عصاره در موش های صحرایی نر بالغ منجر به کاهش ۸۰ تا ۹۰ درصدی تری گلیسرید، کلسترول سرم می شود. علاوه بر HDL و افزایش LDL کل، عصاره اتانولی برگ درخت گردو هم منجر به کاهش کلسترول، تری گلیسرید، ازت اوره، کراتینین و فعالیت های آنزیم های کبدی در موش های صحرایی دیابتی شده است. پژوهشگران معتقدند، عصاره گل نر گردو با افزایش مقدار انسولین منجر به کاهش گلوکز خون و آنزیم های آلكالین فسفاتاز کبدی در رت های دیابتی می شود. سازوکار اثر گردو بر دیابت به این گونه است که عصاره برگ گیاه گردو، حاوی ترکیبات فنولیک و آنتی اکسیدانها، فلاونوئیدها و کلروژنیک اسید است. فلاونوئید از طریق مهار جذب روده ای گلوکز و کلروژنیک با مهار آنزیم گلوکز-۶-فسفاتاز منجر به کاهش قند خون می شوند.

انار (*Punica granatum* L.)

این گیاه به طور وسیع در ایران کاشته می شود. قسمت های مختلف این میوه شامل پوست، بذر و آب حاوی ترکیباتی است که دارای خاصیت ضد میکروبی و آنتی اکسیدانی می باشد. بخش های مختلف انار حاوی ویتامین B1، B2، C، اسید فولیک، پانتوتنیک اسید، قند، آلكالوئیدها، پلی فنول ها و آنتوسیانید می باشد. همچنین آب انار حاوی مواد معدنی متعدد شامل فسفر، آهن، منیزیم و پتاسیم است. فلاونوئیدهای موجود در انار از رشد سلول های سرطانی و افزایش فشار خون جلوگیری می کند. نتایج محققین حاکی از آن است که آب انار با افزایش مقدار انسولین، در کاهش قند خون در موش های دیابتی مؤثر است. همچنین مصرف این میوه از بروز بیماری های قلبی-عروقی و گرفتگی رگ ها جلوگیری می کند. سازوکار اثر انار بر دیابت روی هورمون های کورتیزول و کاتکول آمین ها باعث افزایش میزان قند خون می شوند. انار از طریق کاهش ترشح این هورمون ها، قند



خون را کاهش می دهد. همچنین انار با ممانعت از اثر آنژیوتانسین از پرفشاری خون و عوارض ناشی از تنش اکسیداتیو جلوگیری می کند. با توجه به اینکه آنژیوتانسین دارای اثرات افزایش دهنده قند خون می باشد، احتمالاً انار از طریق ممانعت با اثر این هورمون نیز باعث کاهش قند خون می شود. همچنین آب انار حاوی فلاونوئید کوئرستین می باشد. این ترکیب از طریق مهار جذب گلوکز از روده باعث کاهش قند خون در موش های دیابتی درمان شده با آب انار می شود. یافته ها نشان می دهند استروژن باعث افزایش ترشح انسولین می شود. احتمالاً آب انار به واسطه دارا بودن مقادیر زیادی استروژن، استرادیول و فیتواستروژن غیر استرادیولی باعث تحریک ترشح انسولین و کاهش میزان قند خون می شود.

انگور سیاه (*Vitis vinifera* L.)

این گیاه حالت بوته ای و رونده دارد و دارای پیچک در مقابل بعضی از برگ ها می باشد (مظفریان، ۱۳۹۴). انگور منبع عالی منیزیم و منبع خوب ویتامین C، تیامین، B6 و پتاسیم است که دارای خواص آنتی اکسیدانی می باشند. انگور دارای ترکیب سودمندی به نام فلاونوئید می باشد که فیتونوترینتی است که رنگ قرمز و صورتی انگور به علت وجود این ترکیب می باشد. این ترکیب فلاونوئیدی شامل کوئرستین و رزوراترول است که این فلاونوئیدها موجب کاهش خطر بیماری های قلب و عروق می شوند. همچنین عصاره انگور دارای خاصیت ضد میکروبی است. اثر انگور سیاه بر دیابت ثابت شده است به طوری که در یک مطالعه تجربی نتایج محققان نشان داد که مصرف عصاره میوه انگور سیاه منجر به کاهش قند خون در موش های دیابتی می شود. انگور سیاه و سایر میوه های رنگین، حاوی پلی فنل های متعدد از جمله فلاونول کوئرستین، کاتچین و آنتوسیانیدین ها هستند که به طور بالقوه، توانایی کاهش قند خون، تقویت عملکرد سلول های بتا و محافظت در برابر از دست دادن سلول های بتا را دارا هستند علاوه، فلاونوئیدها دارای خاصیت آنتی اکسیدانی می باشند که از گسترش عوارض جانبی دیابت در موش های دیابتی می کاهند.

زیره سبز (*Cuminum cyminum* L.)

این گیاه بومی شرق مدیترانه تا هند است. زیره خاصیت ضد سرطانی و ضد باکتریایی دارد. میوه این گیاه با نام Jeera به عنوان چاشنی غذا در سراسر جهان مورد استفاده قرار می گیرد. این میوه غنی از ایزوفلاونوئیدهای استروژنی، لوتئولین می باشد. زیره سبز اثرات فراوانی بر دیابت دارد به این دلیل که این میوه حاوی مقادیر زیادی آنتی اکسیدان است. آسکوربیک اسید، نیاسین، مس و منیزیم موجود در دانه زیره سبز دارای اثرات ضد دیابتی می باشد. در پژوهشی اثر عصاره اتانولی زیره سبز بر دیابت مورد بررسی قرار گرفت نتایج حاصل از این تحقیق نشان داد که زیره سبز باعث کاهش چشمگیر میزان گلوکز خون در رت های دیابتی شده می شود. سازوکار اثر زیره سبز بر دیابت به این صورت است که دانه این گیاه از طریق اثرات پانکراسی و خارج از پانکراس در کاهش قند خون نقش دارد. فیبرهای موجود در دانه زیره سبز باعث تخلیه معده و همچنین تأخیر و کاهش روند افزایش خون پس از غذا می شود.

شنبلیله (*Trigonella foenum-graecum* L.)



این گیاه بومی نواحی مدیترانه می باشد و به طور وسیع در ایران هم کشت می شود (مظفریان، ۱۳۹۴). از دانه گیاه شنبلیله در درمان کورک و سل استفاده می شود. همچنین به شکل خمیر و پماد در درمان جوش، سوختگی، التهاب و اکزما استفاده می شود. از اثرات شنبلیله بر دیابت گزارش های متعدد منتشر شده است که دانه شنبلیله باعث کاهش گلوکز و کلسترول خون در افراد مبتلا به دیابت نوع ۱ و ۲ می شود. ترکیبات شیمیایی موجود در دانه شنبلیله شامل روغن، آلکالوئیدها، ساپونینها، فلاونوئیدها و موسیلاژ می باشد. اثر درمانی دانه شنبلیله بر دیابت، حداقل در بخشی به علت اثرات تحریکی مستقیم یک اسید آمینه به نام hydroxysolecune بر ترشح انسولین از سلول های بتا می باشد. افزایش قند خون در جریان دیابت، از طریق آزاد کردن رادیکال های آزاد و به دنبال آن تخریب غشا سلولی، باعث کاهش عملکرد آنتی اکسیدان ها می شود. به دنبال آسیب سلولی، فعالیت پمپ های Ca ATPase و Na/K ATPase کاهش می یابد. مصرف دانه شنبلیله از طریق کاهش رادیکال های آزاد، این اختلالات را برطرف می کند

خارمریم (*Silybum marianum* L.)

نام های دیگر این گیاه خار علیص، حرشف و عکوب است. این گیاه به حالت خودرو در ایران و بیشتر در دره هراز، دشت مغان، مناطقی از خوزستان و کلاردشت می روید (مظفریان، ۱۳۹۴). خارمریم در درمان ناخوشی های گوناگون از جمله بیماری های کبدی، کیسه صفرا، طحال و کولیک ناشی از سنگ های صفراوی و زردی موثر است. بخش های درمانی این گیاه، دانه و برگ آن است و ماده موثره آن ترکیبی به نام سیلی مارین است (فلاح حسینی و همکاران، ۱۳۸۳). برگ های این گیاه حاوی ماده تلخ و مقوی است و برای درمان کاهش اشتها و نارسائی گوارش مصرف می شود. عصاره دانه خارمریم حاوی ترکیبات شیمیایی متعدد شامل چندین لیگنان فلاونوئیدی است که مجموعاً به نام سیلی مارین معروف هستند که بسیار اثر مفید بر دیابت دارند. سیلی مارین دارای قدرت آنتی اکسیدانی بسیار قوی است. آنتی اکسیدان ها از جمله ویتامین E، ویتامین C و گلو تاتیون در درمان دیابت نوع دوم نقش به سزایی دارند. مطالعات تجربی نشان می دهند عصاره دانه خار مریم در افراد مبتلا به دیابت منجر به کاهش مقاومت به انسولین و نیاز به مصرف انسولین خارجی می شود. همچنین سیلی مارین در کاهش کلسترول خون سودمند است (لاریجانی و همکاران، ۱۳۸۳).

خیار تلخ (*Mamordica charantia* L.)

میوه سبز این گیاه مشابه خیار سبز با دانه های برجسته و شیارهای طولی روی پوست می باشد (مظفریان، ۱۳۹۴). میوه نرسیده این گیاه به عنوان مواد غذایی در تهیه غذا استفاده می شود. به علاوه شیرۀ تازه میوه گیاه نرسیده در درمان بیماری دیابت مورد استفاده قرار می گیرد. میوه گیاه دارای ترکیب پلی پپتیدی مشابه انسولین با عوارض کمتر است و تزریق زیر پوستی آن موجب کاهش قند خون در بیماران دیابتی نوع اول می شود اگرچه عصاره خشک خیار تلخ به صورت تجاری وجود دارد ولی مصرف شیرۀ تازه میوه آن موثرتر است. شیرۀ گیاه بسیار تلخ و مقدار مصرف روزانه حدود ۶۰ گرم است. دژمصرفی شکل دیگر دارویی حتماً باید با مقدار ۶۰ گرم شیرۀ تازه برابری کند.

علف شور یا سلمکی بوته ای (*Atriplex hortensis* L.)



علف شور سرشار از فیبر گیاهی، پروتئین و تعداد زیادی عناصر کمیاب از قبیل کرومیوم است (مظفریان، ۱۳۹۴). که مقدار مصرف روزانه این گیاه سه گرم برگ خشک گیاه است. طبق پژوهش های انجام شده توسط محققان مشخص شد که تجویز این گیاه به حیوانات آزمایشگاهی اثر ضد دیابتی قابل ملاحظه ای از خود نشان داده است. همچنین تجویز آن به بیماران دیابتی نوع دوم موجب بهبود کنترل قند خون و تحمل گلوکز شده است.

چای سبز (*Thea sinensis* L.)

این گیاه دارای درصد قابل قبولی از ترکیبات اپی کاتشن، کاتشن، گالوکاتشن و اپی گالوکاتشن است. این ترکیبات یک گروه از فلاوانول های با ارزش دارویی تشکیل می دهند و دارای اثر آنتی اکسیدانی قوی هستند. توسط پژوهشگران گزارش شده است که پلی فنول های موجود در چای سبز با خواص آنتی اکسیدانی موجب بهبود سازوکار قند در حیوانات آزمایشگاهی می شود. به علاوه تجویز پودر چای سبز به حیوانات آزمایشگاهی مبتلا به قند خون بالا موجب بهبود مقاومت انسولینی در آنها شده است. مطالعه روی انسان هم نشان داد که مصرف روزانه یک و نیم گرم پودر چای سبز خشک موجب بهبود تحمل و سازوکار قند در بیماران دیابتی می شود. دُز مصرفی چای سبز برای بیماران دیابتی دو فنجان چای دم کرده در روز است.

۴. بحث و نتیجه گیری

اگرچه عوامل ایجاد کننده و روش درمان دیابت نوع اول و دوم متفاوت هستند ولی در هر دو حالت افزایش میزان قند خون در بیماران دیابتی موجب بروز اختلالات سوخت و ساز شده و عامل اصلی ایجاد عوارض ثانویه و خطرناک در بیماران می شود. در نتیجه لزوم کنترل قند خون بیمار به طور مداوم و طولانی مدت و در مورد دیابت نوع اول تجویز انسولین در تمام طول عمر طبق دستور پزشک ضروری به نظر می رسد. رژیم غذایی، ورزش، کاهش وزن و دیگر توصیه های پزشک معالج بسته به نیاز بیمار باید تنظیم و کنترل شود. مصرف گیاهان دارویی توسط بیماران دیابتی تحت هیچ شرایطی نباید بدون نظر پزشک انجام شود. با توجه به مطالعات انجام گرفته می توان گفت، مصرف گیاهان مؤثر در درمان دیابت به واسطه داشتن عوارض جانبی کمتر و اثرات آنتی اکسیدانی و تنظیم کننده ترشح انسولین در درمان این بیماری نقش بسزایی دارند. هر چند بعید به نظر می رسد که گیاهان خوراکی جایگزین انسولین شوند، اما این منابع طبیعی از طریق تحریک بیوسنتز و ترشح انسولین درون زاد و همچنین تقویت عملکرد انسولین، در درمان دیابت مؤثر می باشند؛ بنابراین با توجه به تأثیر مستقیم برخی از این گیاهان بر فعالیت سلول های پانکراسی و ترشح انسولین، مصرف این گیاهان حتماً باید با اطلاع پزشک باشد زیرا ممکن است که منجر به تداخلات دارویی و همچنین عدم تسلط پزشک در کنترل قند خون بیمار شود.

منابع

فلاح حسینی، ح.، فخرزاده، ح.، لاریجانی، ب.، و شیخ سامانی، ه. ۱۳۸۴. مروری بر گیاهان دارویی مورد استفاده در بیماری دیابت. فصلنامه گیاهان دارویی ۵-۹.



فلاح حسینی، ح.، لاریجانی، ب.، آخوندزاده، ش.، رجبی پور، ط.، تولیت، ط. و حشمت، ر. ۱۳۸۳. کارآزمایی بالینی تاثیر عصاره بذر گیاه دارویی ماریتغال (سیلی مارین) روی چربی خون در بیماران دیابتی نوع دوم مبتلا به چربی خون بالا. مجله دیابت و لیپید ایران. دوره ۳. شماره ۲، ۶-۲۰۱.

لاریجانی، ب.، فلاح حسینی، ح.، فخرزاده، ح.، آخوندزاده، ش.، رجبی پور، ط.، تولیت، ط. و حشمت، ر. ۱۳۸۳. بررسی بالینی تاثیر داروی گیاهی سیلی مارین روی قند خون در بیماران دیابتی نوع دوم. فصلنامه گیاهان دارویی ویژه نامه گیاه خارمریم ۱۳-۶. مظفریان، و. شناخت گیاهان دارویی و معطر ایران. ۱۳۹۴. انتشارات فرهنگ معاصر. چاپ دوم. ۱۴۴۴ صفحه.

- England LJ, Levine RJ, Qian C, Soule LM, Schisterman EF, Yu KF, et al.(2004) Glucose tolerance and risk of gestational diabetes mellitus in nulliparous women who smoke during pregnancy. *Am J Epidemiol.*;160(12): 1205-13.
- Eriksson KF, Lindgarde F.(1991) Prevention of type 2 (Noninsulin-dependent) diabetes mellitus by diet and physical exercise: 6- year Malmo feasibility study. *Diabetologia.*; 34: 891-8.
- Genuth S, Alberti KG, Bennett P, Buse J, Defronzo R, Kahn R, et al.(2003). Expert Committee on the Diagnosis and Classification of Diabetes Mellitus2, Follow-up report on the diagnosis of diabetes mellitus. *Diabetes Care.*;26: 3160.
- Lin Y, Li L, Mi F, Du J, Dong Y, Li Z, et al.(2012) Screening patients with diabetes mellitus for tuberculosis in China. *Trop Med Int Health.*; 17(10): 1302-8.
- Lopez ER, Zwermann O, Segni M, Meyer G, Reincke M, Seissler J, et al.(2004) A promoter polymorphism of the CYP27B1 gene is associated with Addison's disease, Hashimoto's thyroiditis, Graves' disease and type 1 diabetes mellitus in Germans. *Eur J Endocrinol.*;151(2):193-7.
- Rendel M.(2004). Advances in Diabetes for the Millennium: Drug Therapy of Type 2 Diabetes. *Med Gen Med.*; 6(3):9.
- Secrest AM, Becker DJ, Orchard TJ.(2011). Characterising sudden death and dead-in-bed syndrome in Type 1 diabetes: Analysis from 2 childhood-onset Type 1 diabetes registries. *Diabet Med.*; 28(3): 293-300.
- Zimmet P(2004). Classification of diabetes mellitus and other categories of glucose intolerance. In: *International Textbook of Diabetes Mellitus*. Zimmet P, Cowie C, Ekoe JM, Shaw JE. 3rdEd. Melbourne: Wiley.; P 3-14.

گیاهان دارویی به یادگار مانده استان گلستان و کاربرد تاریخی آنها در درمان

سیده عظمت میری^{*۱}

^{*۱}گروه علوم و مهندسی باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه زنجان، ایران. (azmiri2006@gmail.com)

چکیده

از روزگاران گذشته دانش سنتی نوعی روش زندگانی بوده که ریشه در فرهنگ اقوام و ملت‌ها داشته است. این دانش بخشی از فرهنگ منحصر به فرد هر سرزمین است که در جهت سازگاری با شرایط محیطی از طریق تجربه حاصل می‌شود و به مرور به بخشی از فرهنگ اجتماعی و تولیدی آن جامعه تبدیل می‌شود. دانش سنتی مجموعه علوم است که در تشخیص و پیشگیری بیماری‌ها به کار می‌رود و از رهگذر گفتار یا نوشتار از نسلی به نسل دیگر انتقال می‌یابد. استفاده از گیاهان دارویی که یکی از اشکال درمان‌های دانش سنتی است از هزاران سال قبل از وقوع انقلاب صنعتی و عصر اکتشافات و اختراعات به عنوان یک الگو در درمان بیماری‌های مختلف مورد توجه بوده است. با شروع عصر جدید در پزشکی نوین و کشف داروهای شیمیایی استفاده از دانش سنتی و گیاهان دارویی رفته رفته کم رنگ تر شد. اما به مرور زمان وقتی انسان با مضرات داروی شیمیایی و ناتوانی آن در پیشگیری و درمان برخی بیماری‌ها آشنا شد توجه دوباره انسان به سمت دانش سنتی و گیاهان دارویی جلب شد. امروزه استفاده و کاربرد از گیاهان نیاز به اطلاعات جامع و کامل در مورد شناخت خواص و ویژگی‌های آن دارد. در این رابطه دانش بومی در صورت مکتوب شدن می‌تواند به عنوان راهکاری جهت انتقال و بهره‌گیری کاربرد گیاهان و خواص آن‌ها که توسط مردم محل طی نسل‌های متمادی بارها آزموده و به کار گرفته شده است در اختیار مردم و متخصصین دانش سنتی قرار گیرد. که امروزه آن را اتنوبوتانی یا گیاه مردم شناسی، مردم نگاری می‌نامند. در واقع علمی است که به مطالعه و بررسی رفتار یک قوم یا فرهنگ در یک منطقه خاص با گیاهان بومی آن منطقه می‌پردازد.

واژگان کلیدی: مردم‌نگاری گیاهان (اتنوبوتانی)، گونه‌های دارویی و غذایی، تنوع گیاهی.



۱. مقدمه

در سال‌های اخیر توجه و علاقه زیادی به صورت علمی در مورد نقش‌های اساسی که گیاهان در بسیاری از فرهنگ‌ها بازی می‌کنند، ایجاد شده است که می‌توان آن را آغازی بر علم اتنوبوتانی و گیاه درمانی نوین (فیتوتراپی) دانست. بشر از دیرباز در اثر نیاز و تجربه، به خواص برخی گیاهان در معالجه بیماری‌ها پی برده و به مرور زمان بر تعداد آنها افزوده است. همچنین برخی گیاهان به طور سنتی برای ایجاد طعم و بوی مطبوع استفاده می‌شدند پژوهش اتنوبوتانی، مستندسازی اطلاعات غیرمکتوب سنتی به منظور بهره‌برداری منطقی از منابع و حفاظت مؤثر از تنوع زیستی و اطلاعات فرهنگی می‌باشد. با توجه به تنوع پوشش گیاهی ایران و نیز منابع سنتی و علمی متعددی که در زمینه پزشکی سنتی از دیرباز به جا مانده است، این اطلاعات می‌تواند راهکارها و دستاوردهای ارزشمندی را برای یافتن گیاهان دارویی جدید و داروهای گیاهی ارایه نماید علم اتنوبوتانی به مطالعه و بررسی چگونگی استفاده افراد یک قوم، فرهنگ و یا ناحیه خاص از گیاهان بومی موجود در آن منطقه می‌پردازد. واژه اتنو به معنی قوم و بوتانی به معنی گیاهشناسی می‌باشد. به طور کلی می‌توان گفت اتنوبوتانی، مطالعه روابط و کنش‌های متقابل بین گیاهان و انسان است که لازمه آن داشتن دانش گیاهشناسی و مردم‌شناسی می‌باشد مطالعات اتنوبوتانی منجر به مستند شدن تعدادی از گیاهان مفید، دارویی، سمی یا مورد استفاده در غذا می‌شود. بخش بسیار مهمی از منابع کسب اطلاعات در یک مطالعه‌ی اتنوبوتانی مربوط به داده‌های به دست آمده از زندگی طبیعی مردم یک قوم می‌باشد.

کشور بزرگ و پهناور ایران با وجود تنوع زیاد آب و هوایی و خاک و با داشتن ارتفاعات، دره‌ها، رودخانه‌ها، جنگل‌ها، مناطق بیابانی، ساحلی و علفزارها بسترهای مناسبی را برای رویش بسیاری از گیاهان دارویی فراهم نموده است. اکنون ابزار و دستگاه‌های پیشرفته‌ای وجود دارند و متخصصین قادرند گام‌های پرشتابی را در تحقیقات گیاهان برداشته و عقب ماندگی‌های گذشته را در این زمینه جبران بنمایند. تلاش‌های زیادی در حال انجام می‌باشد تا داروهای گیاهی را با برخی از داروهای گران‌قیمتی که از کشورهای غربی تامین می‌شوند جایگزین نمایند. چون بسیاری از داروهای خاص و گران‌بها که در کشورهای غربی ساخته می‌شوند و به بازارهای جهانی عرضه می‌شوند، بنیان گیاهی دارند. بایستی اذعان نمود که با وجود داشتن منابع سرشار، از تحقیقات مؤثر و هدایت شده در زمینه گیاهان دارویی عقب مانده‌ایم. البته علت دیگر عقب ماندگی ما این است که بیش از حد متکی به داروهای سنتزی و شیمیایی شده‌ایم. داروهای سنتز شده و شیمیایی اگر چه پاسخی سریع برای مداوای بیماری می‌باشند لیکن مصرف آنها در طولانی مدت عوارض دیگری را در بدن ایجاد می‌نمایند و برخی از این عوارض قابل پیش‌بینی نمی‌باشند. داروهای شیمیایی با واکنش‌های متعددی که در بدن ایجاد می‌کند ممکن است چندین مسیر را طی نمایند که برخی از آنها قابل درک و پیش‌بینی نمی‌باشند. در حالی که، داروهای گیاهی ترکیبات زیستی دارند، این ترکیبات اغلب مشابه ترکیبات زیستی بدن انسان می‌باشند و لذا با بدن انسان سازگاری دارند. مضرات آنها ناچیز و حتی بدون ضرر می‌باشند. لیکن چون اثر فوری ندارند و اثرات آنها به تدریج و در مدت زمان طولانی معلوم می‌شود از این جهت برای درمان با گیاهان دارویی بایستی تا مدتی دارو را ادامه داد تا نتیجه مطلوب به دست آید. چیزی که مسلم است این است که در گوشه و کنار این سرزمین بزرگ هنوز گیاهان بسیاری وجود دارند که یا ناشناخته باقی مانده و یا اینکه مورد آزمایش قرار نگرفته‌اند. بنابراین نیاز به تحقیقات



گسترده و دامنه دار و منسجمی است تا وضعیت گیاهان دارویی به طور کلی و خواص آنها مشخص گردد. همچنین لازم است گیاهان دارویی از لحاظ اهمیتی که در مداوای بیماری ها دارند درجه بندی شده و طیف مشخصی از نظر مقدار مواد موثره آنها به دست آید.

در عرصه های پهنای کشور ایران، گیاهان با ارزش بسیاری وجود دارد که هنوز به طور کامل شناخته نشده و به اهمیت مواد و ترکیبات آنها پرداخته نشده است. لازم است با شتاب زیاد و خستگی ناپذیر به پژوهش های تکمیلی ادامه داده تا بتوان از مواهب این نعمت های خدادادی بیشتر بهره گرفت. قدر مسلم دنیای پیشرفته گرایش زیادی به مصرف گیاهان دارویی به جای داروهای شیمیایی و سنتزی دارد. ما ایرانیان که دارای منابع سرشاری از گیاهان دارویی هستیم، نباید عقب بمانیم چون مصرف داروهای گیاهی مزیت فراوانی دارند. گاهی در برخی مناطق از گونه های گیاهی خاصی به عنوان گیاهان دارویی استفاده می شود که هنوز علوم جدید به آن دست نیافته است و با استفاده از تجربه اهالی بومی می توان به این مهم دست یافت. ارائه فهرست گیاهان دارویی در مناطق مختلف جهان اولین گام در جهت کاربرد آنها با استفاده از علوم و فنون جدید تلقی می شود و تاکنون فهرست های زیادی از این گیاهان گزارش شده است. وجود تنوع بسیار بالای اکولوژیکی از یک سو و رویکرد گسترده عمومی مردم به استفاده از گیاهان دارویی و طب سنتی از سوی دیگر نشان دهنده لزوم تحقیقات گسترده در زمینه گیاهان دارویی استان گلستان می باشد. لذا در این پژوهش تلاش شده است تا با شناسایی و معرفی گیاهان بومی دارویی و موارد استفاده آنها اطلاعات مفیدی از منطقه مورد مطالعه ارائه کنیم. معرفی گیاهان دارویی میتواند پتانسیل منطقه مورد مطالعه را از نظر ذخایر ژنتیکی مشخص ساخته و بستر مناسبی برای گسترش فعالیتهای تحقیقاتی در آینده فراهم کند. بنابراین تحقیق حاضر با هدف آشنایی به فرهنگ استفاده سنتی از گیاهان دارویی محلی به منظور معالجه بیماری ها و همچنین آشنایی با اولویت های مصرف گیاهان دارویی و کاربردهای محلی آنها توسط مردم استان گلستان در نظر گرفته شده است.

۲. مواد و روش ها

2-1. منطقه مورد مطالعه

استان گلستان حدود ۲۰۳۶۹ کیلومترمربع وسعت دارد که ۱/۲ درصد از مساحت ایران را دربر گرفته است. این استان، در شمال ایران قرار گرفته و از شمال با کشور ترکمنستان (دارای ۴۳۸ کیلومتر مرز خشکی و ۹۰ کیلومتر مرز آبی)، از شرق با استان خراسان شمالی، از غرب با استان مازندران و از جنوب با استان سمنان هم جوار است (علیزاده و همکاران، ۱۴۰۰). این استان دارای شهرستان، بخش، شهر، دهستان و آبادی مختلف است که دارای آداب و رسوم متفاوت به جهت اقوام مختلفی که در این منطقه وجود دارد هستند.

۲-۲. روش شناسی

در این پژوهش ابتدا بررسی بر موضوع اتنوبوتانی در کشور پهنای ایران انجام گرفت و پژوهش های مربوط به این موضوع گردآوری و خلاصه نویسی شد. سپس با توجه به اهریادهای مشترک در پژوهش های مرتبط با موضوع اتنوبوتانی به بررسی گیاهان کاربردی در فرهنگ عامی استان گلستان پرداخته شده است.



تحقیقات فراوانی در زمینه شناخت گیاهان دارویی و همچنین کاربرد سنتی آنها در سطح کشور انجام شده است که از مهمترین آنها می توان به بررسی اتنوبوتانی گیاهان دارویی شهرستان سیرجان در استان کرمان، معرفی گیاهان پرمصرف در طب سنتی منطقه شرق مازندران، بررسی اتنوبوتانی گیاهان دارویی حوزه آبریز شمال شرقی خلیج فارس، بررسی اتنوبوتانی گیاهان دارویی منطقه سیستان، معرفی گیاهان دارویی پرمصرف شهرستان دشتستان با تأکید بر کاربرد سنتی آنها، بررسی اتنوبوتانی گیاهان دارویی منطقه ییلاقی کالج (شهرستان نور)، مطالعه اتنوبوتانی شهرستان کازرون، بررسی مقدماتی تنوع زیستی گیاهان دارویی شهرستان ممسنی، گزارشی از حضور گونه فراسیون آبی در جنوب ایران، بررسی اتنوبوتانی گیاهان دارویی استان بوشهر، بررسی اتنوبوتانی برخی گیاهان دارویی بخش مرکزی شهرستان ساری، مطالعه اتنوفارماکولوژی رودخانه حله در استان بوشهر و بررسی اتنوبوتانی گیاهان دارویی استان هرمزگان اشاره نمود (صفا و همکاران ۲۰۱۳). در تحقیقی که در زمینه جمع آوری و بررسی منتخبی از گیاهان شهرستان کاشان انجام گرفت، نتایج نشان داد که تعداد زیادی از این گیاهان در زمینه بیماری های گوارشی و تنفسی مورد استفاده قرار می گرفتند و برخی از این گیاهان از ارزش اقتصادی بالایی برخوردارند (سجادی و همکاران ۲۰۱۲). (سحرخیز و همکاران ۲۰۰۱) در طرح جمع آوری و شناسایی گیاهان دارویی منطقه گرگان و دشت آن تعداد ۲۹۸ گونه دارویی متعلق به ۷۰ تیره گیاهی را شناسایی نمودند. (خدایاری و امانی ۲۰۱۵) با بررسی اتنوبوتانی گیاهان دارویی شهرستان ایزه (استان خوزستان) ۸۴ گونه گیاهی دارویی شناسایی متعلق به ۳۵ تیره گیاهی شناسایی کردند که تیره های کاسنی با ۱۲ گونه، نعناعیان با ۱۲ گونه، چتریان با ۱۱ گونه و لوبیانیان با ۸ گونه گیاهی دارای بیشترین کاربرد بودند. (کاظمی و همکاران ۲۰۱۱) با بررسی اتنوبوتانی و تنوع زیستی گیاهان دارویی سواحل ذخیره گاه زیست کره میانکاله گزارش دادند که از ۱۷۵ گونه شناسایی شده در منطقه ساحلی ۴۴ گونه دارای ارزش دارویی هستند که شاخص ترین آنها شامل: تمشک، بارهنگ، درمنه خزری (گندواش)، انار، ازگیل، شاه پسند و گل راعی (گل شهناز، هوفاریقون، گل چایی) می باشد. شریفی فر و همکاران (۲۰۱۴) با مطالعه اتنوبوتانی برخی از گیاهان دارویی ناحیه کوه جوپار استان کرمان دریافتند ۶۵ گونه گیاهی که از ۳۰ خانواده بودند در منطقه مورد مطالعه وجود دارد و خانواده نعناعیان بیشترین تعداد گونه را به خود اختصاص داده بود.

۳. نتایج

۳-۱. خرما لو (خرمندی): (*Diospyrus lotus* L.)

درختی است خزان دار دارای میوه های کوچک و پربذر. از آنجایی که میوه این گیاه خوراکی و دارویی است از گذشته دور مورد توجه ساکنین حاشیه جنگل بوده است. به ویژه در قدیم که مواد قندی و غذایی زیادی یافت نمی شد داشتن درخت خرمندی برای هر خانواده دارای اهمیت بوده است. با نام های محلی زیادی شناخته شده است مانند: ارب، اربه، ارباه، دیواربه، کلهو و فرمنی. این میوه در فرهنگ قدیم روستا جزو غذاهای روزمره مردم بوده بنابراین روستائیان از میوه تازه این درخت فرآورده هایی به نام شیر و دوشاب تهیه می کردند که ارزش غذایی و دارویی زیادی برای آنها داشت (سماکوش گلوگاه و همکاران ۱۳۹۳). این فرآورده ها طبع گرم داشته و بیشتر در فصل زمستان مصرف می شود و طب سنتی به بیماران مبتلا به فاویسم (زردی) و یرقان دوشاب تجویز می کرد که خاصیت درمانی داشت (نظری ۱۳۹۰).

۳-۲. ازگیل وحشی (کُندُس) (*Mespilus germanica* L.)

درختچه‌ای به ارتفاع ۶ تا ۸ متر با شاخه‌های خاردار، پهن برگ و خزان کننده است. دارای میوه‌های درشت و ریز به رنگ قهوه‌ای که طعم آن ترش و شیرین و در حالت نارس گس است (مظفریان ۱۳۹۴). به صورت تازه خوری و فرآوری شده مورد استفاده قرار می‌گیرد. مردم محلی سایر استان‌ها به ویژه استان گلستان از میوه تازه این گیاه رب و کُندُس شور تهیه می‌کنند که دارای طعمی مطلوب است که خواص دارویی بسیاری دارد و از این جهت مصرف این میوه در بین مردم رواج زیادی دارد (اکبرزاده و همکاران ۱۳۸۹). از آنجایی که این گیاه خواص دارویی، صنعتی و غذایی زیادی دارد از برگ، میوه و پوست ساقه به عنوان دارو استفاده می‌شود به طوری که محققین زیادی در جهان و ایران بر روی خواص دارویی کُندُس تحقیقاتی انجام دادند (ممشلو و همکاران ۱۳۹۱) و نتایج به دست آمده نشان داد که میوه و برگ ازگیل یا کُندُس حاوی ترکیبات زیست فعال و عناصری آلی و معدنی فراوانی می‌باشد که قابلیت استفاده در صنایع غذایی، دارویی و صنعت دارد به همین منظور امروزه مورد استفاده بسیاری از افراد آگاه قرار گرفته و از خواص این گیاه ارزشمند بهره می‌برند.

۳-۳. زالزالک وحشی (ولیک) (*Crataegus* spp.)

درختچه یا درخت کوچک، کم و بیش خاردار دارای برگ‌های سبز روشن است. این درختچه، گل‌های سفیدی دارد که شکفتن گل‌های آن در بهار مناظر بسیار جذاب و سحرانگیزی در جنگل ایجاد می‌کند، زیرا گل‌های آن به صورت خوشه‌ای و به صورت انبوه روی درخت ظاهر می‌شود و به دلیل داشتن گل‌های سفید انبوه و زیبا در زبان فارسی به زالزالک گفته می‌شود که زال به معنی سفید است (ثابتی ۱۳۵۵). در استان گلستان، زالزالک وحشی را با نام ولیک می‌شناسند و براساس رنگ میوه سیاه ولیک و سرخه ولیک رایج است. طب سنتی این گیاه را با نام‌های خفچه، عوسج، ملاویل، مرخ، ولک و بلک مورد استفاده قرار می‌دهد. ولیک جایگاهی ویژه در کودکان سرزمین شمال دارد و ساکنین شمال ایران از سنین خردسالی با آن آشنا هستند. میوه ولیک به صورت تازه خوری، مربا، ترشی و میوه خشک مورد استفاده قرار می‌گیرد (جلیلی مرندي ۱۳۸۸) و از خواص دارویی بسیار زیادی برخوردار است. میوه این گیاه سرشار از ویتامین ث، ملین، مقوی معده، باز کننده گرفتگی‌ها و محرک است. این گیاه به طور معمول غنی از انواع پروسیانیدین‌ها، فلاونوئیدها و تری‌ترپن‌ها است که ترکیبات اصلی موثره در فعالیتهای بیولوژیکی آن‌ها محسوب می‌شوند (علیرضالو و همکاران ۱۳۹۴).

۳-۴. تمشک وحشی (*Rubus persicus*)

درختچه‌ای رونده با ساقه‌های پوشیده از خار و میوه خوراکی از انواع شفت و مجتمع است. تمشک را یاقوت جنگل‌های شمال نام نهادند. با نام محلی، تمش، ولش، بولوش و بوروش شناخته شده است (خاتم‌ساز ۱۳۷۱). شاید بتوان تمشک را معروف ترین میوه جنگلی شمال محسوب کرد از این رو میوه این گیاه در بین مردم رواج بسیاری دارد اما به دلیل ماندگاری و عمر پس از برداشت بسیار پایین این میوه کمتر به صورت تازه خوری مصرف می‌شود و بیشتر به صورت مربا، شربت و لواشک مورد استفاده قرار می‌گیرد که در طول سال از خواص تغذیه‌ای و دارویی آن شامل آنتوسانین و سایر ترکیبات فنلی بهره برده می‌شود (قربانلی و همکاران ۱۳۸۸).

۳-۵. گلایی وحشی (تلکا) (*Pyrus communis* L.)



پس از سیب مهم ترین میوه دانه دار در جهان است. آنچه مسلم است گونه خاصی از گلابی وحشی در جنگل های استان گلستان وجود دارد که تلکا نامیده می شود. شباهت ظاهری تلکا به گلابی بسیار کم است زیرا اندازه میوه های تلکا کوچک و شکل آن نیز گرد است و گلابی شکل نیست. طعم میوه تلکا در حالت رسیده به گلابی نزدیک بوده ولی اندکی تلخ مزه است (اسدی و همکاران، ۱۳۹۴). در متون فارسی و گویش های مناطق مختلف ایران نام های زیادی برای گلابی وحشی استفاده می شود، مانند خُج یا خوج و تلکا. مصرف میوه تلکا در بین مردم و روستائیان و همچنین بازارهای محلی دارای محبوبیت فراوان است و به دلیل سالم و ارگانیک بودن این میوه جنگلی مورد توجه زیادی قرار می گیرد. همچنین دمنوش این میوه به دلیل تنوع در طعم و هم خواص دارویی و تغذیه ای دارای اهمیت است. دمگل، برگ ها و پوست درخت تلکا دارای یک ترکیب فنول گلیکوزید به نام آربونین است از این ماده برای ضد عفونی کردن مجاری ادراری استفاده می شود. آربونین خاصیت ضد آفتاب و آنتی اکسیدانی دارد و چون برای چشم و پوست حساسیت زا نیست بنابراین در فرمولاسیون داروهای موضعی محافظ در برابر تشعشع آفتاب استفاده می شود. این ماده با مهار سنتز ملانین باعث روشن شده پوست می شود (سهراب وندی و همکاران ۱۳۹۱).

۳-۶. بارانک (*Sorbus torminalis* L.)

از درختان میوه خودرو و از گونه های بارده بسیار جالب، دیدنی، با ارزش و کمیاب که در جنگل های شمال کشور و استان گلستان وجود دارد (ثابتی، ۱۳۵۵). این درخت با وجود ارزش های فراوان اقتصادی، زیست محیطی و دارویی در بین درختان خودروی جنگلی ناشناخته باقی مانده و متأسفانه بسیاری از متخصصین با آن آشنایی ندارند. میوه این درخت در حالت نارس کمی گس است ولی پس از رسیدن کامل، قهوه ای رنگ و شیرین می شود این میوه با گویش های مختلف مورد استفاده قرار می گیرد از جمله: میانز، الول، مل اوج و راج اربو. بارانک از ارزش غذایی و دارویی بالایی برخوردار است (زرگری ۱۳۶۷). از مهمترین اندام دارویی بارانک برگ و میوه آن است. ترکیبات موجود در آن شامل کربوهیدرات (شکر طبیعی)، پکتین، گالاکترونیک اسید و منوساکارید) همچنین مقادیر قابل توجهی تانن، ویتامین A, C و اسید چرب است. از خواص دارویی زیادی برخوردار است مانند مدر و قاعده آور و قابض بودن آن.

۳-۷. داغ داغان (توق) (*Celtis australis* L.)

درخت یا درختچه خزان کننده دارای پوست صاف است. میوه شفت (هسته دار) به رنگ بنفش تیره دیده می شود (مظفریان ۱۳۹۴). بخش خوراکی میوه حالت چرب و شیرین دارد و از نظر طعم مانند میوه خرما ولی شیرینی آن کمتر است. نام داغ داغان یک واژه ترکی به معنای شکافنده، متلاشی کننده کوه و صخره است. به همین دلیل با ریشه های قوی که دارد می تواند در شکاف صخره ها نفوذ کند و باعث متلاشی شدن آن شود. با نام های محلی همچون المیس، لوطس، تاغ و توق شناخته می شود. گیاه داغ داغان کاربردهای مختلفی دارویی، تغذیه ای و صنعتی دارد. از نظر طب سنتی طبیعت گرم و خشک دارد و میوه این گیاه دارای تانن، موسیلاژ و روغن است (حسینی و همکاران ۱۳۸۷). عصاره برگ و میوه آن برای درمان خونریزی های شدید، رفع قلنج و دل درد مفید است. در صنایع چوب به دلیل خمش پذیری بالا در ساخت تفنگک، عصا و دسته اشیاء فلزی کاربرد دارد.

۳-۸. بلوط (*Quercus* spp.)



خزان پذیر دارای میوه شبیه به فندق است و در پیاله‌ای جای دارد (مظفریان ۱۳۹۴). از مهمترین یادگاران جنگل‌های هیرکانی است که حفظ این گونه گیاهی ارزشمند نیاز به توجه بالا دارد. در افسانه‌های عامیانه قرون وسطی از این گیاه برای شفای بیماران استفاده می‌کردند. کاربردهای مختلفی در صنایع، تغذیه و دارو دارد. در بحث تغذیه از میوه این گیاه نان بلوط تهیه می‌شود و در صنایع به دلیل فشرده و محکم بودن چوب بلوط در تهیه الوار کاربرد دارد و در نهایت از خواص دارویی آن می‌توان از روغن خوراکی بلوط اشاره کرد که درمان اسهال، خون‌ریزی‌ها، درمان التهاب، درمان سرفه و بهداشت پوست کاربرد فراوانی دارد.

۳-۹. کَور (Capparis spinosa L.)

گیاهی است چند ساله و بوته‌ای دارای گل‌های معطر که به هنگام شب عطر آن بیشتر می‌شود. میوه کَور کوچک، گرد یا بیضوی کمی کشیده و به رنگ سبز و شبیه خیار یا هندوانه کوچکی است که پوست آن خط دار است و گوشت داخل آن قرمز و لزج مانند است (مظفریان ۱۳۹۴). میوه‌ها پس از رسیدن شکافته شده و برش‌های میوه به سمت دم میوه یعنی به عقب برمی‌گردد و داخل میوه که قرمز تیره است، نمایان می‌شود. کَور یک جزء جدا نشدنی از غذاهای ایتالیایی‌ها است. از کَور می‌توان در انواع سالادها، پیتزاها و خوراکی‌های گوشتی استفاده کرد. از این میوه بعد از تلخ زدایی می‌توان ترشی تهیه کرد. بنابراین این گیاه کاربرد دارویی و غذایی دارد. از مهمترین خواص کَور می‌توان دفع انگل از دستگاه گوارش و از بین بردن تأثیرات برخی از مواد مضر از بدن نام برد (ثقفی‌خادم ۱۳۷۸).

۴. بحث و نتیجه‌گیری

با افزایش داروهای شیمیایی و آشکار شدن ضرر و زیان آنها و همچنین نداشتن عوارض جانبی ناشی از مصرف داروهای گیاهی، درمی‌یابیم که علم اتنوبوتانی (گیاه درمانی) روش بسیار مناسبی برای درمان بسیاری از امراض می‌باشد. به طوری که تمایل به استفاده از گیاهان دارویی و تجارت این گیاهان در حال افزایش است. با توجه به اهمیت شایان دانش سنتی در درمان بیماری‌ها، در حال حاضر میزان استفاده از این شیوه بستگی به شناخت و باور مردم دارد. معرفی گیاهان دارویی می‌تواند پتانسیل منطقه مورد مطالعه را از نظر ذخایر ژنتیکی مشخص ساخته و بستر مناسبی را برای بسط فعالیت‌های تحقیقاتی در آینده فراهم کند.

منابع

- اسدی آبکنار، ا.، ساریخانی، ح.، و رضازاده، ن. ۱۳۹۴. ارزیابی ویژگی‌های میوه در تعدادی از گلابی‌های بومی (خوج) شمال کشور. نهمین کنگره علوم باغبانی ایران.
- اکبرزاده، ع.، جایمند، ک.، همتی، ا.، و خانجانی شیراز، ب. ۱۳۸۹. گیاهان دارویی استان گیلان و قسمت‌های مورد استفاده آنها. تحقیقات گیاهان دارویی و معطر ایران. ۲۶ (۳): ۳۲۶-۳۴۷.
- ثابتی، ح.، اله، ۱۳۵۵. جنگل‌ها، درختان و درختچه‌های ایران. دانشگاه یزد. ص. ۸۰۶.
- ثقفی‌خادم، ف. ۱۳۷۸. فلور ایران. شماره ۳۰- تیره کَور Cappariadaceae. انتشارات موسسه تحقیقات جنگل‌ها و مراتع کشور.



- جلیلی مرندي، ر. ۱۳۸۸. پرورش میوه‌های مناطق معتدله. ۱: ۱۳۸.
- حسینی، سید علی رضا، ابرسجی، قاسمعلی، و حسینی، سید علی. ۱۳۸۷. گیاهان دارویی استان گلستان. تحقیقات گیاهان دارویی و معطر ایران. ۲۴: (۴) ۴۹۸-۴۷۲.
- خاتم ساز، م. ۱۳۷۱. فلور ایران، شماره ۶، تیره گلسترخ (Rosaceae). موسسه تحقیقات جنگل‌ها و مراتع. ص. ۳۵۲.
- زرگری، ع. ۱۳۶۷. گیاهان دارویی. جلد دوم. انتشارات دانشگاه تهران. ص. ۲۹.
- سماکوش گلوگاه، ط.، تابنده ساروی، آ. و حکیمی میدی، م. ح. ۱۳۹۳. تنوع مورفولوژیکی خرمنندی (*Diospyros lotus*) بین و درون جمعیت‌های آن در شمال ایران. مجله جنگل ایران، ۷(۲): ۲۷۱-۲۸۴.
- سهراب‌وندی، س.، عروج‌نیا، پ.، سلیمانی، م. و کوشکی، م. ۱۳۹۱. بررسی خواص شیمیایی و حسی (دمنوش گلایی، سیب و به. مجله علوم تغذیه و صنایع غذایی ایران. ۷(۵): ۱۷۶-۱۸۵.
- علیرضالو، ا.، احمدی، ن.، اله، صالحی، پ.، سنبلی، ع.، عیاری، م. و حاتمی ملکی، ح. ۱۳۹۴. ویژگی‌های آنتی اکسیدانی اندام‌های گوناگون گونه‌های مختلف گیاهان دارویی ولیک (*Crataegus spp.*). پژوهش‌های صنایع غذایی. ۲۵(۲): ۲۳۵-۳۳۸.
- علیزاده، م.، نظری، ج. آشنایی با میوه‌های وحشی و خودروی استان گلستان. ۱۴۰۰.
- قربانلی، م.، ساطعی، آ. و لیوانی، ف. ۱۳۸۸. بررسی ترکیبات و فعالیت آنتی اکسیدانی در میوه تمشک برگ نارونی (*Rubus anatolicus* focke). در طی رسیدن. شناخت و کاربرد گیاهان دارویی. ۲(۱): ۲۵-۳۵.
- قلی‌پور، ع.، قربانی نهوجی، رسولی، ن. و حبیبی، م. مطالعه اتنوبوتانیکی گیاهان دارویی دهستان زارم‌رود نکا (استان مازندران). فصلنامه گیاهان دارویی. سال سیزدهم، دوره چهارم، شماره مسلسل پنجاه و دوم. ۱۳۹۳.
- مظفریان، و. شناخت گیاهان دارویی و معطر ایران. ۱۳۹۴. انتشارات فرهنگ معاصر. چاپ دوم. ۱۴۴۴ صفحه.
- ممشلو، س.، صادقی ماهونک، ع.، قربانی، م.، اعلمی، م. و خمیری، م. ۱۳۹۱. بررسی فعالیت آنتی اکسیدانی و میزان پایداری ترکیبات فنلی حاصل از میوه ازگیل (*Mespilus germanica* L.). نشریه پژوهش و نوآوری در علوم و صنایع غذایی ۱(۳): ۲۱۹-۲۲۸.
- نظری، م. ۱۳۹۰. خواص میوه‌های خوارکی (میوه‌درمانی). انتشارات پیام آزادی. چاپ سیزدهم. ص. ۳۳۶.
- Kazemi Z, Naghinejhad AR and Saeedi Mehrvarz SH. 2011. Study of Ethnobotanical and biodiversity of medicinal plants Biosphere coast Miyankaleh. National Conference on Medicinal Plants, Sari, Mazandaran University of unit.
- Khodayari H and Amani SH. Ethnobotanical Khodayari H and Amani SH. 2015. Ethnobotanical study of medicinal plants Ize city (Khuzestan Province). The first national conference on medicinal herbs, traditional medicine and organic farming, Hamadan, Assessment Board of Hegmataneh Environmental, Centre for Development Conferences Aria Hegmatan.
- Sajadi A, Batouli H and Ghnbari A. 2012. Collection and review of selected traditional uses of plants in Kashan city. Journal of Islamic and Iranian Traditional Medicine 2012; 2: 29-36.
- Sharififar F, Moharam Khani MR, Mottar F and et al. 2014. Ethnobotanical Study of Medicinal Plants of Joopar Mountains of Kerman province, Iran. Journal of kerman university of medicinal sciences 2014; 21 (1): 37-51
- Safa O, Soltanipoor MA, Rastegar S and et al. 2013. An ethnobotanical survey on hormozgan province, Iran. Avicenna J. Phytomedicine; 3 (1): 64 - 81.
- Saharkhiz H, Hassan Abbasi N and Hosseini S. 2001. The final report collection and identification of medicinal plants Gorgan and prairie. Research Center of Natural Resources and Animals Golestan province.

گیاهان دارویی موثر بر بیماری های قلبی و عروقی

پریسا فروغی^{*}، حامد رامیار^۱، ساجده سادات صفوی مقدم^۱

^۱گروه زیست فناوری و محیط زیست دانشکده کشاورزی، خردگرایان مطهر، مشهد، ایران. (parisa.2280@yahoo.com)

چکیده

بیماری های قلبی و عروقی از جمله سکت، نارسایی و فشار خون را می توان به عنوان مهم ترین عامل مرگ و میر جامعه بشری دانست که در دهه های اخیر نیز رو به افزایش بوده است. روشهای مختلفی در دنیا برای درمان استفاده میشود که بر پایه جراحی ها، داروهای شیمیایی و تکنیک های جدید از جمله سلولهای بنیادی می باشد که طبق گزارشات موجود عوارض کوتاه و بلند مدتی می تواند بر بیماران تحت درمان از خود به جای بگذارد. امروزه در طب جدید نگاه ویژه ای به استفاده از روشهای زیستی و طبیعی و تا حدودی جایگزینی و درمان بیماریها از جمله قلبی و عروقی شده است که می تواند عوارض سوء کمتری در درمان بیماران داشته باشد. استفاده از گیاهان دارویی و فرآورده های استحصال شده از آنها به عنوان ماده های موثره به صورت سنتی و یا خالص سازی شده توسط شرکت های دارویی، امروزه رو به افزایش بوده است و توانسته جایگاه ویژه و یا تکمیلی در کنار سایر روشهای درمانی ایجاد نماید. این مطالعه از نوع مروری و درباره داروهای گیاهی مورد استفاده در بیماری های قلبی عروقی است که با جستجو و مطالعه در مقالات مختلف تنظیم شده است. از این رو این مقاله، به معرفی و بررسی خواص درمانی برخی از گیاهان دارویی که امروزه اثرات آنها برای درمان این بیماری شناخته شده و یا در طب سنتی استفاده می شود، استوار است. در نتیجه پاره ای از اختلالات قلبی را می توان با استفاده از داروهای گیاهی که روش مطمئن استفاده از گیاهان دارویی باشند، تحت کنترل درآورد.

واژگان کلیدی: دارچین، رژیم غذایی، سکت، طب سنتی، فشارخون.



۱. مقدمه

امروزه استفاده از گیاهان برای درمان بیماری ها گسترش زیادی یافته است. (ماهلوجی و همکاران، ۲۰۱۳)

در پژوهش آتشک و همکاران نیز که به منظور بررسی تاثیر مصرف مکمل زنجبیل و تمرینات مقاومتی بر عوامل خطر بیماری قلبی- عروقی و CRP در مردان چاق صورت گرفت، مصرف روزانه 1 گرم پودر ریزوم زنجبیل به مدت ۱۰ هفته، سبب کاهش معنی دار CRP شد ولی بر اندازه دور کمر تاثیری نداشت. (آتشک و همکاران، ۲۰۱۰)

بیماری های قلبی عروقی تلفات سالانه جهانی بیش از ۱۷ میلیون مرگ را در پی دارد و علت شایع مرگ و میر هستند و یک عامل عمده اقتصادی و بهداشتی هستند. سازمان بهداشت جهانی (WHO) گزارش داد که بیماری های قلبی عروقی ۳۱ درصد از مرگ و میرهای سالانه جهانی را تشکیل می دهند. (ورد هلث اوگانیزیشن، ۲۰۱۷)

بیماری های قلبی عروقی از انواع بیماری ها هستند که انواع مختلف بیماری های کرونر قلب، حمله قلبی، سکته مغزی، فشارخون بالا و... را شامل می شود. (توت، ۲۰۰۷؛ رینر و همکاران، ۲۰۱۹) بیماری های قلبی عروقی، عمدتاً از یک اختلال عملکرد عروقی منشاء میگیرد، که سپس منجر به آسیب اندام می شود. به عنوان مثال، قلب می تواند دچار حمله قلبی شود، یا مغز می تواند به دلیل اختلالات عروقی دچار سکته شود. علت اصلی اختلالات عروقی شامل فشارخون بالاست و عوامل پرخطر رایج برای ایجاد اختلالات عروقی می تواند شامل سیگار کشیدن، رژیم غذایی ناسالم، دیابت، افزایش سطح کلسترول و... باشد. (ورد هلث اوگانیزیشن، ۲۰۱۷)

گیاهان همیشه منبع رایج داروها بوده اند، که می توانند هم به شکل عصاره های سنتی و یا به عنوان ترکیب فعال خالص استفاده شوند. (فابریکنت و فارنسورت، ۲۰۰۱) چاشنی ها و ادویه های غذایی از عناصر مهم رژیم غذایی بوده و هزاران سال است که برخی از آنها به عنوان گیاهان دارویی در درمان بسیاری از بیماریها، از جمله عفونت های باکتریایی، سرفه، سرماخوردگی و بیماریهای قلبی عروقی استفاده میشوند. (کوک زینسکی و همکاران، ۲۰۱۶)

بدیهی است که طبیعت بسیار منبع مهم برای یافتن داروهای جدید و معروف گیاهی است که منجر به درمان بیماری ها می شود. (هاروی، ۲۰۰۰؛ فریشتن و همکاران، ۲۰۰۹؛ کراگ و نیومن، ۲۰۱۳) جالب اینجاست که برخی از گیاهان دارویی هنوز هم برای درمان بسیاری از بیماری ها استفاده میشوند. (وبر و همکاران، ۲۰۱۴) دلیل دیگر علاقه مجدد به محصولات گیاهی دارویی این است که جوامع روستایی در کشورهای در حال توسعه در تلاش برای کنترل بیماری ها در میان منابع کمیاب اجتماعی-اقتصادی، به درمان های سنتی- گیاهی و گیاهی متوسل شده اند. این به دلیل عوامل متعددی است، به ویژه به این دلیل که داروهای گیاهی جایگزین ارزان تری با عوارض جانبی کمتر هستند. (فریشتن و همکاران، ۲۰۰۹؛ تبسم و احمد، ۲۰۱۱)

استفاده از درمان های رایج در درمان بسیاری از بیماریهای قلبی عروقی، صرف نظر از عوارض وسیع آن، برای بسیاری از مردم مقرون به صرفه نبوده و در مقابل استفاده از گیاهان دارویی با توجه به اعتقادات و سازگاریهای فرهنگی، عوارض کمتر، در



دسترس بودن و ارزان بودن، بیشتر مورد توجه قرار گرفته است. (آدولا و همکاران، ۲۰۱۷) داروهای گیاهی نه تنها مقرون به صرفه هستند، بلکه حاوی هزاران جزء فعال زیستی هستند که کاربردهای درمانی شناخته شده ای دارند. علاوه بر این، از آنجایی که گیاهان به عنوان محصولات غذایی در نظر گرفته میشوند، تحت نظارت و مقررات، مشابه داروهای معمولی نیستند. با این حال، تلاش های تحقیقاتی بیشتری برای تأیید اثربخشی و مشخصات ایمنی این گونه داروها مورد نیاز است، زیرا بسیاری از آنها پیامدهای نامطلوبی دارند که گاهی اوقات می توانند اثرات تهدید کننده زندگی داشته باشد. همچنین باید توجه داشت که در مورد تداخل چند داروی گیاهی با هم نگرانی وجود دارد. (تاچ جینا و همکاران، ۲۰۱۰؛ آنوار و همکاران، ۲۰۱۶؛ یوآن و همکاران، ۲۰۱۶)

هدف این مقاله، معرفی داروهای گیاهی مورد استفاده در بیماری های قلبی و عروقی، مورد بررسی قرارداد اثر گیاهان بر روی بیماری های قلبی عروقی و تاثیرات مختلف گیاهان روی انواع بیماری های قلبی است.

۲. مواد و روش ها

۲-۱. مدیریت داروی گیاهی فشارخون بالا

عصاره های گیاهی و مشتقات آن ها می توانند رویدادهای مولکولی را که به فشار خون بالا، که عامل اصلی بروز بیماری های قلبی است، کمک میکنند، تعدیل کرده و در نهایت بهبود می بخشند. داروهای گیاهی حاوی بیواکتیوهای متعددی هستند. بنابراین، مکانیسم های عملکرد سلولی چند وجهی دارند. در واقع، داروهای گیاهی می توانند اثرات آنتی اکسیدانی، شل کننده عروق، ضد التهابی، ضدتکثیر یا ادرار آور داشته باشند.

۲-۲. روش مصرف داروهای گیاهی

در نظر گرفتن موارد احتیاط و تداخلات دارویی و اجتناب از مصرف خودسرانه گیاهان دارویی اهمیت بسزایی دارد. این مطالعه از نوع مروری و درباره داروهای گیاهی مورد استفاده در بیماری های قلبی عروقی است که با جستجو و مطالعه در مقالات مختلف تنظیم شده است.

۳. نتایج

۳-۱. گیاهان دارویی موثر بر بیماری های قلبی عروقی

۳-۱-۱. گیاه مریم گلی (*Salvia officinalis* SP)

گیاه مریم گلی قرمز یکساله به طور سنتی در طب سنتی چینی استفاده می شوند و برای درمان تعداد زیادی از بیماری های قلبی عروقی استفاده شده است. ترکیبات فعال این گیاه عمدتاً از ریشه خشک شده ریزوم گیاه بدست می آید. دارای قابلیت

آنتی اکسیدانی قوی با توانایی بالا در از بین بردن رادیکال های آزاد است که به نظر میرسد اساس پتانسیل محافظتی قوی قلبی عروقی آن باشد. (ژائو و همکاران، ۲۰۰۶)

Astragalus membranaceus یکی دیگر از گیاهان چینی حاوی Astragaloside IV است که ترکیب فعال زیستی گیاهی است که به طور گسترده به عنوان یک آنتی اکسیدان و برای محافظت در برابر بیماری های قلبی عروقی استفاده می شود. (ژانگ و همکاران، ۲۰۰۶)

۳-۱-۲. سیر (*Allium sativum* SP)

یک نمونه کلاسیک از گیاهان مورد استفاده در مدیریت بیماری های قلبی عروقی است و به دلیل خواص چندوجهی آن در برابر بیماری های مرتبط به قلب مانند فشار خون بالا، استرس اکسیداتیو، التهاب و چربی خون، کاربرد زیادی دارد. (اشرف و همکاران، ۲۰۱۳؛ جنونک و همکاران، ۲۰۱۶؛ ثومسون و همکاران، ۲۰۱۶)

۳-۱-۳. زعفران (*Crocus sativus* SP)

می تواند از طریق مکانیسم های مستقل، گشاد کننده عروق دیگری ارائه دهد. (رضوی و همکاران، ۲۰۱۶)

۳-۱-۴. دارچین (*Cinnamon* SP)

برگ و پوست شاخه دارچین به عنوان گیاه دارویی و همچنین در آشپزی به عنوان ادویه طعم دهنده و رنگ دهنده از زمانهای قدیم در کشورهای مختلف استفاده می شده است. (پاندا و نایک، ۲۰۰۹؛ مهرپوری و همکاران، ۲۰۲۰) (شکل ۱)

ترکیبات عمده دارچین شامل Cinnom، Cinnamaldehyde Cinnamate، *ic* Eugenol است که عطر و مزه آن مربوط به ترکیب Cinnamaldehyde است. (ملازاده و حسین زاده، ۲۰۱۶؛ عظیمی و همکاران، ۲۰۱۴) (شکل ۲)

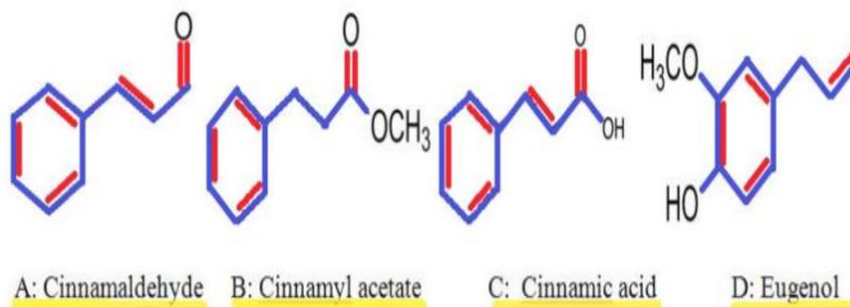


A) C.Cassia

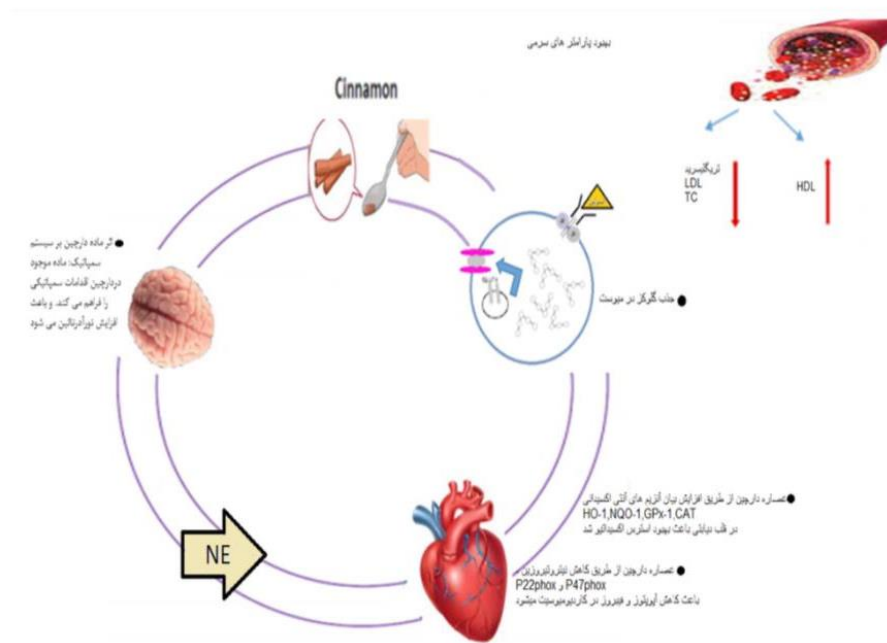


B) C.Verum

شکل ۱: نمایی از دو نوع دارچین



شکل ۲: ترکیبات عمده دارچین



شکل ۳: مسیرهای اثر دارچین در حفاظت قلبی عروقی

مصرف دارچین از طریق کاهش فعالیت کانال های کلسیمی باعث شل شدن عضله صاف دیواره شریان آنورت و کاهش فشار خون و همچنین باعث القای اثرات اینوتروپیک و کرونوتوپیک منفی در قلب شده و همچنین باعث بهبود اختلالات

سیستولیک و دیاستولیک میشود. (نیادجنو و همکاران، ۲۰۱۳؛ وانگ و همکاران، ۲۰۲۰؛ آلوارز-کولازو و همکاران، ۲۰۱۴) (شکل ۳)

۳-۱-۵. سیاهدانه (*Nigella sativa* SP)

دارای ترکیبات گیاهی آلکالوئیدها، فلاونوئیدها و تیموکینون است. مصرف این دانه از آسیب های سلولی جلوگیری می کند. مکانسیم عمل آن به صورت کاهش تشکیل رادیکال های آزاد یا حذف گونه های رادیکال های آزاد از خون است. (کینگس لی و همکاران، ۲۰۲۰)

۳-۱-۶. چای سبز (*Camellia sinensis* SP)

شواهد تجربی نشان داده است که نوشیدن چای سبز باعث کاهش فشارخون و به دنبال آن کاهش سکتته در افراد مستعد آن می شود. (شیائو و هاگر، ۲۰۱۵)

۳-۱-۷. چای (*Tea* SP)

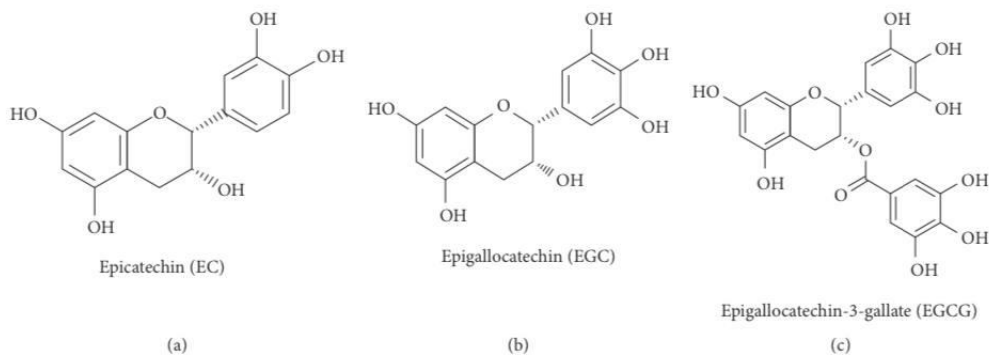
براساس یک مطالعه نوشیدن سه فنجان چای در روز بروز بیماری های قلبی عروقی را کاهش می دهد. زیرا چای سرشار از مواد فنلی و کافئین است. (گرمزا-میچالوسکا، ۲۰۱۴)

برخی از ترکیبات فنلی موجود در چای که در درمان بیماری های قلبی عروقی مورد استفاده قرار میگیرند عبارتند از:

اپی گالوکاتچین (EC)

اپی کاتچین ۳ گالات (ECG)

اپی گالوکاتچین ۳ گالات (EGCG) (شکل ۴)

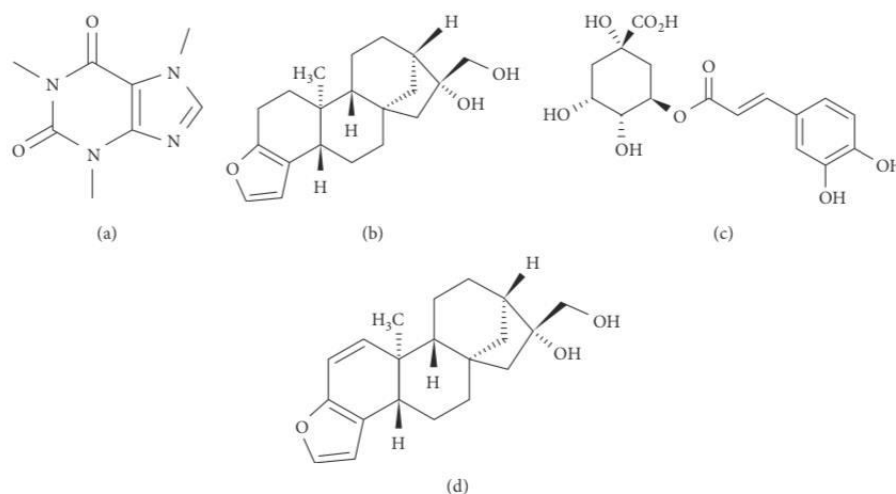


شکل ۴: ساختار شیمیایی epicatechin (EC)

(a). epigallocatechin (EGC). (b). epicatechin-3-gallate (ECG). (c). epigallocatechin-3-gallate (EGCG)

۸-۱-۳. قهوه (Coffea SP)

طبق مطالعات، نوشیدن ۳۵ فنجان قهوه در روز به مدت یکسال خطر ابتلا به بیماری های قلبی عروقی را تا ۱۵ درصد کاهش میدهد. با این وجود، بیماران مبتلا به فشارخون بالا با خون کنترل نشده باید از مصرف بیش از حد کافئین خودداری کنند. (چویی و همکاران، ۲۰۱۵) (شکل ۵)



شکل ۵: ساختار شیمیایی ترکیبات زیست فعال موجود در قهوه

(a) Caffeine. (b) Cafestol. (c) Chlorogenic acid. (d) Kahweol

قهوه دارای ترکیبات فعال زیستی مهمی است. پلی فنول ها ، فلاونوئیدها و فیتوکمیکال ها ترکیبات زیستی مهمی هستند

که از بیماری های قلبی عروقی جلوگیری می کنند . (آدام و همکاران، ۲۰۰۳)

فلاونوئیدها اخیرا به عنوان مواد شیمیایی با اقدامات بیولوژیکی تعیین کننده شناسایی شده اند که ممکن است به محافظت

از بیماری های مزمن مانند بیماری های قلبی عروقی کمک کنند. (گروس و همکاران، ۲۰۰۴)

در بسیاری از تحقیقات اپیدمیولوژیک و تجربی، مصرف فلاونوئید ها رابطه معکوس با رویدادهای بیماری قلبی عروقی

داشته است. بسیاری از فلاونوئید ها از نوشیدنی ها، ادویه ها، سبزیجات، میوه ها و گیاهان دارویی به دلیل تأثیر مفیدشان بر

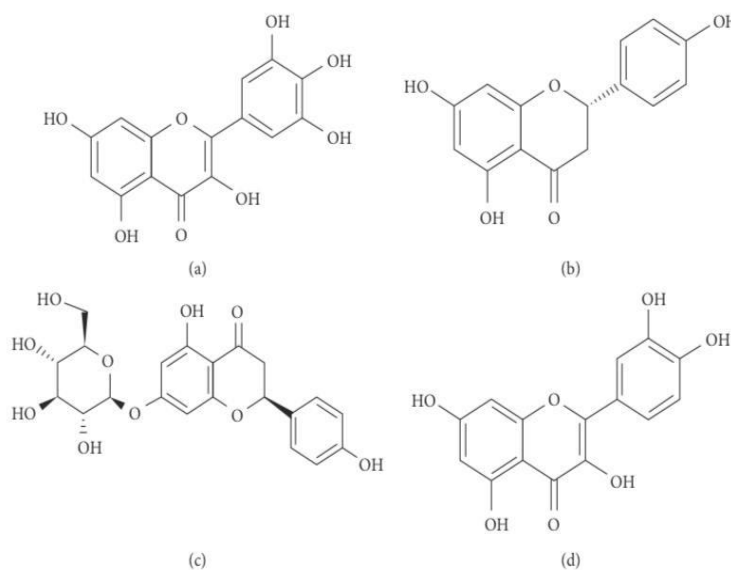
بیماری های قلبی عروقی گزارش شده اند. (هنافی و همکاران، ۲۰۰۷) فلاونوئید ها به مقدار زیاد در میوه ها (سیب) و سبزیجات

(پیاز) یافت میشوند. بر اساس مطالعات اپیدمیولوژیک، اثر آنتی اکسیدانی فلاونوئیدها به خوبی مستند شده است و مصرف آنها

خطر ابتلا به بیماری های قلبی عروقی را کاهش می دهد. (گروس و همکاران، ۲۰۰۴) تایید شده است که مصرف فلاونوئید ها

خطر بیماری قلبی عروقی و مرگ و میر کلی را کاهش می دهد. (هرتوگ و همکاران، ۱۹۹۷) تحقیقات بعدی نشان داد که

افزایش مصرف فلاونوئید ها به طور قابل توجهی خطر سکته را کاهش می دهد. (کلی و همکاران، ۱۹۹۶) (شکل ۶)



شکل ۶: ساختار برخی از فلاونوئیدهای مورد استفاده برای درمان بیماری های قلبی

Myricetin. (b) Naringenin. (c) Naringenin-7-O-glucoside. (d) Quercetin. (a)

۹-۳. گیاه خارخاسک (TT: Terrestriis Tribulus SP)

یک گیاه دارویی متشکل از آنتی اکسیدان ها ، ساپونین ها ، فالونوئید ها و ترکیبات آلکالوئیدی است. این ترکیبات باعث

بهبود استرس اکسیداتیو، افزایش ظرفیت آنتی اکسیدانی، کاهش آپوپتوز و التهاب می گردد. (های کی و همکاران، ۲۰۱۲)

علاوه بر این، مطالعات زیادی نشان داده اند که خارخاسک میتواند سازگار عملکرد آنتی اکسیدانها، متابولیسم چربیها، التهاب و

CRP را بهبود بخشیده و از سویی، مسیرهای مرگ سلولی و آسیب عصبی را در بیماری های قلبی-عروقی متوقف کند. (های کی و همکاران، ۲۰۱۲؛ ثویس و همکاران، ۲۰۱۲)

در مطالعه ای توسط Delfani و همکارانش در سال ۲۰۲۱ مشخص شد که مصر عصاره ی خارخسک سبب افزایش بیوزنر میتو کندری و کاهش تخریب DNA در بافت قلب شده است. (آنجلینی و همکاران، ۲۰۱۹؛ دلفانی و همکاران، ۲۰۲۱)

۳-۱-۱۰. گیاه عناب (*Zizyphus mill jujube SP*)

این گیاه از قدیم به عنوان گیاه دارویی مورد مصرف بوده است. به طوری که در کشورهای شرق آسیا از میوه، برگ و یا حتی ریشه این گیاه برای درمان بیماری های مختلف استفاده میکردند. (وو و یانگ، ۲۰۱۷)

در مطالعات مختلف وجود ترکیبات شیمیایی بسیار متنوع در عناب مورد بررسی و تأیید قرار گرفته است. در یک مطالعه مشخص شده است که میوه عناب غنی از کربوهیدرات ها، فیبر، پروتئین، چربی، ویتامین های ضروری و مواد معدنی است. (بین و همکاران، ۲۰۱۶)

میوه عناب در مقایسه با ساقه، ریشه و برگهای آن دارای ویتامین C و A بیشتری بوده و سرشار از لینولئیک اسید است. (پاولوسکا و همکاران، ۲۰۰۹) عناب دارای خواص درمانی زیادی است. به خصوص اینکه خاصیت ضدالتهابی دارد. اثبات شده است که عناب همراه ورزش کردن می تواند از بیماری های قلبی عروقی جلوگیری نماید. (مسولام و همکاران، ۲۰۰۲)

۳-۱-۱۱. گیاه شیرین بیان (*Glycyrrhiza glabra L SP*)

این گیاه در خانواده گیاهان دارویی قرار میگیرد. دارای ترکیبات دارویی و غذایی مهم در ریشه و ریزوم هستند. به همین خاطر در دنیا دارای اهمیت بوده و در صنایع دارویی، غذایی و یا حتی در صنعت دخانیات مورد استفاده قرار گرفته اند. (بانک روفت و کوک، ۱۹۹۴)

ریشه شیرین بیان دارای ترکیبات متعددی است که می تواند از پیشرفت بیماری آتروسکلروزیس یا تصلب شرایین که نوعی بیماری عروقی است، جلوگیری میکند. (ابراهیمی و همکاران، ۲۰۱۵)

۳-۱-۱۲. گیاه خرفه (*Portulaca oleracea L SP*)

این گیاه نیز یکی از گیاهانی است که توجه متخصصان تغذیه و طب سنتی را به خود جلب کرده است. این گیاه بیشتر در مزارع کشاورزی و مرغزار ها می روید. (جانگ بایر و مدجاکویک، ۲۰۱۳)

برگ و ساقه گیاه خرفه آبدار و قابل خوردن است. که طمعی اسیدی و شور دارد. این گیاه دارای خواص مغذی و آنتی اکسیدانی و همچنین مصارف دارویی می باشد. به دلیل وجود امگا ۳، آلفا توکوفرول، اسید آسکوربیک، بتا کاروتن و گلو تاتیون در خرفه، این گیاه به عنوان یک منبع غذایی با ارزش شناخته شده است. (لدگر، ۲۰۱۰)

به طور مثال امگا ۳ که در خرفه وجود دارد، عامل مهمی در جلوگیری از حمله قلبی و تقویت سیستم ایمنی به حساب می آید. (آجای و همکاران، ۲۰۰۷)

از اسیدهای چرب امگا ۳ که به ویژه در رابطه با بیماریهای قلبی و عروق مطرح است، ایکوزاپنتائونیک اسید (EPA) و دکوزاهگزا انونیک اسید (DHA) هستند که به فراوانی در خرفه یافت می شوند. مطالعات نشان داده است، افزایش مصرف اسیدهای چرب امگا ۳ اغلب با کاهش خطر بیماری های قلبی و عروقی و کاهش مرگ و میر ناشی از این بیماری ها همراه است. (حبیان و همکاران، ۲۰۲۰)

۴. بحث و نتیجه گیری

پژوهش حاضر به منظور بررسی گیاهان دارویی مختلفی که به عنوان درمان های طبیعی واقعی، برای بیماری های قلبی عروقی مورد استفاده قرار می گیرند، انجام گرفت. یافته هایی که از پژوهش حاضر بدست آمد، این بود که گیاهانی مثل سیر، زعفران، دارچین و... دارای ترکیبات عمده ای هستند که می توانند مورد استفاده در مدیریت بیماری های قلبی عروقی باشند. در مقایسه با سایر ترکیبات و گیاهان، دارچین به نسبت بیشتری مورد پژوهش واقع شده و اثرات درمانی بیشتری به علت وجود ترکیبات موثر دارد.

با این حال، گیاهان حاوی ترکیبات فعال و متنوعی هستند که ممکن است اثرات دارویی با واکنش های نامطلوب ایجاد کنند. بنابراین، پرداختن به مسائل مربوط به اثربخشی، ایمنی و سمیت مربوط به فیتوکمیکال های گیاهان دارویی همچنان نیازمند آزمایش های بالینی گسترده است.

نشان داده شده است که بسیاری از گیاهان شفا دهنده سنتی ارزش دارویی دارند و می توانند برای جلوگیری، کاهش یا درمان بسیاری از بیماری های انسانی از جمله بیماری های قلبی - عروقی استفاده شوند. برآورد شده است که ۹۰ الی ۸۰ درصد از مردم در سراسر جهان به طور عمده از داروهای گیاهی برای مراقبت های اولیه خود بهره می برند. استفاده از گیاهان دارویی در درمان بیماران مبتلا به نارسایی احتقانی قلب، فشار خون سیستولیک، آنژین، و آترواسکلروز نشان داده شده است.

منابع

- A. Gramza-Michałowska, 2014. "Caffeine in tea *Camellia sinensis*—content, absorption, benefits and risks of consumption," *Journal of Nutrition, Health and Aging*, vol. 18, no. 2, pp. 143–149.
- Adegbola P, Aderibigbe I, Hammed W, Omotayo T. Antioxidant and anti-inflammatory medicinal plants have potential role in the treatment of cardiovascular disease: A review. *American Journal of Cardiovascular Disease*. 2017; 7(2):19-32. [PMCID]
- Ajay M, Achike FI, Mustafa MR. 2007., Modulation of vascular reactivity in normal, hypertensive and diabetic rat aortae by a non-antioxidant flavonoid. *Pharmacological research*.; 55(5):385-391.
- Alvarez-Collazo J, Alonso-Carbajo L, López-Medina Al, Alpizar YA, Ta-jada S, Nilius B, et al. 2014., Cinnamaldehyde inhibits L-type calcium channels in mouse ventricular cardiomyocytes and vascular



- smooth muscle cells. Pflügers Archiv: European Journal of Physiology.; 466(11):2089-99. [DOI:10.1007/s00424-014-1472-8] [PMID]
- Angelini G, Pollice P, Lepera M, Favale S, Caiati C. 2019., Irreversible Dilated Cardiomyopathy After Abuse of Anabolic Androgenic Steroids-A Case Report and Literature Review. Biomedical Journal of Scientific & Technical Research; 21(4):16106-12.
- Anwar, M. A., Al Disi, S. S., and Eid, A. H. (2016). Anti-Hypertensive Herbs and Their Mechanisms of Action: Part II. Front. Pharmacol. 7, 50. doi: 10.3389/fphar.2016.00050
- Ashraf, R., Khan, R. A., Ashraf, I., and Qureshi, A. A. (2013). Effects of *Allium sativum* (garlic) on systolic and diastolic blood pressure in patients with essential hypertension. Pak. J. Pharm. Sci. 26 (5):859–863.
- Atashak S, Piri M, Jafari A, Azarbayjani MA. 2010 ; Barresie asare tamrinate moghavemati va masrafe zanjabil bar protein vakoneshpazir C va barkhi avamele khatarzaye bimarihaye ghalbi oroughi dae mardane chagh .Physiol Pharmacol. 14(3):28-318
- Azimi P, Ghiasvand R, Feizi A, Hariri M, Abbasi B. 2014., Effects of cinnamon, cardamom, saffron, and ginger consumption on markers of glycemic control, lipid profile, oxidative stress, and inflammation in type 2 diabetes patients. The Review of Diabetic Studies: RDS.; 11(3-4):258-66. [DOI:10.1900/RDS.2014.11.258] [PMID] [PMCID]
- Bancroft JD and Cook HC. 1994., Manual of histological techniques and their diagnostic application. 2ed. Churchill Livingstone;.
- Cragg, G. M., and Newman, D. J. (2013). Natural products: a continuing source of novel drug leads. Biochim. Biophys. Acta 1830 (6): 3670–3695. doi: 10.1016/j.bbagen.2013.02.008
- Delfani N, Peeri M, Matin Homae H. Effect of Aerobic Exercise and Hydroalcoholic Extract of *Tribulus Terrestris* on Mitochondrial Oxidative Stress Markers in Heart Tissue of Rats Poisoned With Hydrogen Peroxide. Complementary Medicine Journal 2021; 11(1):30-43.
- Ebrahimi, S., Sadeghi, H., Pourmahmoudi, A., Tabeshfar, Z. (2015). Protective effect of *Zizphus vulgaris* extract, on liver toxicity in laboratory rats. Biomedical and Pharmacology Journal, 8(2): 779- 84
- Fabricant, D. S., and Farnsworth, N. R. (2001). The value of plants used in traditional medicine for drug discovery. Environ. Health Perspect. 109 (Suppl 1): 69–75. doi: 10.1289/ehp.01109s169
- Frishman, W. H., Beravol, P., and Carosella, C. (2009). Alternative and complementary medicine for preventing and treating cardiovascular disease. Dis. Mon. 55 (3): 121–192. doi: 10.1016/j.disamonth.2008.1
- H. Hanafi and S. Amrani,. 2007. “Phcog rev.: review article flavonoids as potent phytochemicals in cardiovascular diseases prevention,” Pharmacognosy Reviews, vol. 1, no. 2,.
- Habibian M, Sadeghi G, Karimi A. 2020., Phytochemicals and Antioxidant Properties of Solvent Extracts from Purslane (*Portulaca oleracea* L.): A Preliminary Study. Food Science and Engineering.; 1(1):1- 12.
- Harvey, A. (2000). Strategies for discovering drugs from previously unexplored natural products. Drug Discovery Today 5 (7): 294–300. doi: 10.1016/S1359- 6446(00)01511-7
- Hickey M, Elliott J, Davison SL. 2012., Hormone replacement therapy. BMJ; 344:e763
- J. Xiao and P. Hogger, “Dietary polyphenols and type 2 diabetes: current insights and future perspectives,” Current Medicinal Chemistry, vol. 22, no. 1, pp. 23–38, 2015.



- Jeong, Y. Y., Ryu, J. H., Shin, J. H., Kang, M. J., Kang, J. R., Han, J., et al. (2016). Comparison of Anti-Oxidant and Anti-Inflammatory Effects between Fresh and Aged Black Garlic Extracts. *Molecules* 21 (4):430. doi: 10.3390/molecules21040430
- Jungbauer A, Medjakovic S. 2013., Phytoestrogens and the metabolic syndrome. *J Steroid Biochem Mol Biol*; 68(2):222-31.
- K. K. Adom, M. E. Sorrells, and R. H. Liu., 2003. "Phytochemical profiles and antioxidant activity of wheat varieties," *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, vol. 51, no. 26, pp. 7825–7834,.
- Kulczynski B, Gramza-Michatowska A. 2016., The importance of selected spices in cardiovascular diseases. mportance of selected spices in cardiovascular diseases. *Postepy Higieny i Medycyny Doswiadczalnej* (Online).; 70(0):1131-41. [DOI:10.5604/17322693.1224252] [PMID]
- Ledger WL. 2010., Clinical utility of measurement of antiMüllerian hormone in reproductive endocrinology. *J Clin Endocrinol Metab*; 95(12):5144-54.
- M. G. Hertog, E. J. Feskens, and D. Kromhout., 1997 . "Antioxidantflavonols and coronary heart disease risk," <e *Lancet*, vol. 349, no. 9053, p. 699,.
- M. Gross., 2004. "Flavonoids and cardiovascular disease," *Pharmaceutical Biology*, vol. 42, no. 1, pp. 21–35,
- Mahluji S, Attari VE, Mobasseri M, Payahoo L, Ostadrahimi A, Golzari SE. 2013 ; Effects of ginger (*Zingiber officinale*) on plasma glucose level, HbA1c and insulin sensitivity in type 2 diabetic patients. *Int J Food Sci Nutr*.,doi10.3109/ 09637486.2013.775223.
- Mehrpouri M, Hamidpour R, Hamidpour M. 2020., [Cinnamon inhibits platelet function and improves cardiovascular system (Persian)]. *Journal of Medicinal Plants*.; 19(73):1-11. [DOI:10.29252/jmp.1.73.1]
- Mesulam MM, Guillozet A, Shaw P, Levey A, Duysen EG, Lockridge O. 2002., Acetylcholinesterase knockouts establish central cholinergic pathways and can use butyrylcholinesterase to hydrolyze acetylcholine. *Neuroscience*;110:627-39
- Mollazadeh H, Hosseinzadeh H. 2016., Cinnamon effects on metabolic syn-drome: A review based on its mechanisms. *Iranian Journal of Basic Medical Sciences*.; 19(12):1258-70. [DOI:10.22038/ijbms.2016.7906]
- Nyadjeu P, Ngudefack-Mbuyo EP, Atsamo AD, Ngudefack TB, Dongmo AB, Kamanyi A. 2013., Acute and chronic antihypertensive effects of Cinnamo-mum zeylanicum stem bark methanol extract in L-NAME-induced hypertensive rats. *BMC Complementary and Alternative Medicine*.;13:27. [DOI:10.1186/1472-6882-13-27] [PMID] [PMCID]
- Panda VS, Naik SR. 2009., Evaluation of cardioprotective activity of Ginkgo biloba and Ocimum sanctum in rodents. *Alternative Medicine Review*.; 14(2):161-71. [PMID]
- Pawlowska AM, Camangi F, Bader A, Braca A. 2009., Flavonoids of Ziziphus Jujuba L. and Ziziphus spina-christi (L.) Willd (Rhamnaceae) fruits.. *Food Chem*; 112(4): 858-62.
- Razavi, B. M., Amanloo, M. A., Imenshahidi, M., and Hosseinzadeh, H. (2016). The Relaxant Activity of Safranal in Isolated Rat Aortas is Mediated Predominantly via an Endothelium-Independent Mechanism: -Vasodilatory mechanism of safranal. *J. Pharmacopuncture* 19 (4): 329–335. doi: 10.3831/KPI.2016.19.034
- Reiner, Z., Laufs, U., Cosentino, F., and Landmesser, U. (2019). The year in cardiology 2018: prevention. *Eur. Heart J*. 40 (4):336–344. doi: 10.1093/ eurheartj/ehy894



- S. O. Keli, M. G. Hertog, E. J. Feskens, and D. 1996., Kromhout, "Dietary flavonoids, antioxidant vitamins, and incidence of stroke: the Zutphen study," Archives of Internal Medicine, vol. 156, no. 6, pp. 637–642,
- Tabassum, N., and Ahmad, F. (2011). Role of natural herbs in the treatment of hypertension. Pharmacogn. Rev. 5 (9): 30–40. doi: 10.4103/0973-7847.79097
- Tachjian, A., Maria, V., and Jahangir, A. (2010). Use of herbal products and potential interactions in patients with cardiovascular diseases. J. Am. Coll. Cardiol. 55 (6): 515–525. doi: 10.1016/j.jacc.2009.07.074
- Thevis M, Koch A, Sigmund G, Thomas A, Schänzer W. 2012., Analysis of octopamine in human doping control samples. Biomedical Chromatography.; 26(5):610-5.
- Thomson, M., Al-Qattan, K. K., Js, D., and Ali, M. (2016). Anti-diabetic and antioxidant potential of aged garlic extract (AGE) in streptozotocin-induced diabetic rats. BMC Complement. Altern. Med. 16, 17. doi: 10.1186/s12906-016-0992-5
- Toth, P. P. (2007). Making a case for quantitative assessment of cardiovascular risk. J. Clin. Lipidol. 1 (4): 234–241. doi: 10.1016/j.jacl.2007.07.002
- U. I. Kingsley, N. E. Bitrus, and E. 2020. I. Blessing, "Nigella sativaseed extract protects against cadmium-induced cardiotoxicity in rats," Journal of Drug Delivery and <erapeutics>, vol. 10, pp. 174–177,.
- Wang P, Yang Y, Wang D, Yang Q, Wan J, Liu S, et al. 2020., Cinnamaldehyde ameliorates vascular dysfunction in diabetic mice by activating Nrf2. American Journal of Hypertension.; 33(7):610-9. [DOI:10.1093/ajh/hpaa024] [PMID]
- Weber, M. A., Schiffrin, E. L., White, W. B., Mann, S., Lindholm, L. H., Kenerson, J. G., et al. (2014). Clinical practice guidelines for the management of hypertension in the community a statement by the American Society of Hypertension and the International Society of Hypertension. J. Hypertens. 32 (1): 3–15. doi: 10.1097/ hjh.0000000000000065
- World Health Organization (2017). Cardiovascular Diseases (CVDs) (World Health Organization). Available: <https://www.who.int/news-room/facts>
- Wu Y, Yang H, Wang X. 2017., The function of androgen/androgen receptor and insulin growth factor-1/insulin growth factor-1 receptor on the effects of Tribulus terrestris extracts in rats undergoing high intensity exercise. Molecular medicine reports;16(3):2931-8.
- Y. Choi, Y. Chang, S. Ryu et al., 2015. "Coffee consumption and coronary artery calcium in young and middle-aged asymptomatic adults," Heart, vol. 101, no. 9, pp. 686–691,.
- Yin L, Wang Q, Wang X, Song L-N. 2016., Effects of Tribulus terrestris saponins on exercise performance in overtraining rats and the underlying mechanisms. Canadian journal of physiology and pharmacology.;94(11):1193-201.
- Yuan, H., Ma, Q., Ye, L., and Piao, G. (2016). The Traditional Medicine and Modern Medicine from Natural Products. Molecules 21 (5), E559. doi: 10.3390/ molecules21050559
- Zhang, W.-D., Chen, H., Zhang, C., Liu, R.-H., Li, H.-L., and Chen, H.-Z. (2006). Astragaloside IV from Astragalus membranaceus shows cardioprotection during myocardial ischemia in vivo and in vitro. Planta Med. 72 (01): 4–8. doi: 10.1055/s-2005-873126
- Zhao, G.-R., Xiang, Z.-J., Ye, T.-X., Yuan, Y.-J., and Guo, Z.-X. (2006). Antioxidant activities of Salvia miltiorrhiza and Panax notoginseng. Food Chem. 99 (4): 767–774. doi: 10.1016/j.foodchem.2005.09.002



نگاهی جامع به قدرت پنهان برگ های معجزه آسای چای سبز

پرویز ملک زاده^۱، مهدیه جعفری^{۱*}

^{۱*} گروه زیست شناسی، دانشکده علوم، دانشگاه قم، قم (mahdiyehhhjafari@gmail.com)

چکیده

چای، پس از آب، دومین نوشیدنی پرطرفدار و مصرفی در ایران و بسیاری از کشورهای دیگر است. این نوشیدنی از برگ های گیاه *Camellia sinensis* تهیه می شود و چای سبز یکی از انواع آن است که در فرایند تولید، برگ ها تخمیر نمی شوند و بلافاصله پس از جمع آوری قابل استفاده هستند. چای سبز به خاطر خواص درمانی اش در جهان شناخته شده و حداقل ۴ هزار سال است که در چین به عنوان یک گیاه دارویی مورد توجه قرار گرفته است. همچنین، این چای به عنوان نوشیدنی ملی ژاپنی ها مشهور است. خواص دارویی چای سبز به طور گسترده اثبات شده و شامل مواردی نظیر درمان بیماری ام اس، پیشگیری از سرطان، جلوگیری از حملات قلبی، تأثیر مثبت در درمان بیماری های پارکینسون و آلزایمر، تنظیم چربی خون (تری گلیسیرید و کلسترول)، تقویت سیستم ایمنی، جلوگیری از پوسیدگی دندان، آرامش بخشی، رفع افسردگی و تقویت اعصاب می شود. همچنین، چای سبز به کاهش وزن در افراد چاق و تب بر بودن نیز معروف است. با این حال، مصرف بیش از حد آن می تواند عوارضی مانند کاهش جذب آهن و کم خونی را به همراه داشته باشد.

واژگان کلیدی: اثرات درمانی، چای سبز، دمنوش، ماچا.



۱. مقدمه

چای به عنوان یکی از محبوب ترین و رایج ترین نوشیدنی ها در سرتاسر جهان شناخته می شود. این نوشیدنی ارزشمند از گیاه *Camellia sinensis* استخراج می شود و در انواع مختلفی مانند چای سبز، چای سیاه و چای اولونگ در بسیاری از مناطق دنیا مصرف می شود. در میان این انواع، چای سبز به عنوان موثرترین گزینه برای سلامتی انسان شناخته شده است. نخستین صادرات چای سبز از هند به ژاپن در قرن هفدهم صورت گرفت و از آن زمان، محبوبیت آن به طور چشمگیری افزایش یافته است (Mahmoodi et al. 2020). برآوردها نشان می دهند که سالانه حدود ۲/۵ میلیون تن برگ چای در سطح جهانی تولید می شود که از این مقدار، ۲۰ درصد به صورت چای سبز تولید و در مناطقی از آسیا، شمال آفریقا، آمریکا و اروپا مصرف می شود. ارتباط میان مصرف چای، به ویژه چای سبز، و سلامت انسان از دیرباز مورد توجه بوده است (Rasaei et al. 2021).

تفاوت های فرآوری چای سبز و چای سیاه در روش تولید آن ها مشهود است. برای تولید چای سبز، برگ های تازه برداشت شده فوراً بخار داده می شوند تا از فرآیند تخمیر جلوگیری شود. این فرآیند بخار موجب تخریب آنزیم های تجزیه کننده رنگیزه ها در برگ ها می شود و به حفظ رنگ سبز در طول فرآیند خشک سازی کمک می کند. این روش همچنین باعث حفظ پلی فنول های طبیعی در چای سبز می شود که به خواص بهبود سلامتی آن مرتبط هستند. در مقابل، چای سبز هنگامی که به چای اولونگ تبدیل می شود، تحت تخمیر قرار می گیرد و ترکیبات پلی فنول آن دچار تغییراتی می شوند که منجر به تولید تی فلائین ها می گردد. این تغییرات باعث می شود که فعالیت های بیولوژیکی چای ها متفاوت باشد (Mahmoodi et al. 2020; Heshmati et al. 2020).

۲. مواد و روش ها

برای این مقاله مروری، داده ها و اطلاعات از منابع معتبر علمی شامل مقالات پژوهشی، کتاب ها، و گزارش های علمی درباره چای سبز جمع آوری شد. پایگاه های داده ای مانند PubMed، Google Scholar، و Web of Science برای جستجوی مقالات مرتبط مورد استفاده قرار گرفت.

۳. نتایج

۳-۱. چای سبز

چای، به عنوان یکی از محبوب ترین و پر مصرف ترین نوشیدنی ها در سطح جهانی، از برگ های گیاه *Camellia sinensis* تهیه می شود و در انواع مختلفی مانند چای سبز، چای سیاه و چای اولونگ عرضه می شود. در میان این انواع، چای سبز به عنوان موثرترین گزینه برای سلامت انسان شناخته شده است. این چای به دلیل روش تولید خاص خود که شامل بخاردهی فوری برگ های تازه برداشت شده است، خواص طبیعی و رنگ سبز خود را حفظ می کند. برآوردها نشان می دهند که تقریباً ۲.۵ میلیون تن برگ چای سالانه تولید می شود که ۲۰ درصد از آن به صورت چای سبز مصرف می گردد. رابطه مثبت بین مصرف چای سبز و بهبود سلامتی انسان از دیرباز مورد توجه بوده است و تحقیقات نشان داده اند که این نوشیدنی غنی از پلی فنول ها، خواص دارویی و بهبوددهنده بسیاری دارد (Al-Hatim et al. 2022; García-Rodríguez et al. 2023).

۳-۱-۱. انواع مختلف چای سبز

بیش از ۱۵۰۰ نوع مختلف چای سبز وجود دارد که این تنوع باعث می شود یافتن بهترین نوع آن گاهی دشوار باشد. از میان این انواع، می توان به گیو کورو، سنچا، هو جیچا، کو کیچا، جن مایچا، باروت، بانچا، چای سبز تولسی، فوکاموشیچا، کوناچا،



چای سبز هوچیچا، کامایریشا، چای نعنای مراکشی، چونمی، چای سبز سنچا، هوانگشان مائوفنگ، یاسمن، چای سبز یاس، چای سبز بابونه، بی لو چون و بیلوچون اشاره کرد. در ادامه، مهم ترین و پرمصرف ترین انواع چای سبز را معرفی خواهیم کرد (Mahmoodi et al. 2020; Pastori et al. 2022).

۳-۱-۱. چای سبز چینی

در فرآوری چای سبز چینی، برگ ها ابتدا ذخیره می شوند و سپس در تابه سرخ می شوند (Ma et al. 2024).

۳-۱-۲. چای سبز ژاپنی

در تولید چای سبز ژاپنی، برگ ها بلافاصله پس از برداشت بخارپز می شوند (Niu et al. 2024).

۳-۱-۳. سنچا

چای سبز سنچا سرشار از آنتی اکسیدان هاست که به مبارزه با رادیکال های آزاد کمک کرده و التهاب و کلسترول را کاهش می دهد. این نوع چای با دوز بالای کافئین، خلق و خو را بهبود بخشیده و انرژی بدن را افزایش می دهد (Wan et al. 2024).

۳-۱-۴. گیوکورو

گیوکورو نوعی چای سبز ژاپنی است که به خاطر روش خاص رشد و خواصش، ارزش و قیمت بالایی دارد. این چای مانند سنچا در ابتدا زیر نور خورشید رشد می کند و در ۲۰ روز آخر قبل از برداشت، پوشانده می شود. این فرایند باعث افزایش غلظت اسید آمینه ای به نام تیانین (L-theanine) می شود که طعم شیرین گیوکورو را ایجاد می کند. برای دم کردن این نوع چای به قوری مخصوص ژاپنی نیاز است (Katiyar and Elmets 2001).

۳-۱-۵. کابوشچا

چای سبز کابوشچا به بهبود هضم غذا کمک کرده و بدن را از سموم پاک سازی می کند. همچنین، گفته می شود که این نوع چای سیستم ایمنی بدن را تقویت کرده و به کاهش وزن کمک می کند. از مزایای دیگر آن می توان به جلوگیری از فشار خون بالا، بیماری های قلبی و سرطان اشاره کرد، هرچند شواهد قوی برای حمایت از این ادعاها وجود ندارد (Yang et al. 2024).

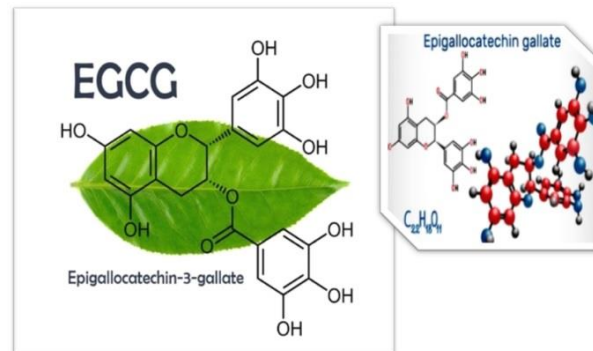
۳-۱-۶. ماچا

کاتچین موجود در ماچا و چای سبز ممکن است به کاهش استرس کمک کرده و از عدم تعادل بین رادیکال های آزاد و آنتی اکسیدان ها و التهاب در بدن جلوگیری کند. این نوع چای همچنین برای قلب مفید بوده و می تواند خطر تصلب شرایین، فشار خون بالا و بیماری های قلبی را کاهش دهد (Olson et al. 2020; Rasaei et al. 2021).

۳-۱-۲. ترکیبات چای سبز

ترکیبات شیمیایی چای سبز بسیار پیچیده و متنوع هستند و شامل چندین گروه اصلی می باشند. نخست، پروتئین ها بین ۱۵ تا ۲۰ درصد از وزن خشک چای را تشکیل می دهند. همچنین، چای سبز حاوی اسیدهای آمینه ای نظیر تیانین، اتیل گلوتامین، گلوتامیک اسید و تربیتوفان است که حدود ۱ تا ۴ درصد از وزن خشک را به خود اختصاص می دهند. کربوهیدرات ها مانند سلولز، پکتین، گلوکز و ساکارز نیز حدود ۷.۵ درصد از وزن خشک چای را شامل می شوند. علاوه بر این، مواد معدنی و عناصر کمیاب مانند کلسیم، منیزیم، آهن و روی حدود ۵ درصد از وزن خشک را تشکیل می دهند. همچنین، چای سبز شامل چربی های کم مصرف مانند لینولئیک و لینولنیک اسید، استرول ها (مانند استیگماسترول)، و ویتامین هایی مانند E، C و B است. سایر ترکیبات موجود شامل کافئین و تنوفیلین (پایگاه صفراوی) و رنگدانه هایی نظیر کلروفیل و کاروتنوئید هستند (Truong and

(Jeong 2022). چای سبز همچنین حاوی ترکیبات فرار مانند آلدئیدها، الکلها و استرهاست. یکی از مهم ترین ویژگی های چای سبز، وجود پلی فنولها، به ویژه فلاونولها و کاتچینها است که حدود ۳۰ درصد از وزن خشک چای را تشکیل می دهند. کاتچینها، که به عنوان آنتی اکسیدانهای طبیعی شناخته می شوند، نقش عمده ای در اثرات مفید چای سبز دارند. چهار کاتچین اصلی موجود در چای سبز شامل اپیکاتچین (EC)، اپیکاتچین-۳-گالات (ECG)، اپیگالوکاتچین (EGC) و اپیگالوکاتچین-۳-گالات (EGCG) هستند که EGCG در مقادیر بیشتری وجود دارد. شواهد علمی از مطالعات آزمایشگاهی و حیوانی نیز نشان دهنده مکانیسم های اساسی و فعالیت های بیولوژیکی کاتچین های چای سبز است (Heshmati et al. 2020).



شکل ۱. ساختار اپیگالوکاتچین-۳-گالات

۳-۱-۳. مروری بر خواص چای سبز

علت اینکه امروزه پژوهشگران و پزشکان مصرف چای سبز را توصیه می نمایند نتایجی است که تحقیق بر روی آن انجام داده اند و به نتایج مثبت دست یافته اند که در چند مورد به شرح ذیل به آنها پرداخته میشود.

۳-۱-۳-۱. پیشگیری و درمان سرطان

چای سبز با توجه به اینکه دارای آنتی اکسیدانهای کاتکین، مواد فیتوشیمیایی و پلی فنول می باشد توانایی پیشگیری از این بیماری مهلک را دارد. این ترکیبات میتوانند از رشد سلولها و تومورهای سرطانی جلوگیری کنند. بر اساس تحقیقات انجام گرفته میزان شیوع سرطانهایی چون پستان، کولون، پوست، لوزالمعده و معده در بین افرادی که چای سبز مینوشند بسیار کمتر است. همچنین اشخاص مبتلا به سرطانهایی نظیر سرطان خون، ریه، معده، سینه و روده که چای سبز می نوشند در درمان بیماری خود کمک قابل توجهی میکنند زیرا میزان آنتی اکسیدانهای موجود در آن ۱۰۰ برابر تاثیر گذارتر از ویتامین C و ۲۵ برابر تاثیر گذارتر از ویتامین E است. هر چند بین این دو هیچ رابطه علت و معلولی تایید نشده است. در ژاپن با وجود بالاترین آمار در استعمال سیگار کمترین مقدار سرطان ریه در آنها مشاهده شده است. مطالعات حاکی از آن است که مصرف بیشتر چای سبز با کاهش بروز سرطان سینه ارتباط دارد. چای دارای انواع پلی فنول است که آنتی اکسیدانهایی هستند که سلولهای انسان را از صدمه محافظت میکنند. فلاونوئیدها گروهی از پلی فنولها هستند که بطور طبیعی در چای وجود دارند. به نظر میرسد سطوح بالای این پلی فنولها در بدن میتواند علاوه بر ویروسها با سرطانهایی لوزالمعده، روده بزرگ، مثانه پروستات و سینه نیز مقابله کند (Deo et al. 2024; Mokra et al. 2022).

۳-۱-۳-۲. جلوگیری از بیماریهای قلبی عروقی

یکی از عوامل اصلی امراض و حمله های قلبی وجود کلسترول بالا در خون انسان است. چای سبز باعث کاهش کلسترول در خون میگردد که این موضوع خطر احتمال حمله قلبی و بیماریهایی از این گروه را پایین می آورد. وجود رادیکالهای آزاد در



سرخرگ می تواند منجر به بروز بیماریهای قلبی عروقی شود. در حالی که کاتکین موجود در چای سبز قادر است از پوشش درونی سرخرگ در برابر رادیکالهای آزاد محافظت کرده و به این وسیله از بروز بیماریهای قلبی جلوگیری کند ضمن آنکه چای سبز موجب کاهش LDL خون، تری گلیسیرید و فیبرینوژن میشود و بدین ترتیب قادر است از سخت شدن سرخرگها پیشگیری کند. پژوهشگران معتقدند حتی پس از سکته قلبی نیز نوشیدن چای سبز باعث ترمیم سلولهای آسیب دیده رگها و قلب شده و روند ترمیم سلول ها را تسریع می کند. نکته دیگر این است که بعد از حمله قلبی، پروتئین هایی در بدن تولید میشود که منجر به مرگ سلولی میشوند. در حالی که کاتکین موجود در چای سبز فعالیت این پروتئین را بلوکه و متوقف کرده و به این صورت سکته های مغزی و قلبی را به حداقل رسانده و سرعت بهبود را افزایش میدهد. کارشناسان موسسه بهداشت کودکان انگلیس در مطالعه روی ترکیبات چای سبز موفق به شناسایی ماده ای شیمیایی به نام EGCG شدند که میتواند مرگ سلولها را پس از حمله قلبی یا سکته کاهش دهد. این دانشمندان اعلام کردند ماده شیمیایی موجود در چای سبز مانع از فعالیت پروتئینی به نام استات یک میشود که پس از رویدادهای استرس آمیز نظیر حمله قلبی یا سکته در درون سلول فعال می گردد. EGCG همچنین روند بهبود سلولهای قلبی را سرعت میدهد و موجب کاهش صدمه به آن می شود ضمن اینکه میتواند به عنوان کاهنده فشار خون عمل نماید (Aktaş et al. 2024; Ikbāl et al. 2020).

۳-۳-۱-۳. کاهش تری گلیسیرید

کاتکین موجود در چای سبز فعالیت آنزیم لیپاز، آنزیم مسئول هضم چربیهای لوزالمعده را مهار می کند. در نتیجه شکسته شدن چربی و تبدیل آن به اجزای قابل جذب با سرعت بسیار کمی صورت می گیرد. با توجه به اینکه افزایش تری گلیسیرید خون بعد از مصرف هر وعده غذایی یک عامل خطر در بروز بیماری های قلبی است مصرف چای سبز در بین وعده های غذایی روشی مناسب در کاهش تری گلیسیرید خون است (García-Rodríguez et al. 2023; Sari et al. 2023).

۳-۳-۱-۴. تاثیر بر بیماری دیابت

اگر به رژیم غذایی خود توجه کافی نداشته باشیم وزن به مرور زمان بالا رفته و به دنبال آن احتمال بروز دیابت نوع ۲ هم افزایش می یابد مخصوصا این حالت با افزایش سن تشدید می گردد. ثابت شده است با مصرف چای سبز میتوان از بروز دیابت جلوگیری کرد. ضمن اینکه عوارض ناشی از دیابت همچون آب مروارید و بیماریهای کلیوی هم جلوگیری میشوند. به نظر میرسد علت آن مهار کردن فعالیت آنزیم آمیلاز بزاق و روده است (Ikbāl et al. 2020; Niu et al. 2024; Rana et al. 2022).

۳-۳-۱-۵. خاصیت ضد انعقادی چای سبز

تجربه نشان داده است چای سبز منجر به رقیق شدن خون شده و از لخته شدن خون جلوگیری می کند. با مصرف گوشت و روغنهای غیر اشباع گیاهی مثل روغن ذرت و سویا، ترکیباتی در بدن ایجاد میشود که منجر به ایجاد پلاکهای خونی میشود. در حالی که با مصرف چای سبز میتوان از ایجاد لخته های خونی جلوگیری کرد (Heshmati et al. 2020; Sari et al. 2023).

۳-۳-۱-۶. تاثیر چای سبز روی گذر عمر

چای سبز را به عنوان داروی ضد پیری میشناسند دلیل اصلی آن وجود میزان قابل توجهی آنتی اکسیدان موجود در چای سبز است که از شاخص ترین عوامل برای حفظ سلامتی سلول های بدن با به تعویق انداختن شروع روند پیری سلولها هستند (Heshmati et al. 2020).

۳-۳-۱-۷. کاهش وزن و چای سبز



با نوشیدن چای سبز متابولیسم چربیهای بدن تسریع میشود و به این ترتیب چربی اضافی در بدن ذخیره نمی شود. پژوهشها نشان می دهد نوشیدن روزانه سه فنجان چای سبز می تواند تا ۷۰ کالری انرژی ناشی از سوخت چربیها ایجاد کند. همچنین چای سبز قادر است جذب روده ای گلوکز و چربی را کاهش دهد و به این وسیله منجر به کاهش وزن در فرد میشود. تحقیقات بر روی حیوانات نشان داده که عصاره چای سبز باعث افزایش فرآیند گرمایی میشود. این تحقیقات مشابه این فرآیند را بر روی انسان نیز اثبات کرده است. کافئین چای سبز همچنین باعث افزایش ۲۸ تا ۷۰ درصدی گرمایی در بدن می شود. وقتی که افسردین برگ چای سبز همراه با کافئین افزوده میشود این خاصیت دو برابر می شود. ماده EGCG در ترکیب با کافئین و افسردین اثر بیشتری بر روی این فرآیند دارند. اما نکته ای که وجود دارد این است که مصرف چای سبز به تنهایی و به سرعت باعث کاهش وزن نمی شوند و باید علاوه بر مصرف آن از رژیم غذایی مناسب و ورزش متناوب و مداوم نیز استفاده کرد تا به نتیجه مطلوب رسید (Heshmati et al. 2020; Niu et al. 2024).

۳-۱-۳. پوست و چای سبز

آنتی اکسیدان های موجود در چای سبز سلولهای پوست را در مقابل آسیب ها به ویژه رادیکال های آزاد یکی از عوامل ایجاد سرطان و افتادگی و آسیب به پوست، محافظت می کند. به این ترتیب چای سبز مانع از بروز سرطان، افتادگی و چروک خوردن پوست به ویژه پوست صورت می شود (García-Rodríguez et al. 2023).

۳-۱-۳. ۹. تاثیر چای سبز روی ورم مفاصل

پژوهشگران چای سبز را به عنوان دارویی برای کاهش خطر ابتلا به ورم مفاصل، ناشی از رماتیسم معرفی می کنند. این تاثیر با توقف فعالیت آنزیمهای تخریب کننده غضروف مفاصل ایجاد میشود (Mahmoodi et al. 2020).

۳-۱-۳. ۱۰. تاثیر چای سبز بر استحکام دندانها و استخوانها

این نوع چای حاوی ماده ای بنام فلورین می باشد، فلورین سبب میشود تا ساختار داخلی دندانها محکم شود و از تضعیف مینا و پوسیدگی دندان جلوگیری میکند. درصد بالای فلوراید چای سبز عمده ترین دلیل تاثیر مثبت آن بر دندان و استخوان ها است (Heshmati et al. 2020).

۳-۱-۳. ۱۱. آرام بخش و ضد استرس

این نوشیدنی گیاهی نوعی آرام بخش نیز محسوب می شود. با نوشیدن این چای سیستم عصبی بدن مقاومتر شده، آرامش اعصاب و دوری از فشارهای عصبی را به ارمغان می آورد. ترکیبی موسوم به ال تیانین موجود در چای سبز که نوعی اسید آمینه است خاصیت آرام بخشی داشته و می تواند حالت تنش، افسردگی و استرس و هیجان را از بین ببرد (Heshmati et al. 2020; Rana et al. 2022).

۳-۱-۳. ۱۲. عملکرد مغز و چای سبز

چای سبز فعالیت سلولهای مغز به ویژه بخشهای مربوط به حافظه را تقویت و تحریک میکند و باعث کاهش میزان استیل کولین در سلولهای مغز شده و با این عمل مانع از تخریب سلول های مغز و بروز بیماری آلزایمر میشود. ضمن اینکه تاثیر مثبت آن روز بیماری پارکینسون نیز به اثبات رسیده است (Chalasan et al. 2012; Naseri et al. 2023; Si et al. 2023).

۳-۱-۳. ۱۳. آسم و چای سبز

تنوفیلین موجود در چای سبز در حکم داروی گشاد کننده برونش برونکودیلاتور است که باعث آرامش و رفع التهاب و حساسیت بافت های آسیب دیده دستگاه تنفس می شود (García-Rodríguez et al. 2023; Wang et al. 2023).



۳-۱-۱۴. تاثیر چای سبز بر روی سلامت مو

امروزه دانشمندان دریافته اند که کاتکین اختصاصی چای سبز می تواند تولید و فعالیتهای بیولوژیکی هورمونهای جنسی را تعدیل کند و در نتیجه کاهش فعالیت هورمونهای جنسی و تجویز EGCG برای درمان مشکلات مرتبط هورمونی مانند طاسی در ریزش مو مفید می باشد (Chalasan et al. 2012; Younossi et al. 2023).

۳-۱-۱۵. سایر کارکردهای چای سبز روی سلامتی انسان

چای سبز قادر است کبد را سم زدایی کرده و از تجمع چربی در کبد جلوگیری کند. چای سبز کمبود استروژن را در دوران یائسگی جبران کرده و از پوکی استخوان جلوگیری میکند. بالا بردن قدرت فکری و قابلیت تمرکز بهتر درمان و پیشگیری از بیماری MS از دیگر فواید آن به شمار می روند. ضمن آنکه کاتکین موجود در چای سبز باعث از بین بردن باکتریهای مولد مسمومیت غذایی یا سم تولید شده توسط این باکتریها شده و بدین ترتیب در مسمومیتهای غذایی هم بعنوان دارویی مفید استفاده میشود. ویتامین C موجود در چای سبز با تقویت سیستم ایمنی بدن، بدن را در مقابل بیماری های مختلف به ویژه بیماریهای فصلی مانند سرماخوردگی و آنفلوآنزا در زمستان، اسهال و استفراغ در فصل تابستان و حساسیتهای فصل پاییز مقاوم میکند. پژوهشگران ژاپنی با بررسی ترکیبات موجود در چای سبز دریافتند ترکیب EGCG با عملکردی عایق مانند مانع از اتصال ویروس HIV روی سلول های سیستم ایمنی بدن و ایجاد ضعف در سیستم ایمنی بدن میشوند به عبارتی نوشیدن چای سبز را می توان به عنوان عامل مکملی برای جلوگیری از ابتلا به ایدز دانست. چای سبز از تاثیرات مخرب اشعه ماوراء بنفش روی DNA جلوگیری می کند. پژوهشگران همچنین دریافته اند فواید چای سبز برای زنان بیشتر است به طوریکه زنانی که روزانه چای سبز مینوشیدند در مقایسه با کسانی که کمتر مصرف می نوشیدند ۳۱ درصد کمتر با خطر مرگ در اثر بیماری قلبی روبرو بودند (Leung et al. 2023; Purkait et al. 2023).

۳-۱-۴. موارد منع مصرف، راهنمای نحوه مصرف و دم کردن چای سبز

چای سبز و ترکیبات پلی فنول آن باید قبل و بعد از مصرف فرآورده های آهن و در شیرخواران اجتناب شوند، زیرا میزان زیاد آن می تواند با متابولیسم آهن تداخل کرده و منجر به کم خونی شود. برای بیشتر افراد، مصرف متوسط سه تا پنج فنجان چای سبز در روز ایمن است و بهترین زمان برای نوشیدن آن ۱ تا ۲ ساعت بعد از صبحانه یا ناهار است تا دوز آنتی اکسیدانی افزایش یابد و از آسیب رادیکال های آزاد جلوگیری شود. در نگهداری چای سبز، باید از اکسید شدن آن جلوگیری کرده و آن را در ظرفی در بسته و دور از نور مستقیم خورشید و گرما نگهداری کرد. همچنین توصیه می شود چای سبز را در حجم کم و تازه خریداری کرده و به سرعت مصرف کنید تا بهترین کیفیت آن حفظ شود (Wang et al. 2023; Mokra et al. 2022; Truong and Jeong 2022).

چای سبز باید به طور کلی به مدت دو تا سه دقیقه در دمای ۸۵ درجه سانتی گراد دم شود. برای چای های لطیف مانند گیوکرو یا ماچا، استفاده از آب با دمای ۷۰ درجه سانتی گراد مناسب تر است، زیرا دماهای بالاتر می تواند باعث سوختن برگ ها و تلخی چای شود. برای دم کردن چای، مقداری از چای سبز را در یک کیسه چای قرار دهید و آب گرم شده را در فنجان بریزید. پس از انداختن کیسه چای، اجازه دهید چای به مدت ۱ تا ۲ دقیقه دم بکشد. سپس کیسه را خارج کرده و می توانید چای را به صورت طبیعی یا با افزودن شیرین کننده ها، شیر یا طعم دهنده های دیگر مصرف کنید. در روش دم کردن، آب را به طور مستقیم روی برگ های چای بریزید و قوری یا فنجان را بپوشانید. درب قوری را بگذارید یا اگر از فنجان استفاده می کنید، آن را با یک درب یا نعلبکی کوچک بپوشانید. زمان دم کشیدن چای بسته به نوع آن بین ۱ تا ۳ دقیقه متغیر است، به طوری که برگ های کوچک معمولاً سریع تر از برگ های بزرگ دم می کشند (Al-Hatim et al. 2022).



۴. بحث و نتیجه گیری

چای سبز به عنوان یک نوشیدنی طبیعی و سالم، دارای فواید متعددی برای بدن است. مصرف منظم این نوشیدنی می تواند به بهبود سلامت قلب، کاهش استرس، افزایش انرژی، حفظ سلامت پوست و پیشگیری از بیماری های نظیر سرطان کمک کند. با توجه به ترکیبات غنی چای سبز، از جمله پلی فنول ها و کاتچین ها، این نوشیدنی به عنوان یک منبع قوی آنتی اکسیدان شناخته می شود که می تواند به مقابله با رادیکال های آزاد و کاهش التهاب در بدن کمک کند. برای بهره مندی کامل از خواص چای سبز، مهم است که این نوشیدنی به درستی و در دمای مناسب دم شود. زمان دم کشیدن و دمای آب تأثیر زیادی بر طعم و کیفیت چای دارد، به ویژه در مورد انواع لطیف مانند گیو کرو و ماچا. همچنین، مصرف چای سبز باید به صورت متعادل انجام شود تا از هرگونه عوارض جانبی جلوگیری گردد.

به طور کلی، افزودن چای سبز به رژیم غذایی روزانه می تواند یکی از بهترین تصمیمات برای بهبود سلامت و افزایش کیفیت زندگی باشد. با توجه به اطلاعات ارائه شده، چای سبز نه تنها به عنوان یک نوشیدنی لذت بخش، بلکه به عنوان یک مکمل غذایی با فواید متعدد، می تواند نقش مهمی در سلامت کلی بدن ایفا کند. در نتیجه، توصیه می شود افراد به ویژه با مشکلات سلامتی خاص یا در حال استفاده از داروها، قبل از افزودن چای سبز به رژیم غذایی خود با پزشک مشورت کنند.

منابع

- Aktaş H, Napiórkowska A, Szpicer A, Custodio-Mendoza JA, Paraskevopoulou A, Pavlidou E, Kurek MA (2024) Microencapsulation of green tea polyphenols: Utilizing oat oil and starch-based double emulsions for improved delivery. *International Journal of Biological Macromolecules* 274:133295
- Al-Hatim RR, Al-Alnabi DIB, Al-Younis ZK, Al-Shawi SG, Singh K, Abdelbasset WK, Mustafa YF (2022) Extraction of tea polyphenols based on orthogonal test method and its application in food preservation. *Food Science and Technology* 42:e70321
- Chalasani N, Younossi Z, Lavine JE, Diehl AM, Brunt EM, Cusi K, Charlton M, Sanyal AJ (2012) The diagnosis and management of non-alcoholic fatty liver disease: Practice Guideline by the American Association for the Study of Liver Diseases, American College of Gastroenterology, and the American Gastroenterological Association. *Hepatology* 55 (6):2005-2023
- Deo AS, Devi PA, Sijisha K, Anusha R, Mishra T, Mathew S, Abraham KM, Jagadish R, Priya S (2024) Comparative studies on the antioxidant, anticancer and anti-inflammatory activities of green tea, orthodox black tea and CTC black tea. *Journal of Food Science and Technology* 61 (7):1315-1325
- García-Rodríguez MDC, Hernández-Cortés LM, Mendoza-Núñez VM, Arenas-Huertero F (2023) Effects of green tea polyphenols against metal-induced genotoxic damage: underlying mechanistic pathways. *Journal of Toxicology and Environmental Health, Part B* 26 (7):371-386
- Heshmati A, Mehri F, Karami-Momtaz J, Khaneghah AM (2020) The concentration and health risk of potentially toxic elements in black and green tea—both bagged and loose-leaf. *Quality Assurance and Safety of Crops & Foods* 12 (3):140-150
- Ikbāl A, Roy S, Pat K (2020) Health benefits of green tea: A mini review. *J Entomol Zool Studies* 8:1424-1430
- Katiyar SK, Elmets CA (2001) Green tea polyphenolic antioxidants and skin photoprotection. *International journal of oncology* 18 (6):1307-1313
- Leung PB, Davis AM, Kumar S (2023) Diagnosis and management of nonalcoholic fatty liver disease. *JAMA* 330 (17):1687-1688
- Ma M, Gu M, Zhang S, Yuan Y (2024) Effect of tea polyphenols on chitosan packaging for food preservation: Physicochemical properties, bioactivity, and nutrition. *International Journal of Biological Macromolecules*:129267
- Mahmoodi M, Hosseini R, Kazemi A, Ofori-Asenso R, Mazidi M, Mazloomi SM (2020) Effects of green tea or green tea catechin on liver enzymes in healthy individuals and people with nonalcoholic fatty liver



- disease: A systematic review and meta-analysis of randomized clinical trials. *Phytotherapy research* 34 (7):1587-1598
- Mokra D, Adamcakova J, Mokry J (2022) Green tea polyphenol (-)-epigallocatechin-3-gallate (EGCG): a time for a new player in the treatment of respiratory diseases? *Antioxidants* 11 (8):1566
- Naseri A, Sanaie S, Hamzehzadeh S, Seyedi-Sahebari S, Hosseini M-S, Gholipour-Khalili E, Rezazadeh-Gavani E, Majidazar R, Seraji P, Daneshvar S (2023) Metformin: new applications for an old drug. *Journal of Basic and Clinical Physiology and Pharmacology* 34 (2):151-160
- Niu J, Shang M, Li X, Sang S, Chen L, Long J, Jiao A, Ji H, Jin Z, Qiu C (2024) Health benefits, mechanisms of interaction with food components, and delivery of tea polyphenols: A review. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition* 64 (33):12487-12499
- Olson KR, Briggs A, Devireddy M, Iovino NA, Skora NC, Whelan J, Villa BP, Yuan X, Mannam V, Howard S (2020) Green tea polyphenolic antioxidants oxidize hydrogen sulfide to thiosulfate and polysulfides: A possible new mechanism underpinning their biological action. *Redox Biology* 37:101731
- Pastori D, Pani A, Di Rocco A, Menichelli D, Gazzaniga G, Farcomeni A, D'Erasmo L, Angelico F, Del Ben M, Baratta F (2022) Statin liver safety in non-alcoholic fatty liver disease: A systematic review and metanalysis. *British Journal of Clinical Pharmacology* 88 (2):441-451
- Purkait MK, Duarah P, Das PP (2023) *Recovery of Bioactives from Food Wastes*. CRC Press,
- Rana A, Samtiya M, Dhewa T, Mishra V, Aluko RE (2022) Health benefits of polyphenols: A concise review. *Journal of Food Biochemistry* 46 (10):e14264
- Rasaei N, Asbaghi O, Samadi M, Setayesh L, Bagheri R, Gholami F, Soveid N, Casazza K, Wong A, Suzuki K (2021) Effect of green tea supplementation on antioxidant status in adults: A systematic review and meta-analysis of randomized clinical trials. *Antioxidants* 10 (11):1731
- Sari NWS, Tallei TE, Kolondam BJ (2023) Benefits of Green Tea Polyphenols for Kidney Health: A Literature Review. *Grimsa Journal of Science Engineering and Technology* 1 (2):60-70
- Si T, Guangzhen X, Ruobing X, Xiaowen W, Wenfeng L (2023) Green tea polyphenols improved the physicochemical stability of mango powder during storage. *Food Chemistry: X* 20:100941
- Truong V-L, Jeong W-S (2022) Antioxidant and anti-inflammatory roles of tea polyphenols in inflammatory bowel diseases. *Food Science and Human Wellness* 11 (3):502-511
- Wan C, Ouyang J, Li M, Rengasamy KR, Liu Z (2024) Effects of green tea polyphenol extract and epigallocatechin-3-O-gallate on diabetes mellitus and diabetic complications: Recent advances. *Critical reviews in food science and nutrition* 64 (17):5719-5747
- Wang L, Yan Y, Wu L, Peng J (2023) Natural products in non-alcoholic fatty liver disease (NAFLD): Novel lead discovery for drug development. *Pharmacological Research*:106925
- Yang J, Geng Y, Zhao B, Liu T, Luo J-l, Gao X-j (2024) Green tea polyphenols alleviate TBBPA-induced gastric inflammation and apoptosis by modulating the ROS-PERK/IRE-1/ATF6 pathway in mouse models. *Food & Function* 15 (19):10179-10189
- Younossi ZM, Golabi P, Paik JM, Henry A, Van Dongen C, Henry L (2023) The global epidemiology of nonalcoholic fatty liver disease (NAFLD) and nonalcoholic steatohepatitis (NASH): a systematic review. *Hepatology* 77 (4):1335-1347

متابولیت‌های ثانویه و کاربردهای دارویی بریوفیت‌ها (خزه گیان)

رضا شیخ اکبری مهر* و زهرا ظهرا بی جمکرانی

گروه زیست شناسی، دانشکده علوم پایه، دانشگاه قم، قم، ایران

* ایمیل نویسنده مسئول: (r.sheikhakbari@qom.ac.ir)

چکیده

بریوفیت‌ها (خزه گیان) بزرگ‌ترین و باستانی‌ترین گروه گیاهی غیر آوندی هستند که شامل سه گروه اصلی خزه‌ها، جگرواش‌ها و شاخ‌واش‌ها می‌باشند. با وجود محبوبیت کمتر بریوفیت‌ها، شواهد متعددی مبنی بر استفاده از بریوفیت‌ها به عنوان داروی گیاهی در فرهنگ‌های مختلف جهان، از جمله ساکنان بومی چین، هند و بومیان آمریکا از زمان باستان گزارش شده است. قرن‌ها، بریوفیت‌ها برای مبارزه با بیماری‌ها در بسیاری از فرهنگ‌ها و قاره‌های مختلف مورد استفاده قرار گرفته‌اند. بریوفیت‌ها متابولیت‌های ثانویه مختلفی از جمله ترپنوئیدها، فنل‌ها، گلیکوزیدها، اسیدهای چرب و اسیدهای آمینه تولید می‌کنند. پیشرفت‌های اخیر در فناوری و روش‌های تحقیق، ترکیب شیمیایی پیچیده و پتانسیل دارویی بریوفیت‌ها را آشکار نموده که منجر به شناسایی ترکیبات زیست فعال با خواص درمانی امیدوارکننده شده است. از جمله کاربردهای دارویی بریوفیت‌ها می‌توان به خواص ضد میکروبی، ضد قارچی، آنتی اکسیدانی، ضد التهابی و ضد سرطانی اشاره کرد. در این تحقیق سعی شده تا با استفاده از منابع مختلف، کاربردها و ترکیبات دارویی این گروه از گیاهان معرفی شوند.

واژگان کلیدی: بریوفیت‌ها، خزه گیان، ضد سرطان، متابولیت‌های ثانویه



۱. مقدمه

استفاده از گیاهان توسط انسان‌ها سابقه‌ای به قدمت وجود بشریت دارد. از زمان‌های قدیم تا به امروز بشریت با استفاده از گیاهان در طبیعت به دنبال راه حلی برای بیماری‌ها بوده است. گیاهانی که در زمان‌های قدیم با آزمون و خطا در برابر بیماری‌ها مفید بودند، شناسایی و مورد استفاده قرار گرفتند و به نسل‌های آینده منتقل شدند. یکی از گروه‌های گیاهی مورد استفاده در درمان بیماری‌ها بریوفیت‌ها هستند. تقریباً ۱۵۰ گونه بریوفیت با ویژگی‌های مردم‌گیاه‌شناختی در سراسر جهان شناخته شده است (Benek et al., 2022). بریوفیت‌ها قدیمی‌ترین گیاهان زنده زیستگاه‌های زمینی و نزدیک‌ترین خویشاوندان مدرن اجداد اولیه گیاهان زمینی (Land plants) در نظر گرفته می‌شوند. بریوفیت‌ها، شامل تقریباً ۲۴۰۰۰ گونه می‌باشد که از سه گروه جگرواش‌ها، خزه‌ها و شاخ‌واش‌ها تشکیل شده است. (Motti et al., 2023). چرخه زندگی بریوفیت‌ها دارای گامتوفیت‌هاپلوئید به عنوان نسل غالب بوده که متناوب با اسپوروفیت‌های دیپلوئیدی بدون انشعاب می‌باشد (Horst and Reski, 2016). بریوفیت‌ها را می‌توان در جنگل‌های استوایی، قطب جنوب و بیابان‌ها و همچنین سایر مکان‌هایی که دسترسی به گیاهان دشوار است، یافت. به دلیل تحمل کمبود نور، آن‌ها می‌توانند در مکان‌هایی با دسترسی محدود به نور، مانند غارها رشد کنند. بریوفیت‌ها فاقد موانع فیزیکی توسعه یافته هستند، اما به ندرت توسط گیاه‌خواران و پاتوژن‌ها مورد حمله قرار می‌گیرند. این به دلیل توانایی آن‌ها در تولید طیف گسترده‌ای از متابولیت‌های ثانویه است که به آن‌ها اجازه می‌دهد در شرایط نامطلوب محیط، زنده بمانند و از آن‌ها در برابر تنش‌های زیستی بالقوه محافظت می‌کنند (Dziwak et al., 2022). یکی از گروه‌های مهم در تقسیم‌بندی بریوفیت‌ها خزه‌ها هستند که می‌توانند در محیط‌های مرطوب، گاهی محیط‌های کاملاً غوطه‌ور در آب یا روی خاک، سنگ‌ها و تنه درختان، در مناطق وسیعی از باتلاق‌ها تا مناطق کوهستانی و قطبی زندگی کنند. چینی‌ها و بومیان آمریکا قرن‌ها پیش کشف کردند که خزه در بهبود زخم‌ها و کاهش عفونت زخم‌ها موثر است. از زمان این کشف، خزه‌ها به طور گسترده مورد مطالعه قرار گرفته و در زمینه‌های مختلف مورد استفاده قرار گرفته‌اند (Goffinet et al., 2009). خزه‌ها که پویکیلوهیدریک هستند، می‌توانند دوره‌های طولانی را در حالت خشک و بدون آسیب سپری کنند. خزه‌ها نسبت به گیاهان آوندی مکانیسم‌های تحمل خشکی کارآمدتری دارند، که به راحتی می‌توانند تحت شرایط آفتابی و رطوبت کم، تحت تنش آب قرار بگیرند (Nagase et al., 2023). قرن‌ها، بریوفیت‌ها برای مبارزه با بیماری‌ها در بسیاری از فرهنگ‌ها و قاره‌های مختلف مورد استفاده قرار گرفته‌اند. در طب هندی و چینی، کاربردهای بریوفیت‌ها بسیار گسترده است، از جمله مبارزه با تب، درمان عفونت‌های پوستی و تسکین درد. بومیان آمریکا از مخلوطی از خاکستر خزه و عسل به عنوان ضد عفونی کننده زخم‌ها استفاده می‌کردند (Krishnan et al., 2014). در طول جنگ جهانی اول، خزه اسفاگنوم خشک شده در کانادا به عنوان جایگزینی برای بانداژ استفاده می‌شد. اثربخشی آن به خاصیت جذب بالای آن و ضدباکتری بودن مربوط می‌شود (Glime, 2017). تعداد قابل توجهی از متابولیت‌های ثانویه بریوفیت‌ها کاربردهای



دارویی، اقتصادی یا بیوتکنولوژیکی بالقوه دارند. ترکیبات فعال بیولوژیکی که می توان از بریوفیت ها به دست آورد عبارتند از آنتی اکسیدان ها، ترکیبات سمی برای گروه های خاصی از ارگانیسم ها (عوامل بالقوه محافظت از گیاه)، مهارکننده های آنزیم های خاص، ترکیبات ضد سرطان و ضد HIV-1، ترکیبات نوروتروفیک و ترکیباتی که عضلات را شل می کند و قلب را تقویت می نماید. بریوفیت ها همچنین با رایحه های متعدد، تندی و تلخی همراه هستند (Dziwak et al., 2022). با توجه به منابع مختلف مرتبط با کاربردهای درمانی گیاهان خزه گی (بریوفیت) در فرهنگ های مختلف و همچنین منابع علمی اخیر منتشر شده در زمینه خواص دارویی و ترکیبات مؤثره این گیاهان، و همچنین در دسترس نبودن منابعی که خلاصه ای از این مطالعات را بطور یکجا و منسجم برای فعالیت های علمی وابسته بعدی ارائه نماید، پژوهش حاضر به منظور ارائه منبعی جامع در خصوص ترکیبات مؤثره و دارویی و کاربردهای گیاهان بریوفیت انجام شده است.

۲. مواد و روش ها

پس از جمع آوری اطلاعات از منابع مختلف کتابخانه ای از قبیل کتب مرتبط، مجلات، مقالات و جستجو در پایگاه های داده ای همچون SID، Elsevier، Google Scholar و دیگر پایگاه های معتبر علمی، اطلاعات ترکیبات ثانویه و خواص دارویی مرتبط با بریوفیت ها گردآوری شد و ویژگی های شیمیایی و خواص درمانی آن ها به همراه ذکر مثال هایی از بریوفیت های حاوی این ترکیبات ارائه گردید.

۳. نتایج

۳-۱. متابولیت های ثانویه بریوفیت ها

بیش از ۲۲۰۰ ترکیب شیمیایی از بریوفیت ها کشف شده است و تعداد آن ها به سرعت در حال افزایش است. ترکیبات طبیعی جدا شده از بریوفیت ها عمدتاً ترپنوئیدها (شامل مونو، سسکوئی و دی ترپنوئیدها)، فلاونوئیدها و (بیس) بی بنزیل ها هستند. ترکیبات جدا شده از بریوفیت ها عمدتاً خواص ضد میکروبی، ضد قارچی، ضد سرطان، ضد باکتری و ضد ویروسی از خود داده اند (Horn et al., 2021).

۳-۱-۱. ترپنوئیدها

ترپنوئیدها، بزرگترین گروه محصولات طبیعی، موجود در همه گونه های زنده بریوفیت ها هستند (Chen et al., 2018). این ترکیبات مانند سایر گیاهان، در بریوفیت ها نیز به تنظیم فیزیولوژیکی کمک می کنند، همانطور که برای دیترپنوئیدهای ent-kaurene و مشتقات آن در *Physcomitrium paten* (Hedw.) Mitt. نشان داده شده است (Hayashi et al., 2010)، که در تمایز پروتوتونما و توسعه اسپور نقش دارند. برخی از ترپنوئیدها همچنین به عنوان جاذب UV-B عمل می کنند و تحمل خشکی را با تعدیل پتانسیل اسمزی سیتوپلاسمی افزایش می دهند (Horn et al., 2021). ترپنوئیدها در بسیاری از ویژگی های فیتوشیمیایی جگرواش ها نقش دارند، مانند رایحه های تندی و تلخی در گونه های *Corsinia coriandrina* (Spreng.) Lindb. و *Conocephalum* Hill. این رایحه ها علاوه بر داشتن ترپنوئیدها، می توانند حاوی الکل ها و فنولیک های ساده نیز باشند. مشتقات اسیدسینامیک از مواد فرار مهم جگرواش ها هستند، مانند متیل سینامات که به وفور در "جگرواش های معطر عالی" تولید می شود



(Kulshrestha et al., 2022). جگرواش‌ها نسبت به خزہ‌ها و شاخ‌واش‌ها، ترپنوئیدهای متنوع‌تری را تولید می‌کنند. ترپنوئیدهای بروفیت‌ها دارای فعالیت‌های زیستی متنوعی مانند ضد باکتری، ضد التهاب، ضد قارچ، سمیت گیاهی و فعالیت‌های ضد تغذیه حشرات هستند. شواهدی از اثرات آللوپاتیک ترپنوئیدهای استخراج‌شده از جگرواش‌ها و خزہ‌ها وجود دارد (Horn et al., 2021). مومیلاکتون B یک فیتوالکسین دی‌ترپنوئیدی است که برای اولین بار از خزہ *Hypnum plumaeforme* Wilson جدا شد (Nozaki et al., 2007) که فعالیت آللوپاتیک را علیه آنژیوسپرم‌ها، دیگر خزہ‌ها و جگرواش‌ها نشان داد. جالب اینجاست که مومیلاکتون‌ها قبلاً فقط در برنج یافت شده‌اند و فعالیت سیتوتوکسیک و ضدتوموری را علیه سلول‌های سرطانی روده بزرگ انسانی نشان می‌دهند (Kim et al., 2007). بوی دافع و طعم تلخ ترپنوئیدهای بروفیت‌ها و گاهی سمیت سلولی ممکن است یک عملکرد ضد گیاهخواری نیز داشته باشد، که ممکن است توضیح دهد که چرا حیوانات نسبتاً کمی از بروفیت‌ها، به ویژه جگرواش‌ها تغذیه می‌کنند. در مقایسه با خزہ‌ها و جگرواش‌ها، شاخ‌واش‌ها به ندرت مورد مطالعه شیمیایی قرار می‌گیرند. مطالعات قبلی به این نتیجه رسیدند که ترکیبات شیمیایی شاخ‌واش‌ها بسیار متمایز از جگرواش‌ها و خزہ‌ها است (Asakawa et al., 2013).

۳-۱-۲. ترکیبات فنولی

ترکیبات فنولی دومین گروه بزرگ متابولیت‌های ثانویه در بروفیت‌ها هستند (Asakawa et al., 2013). مشتقات نسبتاً ساده اسیدسینامیک که از چند مرحله اول مسیر فنیل پروپانوئید منشأ می‌گیرند، در تمام گیاهان وجود دارند. به نظر می‌رسد برخی از انواع آن‌ها مانند کومارین‌ها در همه گیاهان وجود دارند. برخی دیگر فقط به صورت پراکنده در آنژیوسپرم‌ها تولید می‌شوند اما در برخی از بروفیت‌ها به وفور یافت می‌شوند، به ویژه اسید رزمارینیک، که ممکن است بیش از ۵ درصد وزن خشک را در کشت‌های سلولی شاخ‌واش *Anthoceros agrestis* Paton داشته باشد (Vogelsang et al., 2006). نمونه‌های قابل توجه، بینزیل‌ها/بیس‌بینزیل‌های جگرواش‌ها و لیگنان‌های گیاه شاخ‌واش هستند. بی‌بنزیل‌ها تنها توسط تعداد کمی از گونه‌های آنژیوسپرم تولید می‌شوند، اما به طور گسترده و متنوع در جگرواش‌ها وجود دارند (Kulshrestha et al., 2022).

۳-۱-۳. فلاونوئیدها

مسیر سنتز فلاونوئید به طور قابل توجهی بین آنژیوسپرم‌ها و بروفیت‌ها و بین هر گروه از بروفیت متفاوت است. چندین دسته اصلی از فلاونوئیدها در بروفیت‌ها وجود ندارد و به نظر می‌رسد که شاخ‌واش‌ها کاملاً فاقد فلاونوئید هستند (Asakawa et al., 2013). دلیل کمبود فلاونوئیدها در شاخ‌واش‌ها ناشناخته است؛ این امکان وجود دارد که اجداد شاخ‌واش‌ها از اجداد سایر گیاهان، قبل از تکامل مسیر فلاونوئیدی جدا شده باشد. از آنجایی که تئوری راییج این است که بروفیت‌ها تک‌نیا هستند (Leebens-Mack and Wong, 2019)، محتمل‌تر است که یک جد شاخ‌واش، جهش‌هایی را در ژن‌های بیوسنتزی ویا تنظیم‌کننده، فلاونوئید به دست آورده باشد (Davies et al., 2020). طبقات عمده فلاونوئیدها در بروفیت‌ها شامل فلاون‌ها، فلاونول‌ها، ایزوفلاونوئیدها، آنورون‌ها، ۳-دئوکسیانوسیانین‌ها، آنوسیانین‌ها و آنورونیدین‌ها هستند (Berland et al., 2019). فلاونوئیدها نقش‌های متنوعی در چرخه زندگی بروفیت‌ها ایفا می‌کنند مانند محافظت در برابر اشعه UV-B، محافظت در برابر خشک شدن و نوسانات شدید دما (بیشتر به دلیل آنوسیانین‌ها) و دفاع در برابر عوامل بیماری‌زا (Horn et al., 2021).



فلاونوئیدهای رایج در جگرواش ها و خزها، لوتولین و آپیزین و مشتقات آنها هستند (Asakawa et al., 2013). این فلاونوئیدها و مشتقات آنها در گیاهان آوندی نیز وجود دارند. بیوتری فلاونوئیدها در بریوفیت ها شایع تر بوده و تصور می شود که بی فلاونوئیدها نشانگر کموتاکسونومیکی خزها باشند (Horn et al., 2021). مشابه ترپنوئیدها، فعالیت آللوپاتیک برای ترکیبات فلاونوئیدی در بریوفیت ها گزارش شده است (Whitehead et al., 2018).

۳-۱-۴. بی بنزیل ها/ بیس بی بنزیل ها

جگرواش ها تولیدکنندگان فراوان بی بنزیل ها و بیس بی بنزیل ها با ۱۰۳ ترکیب مشخص شده تاکنون هستند، نقش فیزیولوژیکی و اکولوژیکی آنها به طور کامل شناخته نشده است. مارشانتین A یکی از بیس بی بنزیل هایی است که به خوبی مورد مطالعه قرار گرفته است (Niu et al., 2006). مارشانتین A از تکثیر گونه های تک یاخته ای مانند پلاسمودیوم فالسیپاروم جلوگیری می کند و فعالیت سیتوتوکسیک را علیه *Trypanosoma brucei* Plimmer & Bradford، نشان می دهد. مارشانتین A همچنین پتانسیل پیشگیری از مالاریا را با فعالیت مهاری متوسط در برابر آنزیم های *Plasmodium falciparum* Welch دارد. مارشانتین A، فعالیت ضد آنفلوآنزا را در سلول های کشت اعمال می کنند (Horn et al., 2021). رادولا یکی دیگر از جنس های جالب جگرواش است، زیرا نه تنها بی بنزیل ها و بی بنزیل ها، بلکه بی بنزیل کانابینوئیدهای سیس-پروتتین را نیز تولید می کند (Asakawa et al., 2013).

۳-۱-۵. لیپیدها

مقادیر بالایی از آراشیدونیک اسید (AA) و ایکوزاپنتانوئیک اسید (EPA) در بریوفیت ها شناسایی شد (Beike et al., 2014). این اسیدهای چرب غیراشباع با زنجیره بسیار طولانی در گیاهان عالی غیرمعمول هستند اما در بریوفیت ها فراوان هستند. به نظر می رسد وجود AA و EPA یک صفت شیمیایی اجدادی است که بریوفیت ها را به جلبک های کروفیت پیوند می دهد، زیرا اسیدهای چرب غیراشباع با زنجیره بسیار طولانی به ندرت در تراکتوفیت ها یافت می شوند اما معمولاً در جلبک ها تولید می شوند (Resemann et al., 2019). مقادیر زیادی از اسیدهای چرب غیراشباع C20 در بریوفیت ها نشان می دهد که آنها می توانند طیف وسیعی از اکسی لیپین ها را تولید کنند، اکسی لیپین ها نیز در سیگنال دهی گیاه نقش دارند (Horn et al., 2021). دیکرانین، یک اسید چرب استیلنیک است که تقریباً به طور انحصاری در خانواده Dicranaceae یافت می شود و دارای فعالیت ضد تغذیه است (Rempt and Pohnert, 2010). علاوه بر این، اسیدهای استیلنیک گاهی اوقات به عنوان بخشی از تری اسیل گلیسرول، برای به حداکثر رساندن حفظ انرژی در زمانی که فضای رشد محدود است ظاهر می شود. توکوفرول نقش مهمی به عنوان آنتی اکسیدان برای اسیدهای چرب غیراشباع زنجیره بلند و ترپنوئیدها ایفا می کند (Horn et al., 2021).

۳-۱-۶. ترکیبات فرار



به دلیل وجود اجسام روغنی، جگرواشها با وسیع ترین طیف عطرها در میان بریوفیتها شناخته می شود (He, 2017). منبع بوها مونو و سسکوی ترین ها و ترپنئیدهای فرار و همچنین مشتقات با وزن مولکولی پایین اسیدهای چرب یا فیل پروپانئیدها هستند (Asakawa, 2007). عطرهای دلپذیر متفرقه با پتانسیل استفاده در عطرسازی، داروسازی و صنایع غذایی را می توان در جگرواشها یافت، اما رایحه هایی نیز وجود دارد که باعث ایجاد احساسات ناخوشایند می شود (Dziwak, 2022). اسانسها نیز در خزها یافت شده است (Saritas, 2001). برخی از آنها فعالیت ضد میکروبی در برابر باکتریها و قارچها نشان می دهند (Dziwak, 2022). رایحه های منحصر به فرد را می توان در میان سایر بریوفیتها نیز یافت، به عنوان مثال، *Takakia* Xie, (2008). بوی بریوفیتها نه تنها به محتویات متابولیت های ثانویه فرار در اسانس آنها بستگی دارد، بلکه به شرایط زیستگاه گیاهان نیز بستگی دارد، به عنوان مثال، گونه های فرولانیا تنها زمانی که در مکان های کوهستانی رشد می کنند، تمایز سکول تولید می کنند. به گفته ساکورای و همکاران (Sakurai, 2018)، رایحه گیاه جگر *Cyathodium foetidissimum* Schiffn. جمع آوری شده در تاهیتی در سال ۲۰۱۶ بسیار دلپذیر بود و به عنوان «نوستالژیک» توصیف شد، برخلاف همان گونه ای که در سال ۲۰۰۹ در اوآ-هوکا (Ua Huka) در جزایر مارکزاس یافت شد، که بوی ادرار و مدفوع را متصاعد می کرد (Asakawa, 2015).

۳-۱-۷. ترکیبات ضد میکروبی

متابولیت های ثانویه موجود در بریوفیتها، مانند فلاونوئیدها، ترپن ها، مشتقات اسیدهای چرب، بی بنزیل ها و بی بنزیل ها، سدی شیمیایی در برابر پاتوژن های بالقوه می سازند و استفاده از عصاره های بریوفیت را در طب سنتی بسیاری از فرهنگ ها توجیه می کنند. به ویژه، استفاده از بریوفیتها در درمان عفونت ها و پاکسازی زخم. تحقیقات روی بریوفیتها خواص ضد میکروبی آنها را تایید کرده است. نمونه هایی از عصاره های به دست آمده از بریوفیتها و فعالیت های ضد باکتریایی و ضد قارچی عصاره های آنها را در برابر پاتوژن های منتخب نشان می دهد. باکتری های گرم منفی حساسیت بیشتری به عصاره های به دست آمده از بریوفیتها نشان می دهند، این باعث می شود که آنها مکمل های بالقوه ای برای آنتی بیوتیک ها باشند، زیرا آنتی بیوتیک های معمولی تمایل دارند در برابر باکتری های گرم مثبت فعال تر باشند (Bukvicki, 2013). این پدیده در گیاهان عالی نادر است (Singh, 2011) جدا از پتانسیل ضد باکتریایی، عصاره های بریوفیت دارای خواص ضد قارچی نیز هستند. نتایج تحقیق نشان می دهد که عصاره های گونه های خاصی از خزها علیرغم اثرات ضد باکتریایی خود، این خواص را از خود نشان نمی دهند. چنین انتخابی ممکن است کاربردهای صنعتی یا پزشکی داشته باشد. از سوی دیگر، مواد ضد قارچی جدا شده در برابر قارچ های بیماری زای متعدد فعالیت نشان می دهند (Dziwak, 2022).

۳-۱-۸. ترکیبات سیتوتوکسیک



عصاره بریوفیت‌ها، جدا از فعالیت‌های ضد میکروبی خود، فعالیت‌های سیتوتوکسیک را در شرایط آزمایشگاهی نشان دادند (Asakawa et al., 2013 و Lu et al., 2006). برخی از آن‌ها فعالیت‌های سیتوتوکسیک را در برابر نئوپلاسم‌های مقاوم به دارو نشان دادند، به عنوان مثال، سرطان پروستات (PC3) (Dziwak, 2022).

۲-۳. خواص دارویی و کاربردهای درمانی بریوفیت‌ها

۱-۲-۳. خاصیت ضدباکتریایی

تعداد کمی از مطالعات اخیر بر روی بریوفیت‌ها، فعالیت ضد باکتریایی در برابر باکتری‌های گرم مثبت و گرم منفی را نشان داده‌است (Zhu et al., 2006). همچنین، ترکیبات فنلی مختلف جدا شده از گونه‌های *Atrichum* P.Beauv., *Dicranum* Hedw., *Mnium* Hedw., *Polytrichum* Hedw. and *Sphagnum* spp. فعالیت ضد میکروبی برای سه گونه خزه *Eurhynchium angustirete* (Broth.) T.J.Kop. (Hedw.) Warnst.، *Rhodobryum roseum* (Hedw.) Limpr و *Rhytidiadelphus squarrosus* (L.) Dumort. و برای دو گونه جگرواش *Lophocolea heterophylla* (Schrad.) Dumort. و *Frullania dilatata* (al., 2012). به نظر می‌رسد این فعالیت ضد باکتریایی برای گونه‌های بریوفیت خاص باشد، زیرا عصاره‌های *Marchantia polymorpha* L.، *Porella platyphylla* (L.) Pfeiff. و *Dicranum scoparium* Hedw. اثرات ضد میکروبی بر روی باکتری‌های گرم مثبت یعنی *Bacillus subtilis*، *Staphylococcus aureus* و *Sarcinalutea* نشان دادند (Mishra et al., 2014). بریوفیت‌ها به عنوان آنتی‌بیوتیک گزارش شده‌اند. عصاره‌های حلال آلی مختلفی از بریوفیت‌ها در گذشته بررسی شده‌است. عصاره‌های الکلی و آبی یا ترکیبات مختلف جدا شده از حدود ۱۵۰ گونه مختلف بریوفیت (جگرواش و خزه) اثرات ضد میکروبی بر علیه گروه‌های مختلف قارچ‌ها و همچنین باکتری‌های گرم منفی و گرم مثبت نشان داده‌اند. اخیراً تعدادی از گونه‌های منتخب بریوفیت‌ها (هفت خزه و سه خزه جگر) از جمله *Cyatodium africanum* Mitt.، *Radula flacida* Lindenb. & Gottsche، *Ectropothecium aeruginosum* (Müll.Hal.)، *Thuidium gratum* (P.Beauv.) A.Jaeger، *Frullania spongiosa* Steph.، *Sematophyllum caespitosum* Mitt.، *Mitt.* فعالیت ضد میکروبی جالبی از خود نشان داده‌اند. بنابراین، می‌توان از خواص ضد میکروبی بالقوه بریوفیت‌ها برای اهداف درمانی علیه پاتوژن مربوطه استفاده کرد (Mishra et al., 2014).

بسیاری از گونه‌های بریوفیت نیز دارای خاصیت ضد قارچی هستند. محصولات مختلفی که در گلخانه‌ها رشد می‌کنند، مانند گوجه‌فرنگی، گندم و فلفل سبز با پاتوژن‌های *Botrytis phytoxyrodiner* و *Erysiphegraminis*، *Phytophthora infestans*، *Aarion lusitanicus* نشان دادند (Frahm and Kirchhoff, 2002). با توجه به ویژگی‌های فوق که عصاره‌های بریوفیت اثرات قارچ‌کشی و ضد تغذیه‌ای را نشان دادند. در گذشته تعداد کمی از ترکیبات جدا شده از عصاره‌های بریوفیت نشان داده‌اند که رشد مقاومت آنتی‌بیوتیکی مرسوم را در قارچ‌های بیماری‌زا معکوس کرده‌اند (Dromer et al., 1998). بنابراین، مشکل توسعه مقاومت دارویی در قارچ‌های بیماری‌زا به راحتی قابل حل است. همچنین علاوه بر این مطالعات انجام



شده بر روی یکی از گونه‌های خزه *Physcomitrella patens* (Hedw.) Bruch & Schimp. نشان داد که این خزه در شرایط آکسینیک یک دی ترپن چهار حلقه‌ای به نام 16 α -hydroxykaurane تولید می‌کند (Von Schwartzenberg et al., 2004). برخی بروفیت‌ها که فعالیت ضدقارچی را علیه قارچ‌های بیماری‌زای انسانی نشان می‌دهند، بشرح زیر می‌باشند (Mishra et al., 2014):

Asterellaagusta, *Atrichum undulatum* (Hedw.) P.Beauv., *Bryum argenteum* Hedw., *Dumortiera hirsuta* (Sw.)Nees, *Fontinalis antipyretica* Hedw., *Frullania muscicola* Steph., *Marchantia polymorpha* L.

۲-۲-۳. خاصیت آنتی‌اکسیدان

تعداد کمی از گونه‌های بروفیت در زمینه فعالیت آنتی‌اکسیدانی مورد مطالعه قرار گرفته‌اند. مطالعه اخیر نشان می‌دهد که برخی از جگرواش‌ها و خزه‌ها دارای آنتی‌اکسیدان‌های قوی هستند که به آن‌ها کمک می‌کند در شرایط آب و هوایی شدید و استرس زنده بمانند. فلزات سنگین، خشک شدن و تشعشعات فرابنفش می‌توانند مجموعه‌ای از آنزیم‌های مختلف را در بروفیت‌ها تحریک کنند (Dey and De, 2012). تعداد کمی از گونه‌های بروفیت فلزات را بیش از حد انباشته می‌کنند و تعداد کمی دیگر توانستند فلزات سمی را جدا کنند. مطالعه بر روی فعالیت آنتی‌اکسیدانی خزه‌های قطب جنوب *Sanioniauncinata* (Hedw.) Loeske و *Polytrichum alpinum* (Hedw.) G.L. Sm. var *alpinum* پتانسیل آن‌ها را برای استفاده به عنوان آنتی‌اکسیدان برای اهداف دارویی و آرایشی نشان داده‌است (Bhattarai et al., 2009). همچنین، علاوه بر این، فعالیت آنتی‌اکسیدانی برخی از گونه‌های بروفیت مانند *Polytrichum formosum* Atrichumundulatum (Hedw.) P. Beauv. و *Thuidiumtam ariscinium*, (Hedw.) Schimp. (Hedw.)، *Pleurozium schreberi* (Willd. ex Brid.) Mitt. و *Hypnum* خزه و همه گونه‌های آزمایش شده اثرات آنتی‌اکسیدانی کمتری نسبت به کافئیک اسید نشان داده‌اند. علاوه بر این، سه خزه *Brachythecium rutabulum* (Hedw.) Schimp. و *Calliergonella cuspidate* (Hedw.) Loeske و *mammillatum* Loeske فعالیت آنتی‌اکسیدانی نشان دادند (Mishra et al., 2014).

۳-۲-۳. خاصیت ضد سرطانی

تعدادی از ترکیبات مشتق شده طبیعی به عنوان منبع مهمی از چندین عامل مفید ضد سرطان عمل می‌کنند. از *Polytrichum commune* Hedw. در طب سنتی چینی (TCM) برای درمان بیماری‌هایی مانند تب، آسیب هموستاتیک و تروماتیک به ذات‌الریه، افتادگی رحم و لوسمی لنفوسیتی استفاده می‌شود. بنزونا فتوکسانتئون‌ها و مشتقات سیناموئیل بیبنزیل جدا شده از عصاره اتانولی *Polytrichum pallidisetum* Funck می‌توانند به طور قابل توجهی مانع رشد ملانوم RPMI-7951 و U-251glioblastoma multiforme شوند (Zheng et al., 1993). بروفیت‌ها پتانسیل زیادی برای فعالیت ضد سرطان خون دارند. مارچانتین-A از *Marchantia palacea* Bertol.، *Marchantina polymorpha* و *Marchantia tosa* Steph.، ریکاردین از *Riccardia multifida* (L.) Gray و *perrottetii* E از *Radula perrottetii* Gottsche ex Steph. سمیت سلولی را در برابر سلول‌های KB لوسمیک نشان می‌دهند (Ohta and Andersen, 1997). به نظر می‌رسد ترکیب استخراج شده از *Plagiochilla fasciculatae* Lindenb. لوسمی را مهار می‌کند (Chandra et al., 2017).



۳-۳. سایر کاربردهای دارویی

از آنجایی که بریوفیت‌ها مخزن متابولیت‌های ثانویه پیچیده هستند، کاربرد وسیع آن‌ها در طب سنتی شگفت‌آور نیست. تعداد زیادی از بریوفیت‌ها به عنوان دارو در هومیوپاتی استفاده می‌شوند. حدود ۳/۲ درصد از خزها و ۸/۸ درصد از گونه‌های جگرواش‌ها مورد بررسی شیمیایی قرار گرفته‌اند. گونه‌هایی مانند *Barbula*, *Riccia* L., *Marchantia* L., *Sphagnum* Hedw. و *Bryum* Hedw. برای درمان بیماری‌های مختلف از جمله بیماری‌های قلبی عروقی، التهاب، تب، بیماری‌های ریوی، عفونت‌ها، زخم‌ها و بیماری‌های پوستی استفاده می‌شوند. در چین می‌توان گونه‌های مختلفی از بریوفیت‌ها را در داروخانه‌های محلی یافت که برای درمان بیماری‌های مختلفی استفاده می‌شوند از جمله سیستم قلبی عروقی، لوزه، سیستم تمپانیت و برونشیت و برای درمان بیماری‌های پوستی و سوختگی. بسیاری از گونه‌ها به عنوان مثال *Polytrichum commune* Hedw. که به عنوان عامل تب‌بر و ضدالتهابی استفاده می‌شود یا به عنوان چای برای درمان سرماخوردگی جوشانده می‌شود (Mishra et al., 2014).

۴-۳. اتنوبوتانی (مردم گیاهشناسی) بریوفیت‌ها

یک روش قدیمی برای تعیین خواص دارویی گیاهان، آموزه‌های پاراسل می‌باشد، که به شباهت اجزای بدن گیاه به شکل و ساختار اندامی در بدن انسان یا حیوان می‌پردازد که برای آن درمان‌کننده است. طبق فلسفه فوق، از گیاه جگرواش (مثلاً *Marchantia polymorpha*) برای درمان اختلالات کبدی استفاده می‌شود. به طور مشابه، *Polytrichum commune* Hedw. دارای کالیپترای مودار است که به آن خز فنجانی مویی گفته می‌شود. روغن به‌دست‌آمده از این خز توسط زنان دوران باستان بر روی موهای خود استفاده می‌شد. اقوام مختلف در نقاط مختلف جهان از این گیاهان کوچک برای درمان بیماری‌های مختلف در زندگی روزمره خود استفاده می‌کردند. از جگرواش *Frullania ericoides* (Nees) Mont. با توجه به تال ساقه بلند و مو مانند آن برای بیماری‌های مرتبط با مو توسط مردم قبیله‌های جنوب هند در گذشته استفاده می‌شد (Chandra et al., 2017). طب سنتی چینی (TCM) به طور گسترده از بریوفیت‌ها استفاده می‌کند. این گیاهان کوچک توسط اقوام مختلف در سراسر جهان برای درمان بیماری‌های مختلف به طور منظم استفاده می‌شد، برای مثال از جگرواش *Marchantia polymorpha* برای درمان التهاب استفاده می‌شد. پس از شستشوی کل تالوس زیر آب جاری، آن را به صورت خمیر درآورده و به صورت موضعی استفاده می‌کنند. مردم قبایل گادی در هیمالیا پرادش هند از *Plagiochasma appendiculatum* Lehm. & Lindenb. برای درمان بیماری‌های پوستی استفاده می‌کردند. گونه‌های گیاه *Polytrichum* برای رشد مو استفاده می‌شود، بدین صورت که می‌توان پودر تال پلی‌تریکوم را با روغن مخلوط کرده و برای تحریک رشد مو استفاده نمود. این خمیر اساساً به عنوان یک التیام‌دهنده زخم عمل کرده و باعث بهبود زخم می‌شود. برای تهیه پماد برای مشکلات پوستی، مشکلات قلبی عروقی، فشار خون و صدمات، کل تال *Funaria hygrometrica* Hedw. استفاده می‌شود. کل تال مارکانسیا پلی‌مورفا برای جوش‌ها، مرهم



زخم‌ها، درمان تب، ملین، مدر و فشار خون بالا استفاده می‌شود. *Riccia glauca* L. به عنوان تب‌بر، پاک‌کننده روده، تقویت‌کننده ادرار، تسکین فشار خون بالا و کاهش التهاب استفاده می‌شود. کاربردهای دارویی تال کامل *Shagnum fimbriatum* Wilson شامل فشار خون بالا، مشکلات قلبی، ضد تب و سایر شرایط است (Bandyopadhyay and Dey, 2022).

۴. بحث و نتیجه‌گیری

بریوفیت‌ها قدیمی‌ترین گیاهان زنده زیستگاه‌های زمینی و نزدیک‌ترین خویشاوندان مدرن اجداد اولیه‌ترین گیاهان زمینی در نظر گرفته می‌شوند. بریوفیت‌ها در تمام قاره‌ها یافت می‌شوند و از مکان‌های خشکی تا آبرزی را اشغال می‌کنند، با بیشترین تنوع و زیست توده در مناطق معتدل سرد. با وجود محبوبیت کمتر این موجودات، بریوفیت‌ها در فرهنگ‌های مختلف جهان، به ویژه در طب چینی، هندی و بومی آمریکا اهمیت قومی دارویی دارند. عصاره‌های مختلف بریوفیت و ترکیبات جدا شده اثرات ضد میکروبی، ضد ویروسی و سیتوتوکسیک نشان داده‌اند. بر اساس بررسی‌های انجام شده، ۱۰۹ گونه وحشی از Bryophyta که برای اهداف قومی پزشکی استفاده می‌شود، مستند شده است. به طور کلی، ۱۷۰ استفاده برای ۱۰۹ گونه در نظر گرفته شد. داروهای گیاهی برای مراقبت از پوست و مو تا حد زیادی شایع‌ترین گزارش شده است (۲۵٪). کاربردهای ضد تب بریوفیت‌ها ۱۲/۲ درصد است، در حالی که گونه‌های مورد استفاده به عنوان درمان دارویی برای سیستم تنفسی و دستگاه گوارش به ترتیب ۱۲/۱ درصد و ۹/۹ درصد است (Motti et al., 2023). گیاهان پتانسیل درمانی زیادی برای درمان بیماری‌های مختلف انسان دارند. با این حال، مطالعه بریوفیت‌ها با توجه به پتانسیل درمانی آن‌ها برای انسان هنوز در مراحل ابتدایی است. تقاضای اخیر عمومی برای داروهای گیاهی و همچنین ظهور میکروارگانیسم‌های مقاوم به آنتی‌بیوتیک، زیست‌شناسان را بر آن داشته تا به دنبال داروهای طبیعی مبتنی بر گیاه جدید باشند. علاوه بر این، قابلیت‌های ضد باکتریایی بالقوه بریوفیت را می‌توان برای اهداف دارویی در برابر عفونت مربوطه مورد استفاده قرار داد. مطالعات کنونی بر روی ترکیبات فعال زیستی در بریوفیت‌ها تعداد قابل توجهی از متابولیت‌های ثانویه را در این گروه از گیاهان نشان داده است (Barukial and Hazarika, 2023).

بریوفیت‌ها بیشتر در مکان‌های سایه‌دار و مرطوب مانند درختان و صخره‌های مرطوب، در کنار نهرها یا استخرها رشد می‌یابند. ترکیبات زیست فعال مختلفی در بریوفیت‌ها وجود دارد که شامل پلی‌فنل‌ها، استروئیدها، اسیدهای آلی، تریپنئیدها و فنیل کینون می‌شود. برخی از گونه‌های جگر از جمله *Bazzania* Gray، *Conocephalum conicum* (L.) Dumort.، *Riccia gangetica* Ahmad و گونه‌های *Radula* Dumort. دارای متابولیت‌های حیاتی با اثر ضد قارچی قابل توجهی علیه آسپرژیلوس، فوزاریوم، پنی سیلیوم دارند. در زمان‌های گذشته، مردم از بریوفیت‌ها برای درمان بیماری‌های مختلف مانند ناراحتی‌های پوستی، ناراحتی‌های کبدی، بیماری‌های قلبی عروقی، ضد میکروبی، التیام زخم و تب بر استفاده می‌کردند. افراد قبیله ای متعلق به آفریقا، اروپا، آمریکا، استرالیا، چین، تایوان، پاکستان و مناطق مختلف شرق، شمال و جنوب هند از بریوفیت‌های مختلف به عنوان غذا و طب قومی استفاده می‌کردند. برخی از بریوفیت‌ها دارویی رایج که توسط برخی از جوامع قبیله‌ای استفاده می‌شود عبارتند از: *Marchantia polymorpha* در برابر التهاب، *Plagiochasma appendiculata* در برابر عفونت‌های پوستی، گونه *Plytrichum*



برای رشد مو، و گونه *Riccia* در برابر کرم‌های حلقوی در کودکان. متابولیت‌های ثانویه مشتق شده از بریوفیت‌ها دارای طیف وسیعی از اثرات فارماکولوژیک از جمله خواص ضد میکروبی، آنتی اکسیدانی، ضد التهابی و ضد سرطانی هستند (Das et al., 2022).

منابع

- Asakawa, Y. (2007). Biologically active compounds from bryophytes. *Pure and Applied Chemistry*, 79(4), 557-580.
- Asakawa, Y., Ludwiczuk, A., Nagashima, F., Asakawa, Y., Ludwiczuk, A., & Nagashima, F. (2013). *Chemical constituents of bryophyta* (pp. 563-605). Springer Vienna.
- Asakawa, Y., Ludwiczuk, A., Nagashima, F., Asakawa, Y., Ludwiczuk, A., & Nagashima, F. (2013). *Chemical constituents of bryophyta* (pp. 563-605). Springer Vienna.
- Asakawa, Y., Nii, K., & Higuchi, M. (2015). Identification of sesquiterpene lactones in the Bryophyta (mosses) Takakia: Takakia species are closely related chemically to the Marchantiophyta (liverworts). *Natural Product Communications*, 10(1), 1934578X1501000104.
- Bandyopadhyay, A., & Dey, A. (2022). The ethno-medicinal and pharmaceutical attributes of Bryophytes: A review. *Phytomedicine Plus*, 2(2), 100255.
- Barukial, J., & Hazarika, P. (2023). Therapeutic Potential of Bryophytes and Its Future Perspective. In *Bioactive Compounds in Bryophytes and Pteridophytes* (pp. 19-38). Cham: Springer International Publishing.
- Beike, A. K., Jaeger, C., Zink, F., Decker, E. L., & Reski, R. (2014). High contents of very long-chain polyunsaturated fatty acids in different moss species. *Plant Cell Reports*, 33, 245-254.
- Benek, A., Canlı, K., & Altuner, E. M. (2022). Traditional medicinal uses of mosses. *Anatolian Bryology*, 8(1), 57-65.
- Berland, H., Albert, N. W., Stavland, A., Jordheim, M., McGhie, T. K., Zhou, Y., ... & Andersen, Ø. M. (2019). Auronidins are a previously unreported class of flavonoid pigments that challenges when anthocyanin biosynthesis evolved in plants. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 116(40), 20232-20239.
- Bhattarai, H. D., Paudel, B., Lee, H. K., Oh, H., & Yim, J. H. (2009). In vitro antioxidant capacities of two Benzonaphthoxanthones: ohioensins F and G, isolated from the antarctic moss *Polytrichastrum alpinum*. *Zeitschrift für Naturforschung C*, 64(3-4), 197-200.
- Bukvicki, D. R., Tyagi, A. K., Gottardi, D. G., Veljic, M. M., Jankovic, S. M., Guerzoni, M. E., & Marin, P. D. (2013). Assessment of the chemical composition and in vitro antimicrobial potential of extracts of the liverwort *Scapania aspera*. *Natural product communications*, 8(9), 1934578X1300800932.
- Chandra, S., Chandra, D., Barh, A., Pandey, R. K., & Sharma, I. P. (2017). Bryophytes: Hoard of remedies, an ethno-medicinal review. *Journal of traditional and complementary medicine*, 7(1), 94-98.
- Chen, K. H., Liao, H. L., Arnold, A. E., Bonito, G., & Lutzoni, F. (2018). RNA-based analyses reveal fungal communities structured by a senescence gradient in the moss *Dicranum scoparium* and the presence of putative multi-trophic fungi. *New Phytologist*, 218(4), 1597-1611.
- Das, K., Kityania, S., Nath, R., Das, S., Nath, D., & Talukdar, A. D. (2022). Bioactive compounds from Bryophytes. In *Bioactive Compounds in Bryophytes and Pteridophytes* (pp. 1-15). Cham: Springer International Publishing.
- Davies, K. M., Jibrán, R., Zhou, Y., Albert, N. W., Brummell, D. A., Jordan, B. R., ... & Schwinn, K. E. (2020). The evolution of flavonoid biosynthesis: a bryophyte perspective. *Frontiers in plant science*, 11, 7.



- Dey, A., & De, J. N. (2012). Antioxidative potential of bryophytes stress tolerance and commercial perspectives: a review. *Pharmacologia*, 3, 151-159.
- Drobnik, J., & Stebel, A. (2021). Four centuries of medicinal mosses and liverworts in European ethnopharmacy and scientific pharmacy: A review. *Plants*, 10(7), 1296.
- Dromer, F., Improvisi, I., Lozano-Chiu, M., Rex, J. H., & Sanglard, D. (1998). Antifungal drug resistance in pathogenic fungi. *Medical mycology*, 36, 119-128.
- Dziwak, M., Wróblewska, K., Szumny, A., & Galek, R. (2022). Modern use of bryophytes as a source of secondary metabolites. *Agronomy*, 12(6), 1456.
- Dziwak, M., Wróblewska, K., Szumny, A., & Galek, R. (2022). Modern use of bryophytes as a source of secondary metabolites. *Agronomy*, 12(6), 1456.
- Frahm, J. P. (2004). Recent developments of commercial products from bryophytes. *The Bryologist*, 107(3), 277-283.
- Frahm, J. P., & Kirchhoff, K. (2002). Antifeeding effects of bryophyte extracts from *Neckera crispa* and *Porella obtusata* against the slug *Arion lusitanicus*. *Cryptogamie-Bryologie*, 23(3), 271.
- Glime, J. M. (2017). *Bryophyte ecology*. Michigan Technological University, Michigan.
- Goffinet, B., Buck, W. R., & Shaw, A. J. (2009). Morphology, anatomy, and classification of the Bryophyta. *Bryophyte biology*, 2, 55-138.
- Hayashi, K. I., Horie, K., Hiwatashi, Y., Kawaide, H., Yamaguchi, S., Hanada, A., ... & Nozaki, H. (2010). Endogenous diterpenes derived from ent-kaurene, a common gibberellin precursor, regulate protonema differentiation of the moss *Physcomitrella patens*. *Plant Physiology*, 153(3), 1085-1097.
- He, X., Sun, Y., & Zhu, R. L. (2013). The oil bodies of liverworts: unique and important organelles in land plants. *Critical reviews in plant sciences*, 32(5), 293-302.
- Horn, A., Pascal, A., Lončarević, I., Volpatto Marques, R., Lu, Y., Miguel, S., ... & Simonsen, H. T. (2021). Natural products from bryophytes: from basic biology to biotechnological applications. *Critical Reviews in Plant Sciences*, 40(3), 191-217.
- Horst, N. A., & Reski, R. (2016). Alternation of generations—unravelling the underlying molecular mechanism of a 165-year-old botanical observation. *Plant Biology*, 18(4), 549-551.
- Kim, S. J., Park, H. R., Park, E., & Lee, S. C. (2007). Cytotoxic and antitumor activity of momilactone B from rice hulls. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 55(5), 1702-1706.
- Krishnan, V. G. M., Pradeep, D. P., Aswathy, J. M., Remya Krishnan, R. K., Lubaina, A. S., & Murugan, K. (2014). Wonder herbals-bryophytes, of the Ponmudi hills, of southern western Ghats: window into the need for conservation.
- Kulshrestha, S., Jibran, R., Van Klink, J. W., Zhou, Y., Brummell, D. A., Albert, N. W., ... & Davies, K. M. (2022). Stress, senescence, and specialized metabolites in bryophytes. *Journal of Experimental Botany*, 73(13), 4396-4411.
- Leebens-Mack, J. H., & Wong, G. K. S. (2019). Data packages for One Thousand Plant transcriptomes and phylogenomics of green plants.
- Lu, Z. Q., Fan, P. H., Ji, M., & Lou, H. X. (2006). Terpenoids and bisbibenzyls from Chinese liverworts *Conocephalum conicum* and *Dumortiera hirsuta*. *Journal of Asian natural products research*, 8(1- 2), 187-192.
- Mishra, R., Pandey, V. K., & Chandra, R. (2014). Potential of bryophytes as therapeutics. *Int. J. Pharm. Sci. Res*, 5(9), 3584-3593.
- Motti, R., Palma, A. D., & de Falco, B. (2023). Bryophytes used in folk medicine: An ethnobotanical overview. *Horticulturae*, 9(2), 137.
- Nagase, A., Katagiri, T., & Lundholm, J. (2023). Investigation of moss species selection and substrate for extensive green roofs. *Ecological Engineering*, 189, 106899.
- Nikolajeva, V., Liepina, L., Petrina, Z., Krumina, G., Grube, M., & Muiznieks, I. (2012). Antibacterial activity of extracts from some bryophytes. *Advances in Microbiology*, 2(03), 345.
- Niu, C., Qu, J. B., & Lou, H. X. (2006). Antifungal bis [bibenzyls] from the Chinese liverwort *Marchantia polymorpha* L. *Chemistry & Biodiversity*, 3(1), 34-40.



- Nozaki, H., Hayashi, K. I., Nishimura, N., Kawaide, H., Matsuo, A., & Takaoka, D. (2007). Momilactone A and B as allelochemicals from moss *Hypnum plumaeforme*: first occurrence in bryophytes. *Bioscience, biotechnology, and biochemistry*, 71(12), 3127-3130.
- Ohta, Y., Andersen, N. H., & Liu, C. B. (1977). Sesquiterpene constituents of two liverworts of genus *Diplophyllum*: novel eudesmanolides and cytotoxicity studies for enantiomeric methylene lactones. *Tetrahedron*, 33(6), 617-628.
- Rempt, M., & Pohnert, G. (2010). Novel acetylenic oxylipins from the moss *Dicranum scoparium* with antifeeding activity against herbivorous slugs. *Angewandte Chemie International Edition*, 28(49), 4755-4758.
- Resemann, H. C., Lewandowska, M., Gömann, J., & Feussner, I. (2019). Membrane lipids, waxes and oxylipins in the moss model organism *Physcomitrella patens*. *Plant and Cell Physiology*, 60(6), 1166-1175.
- Sakurai, K., Tomiyama, K., Kawakami, Y., Yaguchi, Y., & Asakawa, Y. (2018). Characteristic scent from the Tahitian liverwort, *Cyathodium foetidissimum*. *Journal of Oleo Science*, 67(10), 1265-1269.
- Saritas, Y., Sonwa, M. M., Iznaguen, H., König, W. A., Muhle, H., & Mues, R. (2001). Volatile constituents in mosses (Musci). *Phytochemistry*, 57(3), 443-457.
- Singh, M., Singh, S., Nath, V., Sahu, V., & Singh Rawat, A. K. (2011). Antibacterial activity of some bryophytes used traditionally for the treatment of burn infections. *Pharmaceutical Biology*, 49(5), 526-530.
- Vogelsang, K., Schneider, B., & Petersen, M. (2006). Production of rosmarinic acid and a new rosmarinic acid 3'-O- β -d-glucoside in suspension cultures of the hornwort *Anthoceros agrestis* Paton. *Planta*, 223, 369-373.
- Von Schwartzberg, K., Schultze, W., & Kassner, H. J. P. C. R. (2004). The moss *Physcomitrella patens* releases a tetracyclic diterpene. *Plant Cell Reports*, 22, 780-786.
- Whitehead, J., Wittemann, M., & Cronberg, N. (2018). Allelopathy in bryophytes-a review. *Lindbergia*, 41(1).
- Xie, C., & Lou, H. (2008). Chemical constituents from the Chinese bryophytes and their reversal of fungal resistance. *Current Organic Chemistry*, 12(8), 619-628.
- Zheng, G. Q., Chang, C. J., Stout, T. J., Clardy, J., Ho, D. K., & Cassady, J. M. (1993). Ohioensins: novel benzonaphthoxanthenones from *Polytrichum ohioense*. *The Journal of Organic Chemistry*, 58(2), 366-372.
- Zhu, R. L., Wang, D., Xu, L., Shi, R. P., Wang, J., & Zheng, M. (2006). Antibacterial activity in extracts of some bryophytes from China and Mongolia. *The Journal of the Hattori Botanical Laboratory*, 100, 603-615.



بررسی مقایسه‌ای اثرات نانولوله کربنی چند دیواره‌ای، نانوذرات اکسید منیزیم و آهن بر تغییر محتوای رنگیزه‌های فتوسنتزی گیاه درمنه خزری (*Artemisia annua* L.)

سودابه نظرپور^۱، عذرا صبورا^{۱*}

^۱ گروه علوم گیاهی، دانشکده علوم زیستی، دانشگاه الزهرا (س)، تهران (saboora@alzahra.ac.ir)

چکیده

گیاه دارویی درمنه خزری از خانواده Asteraceae به واسطه ترکیبات فعال دارویی برای درمان بیماری‌های مختلف استفاده می‌شود. به دلیل محتوای کم ترکیبات دارویی مهم گیاه، گرانی و نوسان قیمت‌ها کشت گیاه دارویی درمنه خزری از نظر اقتصادی و تجاری و پزشکی می‌تواند به صرفه باشد. در این مطالعه تأثیر نانولوله کربنی چند دیواره‌ای، نانوذره اکسید منیزیم و نانوذره اکسید آهن در دو غلظت ۵۰ و ۱۰۰ میلی گرم در میلی لیتر، در سه زمان ۲۴، ۴۸ و ۷۲ ساعت بعد از تیمار بر محتوای رنگیزه‌های فتوسنتزی به صورت محلول پاشی در برگ گیاه مورد بررسی قرار گرفت. نتایج نشان داد که هر سه نانومواد باعث بهبود و افزایش محتوای رنگیزه‌های فتوسنتزی شامل کلروفیل a، کلروفیل b، کلروفیل کل و کاروتنوئیدها شد که این افزایش در سطح احتمال ۰/۰۵ درصد معنی دار بود.

واژگان کلیدی: درمنه خزری (*Artemisia annua* L.)، رنگیزه‌های فتوسنتزی، نانوذره اکسید آهن، نانوذره اکسید منیزیم، نانولوله کربنی چند دیواره‌ای



۱. مقدمه

استفاده از گیاهان برای تولید دارو و درمان بیماری ها و بهبود سلامت انسان در جوامع سنتی بسیاری از کشورها رایج بوده است. کاربرد گیاهان به عنوان غذا و در طب سنتی بیشتر به دلیل وجود ترکیبات فعال دارویی آنها می باشد. خواص دارویی گیاهان به دلیل اثربخشی درمانی قوی و فعالیت های آنی اکسیدانی، نداشتن عوارض جانبی و صرفه اقتصادی در پیشرفت های علمی اخیر در سراسر جهان مورد بررسی قرار گرفته است. گیاهان دارویی به عنوان ماده اولیه برای تولید داروهایی مصرف می شوند که مراقبت های بهداشتی موثر و معقولی را برای انسان فراهم می کنند (Shakya, 2016).

گیاه دارویی درمنه خزری با نام علمی *Artemisia annua* از خانواده Asteracea بواسطه ترکیبات فعال دارویی در برگ خود برای درمان بیماری های مالاریا و تب بصورت چای یا شربت استفاده می شود. این گیاه همچنین دارای خواص ضد چربی خون، ضد پلاسمودیل، ضد تشنج، ضد التهاب، ضد میکروبی، ضد کلسترول و ضد ویروسی است و فعالیت های دارویی مهمی مانند فعالیت های ضد التهابی، ضد توموری و ضد چاقی دارد (Septembre-Malaterre et al., 2020).

یکی از راه های افزایش ترکیبات فعال دارویی در گیاهان دارویی همراه با بهبود رشد آنها استفاده از نانومواد می باشد. تحقیق روی خواص و کاربرد نانومواد از زمینه های بین رشته ای در حال پیشرفتی است که در زمینه های مختلف از جمله کشاورزی، پزشکی و دارویی مورد استفاده قرار می گیرند (Owusu Adjei et al., 2021). در میان طیف گسترده نانومواد، نانومواد مبتنی بر کربن مانند نانولوله های کربنی چند دیواره ای به دلیل خواص الکتریکی، مکانیکی و نوری برتر معمولاً در بخش های مختلف استفاده می شود. نانوذرات توانایی مقاومت آنی بیوتیکی بهتری برای کاهش آلودگی و افزایش رشد بافت گیاهی دارند و می توانند تأثیر خوبی بر ویژگی های رشد گیاه مانند بهبود توانایی فتوسنتز برای افزایش محتوای کلروفیل و مقاومت باکتریایی داشته باشند. اخیراً، علاقه به استفاده از نانوذرات مبتنی بر فلز (به عنوان مثال نانوذرات اکسید منیزیم و آهن) در بخش کشاورزی نیز افزایش یافته است (Rizwan et al., 2019; Rahmani et al., 2020; Owusu Adjei et al., 2021). رنگیزه های کلروفیلی نقش اساسی در فتوسنتز دارند زیرا به عنوان مرکز جذب نور عمل می کنند و هر گونه تغییر در محتوای کلروفیل می تواند رشد گیاه را به نحو زیانباری تحت تأثیر قرار دهد. علاوه بر این، کاروتنوئیدها نیز رنگیزه های مهم گیاهی هستند که نقش حیاتی در دفاع از گیاهان در برابر تنش های زیستی و غیر زیستی دارند. کاروتنوئیدها به عنوان اولین خط دفاعی گیاه در برابر گونه های واکشگر اکسیژن یکتایی (1O_2) در نظر گرفته می شوند که بخشی جدایی ناپذیر از گونه های اکسیژن فعال (ROS) هستند که توسط گیاه در نتیجه تأثیر تنش تولید می شوند (Pullagurala et al., 2018). گزارش های مستقلی در مورد تأثیر نانوله کربنی چند دیواره ای و نانوذرات اکسید آهن و اکسید منیزیم بر محتوای رنگیزه های فتوسنتزی در مطالعات مختلف صورت گرفته است (Rizwan et al., 2019; Rahmani et al., 2020; Owusu Adjei et al., 2021; Hu et al., 2021). اما تأثیر کاربرد چند نانومواد مختلف بر روی رشد گیاهان دارویی کمتر مورد مطالعه و بررسی قرار گرفته است. در این پژوهش برای اولین بار مقایسه تأثیر نانولوله کربنی چند دیواره ای و نانوذره اکسید منیزیم و نانوذره اکسید آهن به صورت مستقل بر فیزیولوژی و عملکرد گیاه دارویی درمنه خزری بررسی خواهد شد. هدف از این پژوهش مقایسه اثرات این نانومواد در مرحله



رویشی گیاه درمنه خزری بر چگونگی تغییر محتوای رنگیزه‌های فتوسنتزی شامل رنگیزه‌های فتوسنتزی کلروفیل a، کلروفیل b، کلروفیل کل و کاروتنوئیدها می‌باشد تا مشخص شود کدامیک از نانومواد و در چه غلظت و زمانی تاثیر بهتری بر افزایش سطح رنگیزه‌های فتوسنتزی دارد.

۲. مواد و روش‌ها

۲-۱. کاشت، تیمار و برداشت گیاه

کشت مزرعه‌ای گیاه درمنه خزری در مزرعه گیاهی و تحقیقاتی دانشکده علوم زیستی در دانشگاه الزهرا (س) تهران در بهار ۱۴۰۱ انجام شد. آبیاری قطعه زمین دو روز یکبار صورت گرفت. گیاهان ۷۰ روزه تحت تیمار قرار گرفتند. تیمارها شامل نانولوله کربنی چند دیواره‌ای (MVCTNs)، نانوذره اکسید منیزیم (MgO-NPs) و اکسید آهن (Fe₃O₄-NPs) در غلظت‌های ۵۰ و ۱۰۰ میلی گرم در لیتر و تیمارهای ترکیبی شامل نانولوله کربنی چند دیواره‌ای در غلظت ۱۰۰ میلی گرم در لیتر توام با نانوذرات اکسید آهن یا اکسید منیزیم در غلظت‌های ۵۰ و ۱۰۰ میلی گرم در لیتر بود. بعد از اعمال تیمارها به صورت افشانه برگ، برداشت برگ چهارم گیاهان از راس در زمان‌های ۲۴، ۰ و ۱۲۰ ساعت پس از تیمار انجام شد. نمونه‌های برداشت شده بلافاصله روی یخ به سردخانه آزمایشگاه منتقل و برای سنجش پارامترهای فیزیولوژی در ۲۰- درجه سانتی گراد نگهداری شدند.

۲-۲. سنجش محتوای رنگیزه‌های فتوسنتزی

برای سنجش محتوای رنگیزه‌های کلروفیل و کاروتنوئیدها از روش (Lichenthaler, 1987) استفاده شد. ابتدا ۰/۲ گرم بافت تر برگ با ۵ میلی لیتر استون ۸۰ درصد در هاون چینی روی یخ سائیده شد و سپس محلول به مدت ۵ دقیقه در ۳۵۰۰ دور سانتریفیوژ شده و جذب محلول رویی جهت تعیین محتوای کلروفیل و ترکیبات کاروتنوئیدی توسط اسپکتروفتومتر در طول موج‌های ۶۶۳/۲، ۶۴۶/۸ و ۴۷۰ نانومتر خوانده شد. میزان کلروفیل a، b، کلروفیل کل و ترکیبات کاروتنوئیدی از طریق معادله‌های زیر محاسبه گردید و بصورت میلی گرم در گرم وزن تر (mg g⁻¹ FW) بیان شد:

$$\text{Chla (mg/ml)} = 12.25(A_{663.2}) - 2.79(A_{646.8})$$

$$\text{Chlb (mg/ml)} = 21.51(A_{646.8}) - 5.1(A_{663.2})$$

$$\text{ChlT} = \text{Chla} + \text{Chlb}$$

$$\text{Carotenoids} = (1000 A_{470} - 1.82\text{Chla} - 85.25\text{Chlb})/198$$

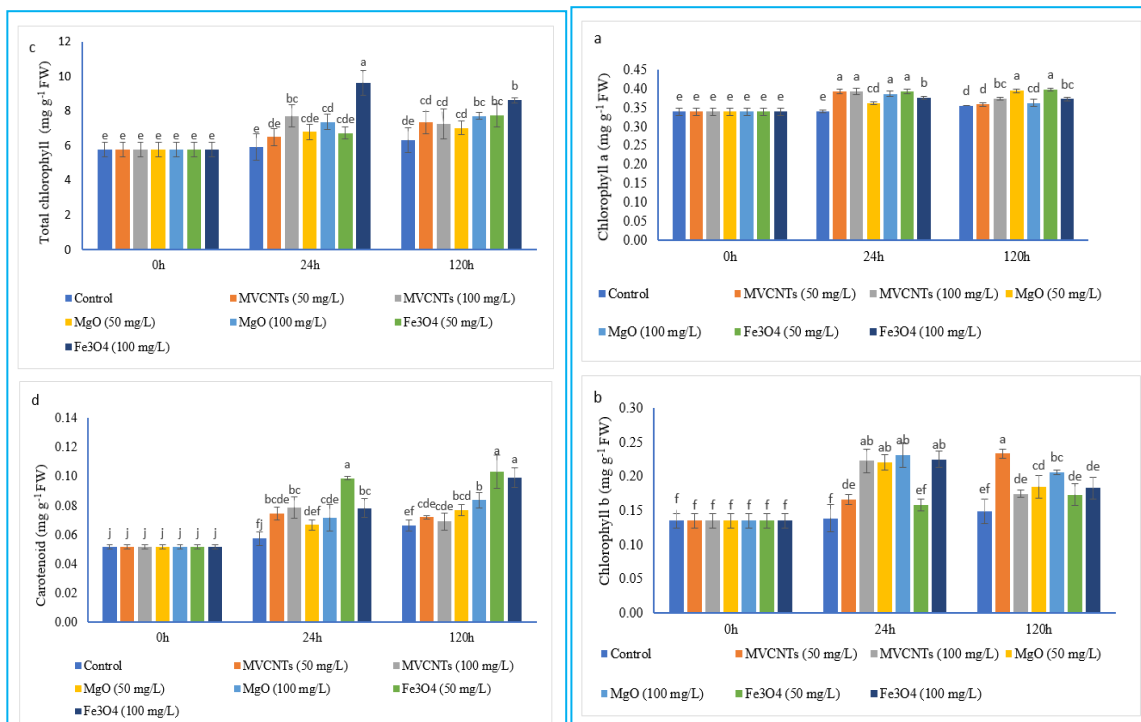
۲-۳. آنالیز آماری

کلیه آزمایش‌ها حداقل در سه تکرار مستقل انجام شد و تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها به کمک نرم افزار SPSS version 22 و استفاده از آزمون واریانس یک طرفه ANOVA و آزمون چند دامنه‌ای دانکن برای تعیین معنی دار بودن تفاوت میانگین‌ها انجام شد. سطح معنی داری اختلاف میان گروه‌ها برای همه آزمون‌ها ۵ درصد در نظر گرفته شد. برای رسم نمودارها از برنامه Excell 2013 استفاده شد.



۳. نتایج

نتایج نشان داده است که تحت تأثیر تیمارهای جداگانه نانولوله کربنی چند دیواره‌ای و نانوذره اکسید منیزیم و نانوذره اکسید آهن در غلظت‌های ۵۰ و ۱۰۰ میلی گرم در لیتر مقدار رنگیزه‌های فتوسنتزی شامل کلروفیل a، کلروفیل b، کلروفیل کل و کاروتنوئیدها نسبت به نمونه شاهد در زمان‌های ۲۴ و ۱۲۰ ساعت افزایش یافت. بیشترین مقدار افزایش محتوای رنگیزه‌های فتوسنتزی از جمله کلروفیل a، کلروفیل b، کلروفیل کل و کاروتنوئیدها نسبت به نمونه شاهد در زمان ۲۴ ساعت به ترتیب مربوط به تیمارهای نانولوله کربنی چند دیواره‌ای غلظت ۵۰ میلی گرم در لیتر (۱/۱۵ درصد)، نانوذره اکسید منیزیم در غلظت ۱۰۰ میلی گرم در میلی لیتر (۱/۶۶ درصد)، نانوذره اکسید آهن در غلظت ۱۰۰ و ۵۰ میلی گرم در لیتر (به ترتیب ۱/۶۲ درصد و ۰/۵۶ درصد) بود. همچنین بیشترین محتوای رنگیزه‌های فتوسنتزی شامل کلروفیل a، کلروفیل b، کلروفیل کل و کاروتنوئیدها نسبت به نمونه شاهد در زمان ۱۲۰ ساعت به ترتیب مربوط به تیمارهای نانوذره اکسید آهن در غلظت ۵۰ میلی گرم در میلی لیتر (۱/۱۱ درصد)، نانولوله کربنی چند دیواره‌ای در غلظت ۵۰ میلی گرم در میلی لیتر (۱/۵۷ درصد)، نانوذره اکسید آهن در غلظت ۱۰۰ میلی گرم در میلی لیتر (۱/۳۶ درصد) و نانوذره اکسید آهن در غلظت ۵۰ میلی گرم بر میلی لیتر (۱/۵۵ درصد) بود (شکل ۱).



شکل ۱- مقایسه تأثیر تیمارهای مستقل نانولوله کربنی چند دیواره‌ای، نانوذرات اکسید منیزیم و نانوذرات اکسید آهن هر کدام در دو غلظت ۵۰ و ۱۰۰ میلی گرم در لیتر در زمان‌های ۰، ۲۴ و ۱۲۰ ساعت بر محتوای رنگیزه‌های فتوسنتزی شامل: (a) محتوای کلروفیل a، (b) محتوای کلروفیل b، (c) محتوای کلروفیل کل و (d) محتوای کاروتنوئیدهای کل.



۴. بحث و نتیجه گیری

بررسی نتایج حاصل از آنالیز داده‌ها نشان داد که تفاوت معنی داری بین میانگین محتوای رنگیزه‌های فتوسنتزی گیاه درمنه تحت تاثیر هریک از عامل‌های مستقل نانومواد، غلظت و زمانب وجود آمده و مقدار این ترکیبات نسبت به نمونه شاهد در زمان‌های ۲۴ و ۱۲۰ ساعت افزایش یافته بودند.

فتحی (۱۳۹۸) گزارش کرد که در گیاه کرچک تحت تیمار نانولوله کربنی چندجداره محتوای کلروفیل a، کلروفیل b افزایش یافت که این افزایش با نتایج پژوهش ما مطابقت داشت. همچنین نتایج پژوهش ما با گزارش Hu و همکاران (۲۰۲۱) که بیان کردند تحت تیمار نانولوله کربنی چندجداره‌ای محتوای کلروفیل a افزایش می‌یابد نیز سازگار است. در تحقیق فوق هیچ اثر معنی‌داری در تغییر محتوای کلروفیل b و کاروتنوئیدها تحت تاثیر نانوذرات مشاهده نشد که با نتایج پژوهش ما مطابقت نداشت. Rahmani و همکاران (۲۰۲۰) گزارش کردند در گیاه مریم گلی تحت تیمار نانولوله کربنی چندجداره‌ای محتوای کلروفیل a، کلروفیل b و کاروتنوئیدها کاهش یافت که با نتایج ما همسو نبود. Rizwan و همکاران (۲۰۱۸) گزارش کردند در گیاه گندم تحت تیمار نانوذره اکسید آهن محتوای کلروفیل a، کلروفیل b و کاروتنوئیدها افزایش یافت. Adjei و همکاران (۲۰۲۱) نیز گزارش کردند در گیاهان آناناس تیمار شده با نانوذرات اکسید منیزیم محتوای کلروفیل a و کلروفیل b افزایش یافته بود.

کلروفیل‌ها به عنوان یک کوفاکتور ضروری در عملکرد فتوسیستم I و II، نقش اساسی در فتوسنتز دارند، زیرا هم مسئول جذب نور مرئی و هم تبدیل فتوشیمیایی آن در سلول هستند (Komenda and Sobotka, 2019). معمولاً غلظت کلروفیل a بیشتر از کلروفیل b هست (۳:۱). بنابراین، تغییر محتوای کلروفیل a بیشتر مستعد تاثیر عوامل محیطی است (Younes et al., 2019). نانولوله‌های کربنی و نانوذرات توانایی نفوذ به سلول‌های اپیدرم و انتقال از طریق اندوسیتوز به دیواره‌های سلولی، میتوکندری‌ها و کلروپلاست‌ها را دارند (Gonzalez-García, 2019). کربوهیدرات‌ها با فرآیند فتوسنتزی تولید می‌شوند. کلروفیل مؤثرترین و مهم‌ترین رنگیزه فتوسنتزی است که محتوای آن بر جذب کربن و تجمع کربوهیدرات‌ها در گیاه تاثیر می‌گذارد. کلروفیل a نقش کلیدی در جذب، انتقال و تبدیل انرژی نورانی دارد. نانومواد ممکن است به کلروپلاست‌ها و میتوکندری‌ها وارد شوند و به دلیل توانایی ردوکس آنها در انتقال الکترون می‌توانند به غشای کلروپلاست‌ها نفوذ کرده و



جذب نور را تحریک کنند. گزارش شده است نانومواد کربنی باعث افزایش حجم و تعداد کلروپلاست‌ها می‌شوند و در نتیجه محتوای کلروفیل را افزایش می‌دهند. پایداری ساختار کلروپلاست برای فتوسنتز ضروری است. توضیح احتمالی دیگر این است که نانوله کربنی چند دیواره‌ای ممکن است به دیواره سلولی نفوذ کنند و منافذ ظریفی ایجاد کنند که به عنوان کانال‌های اضافی برای انتقال مواد مغذی که برای فرآیندهای فتوسنتزی مهم هستند عمل کنند (Hu et al., 2021). افزایش محتوای کاروتنوئیدها را می‌توان به فعال شدن پاسخ‌های دفاع آنتی‌اکسیدانی گیاهان در رابطه با مهار آسیب‌های اکسیداتیو نسبت داد که می‌تواند توسط گونه‌های واکنشگر اکسیژن (1O_2) در فتوسنتز ایجاد شود (Pullagurala et al., 2018).

کاربرد نانومواد شامل نانولوله کربنی چند دیواره‌ای و نانوذرات اکسید منیزیم و اکسید آهن بطور مستقل در دو غلظت بکار برده شده بصورت محلول پاشی در گیاه دارویی درمنه خزری باعث افزایش محتوای رنگیزه فتوسنتزی کلروفیل a، کلروفیل b، کلروفیل کل و کاروتنوئیدها شد. هر سه نانومواد اثر مثبت بر محتوای رنگیزه‌های فتوسنتزی داشتند. در بین رنگیزه‌های فتوسنتزی کلروفیل a کمابیش تحت تاثیر غلظت‌های مختلف سه نانو مواد افزایش مستمری را در طول آزمایش نشان داد. تاثیر این محرک‌ها بر تغییر محتوای کلروفیل b نوسانات بیشتری داشت و طی ۲۴ ساعت نانولوله کربنی چند دیواره‌ای در هر دو غلظت بکار رفته و نانوذره اکسید آهن و منیزیم در غلظت ۱۰۰ میلی گرم بر لیتر بیشترین محتوای این رنگیزه را نشان دادند. اما تاثیر این نانومواد پس از ۵ روز تیمار در افزایش محتوای کلروفیل کل با تیمار نانوذرات اکسید منیزیم پایدار بود. در مورد افزایش محتوای کاروتنوئیدها نیز هر سه نانو مواد اثرات مثبتی را ظاهر کردند و تاثیر نانوذره اکسید آهن پس از گذشت ۲۴ و ۱۲۰ ساعت تیمار شاخص تر بود.

منابع

- فتحی، ز. (۱۳۹۸) اثر نانولوله‌های کربن چند جداره بر مقدار رنگیزه‌های فتوسنتزی، قندها و مالو دی‌آلدئید در گیاه کرچک، نشریه تحقیقات کاربردی اکوفیزیولوژی گیاهی، ۶(۲): ۷۹-۹۳.
- González-García, Y., López-Vargas, E.R., Cadenas-Pliego, G., Benavides-Mendoza, A., González-Morales, S., Robledo-Olivo, A., Alpuche-Solís, Á.G. and Juárez-Maldonado, A. (2019). Impact of carbon nanomaterials on the antioxidant system of tomato seedlings. *International Journal of Molecular Sciences*, 20(23): 1-15.
- Hu, Y., Zhang, P., Zhang, X., Liu, Y., Feng, S., Guo, D., Nadezhda, T., Song, Z. and Dang, X. (2021). Multi-wall carbon nanotubes promote the growth of maize (*Zea mays*) by regulating carbon and nitrogen metabolism in leaves. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 69(17): 4981-4991.
- Komenda, J., and Sobotka, R. (2019). Chlorophyll-binding subunits of photosystem I and II: Biosynthesis, chlorophyll incorporation and assembly. In *Advances in Botanical Research*, Academic Press, 91: 195-223.



- Lichenthaler, H.K. (1987). Chlorophyll and carotenoid: pigment of photosynthetic biomembranes. *Enzymol.* 148: 350- 382.
- Owusu Adjei, M., Zhou, X., Mao, M., Xue, Y., Liu, J., Hu, H., Luo, J., Zhang, H., Yang, W., Feng, L. and Ma, J. (2021). Magnesium Oxide nanoparticle effect on the growth, development, and microRNAs expression of *Ananas comosus* var. *bracteatus*. *Journal of Plant Interactions*, 16(1): 247-257.
- Pullagurala, V.L.R., Adisa, I.O., Rawat, S., Kalagara, S., Hernandez-Viezcas, J.A., Peralta-Videa, J.R. and Gardea-Torresdey, J.L., 2018. ZnO nanoparticles increase photosynthetic pigments and decrease lipid peroxidation in soil grown cilantro (*Coriandrum sativum*). *Plant physiology and biochemistry*, 132: 120-127.
- Rahmani, N., Radjabian, T., and Soltani, B. M. (2020). Impacts of foliar exposure to multi-walled carbon nanotubes on physiological and molecular traits of *Salvia verticillata* L., as a medicinal plant. *Plant Physiology and Biochemistry*, 150: 27-38.
- Rizwan, M., Ali, S., Ali, B., Adrees, M., Arshad, M., Hussain, A., ur Rehman, M.Z. and Waris, A.A. (2019). Zinc and iron oxide nanoparticles improved the plant growth and reduced the oxidative stress and cadmium concentration in wheat. *Chemosphere*, 214: 269-277.
- Septembre-Malaterre, A., Lalarizo Rakoto, M., Marodon, C., Bedoui, Y., Nakab, J., Simon, E., Hoarau, L., Savriama, S., Strasberg, D., Guiraud, P. and Selambarom, J., 2020. *Artemisia annua*, a traditional plant brought to light. *International journal of molecular sciences*, 21(14): 1-34.
- Shakya, A.K., 2016. Medicinal plants: Future source of new drugs. *International journal of herbal medicine*, 4(4): 59-64.
- Younes, N. A., Dawood, M. F., and Wardany, A. A. (2019). Biosafety assessment of graphene nanosheets on leaf ultrastructure, physiological and yield traits of *Capsicum annuum* L. and *Solanum melongena* L. *Chemosphere*, 228: 318-327.



بررسی داکینگ مولکولی اثر دو ترکیب گیاهی *Trans-anethole* و *p-cuminaldehyde* بر روی دو باکتری سودوموناس آئروژینوزا و اسیتوباکتر بومانی

مهدی رضوردی نژاد^۱ جاوید تقی نژاد^{۱*}

^۱ گروه میکروبیولوژی، دانشکده دامپزشکی، دانشگاه ارومیه، ارومیه، ایران

نویسنده مسئول: (jataghinejad@gmail.com)

چکیده

از پیدایش بشر روی سطح کره زمین و شیوع بیماری های مهلک، بشر با پیش دربارہ رفع بیماری خود با کاربرد گیاهان توانست پنجره جدیدی از درمان را کشف و وارد زندگی خویش کند. هدف از مطالعه حاضر بررسی داکینگ مولکولی دو ترکیب گیاهی *Trans-anethole* و *p-cuminaldehyde* بر روی دو باکتری گرم منفی سودوموناس آئروژینوزا و اسیتوباکتر بومانی می باشد. در این مطالعه برای بررسی نحوه اتصال ترکیبات به جایگاه فعال آنزیم ترسیم ساختار شیمیایی ترکیبات بهینه سازی انرژی مطالعات داکینگ، تجزیه و تحلیل نهایی به ترتیب از سرور آنالین H-Dock و نرم افزار های Pdb Sum Generate و سرور Chimera، Hyperchem، Discovery استفاده شد. ترکیبات مورد مطالعه قادر به اشغال جایگاه فعال آنزیم می باشند و سطح انرژی اتصال در ترکیب *p-cuminaldehyde* به مقدار -95.86 و سطح انرژی اتصال در *Trans-anethole* به مقدار -93.65 در سودوموناس آئروژینوزا بوده و سطح انرژی اتصال در ترکیب *p-cuminaldehyde* به مقدار -86.70 و سطح انرژی اتصال در *Trans-anethole* به مقدار -81.69 در اسیتوباکتر بومانی مشاهده گردید. این مطالعه نشان داد که ترکیب *Trans-anethole* برای هر دو باکتری موثر بوده و می تواند درمان مناسبی باشد.

واژگان کلیدی: داکینگ مولکولی، ترکیب موثره گیاهی، سودوموناس آئروژینوزا، اسیتوباکتر بومانی



۱. مقدمه

سودوموناس ها باسیل های گرم منفی، هوازی یا بی هوازی اختیاری با اندازه متوسط و از نظر نوع تغذیه متفاوت می باشند. آنها با داشتن یک یا چند تارک قطبی متحرک بوده، کاتالاز و اکسیداز مثبت داشته و بعضی از گونه ها رنگدانه محلول در آب تولید می کنند (Taghinejad, Hosseinzadeh, Molayi Kohneshahri, & Javan Jasor, 2017). این ارگانیسم ها آزاد زی بوده و به طور وسیع در خاک و آب یافت می گردند. سودوموناس آئروژینوزا از نظر ایجاد بیماری در انسان و حیوان اهمیت قابل ملاحظه ای دارد. زیستگاه طبیعی این میکروارگانیسم در آب، خاک و گیاهان در حال فساد بوده و موجب طیف وسیعی از عفونت ها می گردد. سودوموناس آئروژینوزا همچنین ممکن است بر روی پوست و غشاهای مخاطی و مدفوع یافت شود (Carter & Cole Jr, 2012).

سودوموناس آئروژینوزا به طور وسیعی در طبیعت انتشار دارد و به طور شایع در محیط های مرطوب در بیمارستان ها وجود دارد. با اینکه سودوموناس آئروژینوزا جزء میکروبیوم طبیعی بدن انسان نیست اما می تواند در قسمت های مختلف بدن انسان مثل غشاهای مخاطی، مجاری تنفسی و مجرای گوارش کلونیزه شود. این باکتری در انسان موجب عفونت های ادراری، ریوی، زخم، سوختگی، پوست، گوش میانی و مننژیت نیز می شود (Melter & Castelhana, 2019).

حیوانات حساس در مقابل سودوموناس آئروژینوزا شامل: اسب، گاو، سگ و گربه، طیور، مینک و گوسفند می باشد. در اغلب حیوانات موجب عفونت های زخم، تشکیل آبسه، اسهال، عفونت های گوش و عفونت های ادراری می شود و از لحاظ دامپزشکی حائز اهمیت می باشد (Carter & Cole Jr, 2012).

در دهه های گذشته /سینتوباکتر بومانی به عنوان پاتوژن مهم بیمارستانی در سطح جهان ظاهر شده است. اهمیت بالینی آن با توجه به مکانیسم مقاومت دارویی که کسب کرده است، اهمیت بالایی دارد که این ارگانیسم را به یکی از موفق ترین باکتری مقاوم به چند دارو تبدیل کرده است. مقاومت دارویی به عنوان یک پدیده مهم و محرک با افزایش هزینه ها برای سیستم های مراقبت های بهداشتی در سراسر جهان ظاهر شده است. در سال های اخیر به دلیل طولانی مدت بستری شدن و درمان، با عوارض مرگ و میر و افزایش هزینه ها مرتبط بود (Rafighi & Taghinejad, 2022).



اسیتوباکتر بومانی متعلق به خانواده موراکسلا بوده و یک باکتری گرم منفی است که به طور عمده باعث عفونت های بیمارستانی می شود. این عفونت ها متنوع هستند و ممکن است شامل: پنومونی اکتسابی و مرتبط یا ونتیلاتور، عفونت های دستگاه ادراری، مننژیت، باکتری، عفونت های گوارشی، پوست و زخم شود (Rafighi & Anzabi, 2024).

امروزه مقاومت آنتی بیوتیکی میکروگانیسم ها به یک چالش مهم جهانی تبدیل شده است و یکی از معضلات بهداشتی و درمانی در درمان عفونت های ناشی از باکتری ها می باشد. با توجه به اینکه سویه های مقاوم به آنتی بیوتیک در انواع باکتری ها رو به افزایش می باشد، لذا انتخاب آنتی بیوتیک مناسب در درمان عفونت های ناشی از باکتری های MDR و XDR بسیار ضروری است. بنابراین بعد از جداسازی و شناسایی نوع باکتری از نمونه های بالینی، انجام آزمون آنتی بیوگرام ضروری می باشد (Taghinejad, Barati, & Sadeghi, 2018). با توجه به مقاومت چند دارویی در هر دو باکتری گرم منفی سودوموناس آئروژینوزا و اسیتوباکتر بومانی، مطالعه ای را بصورت بیوانفورماتیکی برای ارزیابی ماده های موثره گیاهی بر روی این باکتری را طراحی کنیم که هدف از این مطالعه بررسی داکینگ مولکولی دو ترکیب گیاهی *p-cuminaldehyde* و *Trans-anethole* برای این باکتری می باشد.

۲. مواد و روش ها

۲-۱. روش تحقیق

در این مطالعه از سرور H Dock برای انجام داکینگ مولکولی استفاده شد. بدین منظور فایل لیگاند و پروتئین در سایت آپلود و نتیجه داکینگ مشاهده شد. در این پژوهش، ترکیباتی با خاصیت دارویی مورد بررسی قرار گرفت. ساختار ترکیبات مورد نظر از سایت <http://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov> بدست آمد. ساختار کریستالی مناسب آنزیم حاوی بخش کاتالیتیکی مرکزی از سایت <https://www.rcsb.org/pdb> انتخاب و دانلود گردید.

۲-۲. آماده کردن لیگاند و پروتئین برای داکینگ

ساختار دوبعدی لیگاند های مورد نظر توسط برنامه Hyperchem ترسیم شد و سپس توسط همین نرم افزار از نظر انرژی بهینه شد. در مرحله بعد ساختارهای اضافی آنزیم شامل آب ها و بخش های غیرپروتئینی با استفاده از نرم افزار Discovery حذف و بعد از آن، توسط برنامه Chimera کاملاً بهینه و آماده ی داکینگ مولکولی شد. فایل پروتئین و فایل لیگاند مورد مطالعه در سرور H Dock بارگذاری و سابمیت گردید. در مرحله بعدی، ۱۰ تا مدل برتر داکینگ مولکولی را دانلود و مدلی که انرژی اتصال منفی تری داشته را کاملاً بررسی می شود.



۲-۳. مشاهده و آنالیز نتایج داکینگ

پس از انجام عملیات داکینگ، نتایج شامل Most favoured regions و Disallowed regions، انرژی اتصال لیگاندها، انواع برهم کنش های لیگاند با پروتئین شامل برهم کنش های هیدروژنی، برهم کنش های هیدروفوبی، انواع برهم کنش های عدد پی، برهم کنش با یون های مس موجود در جایگاه فعال آنزیم و سایر موارد قابل مشاهده و تجزیه و تحلیل هستند. به منظور دستیابی به اطلاعات مذکور، از نرم افزار Discovery و دو سرور Pdb Sum Generate, HDock استفاده شد. آنزیمی که از سایت PDB دانلود کرده با برنامه Discovery باز می شود. پتل را باز و Hetatm ها را کات می کنیم تا قسمت های غیر pr حذف بعد بجز زنجیره اصلی باقی زنجیره ها را حذف می شود. تنها زنجیره اصلی و قسمت های pr باید باقی بمانند سپس فایل را با پسوند pro1.pdb با فرمت protein data bank ذخیره می کنیم.

۲-۴. آنالیز نتایج داکینگ

۱۰ تا مدلی که انرژی هایی از همه منفی تر و نتیجه داکینگ بود را دانلود کرده و مدل اول که انرژی آن از همه منفی تر هست را انتخاب می کنیم و با برنامه Discovery بررسی کنیم. پتل را از گوشه سمت چپ باز و می خواهیم بررسی کنیم که ترکیب هایی که داریم با آنزیمی که داکینگ کردیم و در جایگاه فعال آنزیم قرار گرفته آیا داروی خوبی هست یا نه یا اصلا دارو حساب می شود؟ آنزیم را مهار کرده یا خیر؟ برای این کار: $\text{manitor H-band} \leftarrow \text{structure} \leftarrow \text{ligand}$ انجام داده و در اینجا کل پیوندهای هیدروژنی که در جایگاه فعال آنزیم پیوند داده برای ما نشان می دهد که ممکنه پیوند زیاد باشد یا ممکنه اصلا پیوندی نداشته باشد، هر چند پیوند بیشتر باشد می توانیم نظر دهیم که ترکیب خوبی هست.

۲-۵. روند آماده سازی آنزیم

ابتدا باید یک فایل با اسم نمونه ای که داریم با آن کار می کنیم در دسکتاپ ایجاد می کنیم که این فایل حاوی آنزیمی است که از سایت PDB دانلود کردیم، فایل آنزیمی که با برنامه Discovery آماده و ترکیباتی که با هایپرکم آماده می کنیم.

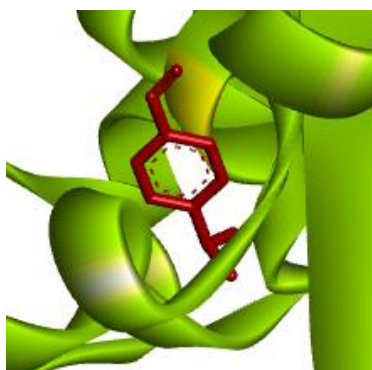
۲-۶. آماده سازی آنزیم با برنامه کایمرا

از گزینه File گزینه open را انتخاب می کنیم و فایلی که درست کردیم را باز می کنیم که شامل آنزیمی که از سایت PDB دانلود کردیم، فایل آنزیمی که با برنامه Discovery و ترکیباتی که با هایپرکم آماده کرده ایم می باشد. آنزیمی که با

برنامه Discovery آماده کردیم به اسم pro.pdb بوده را انتخاب می کنیم. از گزینه: Select←Residue استاندارد و بدون آن را بررسی می کنیم. از گزینه: Dock prep←structure Editing←Tool و در این قسمت همه فرضیه ها را قبول می کنیم و در همه مراحل پیش فرض ها را انتخاب و در همه بخش های بعدی همین کار را انجام می دهیم. structure←Tool minimize← minimize structur←Editing و منتظر مانده تا کاملاً بهینه شود. از قسمت save←file با فرمت pdb را سیو می کنیم.

۳. نتایج

در شکل های زیر نتایج بررسی نرم افزار Discovery studio پس از عملیات داکینگ نشان داده شده است. شکل ۱- *p-cuminaldehyde* را نشان می دهد که با جایگاه فعال آنزیم اینترکشن هیدروژنی نداشته است و سطح انرژی اتصال -95.86 می باشد. شکل ۲ *Trans-anethole* را نشان می دهد که با داکینگ در جایگاه فعال آنزیم قرار گرفته و با آمینواسید ASN314 در تشکیل پیوند هیدروژنی شرکت می کند و سطح انرژی اتصال -93.65 است. ترکیب *p-cuminaldehyde* بدون پیوند هیدروژنی با آنزیم بتالاکتاماز در جایگاه فعال آنزیم بوده و ترکیب *Trans-anethole* دارای ۲ پیوند هیدروژنی با آنزیم بتالاکتاماز در جایگاه فعال آنزیم است. از بین این ترکیبات *Trans-anethole* بهترین ترکیب مهار برای آنزیم بتالاکتامازی در سودوموناس آئروژینوزا می باشد.



شکل ۱: *P-cuminaldehyde* را در سودوموناس آئروژینوزا نشان می دهد.



شکل ۲: *Trans-anethole* را در سودوموناس آئروژینوزا نشان می دهد

شکل ۳ *p-cuminaldehyde* را نشان می دهد که با جایگاه فعال آنزیم اینترکشن هیدروژنی نداشته است و سطح انرژی

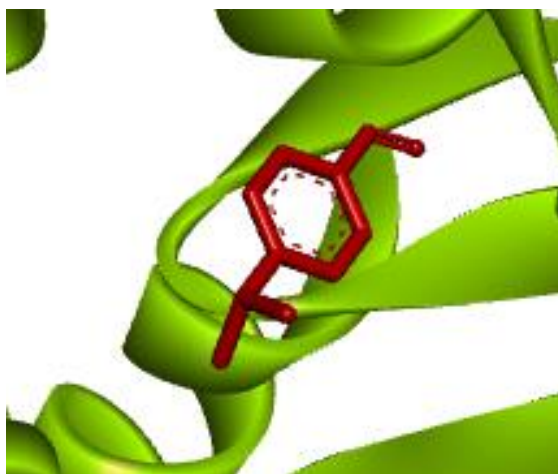
اتصال ۸۶.۷۰- می باشد. شکل ۲ *Trans-anethole* را نشان می دهد که با داکینگ در جایگاه فعال آنزیم قرار گرفته و با

آمینواسیدهای ASN344, SER316, THR314 در تشکیل پیوند هیدروژنی شرکت می کند و سطح انرژی اتصال ۸۱.۶۹-

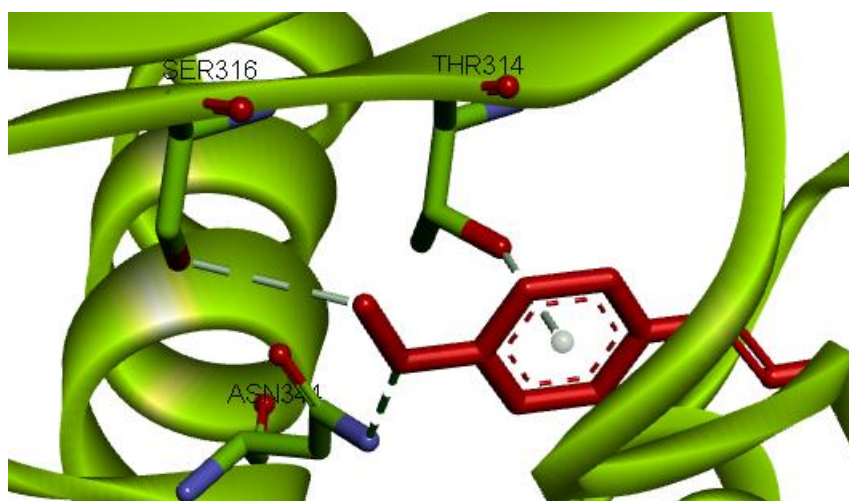
می باشد. ترکیب *p-cuminaldehyde* بدون پیوند هیدروژنی با آنزیم بتالاکتاماز در جایگاه فعال آنزیم بوده و ترکیب *Trans*

-anethole دارای ۳ پیوند هیدروژنی با آنزیم بتالاکتاماز در جایگاه فعال آنزیم است. از بین این ترکیبات *Trans-anethole*

بهترین ترکیب مهاری برای آنزیم بتالاکتامازی /سینتوباکتر بومانی می باشد.



شکل ۳ *P-cuminaldehyde* را در /سینتوباکتر بومانی نشان می دهد.



شکل ۴: *Trans-anethole* را در اسیتوباکتر بومانی نشان می دهد.

۴. بحث و نتیجه گیری

مطالعه بیوانفورماتیکی میرزائی و همکاران با بررسی بیوانفورماتیکی اثر ترکیبات آلکالوئید، فلاونوئید، فنل و ترپن در مهار آنزیم بتالاکتامازی نشان داد که هر چهار ترکیب به جایگاه فعال آنزیم متصل و موجب مهار این آنزیم می شوند. نتایج داکینگ مولکولی مشخص کرد که قوی ترین ترکیب، فلاونوئید با ۶ پیوند هیدروژنی به آنزیم بتالاکتاماز در جایگاه فعال آنزیم متصل شد و ضعیف ترین ترکیب آلکالوئید با یک پیوند هیدروژنی به جایگاه فعال آنزیم بتالاکتامازی متصل شده بود. نتایج مطالعه حاضر نشان داد که از بین دو ترکیب مورد بررسی، ترکیب *Trans-anethole* با ایجاد ۳ پیوند هیدروژنی در مهار آنزیم بتالاکتامازی تولید شده توسط *اسیتوباکتر بومانی* نقش موثرتری را نشان داد و همچنین در مهار آنزیم بتالاکتامازی تولید شده توسط *سودوموناس آئروژینوزا* با ایجاد ۲ پیوند موثر واقع شد (Mirzaei et al, 2024).

نتایج داکینگ مولکولی در مطالعه شهبازی و موسوی نشان داد که ترکیبات زایلیتون، بنزوئیک اسید، کاتچین، هپتانول، کلرگزیدین و آلیسین به جایگاه فعال آنزیم گلوکوزیل ترانسفراز متصل و موجب مهار این آنزیم می شوند. زایلیتون دارای ۸ پیوند هیدروژنی با آنزیم گلوکوزیل ترانسفراز در جایگاه فعال آنزیم است و ترکیب بسیار خوبی می باشد. بنزوئیک اسید دارای ۳ پیوند هیدروژنی با آنزیم گلوکوزیل ترانسفراز در جایگاه فعال آنزیم است و همچنین دیگر ترکیبات مورد بررسی از جمله کاتچین دارای ۶ پیوند هیدروژنی با آنزیم گلوکوزیل ترانسفراز در جایگاه فعال آنزیم است و هپتانول دارای ۲ پیوند هیدروژنی با آنزیم گلوکوزیل ترانسفراز در جایگاه فعال آنزیم می باشد. نتایج مطالعه حاضر نشان داد که از بین دو ترکیب مورد بررسی، ترکیب *Trans-anethole* با ایجاد ۳ پیوند هیدروژنی در مهار آنزیم بتالاکتامازی تولید شده توسط *اسیتوباکتر بومانی* نقش

موثرتری را نشان داد و همچنین در مهار آنزیم بتالاکتامازی تولید شده توسط سودوموناس آئروژینوزا با ایجاد ۲ پیوند موثر واقع شد (Shahbazi & Mosavi, 2023).

نتایج داکینگ مولکولی نشان داد که دو ترکیب گیاهی مورد مطالعه، *Trans-anethole* و *p-cuminaldehyde*، پتانسیل بالایی در برهم کنش با آنزیم های کلیدی هر دو باکتری سودوموناس آئروژینوزا و اسیتوباکتر بومانی دارند. بررسی انرژی اتصال نشان داد که این ترکیبات قادر به مهار جایگاه فعال آنزیم ها بوده و به طور بالقوه می توانند به عنوان کاندیدای دارویی جدید برای مقابله با باکتری های مقاوم به چند دارو (MDR) در نظر گرفته شوند. برهم کنش های هیدروژنی و هیدروفوبی مشاهده شده در این مطالعه، نشان دهنده تمایل قوی این ترکیبات به آنزیم های هدف و امکان طراحی داروهایی با بهبود فعالیت بیولوژیکی است. علاوه بر تأثیر بالقوه ترکیبات *Trans-anethole* و *p-cuminaldehyde* در مهار باکتری های مقاوم به چند دارو، این مطالعه روش های بیوانفورماتیکی را به عنوان ابزاری کارآمد برای ارزیابی اولیه ترکیبات دارویی معرفی می کند. استفاده از داکینگ مولکولی، نه تنها زمان و هزینه تحقیقات را کاهش می دهد، بلکه امکان غربالگری سریع تعداد زیادی از ترکیبات را نیز فراهم می کند. از سوی دیگر، اهمیت استفاده از ترکیبات طبیعی در طراحی داروهای نوین، به دلیل در دسترس بودن، هزینه پایین تر و عوارض جانبی کمتر، بیش از پیش نمایان می شود. نتایج این تحقیق نشان می دهد که رویکردهای ترکیبی شامل بیوانفورماتیک و آزمایش های تجربی می تواند به کشف راه حل های نوآورانه در مقابله با مقاومت دارویی کمک کند. پیشنهاد می شود که در ادامه این پژوهش، مطالعات ساختاری دقیق تر و همچنین آزمایش های *in vitro* و *in vivo* برای بررسی مکانیزم دقیق عملکرد این ترکیبات انجام شود. این اقدامات می تواند گامی مؤثر در جهت توسعه داروهای طبیعی جدید برای مقابله با بحران جهانی مقاومت آنتی بیوتیکی باشد.

منابع

- Carter, G. R., & Cole Jr, J. R. (2012). *Diagnostic procedure in veterinary bacteriology and mycology*: Academic Press.
- Melter, O., & Castelhana, R. (2019). *The MicroBook: Clinical Microbiology for Medical Students*: Charles University in Prague, Karolinum Press.
- Mirzaei F, Rezavardinejad M, Taghinejad J, Mirzaei H. (2024). Bioinformatic study of the effect of alkaloid, flavonoid, fenol and terpene compounds in beta-lactamase enzyme inhibition. The 11th National Conference of Modern Studies and Researches in the Field of Biology and Natural Sciences of Iran, Tehran.

Rafighi, D., & Anzabi, Y. (2024). Frequency of OXA-48 and OXA-23 Genes in Strains Resistant to Cephalosporins and Carbapenem Antibiotics in *Acinetobacter baumannii* Isolated from One of the Public Hospitals in Tabriz, Iran. *journal of medical council of islamic republic of iran*, 42(3), 22-31. doi: 10.22034/42.3.22

Rafighi, D., & Taghinejad, J. (2022). Review on Pathogenicity and Drug-Resistance Mechanisms at *Acinetobacter Baumannii*. *Paramedical Sciences and Military Health*, 17(3), 65-75 .

Shahbazi F, Mousavi S. (2023). Bioinformatics study of the effects of xyliton, benzoic acid, catechin, heptanone, chlorhexidine and allicin compounds in inhibiting glucosyltransferase enzyme in order to treat dental caries. The 9th National Conference of Modern Studies and Researches in the Field of Biology and Natural Sciences of Iran, Tehran.

Taghinejad ,J., Barati, B., & Sadeghi, A. (2018). A study of the drug resistance pattern of Group B *Streptococcus* isolated from urinary samples in the city of Salmas during the year 2015. *New Cellular and Molecular Biotechnology Journal*, 8(30), 79-84 .

Taghinejad, J ., Hosseinzadeh, M., Molayi Kohneshahri, S., & Javan Jasor, V. (2017). *Pseudomonas aeruginosa*: A biological review. *Laboratory and Diagnosis*, 8(34), 67-82 .

مروری بر گونه‌ی دارویی افدرای رونده (*Ephedra foliata* Boiss.) در ایران

محمدجواد عمادی^{۱*} و غلامعباس قنبریان^۲

^{۱*} گروه حکمرانی کشاورزی و منابع طبیعی، دانشکده حکمرانی، دانشگاه تهران، تهران (mj.emadi@ut.ac.ir)

^۲ بخش مهندسی منابع طبیعی و محیط زیست، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شیراز، شیراز

چکیده

افدرای رونده، یکی از گونه‌های گیاهی کمتر شناخته شده در ایران است که کاربردهای دارویی، علوفه‌ای و حفاظتی فراوانی دارد. این گونه به دلیل داشتن آلکالوئیدهای منحصر به فردی مانند افدرین، پسدوافدرین و اسید کینورنیک می‌تواند نقشی مؤثر در تأمین نیازهای دارویی کشور ایفا کند. افدرای رونده معمولاً در رشته کوه‌های زاگرس و مناطق استپی کشور می‌روید و در شرایط آب و هوایی مختلف از گرمسیری تا خشک بیابانی و در انواع خاک‌ها رشد می‌کند، اما مناطق کوهستانی و صخره‌ای را بیش‌تر ترجیح می‌دهد. به لحاظ اقتصادی، گیاه افدرای نه تنها به عنوان یک منبع دارویی قابل استفاده است بلکه از آن به عنوان پوشش گیاهی در فضای سبز نیز می‌توان استفاده کرد. از نظر بوم شناختی، افدرای در حفاظت از خاک، کنترل فرسایش و به عنوان منبع غذایی برای حیات وحش اهمیت دارد. در دانش بومی، از ترکیبات دارویی استخراج شده از این گونه برای درمان بیماری‌هایی همچون برونشیت، آسم، سرماخوردگی و بهبود جراحات استفاده می‌شود که با مقایسه دوز مؤثر مصرف سایر گونه‌ها با میزان آلکالوئیدهای موجود در این گونه به طور میانگین دوز مؤثر مصرف روزانه این گونه بین ۷۵ تا ۳۷۵ گرم می‌باشد. به علت اهمیت دارویی، بوم‌شناختی و محیط زیستی این گیاه، لازم است تدابیری برای حفاظت از رویشگاه‌های طبیعی آن اتخاذ شود. همچنین، به منظور کاهش فشار بر عرصه‌های مرتعی، پیشنهاد می‌شود که مناطق مناسبی برای کشت و پرورش این گونه انتخاب و تخصیص داده شود تا امکان بهره‌برداری پایدار در بلندمدت تضمین گردد.

واژگان کلیدی: افدرای رونده، افدرین، التیام زخم، گیاه دارویی



۱. مقدمه

جنس افدرا (ارمک) از خانواده Ephedraceae متعلق به رده گنتوم تباران، معمولاً گیاهانی دو پایه و کمتر به صورت تک پایه به صورت درختچه ای رونده، راست یا برافراشته با ساقه های فتوسنتز کننده، برگ ها اغلب خزان کننده، متقابل یا فراهم، و از قاعده به یکدیگر متصل می باشند (Simpson, 1953). گل های نر بصورت مخروط مرکب محوری، هر مخروط دارای ۲ الی ۸ جفت برگه متقابل دو برگه اولی عقیم و مابقی دارای یک گل نر و هر گل متشکل از دو گلپوش. مخروط گل های ماده بلند و نوک تیز، فراهم و سه الی چهار تایی بر روی هر بند (مظفریان، ۱۳۷۹).

افزون تر از ۶۰ گونه ای جنس افدرا در اقلیم های مختلف زمین گسترش یافته اند و ده گونه ای آن در اغلب مناطق ایران پراکنده شده اند (اسدی، ۱۳۷۶). از کاربرد های جنس افدرا در ایران می توان به حفاظت خاک، چرای دام (ارزانی، ۱۳۷۹)، صنایع دارویی و همچنین طراحی منظر (Kruckeberg et al., 1996) اشاره کرد.

۱-۱. گیاه شناسی افدرای رونده

افدرای رونده (*Ephedra foliata* Boiss) که به نام هایی همچون علندی ورقیه، هوم، ریش بز و ارمک بالارونده شناخته می شود، درختچه ای است با ساقه های خوابیده و یا رونده که در برخی موارد تا ارتفاع ۵ متر رشد می کند. شاخه های جوان آن خطدار به قطر ۳ میلی متر و طول میان گره های آن به ۸ سانتی متر می رسد. برگ های آن باریک به طول ۶ میلی متر و برگه های داخل آن گوشتی می باشد (ثابتی، ۱۳۸۷).

پراکنش این گونه در شمال و شمال شرقی آفریقا، شبه جزیره عربستان، سوریه، عراق، ایران، افغانستان، پاکستان، هند، ترکمنستان، تاجیکستان و ازبکستان می باشد (Drabyshe, 2015).

چهار واریته از این گونه وجود دارد که از این میان، دو واریته در ایران پراکنش دارند که شامل *Ephedra foliata* var. *aitchisoni* Stapf., *Ephedra foliata* var. *ciliata* Stapf., *Ephedra foliata* var. *polylepis* Stapf., *Ephedra foliata* var. *schrenkii* Stapf می باشد (قهرمان، ۱۳۹۱).

واریته ریش بز یا علی جونک (*E. foliata* Boiss. var. *ciliata*) بیشتر در مناطق جنوبی ایران با ارتفاع پایین تر در استان های سیستان و بلوچستان، فارس (مرودشت، شیراز، کازرون، نیریز و...)، خوزستان، هرمزگان، خراسان و همچنین ارتفاعات البرز بین قزوین و لنگرود رویش دارد. در این واریته، شاخه ها باریک و به قطر ۱ میلی متر، گل های نر و ماده انبوه نیست و پدیکول گل نرم و باریک می باشد (ثابتی، ۱۳۸۷).

واریته ارمک رونده تنگ پیرزالی (*E. foliata* Boiss. var. *polylepis*) (مظفریان، ۱۳۷۵) دارای محدوده پراکنش در استان های فارس، کهکیلویه و بویر احمد، چهارمحال و بختیاری، لرستان، کرمان، یزد، ورامین، سمنان و خراسان است. این واریته پهن و خزنده با شاخه های بلند و قطورتر از سایر واریته ها و برگ های آن باریک و گل های انبوه و پدیکول آن قطور می باشد (ثابتی، ۱۳۸۷).



۲-۱. بومشناسی

افدرای رونده در مناطق صخره‌ای در ارتفاع بین ۸۰۰ الی ۱۸۰۰ متر در طیف وسیعی از خاک های قلیایی رشد می‌کند. مقاومت بالایی به خاک‌های آهکی و گچی نیز دارد و کمتر در خاک‌های شنی رشد می‌کند (Nowak et al., 2020). این گونه در نواحی خشک و نیمه خشک مناطق معتدل تا گرمسیری یافت می‌شود (Freitag and Maier-Stolte, 2003) و اغلب بر روی صخره‌هایی که منابع آبی مناسبی داشته باشند رشد می‌کند (Mehrnia and Hosseini, 2021). از طریق ریزوم به سرعت پراکنده می‌شود و از طریق بذرهایی با قوه نامیه بالا و بدون نیاز به تیمار به راحتی تکثیر می‌شود (Dhiman et al., 2010). به صورت بوته‌ای یا دارزی^۱ با آویزان شدن از صخره‌ها می‌تواند خاک را در برابر فرسایش حفظ کند (Singh and Arora, 1994) و این گونه در بسیاری از مناطق به عنوان گیاه همراه در زیر تاج پوشش گونه‌های درختی با تاج پوشش گسترده یافت می‌شود و به عنوان گیاه پرستار^۲ با حفاظت از نهال‌های این گونه‌ها تا استقرار آنها در مراحل نخست رویش نقش مهمی ایفا می‌کند (دمی‌زاده و همکاران، ۱۳۸۸). خوشخوراکی این گونه نسبت به سایر گونه‌های علوفه‌ای کمتر است ولی در صورت کاهش گونه‌های خوشخوراک، مورد چرای دام واقع می‌شود که در مصارف با مقدار زیاد به دلیل وجود آلکالوئیدها برای دام سمی می‌باشد (ارزانی و همکاران، ۱۳۷۹) همچنین این گیاه در مناطق خشک مورد چرای شتر واقع می‌شود (Abdel Bari, 2005). میوه‌های گوشتی افدرای رونده مورد استفاده پرندگان قرار می‌گیرد (Elhadeef et al., 2020) و می‌تواند به عنوان مکانی مناسب برای لانه‌گزینی پرندگان، در میان بوته‌های انبوه، باشد. همچنین طبق نتایج پژوهش‌های پیشین، وجود این گونه در اکوسیستم به دلیل داشتن اندام چوبی هوایی و زیر زمینی نقش مؤثری در ترسیب کربن دارد (روستا و همکاران، ۱۳۸۹). وضعیت بقای این گونه در برخی نواحی بخصوص چین در معرض خطر انقراض است (Jiang et al., 2017) ولی مدل‌سازی‌های صورت گرفته نشان می‌دهد در ادامه گرمایش جهانی، پراکنش این گونه در نواحی که سابقاً سردتر بودند بیشتر خواهد شد (Rather et al., 2021).

۲. مواد و روش‌ها

۲-۱. روش تحقیق

این تحقیق به صورت کتابخانه‌ای و بر اساس مرور منابع خارجی و داخلی، مطالعات میدانی و آزمایشگاهی مفصلی که بر روی جنس افدرای و به طور خاص گونه‌ی *Ephedra foliate* Boiss. یا افدرای رونده انجام شده صورت گرفته است. در ابتدا منابع معتبر اطلاعاتی مانند سایت‌های Sciencedirect.com، Springer.com و Pubmed کلید واژه‌های مناسب از قبیل نام علمی گونه، ترکیبات شیمیایی، خواص درمانی، پراکنش جغرافیایی گونه مورد جستجو قرار گرفت. سپس با اعمال فیلترهای مناسب دامنه جستجو محدود و در نهایت مناسب‌ترین و مرتبط‌ترین مقالات دانلود شدند. از طرف دیگر بانک‌های

¹ Epiphyte² Nurse plant



اطلاعاتی فارسی معتبر مانند SID.ir نیز مورد جستجوی مشابه قرار گرفت و مقالات فارسی یا انگلیسی منتشر شده در نشریات داخلی مورد کاوش قرار گرفتند. ضمن مطالعه مجموعه مقالات مرتبط، مهمترین نکات علمی مربوط به جنس و گونه مورد مطالعه استخراج و خلاصه نویسی شد. سپس دسته‌بندی محتوا انجام شده با مراجعه به منابع تکمیلی نظیر فلورهای گیاهی مشخصات گیاه‌شناسی، پراکنش در ایران و سرشت بوم‌شناسی گونه استخراج گردید. در نهایت با طبقه‌بندی و تحلیل مطالب استخراج شده از ۹۹ منبع خارجی و ۱۱ منبع داخلی، فهرست‌بندی مناسب انجام و مقاله حاضر بر اساس فرمت پیشنهادی کنفرانس تنظیم گردید.

۳. نتایج

۳-۱. گیاه مردم شناسی (اتنوبتانی)

در دین زردشت هنوما یا هوم نامی است که به گیاه‌ی زرد رنگ اطلاق می‌شود و از نوشیدنی این گیاه در مراسم مذهبی استفاده می‌شده است و زرتشت از هوم به عنوان پسر اهوره‌مزدا یاد کرده است (تیتز، ۱۳۹۸). همچنین اشاره شده است که هوم می‌تواند تضمین بخش سلامتی، باروری، نکاح دختران و جاودانگی باشد (Britannica, 2019). برخی عشایر از این گیاه با نام ریش بز یا همیشه-همراه یاد می‌کنند و در مواقع کوچ به عنوان داروی نفس تنگی و سرماخوردگی به صورت جوشانده یا خام از اندام‌های هوایی گیاه استفاده می‌کنند. در کشور قطر از افدرای رونده در درمان سرماخوردگی، آسم و حساسیت فصلی استفاده می‌کنند. از جوشانده این گیاه نیز در دباغی استفاده می‌شود و همچنین به عنوان علوفه شتر کاربرد دارد (Norton et al., 2009).

میوه‌های افدرای رونده در مناطق خشک مانند بیابان تار در هندوستان در زمان کمبود به عنوان ماده غذایی استفاده می‌شوند. در واقع میوه‌های این گیاه می‌توانند بدون از دست دادن ترکیبات‌شان برای مدت طولانی خشک و نگهداری شوند (Lodh et al., 2014).

۳-۲. گیاه‌شیمی

عمده ترکیبات مهم مشترک در جنس افدرا شامل افدرین (Ephedrine-) است که مهم‌ترین ترکیب در این جنس می‌باشد. پسدوافدرین (Pseudoephedrine+) و سایر مشتقات افدرین شامل متیل افدرین (N-Methylephedrine)، نورافدرین (Norephedrine-)، متیل پسدوافدرین (N-Methylpseudoephedrine). دسته دوم ترکیبات غیر افدرینی و آمینی شامل: افدرادین (Ephedradine A and B)، مائوکنین (Maokonine)، کینورنیک اسید (2-hydroxyquinoline)، 4-carboxylic acid، متیل بنزیل آمین (N-methylbenzylamine)، تترامتیل پیرازین (Tertmethylpyrazine)، و 6-هیدرکسی کینورنیک اسید (6-hydroxykynurenic acid). سومین دسته از ترکیبات مهم غیر-آلکالوئیدی طبیعی افدرا شامل: فلاونول (Flavonol)‌هایی نظیر کائمفرول (Kaempferol)، هرباستین (Herbacetin)، کوئرتسین (Quercetin)، سینامیک اسید (Trans-cinnamic acid)، ویتکسین (Vitexin)، فلاوانول (Flavan-3-ol)‌ها و تانن‌ها (Tannoid)‌ها می‌باشند (Miao et al, 2020).

طبق مطالعات صورت گرفته بر روی افدرای رونده، مهم‌ترین ترکیبات بعد از افدرین، آلکالوئیدهای کینورنیک اسید و ۶-هیدروکسی کینورنیک اسید می‌باشد که در این گونه نسبت به سایر گونه‌ها بیشتر است (Khaleefa and Hamad, 2020).



لازم به ذکر است که افدرین این گونه نسبت به سایر گونه‌های دیگر از میزان کمتری برخوردار است (Minami et al., 2021). به طوری که گونه افدرماژور (*E. major* L.) با دارا بودن ۰/۸ الی ۱/۸ درصد DW^۱ بیشترین میزان آلکالوئید تام را در گونه‌های موجود در ایران دارد و افدرای رونده با دارا بودن ۰/۰۴ الی ۰/۲ درصد DW به طور معناداری کمترین میزان آلکالوئید تام را داراست (فاکریا، ۱۳۷۹).

۳-۳. اثرات دارویی افدرای رونده

۳-۳-۱. اثرات ضد باکتری، ضد قارچ و ضد ویروس

پژوهش‌های متعددی اثرات اثبات شده افدرای رونده را بر روی چندین گونه‌ی باکتری نظیر *Staphylococcus aureus*، *Staphylococcus epidermidis*، *Streptococcus mutans* (Chen, 1987)، *Streptococcus mutans* (Chen et al., 1989)، چندین گونه‌ی قارچ نظیر *Aspergillus niger* (Oh Bagheri-Gavkosh)، *Aspergillus parasiticus* (Mikaeili et al, 2015)، *Microsporum gypseum* (et al., 1996)، *Candida Albican* (et al., 2009)، *Bidad et al., 2023*) و بر روی چندین گونه‌ی ویروس نظیر: Poliovirus، Herpes simplex1 (Kurokawa et al., 1993) و COVID-19 (Gao et al., 2020) نشان می‌دهند.

۳-۳-۲. مهارکننده آنزیم مبدل آنژیوتانسین

به دلیل وجود ترکیبات تانن دار در عصاره گیاه افدر، توانایی مهار آنزیم مبدل آنژیوتانسین^۲ مشاهده می‌شود (Inokuchi et al., 1985). آنزیم مبدل آنژیوتانسین موجب گشاد شدن عروق در داخل بدن می‌شود (ضیایی و همکاران، ۱۳۸۸). مطالعات نشان داده‌اند که ترکیبات تانن دار تاثیر شدیدی بر کاهش فشار خون دارند (Inokuchi et al., 1986) که می‌تواند فشار خون پایه^۳ را در عرض ۱۰ دقیقه کاهش دهند. این ترکیبات به طور مستقیم نمی‌توانند بر آنزیم مبدل آنژیوتانسین تاثیر بگذارند (Liu et al., 2003). بلکه ترکیبات تانن دار با مهار تولید یا عملکرد آنزیم تبدیل کننده آنژیوتانسین در درمان فشار خون و تنگی نفس کاربرد دارند (Rinayanti et al, 2013).

۳-۳-۳. تحریک سیستم اعصاب مرکزی

افدرین و پرودوافدرین اصلی ترین ترکیب گیاه افدر می‌باشند که بر روی سیستم اعصاب مرکزی اثر می‌گذارند. این ترکیبات با اثر مقلد سمپاتیکی، به طور مستقیم گیرنده های آدرنرژیک در مغز را تحریک می‌کنند که با آزادسازی ناقل های عصبی همچون نوراپی نفرین و دوپامین همراه خواهند بود و باعث افزایش هوشیاری و سطح انرژی بدن می‌شود (Avois et al., 2006). استفاده بلند مدت یا دوز غیرمجاز از گیاه افدر موجب ایجاد حالت سرخوشی در افراد می‌شود (Capwell, 1995). همچنین افدرین به عنوان یک ماده روان گردان شناخته می‌شود و اثراتی مشابه ولی کمی ضعیف تر از آمفتامین دارد (Gurley et al., 2015) که می‌تواند باعث تشدید اختلال روان پریشی گردد (Kalix, 1991).

¹ Dry Weight

² Angiotensin-converting enzyme

³ basal blood pressure



۳-۳-۴. تحریک کننده مهاجرت ماکروفاژها

این نکته مشخص است که ماکروفاژها و مونوسیت‌ها در شروع و گسترش التهاب نقش دارند (Rankin, 1989). گیاه افدرا به طور مشخص با اثر بر روی ماکروفاژهای حفره‌ای^۱، اولین گروه ماکروفاژها که به محل التهاب مهاجرت می‌کنند، از طریق تحریک سلول به افزایش تولید گیرنده‌های کموکاین سطح سلول‌ها که از مسیر کانال‌های پتاسیمی می‌گذرد منجر به مهاجرت کموتاکسیک ماکروفاژها می‌شود (Yiping et al, 2017). افدرین از طریق تنظیم منفی تولید سیتوکینین‌های پیش-التهابی در ماکروفاژها، التهاب بیش از حد را کنترل می‌کند (Zheng et al, 2012) که منجر به تحرک ماکروفاژها می‌شود (Zhao et al., 2023) و کائمفرول از طریق کاهش پروتئین‌های کموکاین مونوسیت‌ها (Huwait, 2022) و جلوگیری از تمایز مونوسیت‌ها به سلول‌های شبه ماکروفاژ و مهار تولید سیتوکینین‌های التهابی می‌تواند اثر ضد التهابی خود را ایفا کند (Nam et al., 2017). همچنین با کاهش نفوذ ماکروفاژها به کلیه هنگام سپسیس در کاهش آسیب‌های حاد مربوط به سپسیس کلیه می‌تواند مؤثر واقع شود (Xu et al., 2023).

۳-۳-۵. مهار کننده آنزیم تیروزیناس

آنزیم تیروزیناس به صورت کاتالیزور در تولید ملانین نقش دارد (Chang, 2009). عصاره آبی گیاه افدرا دارای اثر ضد-تیروزیناس می‌باشد (Yung-Geun and Min-Seok, 2005) که با کاهش فعالیت آنزیم تیروزیناس و میزان ملانین موجب روشن تر شدن رنگ پوست می‌شود (Kim et al., 2006). ترکیبات موثر بر آنزیم تیروزیناس عموماً در ریشه گیاه افدرا یافت می‌شوند؛ این ترکیبات شامل افدرانین و فلاوانول‌ها هستند (Lv et al., 2020). افدرانین با جلوگیری از بیان ژن تیروزیناس باعث کاهش تولید ملانین در سلول‌های پوست حتی در سلول‌های درگیر ملانوما می‌گردد (Kim et al., 2015) و فلاوانول‌ها با جلوگیری از فرایند ملانین‌سازی با اثر بر روی آنزیم تیروزیناس باعث کاهش رنگدانه‌های پوست می‌شوند (Xiangna et al., 2020). همچنین طی تحقیقات صورت گرفته بر روی عصاره گونه‌ی *E. sinica* Stapf. فرآیند نانو کپسوله‌سازی با مواد خوراکی می‌تواند اثرات آنتی‌اکسیدانی و روشن‌کنندگی پوست را در عصاره این گیاه بهبود ببخشد (Jeong et al., 2009).

۳-۳-۶. مهار کننده زانتین-اکسیداز

کوئرستین یکی از ترکیبات فلاونولی موجود در گیاه افدرا می‌باشد (Maaiden et al., 2024) که با اتصال به زانتین اکسیداز و تغییر ساختار آنزیم منجر به اختلال عملکرد آنزیم می‌شود (Zhang et al., 2018). اختلال عملکرد زانتین اکسیداز با اثر کاتالیزوری در تبدیل زانتین و هیپوزانتین به اوریک‌اسید و سوپراکسیداز (Yoshizaki et al., 1996)، نقش تاثیر گذاری در بهبود نقرس و کاهش اثرات رادیکال‌های آزاد دارد (Myasainn et al., 2019).

۳-۳-۴. کاربردهای بالینی افداری رونده

۳-۴-۱. تسکین درد

¹ Alveolar Macrophage



بر اساس طب سنتی شرقی ترکیب عصاره افدرا با تعدادی از گونه های گیاهی، به دلیل خاصیت هم افزایی می توانند در تسکین درد موثر باشد (Kuraishi et al., 1990). در آزمایشات صورت گرفته از طریق تست فرمالین در موش، عصاره بدون ترکیبات افدرینی و عصاره با ترکیبات افدرینی تاثیرات مشابهی داشتند ولو اینکه استفاده از عصاره بدون ترکیبات افدرینی گیاه افدرا، مانند ترکیبات تانن دار و هرباستین که بیشترین نقش را در کاهش درد دارند، در داروسازی مطمئن تر می باشد (Hyuga et al., 2022).

۳-۴-۲. دارای اثرات پاداکساینده^۱

عصاره گیاه افدرا سرشار از مواد با خاصیت آنتی اکسیداتیو می باشد (Rustaiyan et al., 2011). عمده ترکیبات آنتی اکسیدانت موجود در عصاره گیاه افدرا (جنس افدرا)، ترکیبات فنولی، فلاونولی و فلاوانول ها می باشند (Huaming et al., 2011) که در گونه های مختلف میزان آنها متفاوت است (Kumar et al., 2024). به طور مشخص، آنتی اکسیدان ها بر روی سلول های سرطانی و تومورها تأثیر می گذارند که در نتیجه فراوان بودن خواص آنتی اکسیدانت این گیاه، در بهبود انواع مختلف سرطان و تومورها نقش مهمی دارد (Mendelsohn and Larrick, 2014). گیاه افدرا شامل هشت ترکیب فنولی می باشد (Tang et al., 2023) که ترکیبات فنولی عمدتاً به دلیل اثر بر روی فرایند های اکسایش-کاهش باعث می شوند به عنوان عواملی که باعث کاهش، دهنده های هیدروژن و غیر فعال کننده های اکسیژن یگانه شناخته شوند (Al-Rimawi et al., 2017). همچنین ترکیبات فلاونولی زیادی نظیر هرباستین، کائمفرول، روتین و کوئرستین در گیاه افدرا وجود دارد (Tao, 2011) که از طریق مکانیسم های مختلفی مانند فعال کردن آنزیم های آنتی اکسیداتیو درون زاء، پاکسازی مستقیم رادیکال های آزاد (Magalingam et al., 2013)، جلوگیری از اکسیداسیون لیوپروتنین های کم چگال (Tu et al., 2007) و جلوگیری از تولید سوپراکسیدازها (Ko et al., 2004) نقش آنتی اکسیداتیو خود را ایفا کنند (Zaater et al., 2024). فلاوانول ها نیز نقش مهمی در افزایش فعالیت مکانیزم های آنتی اکسیداتیو سلول، پاکسازی رادیکال های آزاد (Shah et al., 2010)، مهار آنزیم های پرواکسیداتیو^۲ و لیپواکسیژناز (Shao et al., 2003) و تنظیم واکنش های اکسایش-کاهش سلول دارند (Fraga et al., 2018) که فلاوانول های مهم گیاه افدرا شامل کاتچین (Catechin)، اپی کاتچین (Epicatechin)، اپیکاتچین گالات (Epicatechin gallate)، افزلچین (Afzelechin) و گالوکاتکول (Gallocatechin) می باشند (Osmic et al., 2024). حتی ثابت شده که عصاره افدرا در کاهش اثرات سوء ناشی از شیمی درمانی ولو در دوزهای بالا می تواند مؤثر باشد (Saleh et al., 2023).

۳-۴-۳. درمان دیابت

گیاه افدرا برای مدت ها در طب سنتی برای درمان دیابت استفاده می شده است (Hajleh et al., 2022). ترکیبات گیاه افدرا موجب بهبود سطح قند خون، لیپیدها و تری گلیسرین و افزایش عملکرد کلیه و کبد می شود (Lee et al., 2014). افدرین

¹ Antioxidants

² Prooxidative



و مشتقات آن به طور ویژه در احیا جزایر پانکراس (Xiu et al., 2001)، درمان نوروپاتی دیابتی (Wollersheim et al., 1989) و به عنوان یک بازدارنده دی پپتیدیل پپتیداز-۴ (Montes et al., 2017) می تواند در روند درمان بیماران دیابتی مؤثر واقع شود (Saidi et al., 2022). حتی در بیماران وابسته به انسولین در درمان ادم می توان از ترکیبات افدرا استفاده کرد (Hopkins et al., 1993).

۳-۴-۴. ضد التهاب

ترکیبات مختلف گیاه افدرا می تواند در درمان و جلوگیری از التهاب موثر باشد از این رو ابتدا با اشاره به پلی ساکاریدهای موجود در این گیاه طبق نتایج به دست آمده با کاهش التهاب مفاصل به درمان و جلوگیری از روماتیسم مفصلی کمک می کند (Ma et al., 2024). همچنین ترکیباتی همچون افدرین، پزودوافدرین، افدرانین، فلاونولهای، نظیر هرباستین، کوئرستین و کائمفرول، و گالیک اسید نقش تاثیر گذاری در کاهش التهاب (Mufti et al., 2023) و حتی التهاب های ناشی از آسم دارند (Benarba et al., 2021; Huang et al., 2020). گالیک اسید با مهار میانجی های پاسخ به التهاب در گرانولوسیت ها و کاهش فعالیت آنزیم میلو پراکسیداز منجر به کاهش تولید میانجی های پیش التهابی می شود (Wen et al., 2015).

۳-۴-۵. ضد سرفه و برونشیت

افدرین از ترکیبات موثر گشاد کننده مجاری ریه می باشد که حتی در درمان آسم می تواند موثر واقع شود (Hou et al., 2014) و همچنین پزودوافدرین با متوقف کردن سیگنال رستپورهای سرفه، باعث کاهش دفعات و شدت سرفه می شود (Minamizawa et al., 2006).

۳-۴-۶. ضد پسوریاتیک

ترکیب عصاره چند گونه ای مختلف گیاهی با افدرا به دلیل اثرات هم افزایی در طب سنتی چینی می تواند تاثیرات مثبتی بر درمان پسوریاتیک، ورم مفاصل، داشته باشد (Wang et al., 2022).

۳-۴-۷. تنظیم کننده فشار خون

گیاه افدرا از جمله گیاهان استثنایی می باشد که به طور همزمان ترکیباتی دارد که هم موجب کاهش و هم باعث افزایش فشار خون می گردند. ریشه ها و ساقه های این گیاه به دلیل ترکیبات مختلف شان تاثیرات عکس بر فشار خون دارند (Miao et al., 2020). افدرین اصلی ترین ترکیب اندام هوایی افدرا می باشد که با اثر بر سیستم اعصاب مرکزی باعث افزایش ضربان قلب شده، با افزایش قدرت انقباض عضله قلب، بازده قلبی را افزایش داده و با افزایش مقاومت شریان های محیطی باعث افزایش فشار خون می شود (Persky et al., 2004) که در درمان فشار خون می تواند موثر باشد (Mandal et al., 2024) با این حال، مصرف بیش از حد افدرین و ترکیبات مشابه ممکن است عوارضی نظیر سکتة میوکارڈ، میوکارڈیت و آریتمی قلبی به همراه داشته باشد که این موارد می توانند حتی به مرگ منجر شوند. این عوارض به دلیل انقباض عروق کرونر و گاهی اسپاسم رگ ها رخ می دهند و همچنین ممکن است فرد را در معرض خطر شوک های قلبی ناشی از ایسکمی و خونریزی قرار دهند (امامی و

¹ Dipeptidyl peptidase-4 inhibitor



همکاران، ۱۳۸۹). ترکیبی نیز به نام مائوکنین از ریشه‌ی یکی از گونه‌های افدرا استخراج شده است که برخلاف سایر ترکیبات ریشه‌ی گیاه، تاثیراتی مشابه افدرین بر فشار خون دارد (Tamada et al., 1978). ترکیبات مهم عصاره ریشه افدرا از جمله افدرادین و اپی کاتچین در کاهش فشار خون نقش دارند (Lv et al., 2015). افدرادین با تاثیر بر عملکرد عامل‌های افزایش فشار خون و مهم‌تر از آن با مسدود کردن گره‌های عصبی (Hikino et al., 1983)، همچنین اپی کاتچین با کاهش تنش اکسایشی و افزایش عملکرد سنتز نیتریک اسید با مصرف دراز مدت می‌تواند در درمان فشار خون نقش داشته باشند (Kluknavsky et al., 2020).

۳-۴-۸. کاهش وزن

افدرین دارای نوعی اثر ضداشته‌ها بوده (Ioannides-Demos et al., 2005) که برای مدت‌ها به عنوان داروی لاغری استفاده می‌شده است (Kim and LeBourgeois, 2004) و حتی استفاده همزمان افدرین با متیل گزانتینی مانند کافئین یا آسپرین، به دلیل تشدید اثرات افدرین و ترکیبات گیاه افدرا، بسیار رایج بوده (Daly et al., 1991) که به دلیل عوارض جانبی استفاده بلند مدت از افدرین و ترکیبات آن، سازمان غذا و داروی آمریکا علی‌رغم اثرات نسبتاً کوتاه مدت بر کاهش وزن، استفاده از هر گونه مکمل‌های رژیمی حاوی این آلکالوئید را ممنوع اعلام کرده است (FDA, 2004). افدرین از طریق مکانیسم‌های مختلفی از جمله با تأثیر بر روی اعصاب مرکزی، سوخت و ساز بدن را افزایش می‌دهد (Shaik Mohamed Sayed et al., 2023)، با افزایش گیرنده‌های فعال کننده تکثیر پروکسی‌زوم‌ها ($PPAR-\alpha$) باعث کاهش فاکتوز نکروز توموری آلفا^۱ می‌شود که در نتیجه اکسیداسیون اسیدهای چرب تنظیم می‌شود (Song et al., 2012)، با تغییر ترکیب میکروبیوم روده بر روی جذب انرژی و فرایندهای متابولیکی مرتبط با چاقی تأثیر می‌گذارد (Kim et al., 2014) و همچنین با اثر بر روی رسپتورهای بتا-آدرنرژیک معده باعث جلوگیری از تخلیه معده و افزایش احساس سیری می‌گردد (Jonderko and Kucio, 1991).

۳-۴-۹. التیام زخم

در طب سنتی بلوچستان، نواحی از پاکستان و ایران، از این گیاه به عنوان عاملی در تسریع التیام زخم استفاده می‌شود و به خصوص به منظور بهبود عوارض بعد از زایمان به صورتی موضعی استفاده می‌شود (Bibi et al., 2017). این گیاه به دلیل اثرات ضدالتهاب، تحریک مهاجرت ماکروفاژها، خواص ضد میکروبی و آنتی‌اکسیداتیو می‌تواند در التیام زخم مؤثر باشد (Yaseen et al., 2020). همچنین یکی از ترکیبات مؤثر بر التیام زخم گیاه افدرا کینورنیک اسید و ترکیبات مشابه می‌باشد (Starratt and Caveney, 1996) که کینورنیک اسید از طریق کمک به رسوب رشته‌های کلاژن در التیام انواع جراحات مؤثر می‌باشد (Wróbel-Kwiatkowska et al., 2024).

۳-۵. عوارض جانبی

^۱ TNF- α



طبق تحقیقات صورت گرفته بر روی آلکالوئیدهای گیاه افدرار از عوارض جانبی مصرف دوز غیرمجاز از این گیاه می توان به سرگیجه، سردرد، تهوع، استفراغ، تعریق، تشنگی، تپش قلب، خارش، درد در ناحیه قفسه سینه، تپش قلب غیر طبیعی، مشکل در ادرار کردن، ضعف عضلانی و لرزش، بی قراری و بی خوابی و در صورت مصرف بیش از حد، ممکن است روان پریشی پارانوئیدی، توهم و هذیان منجر شود. استفاده طولانی مدت مشتقات افدرین، مواد تحریک کننده دستگاه تنفسی^۱، می تواند به بیماری های مجاری تنفسی، تنگی نفس و سایر مشکلات مرتبط منجر گردد. علائم مشابه آسم ممکن است ماه ها یا سال ها پس از قرارگیری در معرض این مواد ادامه یابد که به آن سندرم اختلال عملکرد واکنشی مجاری هوایی^۲ گفته می شود (Aronson, 2016; Bahramsoltani and Tabatabaei-Malazy, 2024; Liem et al., 2019; Mashak et al., 2023). همچنین ممکن است احتمال سندرم مرگ ناگهانی را افزایش دهد (تارات، ۱۳۹۴).

طبق یک مطالعه بر روی ۲۶ فرد بالغ بین ۲۰ تا ۴۰ ساله که به سه گروه تقسیم شده بودند، دوزهای مختلفی از گونه *E. sinica* Stapf. که میزان آلکالوئیدهای تام این گونه ۱/۲۵ درصد DW برآورد شده است، را طی یک دوره مشخص مصرف کردند. وضعیت جسمانی این افراد طی این مدت مورد ارزیابی قرار گرفت. طبق نتیجه گیری صورت گرفته، مصرف روزانه ۱۲ گرم از این گونه می تواند بیشترین تأثیر دارویی و کمترین عوارض جانبی را داشته باشد (Hsing et al., 2006). به طور کلی، ۲۵ الی ۳۰ میلی گرم افدرین در روز توسط پزشکان برای بیماران با فشار خون پایین تجویز می شود (Aronson, 2016). همچنین، بیشترین میزان دریافت افدرین روزانه که طبق مطالعات صورت گرفته کمترین عوارض جانبی را داشته باشد، ۱۵۰ میلی گرم می باشد (Becker, 2012). دوز کشنده افدرین برای انسان نیز ۵۰ میلی گرم به ازای هر کیلوگرم وزن بدن برآورد شده است (Bahramsoltani and Tabatabaei-Malazy, 2024).

۴. بحث و نتیجه گیری

افدرای رونده با توجه به اینکه توانایی بخصوصی در تحمل بازه وسیعی از دما، شوری و انواع بافت خاک دارد؛ آشیان اکولوژیکی بالایی را به خود اختصاص داده است ولی کمتر به عنوان گونه ی غالب در عرصه های طبیعی مشاهده می شود. از طرفی هم با توجه به اینکه در عرصه های وسیعی از کشور این گونه یافت می شود، می تواند در غنای جوامع گیاهی مؤثر باشد. بالغ بر ۶۹ گونه از جنس افدرار در دنیا وجود دارد و از این میان ۱۰ گونه سهم ایران می باشد که با توجه به ویژگی های منحصر به فرد هر گونه می توان از پتانسیل های آنها استفاده کرد. افدرای رونده در اکوسیستم های خشک ایران با توجه به رشد بوته ای، روند و گسترش ریشه های افشان و افزایش مواد آلی به همراه همزیستی با میکروارگانیسم های مفید در حفاظت آب و خاک نقش مؤثری دارد. همچنین در استقرار و رشد نهال های با ارزشی مانند بنه (*Pistacia atlantica* Desf.)، چوج (*Salvadora persica* L.)، کنار (*Ziziphus spina-christi* L.) و بلوط (*Quercus* spp.) عملکرد بسیار خوبی دارد. یکی

¹ respiratory irritants

² reactive airway dysfunction syndrome



از مهم ترین ویژگی های این گونه، نیاز آبی کم آن است. این ویژگی به مدیران شهرها امکان می دهد تا با استفاده از این گونه، فشار بر منابع آبی برای تأمین آب فضای سبز و مناظر شهری را کاهش دهند و در عین حال فضای سبزی پایداری ایجاد کنند. همچنین در مناطقی که خاک آنها به هر دلیل دچار تخریب شده است می توان با کاشت این گونه به حفظ چشم اندازهای طبیعی کمک کرد.

با نگرش به ویژگی های بارز این گونه، می توان با تأکید بر چرای هدفمند و اجرای طرح های قرق، به توسعه محصولات دارویی و حفاظت از مراتع کمک شایانی نمود. چرای هدفمند، با مدیریت دقیق و زمان بندی شده چرای دام ها می تواند موجب جلوگیری از تخریب جوامع افدرای رونده شود. همچنین، طرح های قرق با محدود کردن دسترسی دام ها به برخی مناطق تحت مدیریت، به بازسازی و احیای اکوسیستم های مرتعی و جنگلی کمک نموده و شرایط را برای رشد نهال ها و بذره های این گونه فراهم کند. این اقدامات نه تنها پایداری اکوسیستم را در راستای توسعه محصولات دارویی تضمین می کند بلکه در پروژه های احیای جنگل و مرتع بسیار مؤثر است که می تواند منجر به گسترش مناطق جنگلی و بهبود پوشش گیاهی مراتع نیز شود. حفاظت و تکثیر این گونه منجر به پرستاری از نهال های ارزشمند جنگلی و درختچه ای تا زمان استقرار آنها می شود که به حفظ تنوع زیستی کمک می کند. این گونه می تواند به عنوان بخشی از زنجیره غذایی اکوسیستم مبدل شود و زیستگاه های متنوعی را برای دیگر موجودات شامل پرندگان، خزندگان، جوندگان و پستانداران کوچک فراهم آورد. همچنین، با افزایش جمعیت این گونه، رقابت برای دستیابی به گونه های در معرض خطر در اکوسیستم کاهش یافته و تعادل اکولوژیکی حفظ می شود. در نهایت، این فرآیند می تواند به تقویت تاب آوری اکوسیستم در برابر تغییرات محیطی و فشارهای انسانی کمک کند. علاوه بر این، به دلیل میزان پایین آلکالوئیدهای سمی در این گونه، بیشتر مورد توجه دام قرار می گیرد و قابلیت چرای بیشتری دارد. ویژگی های مقاومتی و رشد سریع این گونه نیز از دیگر عوامل تأثیرگذار این گونه در اکوسیستم به شمار می رود.

میزان افدرین و پسودوافدرین در عصاره این گیاه به طور قابل توجهی کمتر از سایر گونه ها است. با انجام یک بررسی مقایسه ای میان این گونه و *E. sinica* Stapf، می توان دوز مجاز استفاده از گونه افدرای رونده را بر اساس دوز مجاز مصرف *E. sinica* تخمین زد. طبق مطالعات موجود، حد مجاز مصرف روزانه افدرین ۱۵۰ میلی گرم تعیین شده است. در این راستا، حد مجاز مصرف روزانه گیاه *E. sinica* Stapf برابر با ۱۲ گرم است که میزان آلکالوئیدهای تام در این گونه ۱/۲۵ درصد می باشد. اگر حداقل و حداکثر میزان آلکالوئیدهای موجود در گونه ای افدرای رونده را به ترتیب ۰/۰۴ و ۰/۲ درصد در نظر بگیریم، می توان حد مجاز مصرف روزانه این گونه را محاسبه کرد. اگر عصاره گیاه کمترین میزان آلکالوئیدها را دارا باشد، حد مجاز مصرف روزانه معادل ۳۷۵ گرم و در بیشترین حالت ۷۵ گرم خواهد بود. بنابراین، به طور میانگین، مقدار مجاز مصرف روزانه این گونه حدود ۲۲۵ گرم است. همچنین میزان فیبر و فلاونوئیدها در این گیاه بالاتر و میزان کیونولین اسیدها بخصوص کینوریک اسید در این گونه بیشتر می باشد که در طب سنتی برای درمان سرماخوردگی، برونشیت، گرفتگی عروق و بهبود سریع تر جراحات، با توجه با اثرات آنتی بیوتیک، استفاده می شود. در طب مدرن و صنعت دارو سازی نیز می توان از این گیاه برای بهبود یا جلوگیری از التهاب، تومور و سرطان استفاده کرد. همچنین ضمن استخراج ترکیبات آلی به منظور استفاده دارویی از افدرای



رونده می توان با کاشت این گونه در مناطقی که پتانسیل کمتری برای کشاورزی دارند؛ هم موجب حفاظت آب و خاک شد و هم منبع درآمدی برای ذی نفعان خواهد داشت. به طور کلی پیشنهاد می گردد با توجه به تنوع گونه ها و زیر گونه های جنس افدر در ایران، ضمن حفاظت از رویشگاه های کلیدی، نسبت به اهلی سازی و کشت در بخشی از اراضی کشاورزی به صورت دیم اقدام گردد تا ضمن حفاظت از ذخایر ژنتیکی طبیعی، امکان بهره برداری پایدار و اقتصادی و درآمدزایی برای ساکنین مناطق مستعد فراهم گردد.

منابع

- ارزانی، ح.، مظفری، م.، مقدم، م.، دادخواه، م. ۱۳۷۹. بررسی بوم شناسی گونه های افدر *Ephedra spp.* در منطقه بیارجمند شاهرود. مجله منابع طبیعی ایران، ۵۳(۲): ۹۹-۱۱۱.
- اسدی، م. ۱۳۷۶. فلور ایران بازدانگان، شماره های ۱۹ تا ۲۲، تیره های کاج، سرخدار، سرو و ارمک. مؤسسه تحقیقات جنگلها و مراتع. امامی، ا.، فصیحی، ش.، مهرگان، ا.، محمدپور، ا.، طالب، ا.، خلیلی، ح. ۱۳۸۹. کتاب مرجع گیاهان دارویی (جلد ۱). مؤسسه مطالعات تاریخ پزشکی، طب اسلامی و مکمل دانشگاه علوم پزشکی ایران.
- تارات، ع. ۱۳۹۴. اصول طب غواصی، انتشارات پازینه.
- تیر، د. ۱۳۹۸. آمانتا موسکاریا گیاه جاودانگی، تراب پور، م.، نشر ترنگ.
- ثابتی، ح. ۱۳۸۷. جنگلها، درختان و درختچه های ایران. انتشارات دانشگاه یزد.
- دمی زاده، غ.، ثاقب طالبی، خ.، دمی زاده، م. ۱۳۸۸. تأثیر تاج پوشش گونه جوج (*Salvadora persica*) به عنوان درخت پرستار در استقرار اولیه درختان و درختچه های جنگلی، مجله جنگل ایران، ۱۱(۱): ۱۱-۲۳.
- روستا، ط.، فلاح، ا.، امیرنژاد، ح.، بردبار، س. ک. ۱۳۸۹. بررسی اهمیت گیاه دارویی افدارا (*Ephedra spp.*) در کاهش گازهای گلخانه ای. همایش ملی گیاهان دارویی، ساری، ایران.
- ضیایی، س. م.، حیدری، م.، ر.، امین، غ. ر.، کوچمشکی، آ. حیدری، م. ۱۳۸۸. بررسی مهار آنزیم مبدل آنژیوتانسین (زیر گونه ژرمینال) توسط ۲۰ گیاه دارویی با کاربرد ضد فشارخون در طب سنتی ایران. مجله دانشگاه علوم پزشکی کرمان، ۱۶(۲): ۱۳۴-۱۴۳.
- فاکریا، ز.، احمدی، ل.، باباخانلو، پ. ۱۳۷۹. بررسی مقایسه ای مقادیر آلکالوئیدهای افدرین و یزدوافدرین در گونه های افدرای ایران. تحقیقات گیاهان دارویی و معطر ایران، ۶: ۴۸-۶۵.
- قهرمان، ا. ۱۳۹۱. گیاه شناسی پایه: تشریح و ریخت شناسی اندامهای زایشی و عمل آنها در گروه های بزرگ جهان گیاهی. انتشارات دانشگاه تهران.

مظفریان، و. ۱۳۷۵. فرهنگ نام های گیاهان ایران: لاتینی، انگلیسی، فارسی. انتشارات فرهنگ معاصر.

مظفریان، و. ۱۳۷۹. رده بندی گیاهی جلد اول. انتشارات امیر کبیر.

- Abdel Bari, E. M. (2005). The flora of the state of Qatar: Its history and present-day status. Qatar University Science Journal. 25: 113 -118.
- Al-Rimawi, F., Abu-Lafi, S., Abbadi, J., Alamarneh, A., Sawahreh, R. A., and Odeh, I. (2017). Analysis of Phenolic Compounds and Flavonoids in Wild *Ephedra alata* Plant Extracts by LC/PDA and LC/MS, and Their Antioxidant Activity. Afr J Tradit Complement Altern Med, 14(2): 130-141.
- Avois, L., Robinson, N., Saudan, C., Baume, N., Mangin, P., and Saugy, M. (2006). Central nervous system stimulants and sport practice. British journal of sports medicine, 40(suppl 1): i16-i20.



- Aronson, J. K. (2016). Ephedra, ephedrine, and pseudoephedrine. Meyler's Side Effects of Drugs (Sixteenth Edition). Elsevier.
- Bagheri-Gavkosh, S., Bigdeli, M., Shams-Ghahfarokhi, M., and Razzaghi-Abyaneh, M. (2009). Inhibitory Effects of *Ephedra major* Host. on *Aspergillus parasiticus* Growth and Aflatoxin Production. *Mycopathologia*, 168(5): 249-255.
- Bahramsoltani, R., and Tabatabaei-Malazy, O. (2024). Ephedra. *Encyclopedia of Toxicology* (Fourth Edition). In P. Wexler (Ed.), Academic Press.
- Becker, D. E. (2012). Basic and clinical pharmacology of autonomic drugs. *Anesthesia progress*, 59(4): 159-169.
- Benarba, B., Douad, O., Gadoum, C., Belhouala, K., and Mahdjour, S. (2021). Phytochemical Profile, Antioxidant and Anti-Inflammatory Activities of *Ephedra alata* Decne. Growing in South Algeria. 10.20944 :preprints 202108.0296.v1.
- Bibi, T., Ahmad, M., Ahmadbaloch, I., Muhammad, S., and Raheela, M. (2017). Ethnomedical uses of plants for child birth and postrartum recovery in district pishin. 6: 1730-1760.
- Bidad, F., Madani, M., Masoumi, S.-M., and Shakib, P. (2023). Antifungal Activity of *Ephedra major* Extract against *Candida Albicans* (ATC1677), *Candida Tropicalis* (CBS94), and *Candida Globrata* (CBS2175). *Scientific Journal of Kurdistan University of Medical Sciences*, 28(3): 58-67.
- Britannica, T. Editors of Encyclopaedia. (2019), August 19, haoma. *Encyclopedia Britannica*.
- Capwell, R. R. (1995). Ephedrine-induced mania from an herbal diet supplement. *The American Journal of Psychiatry*, 152(4): 647.
- Chang, T.-S. (2009). An Updated Review of Tyrosinase Inhibitors. *International Journal of Molecular Sciences*, 10(6): 2440-2475.
- Chen, C. P., Lin, C. C., and Tsuneo, N. (1987). Development of Natural Crude Drug Resources from Taiwan (VI) : In vitro Studies of the Inhibitory Effect on 12 Microorganisms., *The Japanese journal of pharmacognosy*, 41(3): p215-225.
- Chen, C. P., Lin, C. C., and Tsuneo, N. (1989). Screening of Taiwanese crude drugs for antibacterial activity against *Streptococcus mutans*. *Journal of Ethnopharmacology*, 27(3): 285-295.
- Daly, P. A., Krieger, D. R., Dulloo, A. G., Young, J. B., and Landsberg, L. (1993). Ephedrine, caffeine and aspirin: safety and efficacy for treatment of human obesity. *Int J Obes Relat Metab Disord*, 17 Suppl 1: S73-78.
- Dhiman, M., Sharma, V., and Moitra, S. (2010). Somatic embryogenesis and plant regeneration in *Ephedra foliata* Boiss.; a non coniferous gymnosperm. *Plant tissue culture and Biotechnology*, 20(2): 133-143.
- Elhadef, K., Smaoui, S., Fourati, M., Ben Hlima, H., Chakchouk Mtibaa, A., Sellem, I., Ennouri, K., & Mellouli, L. (2020). A Review on Worldwide Ephedra History and Story: From Fossils to Natural Products Mass Spectroscopy Characterization and Biopharmacotherapy Potential. *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine*, 2020(1): 1540638.
- Food Drug Administration, H. (2004). Final rule declaring dietary supplements containing ephedrine alkaloids adulterated because they present an unreasonable risk. *Final rule. Federal register*, 69(28): 6787-6854.
- Fraga, C. G., Oteiza, P. I., and Galleano, M. (2018). Plant bioactives and redox signaling:(-)Epicatechin as a paradigm. *Molecular aspects of medicine*, 61: 31-40.
- Freitag, H., and Maier-Stolte, M. (2003). The genus Ephedra in NE Tropical Africa. *Kew Bulletin*, 58: 415.
- Gao, K., Song, Y.-P., and Song, A. (2020). Exploring active ingredients and function mechanisms of Ephedra-bitter almond for prevention and treatment of Corona virus disease 2019 (COVID-19) based on network pharmacology. *BioData mining*, 13: 1-20.
- Gurley, B. J., Steelman, S. C., and Thomas, S. L. (2015). Multi-ingredient, Caffeine-containing Dietary Supplements: History, Safety, and Efficacy. *Clinical Therapeutics*, 37(2): 275-301.
- Hajleh, M. N. A., Khleifat, K. M., Alqaraleh, M., Al-Hraishat, E., Al-Limoun, M. O., Qaralleh, H., and Al-Dujaili, E. A. S. (2022). Antioxidant and Antihyperglycemic Effects of *Ephedra foeminea* Aqueous Extract in Streptozotocin-Induced Diabetic Rats. *Nutrients*, 14(13).



- Hikino, H., Ogata, K., Konno, C., and Sato, S. (1983). Hypotensive actions of ephedradines, macrocyclic spermine alkaloids of Ephedra roots. *Planta Med*, 48(4): 290-293.
- Hopkins, D. F., Cotton, S. J., and Williams, G. (1993). Effective treatment of insulin-induced edema using ephedrine. *Diabetes Care*, 16(7): 1026-1028.
- Hou, Y., Cheng, B., Zhou, M., Fang, R., Jiang, M., Hou, W., and Bai, G. (2014). Searching for synergistic bronchodilators and novel therapeutic regimens for chronic lung diseases from a traditional Chinese medicine, Qingfei Xiaoyan Wan. *PLoS One*, 9(11): e113104.
- Hsing, L.c., Lee, T. h., Son, D. h., Yeo, J. j., Yang, C., Seo, E, and Jang, I. (2006). Adverse Effects of Ma-huang according to Dose: A Randomized Double-Blind Placebo-Controlled Pilot Study. *J Int Korean Med*, 27(1), 188-196.
- Huaming, T., Quanhong, Z., (2011). Flavonoids from roots of *Ephedra sinica*. *Chinese Traditional and Herbal Drugs*, 42: 1678-1682.
- Huang, X. F., Cheng, W. B., Jiang, Y., Liu, Q., Liu, X. H., Xu, W. F., and Huang, H. T. (2020). A network pharmacology-based strategy for predicting anti-inflammatory targets of Ephedra in treating asthma. *International Immunopharmacology*, 83: 106423.
- Huwait, E., Ayoub, M., and Karim, S. (2022). Investigation of the Molecular Mechanisms Underlying the Antiatherogenic Actions of Kaempferol in Human THP-1 Macrophages. *Int J Mol Sci*, 23(13).
- Hyuga, S., Nakamori, S., Amakura, Y., Hyuga, M., Uchiyama, N., Kobayashi, Y., Hakamatsuka, T., Goda, Y., Odaguchi, H., and Hanawa, T. (2022). Chapter 34 - Analgesic effects of Ephedra herb and ephedrine alkaloids-free Ephedra herb extract (EFE). In R. Rajendram, V. B. Patel, V. R. Preedy, and C. R. Martin (Eds.), *Treatments, Mechanisms, and Adverse Reactions of Anesthetics and Analgesics* (pp. 385-400). Academic Press.
- Iain Darbyshire, M.K., Farag , L., Candiga, R. and Pickering H., (2015). The plants of Sudan and south Sudan: an annotated checklist (1 ed.). Royal Botanic Gardens, Kew.
- Inokuchi J, Okabe H, Yamauchi T, Nagamatsu A, Nonaka GI, Nishioka I., (1986). Antihypertensive substance in seeds of *Area catechu* L. *Life Sci*, 38:1375–82.
- Inokuchi, J., Okabe, H., Yamauchi, T., Nagamatsu, A., Nonaka, G., and Nishioka, I. (1985). Inhibitors of Angiotensin-Converting Enzyme in Crude Drugs. *Chemical and Pharmacetical bulletin*, 33(1), 264-269.
- Ioannides-Demos, L. L., Proietto, J., and McNeil, J. J. (2005). Pharmacotherapy for Obesity. *Drugs*, 65(10): 1391-1418.
- Jeong, H. S., Kwon, M. C., Han, J. G., Ha, J. H., Jin, L., Jeong, M. H. and Lee, H. Y. (2009). Improvement of Antioxidant Activities and Skin-Whitening Effects of Ephedra sinica Stapf Extracts by Nano-encapsulation. *The Korean Society for Biotechnology and Bioengineering conference*, 153-153.
- Jiang, L., Jiapaer G., Bao, A., Guo, H., and Ndayisaba, F. (2017). Vegetation dynamics and responses to climate change and human activities in Central Asia. *Science of The Total Environment*, 599-600: 967-980.
- Jonderko, K., and Kucio, C. (1991). Effect of anti-obesity drugs promoting energy expenditure, yohimbine and ephedrine, on gastric emptying in obese patients. *Aliment Pharmacol Ther*, 5(4): 413-418 .
- Kalix, P. (1991). The pharmacology of psychoactive alkaloids from Ephedra and Catha. *Journal of Ethnopharmacology*, 32(1): 201-208.
- Khaleefa, A., and Hamad, M. (2020). Isolation, Structural Characterization and Identification of Major Constituents in *Ephedra foliata* Naturally Growing in Iraq by TLC, GC-MS and UPLC-ESI-MS/MS. *Iraqi Journal of Pharmaceutical Sciences* (P-ISSN: 1683 - 3597 , E-ISSN : 2521 - 3512): 29, 48-61.
- Kim, B. S., Song, M. y., and Kim, H. (2014). The anti-obesity effect of *Ephedra sinica* through modulation of gut microbiota in obese Korean women. *Journal of Ethnopharmacology*, 152(3): 532-539.
- Kim, H. J., Cho, Y. D., Leem, K. H., Lee, D. N., Kim, E. H., Kim, M. G., Kim, D. K., Shin, T. Y., Boo, Y., and Lee, J. H. (2006). Effects of ephedrae herba on melanogenesis and gene expression profiles using cDNA microarray in B16 melanocytes. *Phytotherapy Research: An International Journal Devoted to Pharmacological and Toxicological Evaluation of Natural Product Derivatives*, 20(9): 748-754.



- Kim, I. S., Yoon, S. J., Park, Y. J., and Lee, H. B. (2015). Inhibitory effect of ephedrannins A and B from roots of *Ephedra sinica* stapf. on melanogenesis. *Biochimica et Biophysica Acta (BBA) - General Subjects*, 1850(7): 1389-1396.
- Kim, T. J., and LeBourgeois, H. W. (2004). Banned, but not forgotten: A Case of Ephedrine-Induced Psychosis. *Prim Care Companion J Clin Psychiatry*, 6(3): 136-137.
- Kluknavsky, M., Balis, P., Skratek, M., Manka, J., and Bernatova, I. (2020). (-)-Epicatechin Reduces the Blood Pressure of Young Borderline Hypertensive Rats During the Post-Treatment Period. *Antioxidants (Basel)*, 9(2).
- Ko, W. C., Shih, C. M., Lai, Y. H., Chen, J. H., and Huang, H. L. (2004). Inhibitory effects of flavonoids on phosphodiesterase isozymes from guinea pig and their structure–activity relationships. *Biochemical Pharmacology*, 68(10): 2087-2094.
- Kruckeberg, L., Enid Kriewald, C. K., and Standridge, J. (2019). *Gardening with Native Plants of the Pacific Northwest* (2 ed.). University of Washington.
- Kumar, M., Kumar, P., Kaur, A., Kaur, S., and Kaur, S. (2024). Bioactive phytochemicals from Ephedra: An updated review. *The Thai Journal of Pharmaceutical Sciences*, 47(4): 7.
- Kuraishi, Y., Nanayama, T., Yamauchi, T., Hotani, T., and Satoh, M. (1990). Antinociceptive Effects of Oriental Medicine Kei-Kyoh-Zoh-Soh-Oh-Shin-Bu-toh in Mice and Rats. *Journal of Pharmacobio-Dynamics*, 13(1): 49-56.
- Kurokawa, M., Ochiai, H., Nagasaka, K., Neki, M., Xu, H., Kadota, S., Sutardjo, S., Matsumoto, T., Namba, T., and Shiraki, K. (1993). Antiviral traditional medicines against herpes simplex virus (HSV-1), poliovirus, and measles virus in vitro and their therapeutic efficacies for HSV-1 infection in mice. *Antiviral Research*, 22(2): 175-188.
- Lee, H. W., Yang, J. Y., and Lee, H. S. (2014). Quinoline-2-carboxylic Acid Isolated from *Ephedra pachyclada* and Its Structural Derivatives Show Inhibitory Effects against alpha-Glucosidase and alpha-Amylase. *Journal of the Korean Society for Applied Biological Chemistry*, 57: 441-444.
- Liem, P. Nguyen, M. D., Neal, S., Gerstein M. D. (2019). *Essentials of Cardiac Anesthesia for Noncardiac Surgery: Chapter 11: Cardiovascular Pharmacology in Noncardiac Surgery*, Elsevier.
- Liu, J. C., Hsu, F. L., Tsai, J. C., Chan, P., Liu, J. Y., Thomas, G. N., Tomlinson, B., Lo, M. Y., and Lin, J. Y. (2003). Antihypertensive effects of tannins isolated from traditional Chinese herbs as non-specific inhibitors of angiotensin converting enzyme. *Life sciences*, 73(12):1543–1555.
- Lodha, D., Rathore, N., and Kataria, V. (2014). In vitro propagation of female *Ephedra foliata* Boiss.: an endemic and threatened Gymnosperm of the Thar Desert. *Physiology and molecular biology of plants : an international journal of functional plant biology*, 20(3): 375–383.
- Lv, M., Chen, J., Gao, Y., Sun, J., Zhang, Q., Zhang, M., Xu, F., and Zhang, Z. (2015). Metabolomics based on liquid chromatography with mass spectrometry reveals the chemical difference in the stems and roots derived from *Ephedra sinica*. *J Sep Sci*, 38(19): 3331-3336.
- Lv, M., Wang, Y., Wan, X., Han, B., Yu, W., Liang, Q., Xiang, J., Wang, Z., Liu, Y., Qian, Y., and Xu, F. (2022). Rapid Screening of Proanthocyanidins from the Roots of *Ephedra sinica* Stapf and its Preventative Effects on Dextran-Sulfate-Sodium-Induced Ulcerative Colitis. *Metabolites*, 12(10).
- Ma, Y., Wei, X., Peng, J., Wei, F., Wen, Y., Liu, M., Song, B., Wang, Y., Zhang, Y., and Peng, T. (2024). *Ephedra sinica* polysaccharide regulate the anti-inflammatory immunity of intestinal microecology and bacterial metabolites in rheumatoid arthritis., *Frontiers in Pharmacology*, 15: 1414675.
- Maaiden, E. E., Ullah, N., Ezzariai, A., Mazar, A., Boukcim, H., Hirich, A., Nasser, B., Qarah, N., Kouisni, L., and Kharrassi, Y. E. (2024). Comparing antioxidant and cytoprotective effects: Quercetin glycoside vs. aglycone from *Ephedra alata*. *Phytomedicine Plus*, 4(3): 100603.
- Magalingam, K. B., Radhakrishnan, A., and Haleagrahara, N. (2013). Rutin, a bioflavonoid antioxidant protects rat pheochromocytoma (PC-12) cells against 6-hydroxydopamine (6-OHDA)-induced neurotoxicity. *Int J Mol Med*, 32(1): 235-240.



- Mehrnia, M., and Hosseini, Z. (2021). Flora of Mamoulan drop waterfall area (Lorestan) (With emphasis on determining the conservation status of *Primula gaubaeana* Bornm.). Journal of Plant Biological Sciences, 13(3): 95-122.
- Mandal, P., Singh, A., Sharma, K., Jain, P., Manisha, M., Chaudhary, M., Chinmayee, P., Ujjainia, P., (2024). Ephedrine and Pseudoephedrine: A Comprehensive Review of Their Pharmacology and Clinical Applications. Journal of Chemical Health Risks, 14: 1447-1455.
- Mendelsohn, A. R., and Larrick, J. W. (2014). Paradoxical Effects of Antioxidants on Cancer. Rejuvenation Research, 17(3): 306-311.
- Miao, S.-M., Zhang, Q., Bi, X.-B., Cui, J.-L., and Wang, M.-L. (2020). A review of the phytochemistry and pharmacological activities of Ephedra herb. Chinese Journal of Natural Medicines, 18(5): 321-344 .
- Mikaeili, A., Modarresi, M., and Mozafari, K. (2015). Investigation of antifungal effect of *Ephedra major* against *Microsporum gypseum*. HBI Journals, 20(3): 33-44.
- Minami, M., Taichi, F., Honda, Y., Ueno, K., Shinozaki, J., Itoh, S., Takano, A., Berdiyar, J., Maltsev, I. I., Nakane, T. (2021). Environmental and soil characteristics in Ephedra habitats of Uzbekistan. Journal of natural medicines, 75: 246-258.
- Minamizawa, K., Goto, H., Ohi, Y., Shimada, Y., Terasawa, K., and Haji, A. (2006). Effect of d-pseudoephedrine on cough reflex and its mode of action in guinea pigs. Journal of pharmacological sciences, 102(1): 136-142.
- Montes, M., Ardid-Ruiz, A., Tomás-Hernández, S., Gimeno, A., Cereto-Massagué, A., Beltrán-Debón, R., Mulero, M., Garcia-Vallve, S., Pujadas, G., and Valls, C. (2017). Ephedrine as a Lead Compound for the Development of New Dpp-Iv Inhibitors. Future Medicinal Chemistry, 9(18): 2129–2146.
- Mashak, Kh., Agin, Kh., Emaratkar, E., Fesharaki, M., and Namdar, H. (2023). Reactive airway dysfunction syndrome caused by chlorine gas from the point of view of Persian Medicine: A review article. Occupational Medicine: 14.10.18502/14i4.12316.
- Mufti, A., Contreras, M. d. M., Gómez-Cruz, I., Alshamrani, A., Nahdi, S., Mansour, L., Alwasel, S., Harrath, A. H., and Tlili, N. (2023). *Ephedra alata* Subsp. Alenda as a Novel Source of Bioactive Phytochemicals: Characterization Based on the Mass Spectrometry and Profiling of Antioxidant and Anti-Inflammatory Properties. Life, 13(2): 323.
- Myasainn, M., Naing, M., Than, N. (2019). Study on Antioxidant Activities and Xanthine Oxidase Inhibitory Activity of *Coffea arabica* L. (Raw Coffee Beans). University of Yangon Research Journal, 9(1).
- Nam, S.-Y., Jeong, H.-J., and Kim, H.-M. (2017). Kaempferol impedes IL-32-induced monocyte-macrophage differentiation. Chemico-Biological Interactions, 274: 107-115.
- Norton, J., Abdul Majid, S., Allan, D., Safran, M., Böer, B., and Richer, R. (2009). An Illustrated Checklist of the Flora of Qatar. Browndown.
- Nowak, A., Nobis, M., Nowak, S., Nobis, A., Wróbel, A., Świerszcz, S., Klichowska, E., Dembicz, I., Kusza, G. (2020). Illustrated Flora of tajikistan and adjacent area. Polish academy of science.
- Oh, K.-B., Iida, Y., Matsuoka, H., and Kurata, H. (1996). Rapid and Sensitive Screening of Antifungal Activity in Medicinal Plants by a Single-cell Biosensing System. Bioscience, Biotechnology, and Biochemistry, 60(5): 911-913.
- Osmic, N., Culum, D., Ibragic, S. (2024). Catechins and other phenolic compounds in herb of eight Ephedra species in comparison to *Camellia sinensis*. Nat Prod Res, 38(8): 1457-1462.
- Persky, A. M., Berry, N. S., Pollack, G. M., and Brouwer, K. L. (2004). Modelling the cardiovascular effects of ephedrine. Br J Clin Pharmacol, 57(5): 552-562.
- Rankin, J. A. (1989). The contribution of alveolar macrophages to hyperreactive airway disease. Journal of allergy and clinical immunology, 83(4): 722-729.
- Rather, Z., Khuroo, R., Hassan, T., and Khuroo, A. (2021). Predicting shifts in distribution range and niche breadth of plant species in contrasting arid environments under climate change. Environmental Monitoring and Assessment, 193: 427.



- Rinayanti, A., Radji, M., Mun'im, A., Suyatna, F. (2013). Screening angiotensin converting enzyme (ACE) inhibitor activity of antihypertensive medicinal plants from Indonesia. *Int J Pharm Teach Pract*, 4(1): 527-532.
- Rustaiyan, A., Javidnia, K., Farjam, M. H., Aboee, F., and Ezzatzadeh, E. (2011). Antimicrobial and antioxidant activity of the *Ephedra sarcocarpa* growing in Iran. *Journal of Medicinal Plants Research*, 5: 4251-4255.
- Saidi, S. A., Al-Shaikh, T. M., Alghamdi, O. A., and Hamden, K. (2022). Reretracted: *Ephedra alata* subsp. *alenda* (Ephedraceae) leaf extracts: phytochemical screening, anti-diabetic, anti-obesity and anti-toxic activities on diabetic-induced liver-kidney-testes toxicities and inhibition of α -amylase and lipase enzymes. *Heliyon*, 8(12): e11954.
- Saleh, S., Ghanaatpisheh, A., Haghshenas, H., Parvin, N., Mikaeiliagah, E., Kargar Jahromi, H., and Ebrahimi, B. (2023). The effect of leaf hydroalcoholic extract of *Ephedra pachyclada* infertility in male rats treated with cyclophosphamide: An experimental study. *Int J Reprod Biomed*, 21(4): 285-294.
- Shah, Z. A., Li, R. C., Ahmad, A. S., Kensler, T. W., Yamamoto, M., Biswal, S., and Doré, S. (2010). The flavanol (-)-epicatechin prevents stroke damage through the Nrf2/HO1 pathway. *J Cereb Blood Flow Metab*, 30(12): 1951-1961.
- Shaik Mohamed Sayed, U. F., Moshawih, S., Goh, H. P., Kifli, N., Gupta, G., Singh, S. K., Chellappan, D. K., Dua, K., Hermansyah, A., Ser, H. L., Ming, L. C., and Goh, B. H. (2023). Natural products as novel anti-obesity agents: insights into mechanisms of action and potential for therapeutic management (Review). *Frontiers in Pharmacology*, 14.
- Shao, Z. H., Becker, L. B., Hoek, T. L. V., Schumacker, P. T., Li, C.-Q., Zhao, D., Wojcik, K., Anderson, T., Qin, Y., and Dey, L. (2003). Grape seed proanthocyanidin extract attenuates oxidant injury in cardiomyocytes. *Pharmacological research*, 47(6): 463-469.
- Simpson, M. (1953). *Plant systematics*. Elsevier.
- Singh, B., & Arora, A. (1994). Biological spectrum of the vegetation of Ganganagar district of Rajasthan. *Rheedeia*, 4(1): 74-78.
- Song, M. K., Um, J. Y., Jang, H. J., and Lee, B. C. (2012). Beneficial effect of dietary *Ephedra sinica* on obesity and glucose intolerance in high-fat diet-fed mice. *Exp Ther Med*, 3(4): 707-712.
- Starratt, A. N. and Caveney, S. (1996). Quinoline-2-carboxylic acids from *Ephedra* species. *Phytochemistry*, 42(5): 1477-1478.
- Tamada, M., Endo, K., and Hikino, H. (1978). Maokonine, hypertensive principle of *Ephedra* roots. *Planta Med*, 34(3): 291-293.
- Tang, S., Ren, J., Kong, L., Yan, G., Liu, C., Han, Y., Sun, H., and Wang, X. J. (2023). *Ephedrae Herba*: A Review of Its Phytochemistry, Pharmacology, Clinical Application, and Alkaloid Toxicity. *Molecules*, 28(2).
- Tao, H. M. (2011). Flavonoids from roots of *Ephedra sinica* Stapf. *Chinese Traditional and Herbal Drugs*, 1678-1682.
- Tu, Y. C., Lian, T. W., Yen, J. H., Chen, Z. T., and Wu, M. J. (2007). Antiatherogenic effects of kaempferol and rhamnocitrin. *J Agric Food Chem*, 55(24): 9969-9976.
- Wang, Y., Lu, H., and Hu, Z. (2022). High Frequency Ultrasound-Based Evaluation of Clinical Effect of *Ephedra-Forsythia-Red Bean* Decoction Addition and Subtraction Treatment of Psoriasis Vulgaris. *Computational Intelligence and Neuroscience*, 2022(1): 9484230.
- Wen, L., Qu, T. B., Zhai, K., Ding, J., Hai, Y., and Zhou, J. L. (2015). Gallic acid can play a chondroprotective role against AGE-induced osteoarthritis progression. *J Orthop Sci*, 20(4): 734-741.
- Wollersheim, H., Netten, P. M., Lutterman, J. A., and Lenders, J. W. (1989). Ephedrine improves microcirculation in the diabetic neuropathic foot. *Angiology*, 40(12): 1030-1034.
- Wróbel-Kwiatkowska, M., Turski, W., Silska, G., Rakicka-Pustułka, M., Dymińska, L., and Rymowicz, W. (2024). Determination of Bioactive Compound Kynurenic Acid in *Linum usitatissimum* L. *Molecules*, 29(8).



- Xiangna, Z., Juan, L., Yinhua, L., Zhonghua, L., Yong, L., and Jian-an, H. (2020). Anti-melanogenic effects of epigallocatechin-3-gallate (EGCG), epicatechin-3-gallate (ECG) and gallic acid (GCG) via down-regulation of cAMP/CREB MITF signaling pathway in B16F10 melanoma cells. *Fitoterapia*, 145: 104634.
- Xiu, L.-M., Miura, A. B., Yamamoto, K., Kobayashi, T., Song, Q.-H., Kitamura, H., and Cyong, J.-C. (2001). Pancreatic islet regeneration by ephedrine in mice with streptozotocin-induced diabetes. *The American journal of Chinese medicine*, 29(03n04): 493-500.
- Xu, Z., Wang, X., Kuang, W., Wang, S., and Zhao, Y. (2023). Kaempferol improves acute kidney injury via inhibition of macrophage infiltration in septic mice. *Bioscience Reports*, 43(7): BSR20230873.
- Yaseen, H. S., Asif, M., Saadullah, M., Mahrukh, Asghar, S., Shams, M. U., Bazmi, R. R., Saleem, M., Yousaf, H. M., and Yaseen, M. (2020). Methanolic extract of *Ephedra ciliata* promotes wound healing and arrests inflammatory cascade in vivo through downregulation of TNF- α . *Inflammopharmacology*, 28(6): 1691-1704.
- Yiping, Y., Huaqiang, Z., Tian, Z., Zhaojuan, G., Liting, K., Xiaoyu, J., Ning-ning, W., Ying, D., Guoxiu, L., and Yanping, W. (2017). Effects of Mahuang (Herba *Ephedra Sinica*) and Wuweizi (*Fructus Schisandrae Chinensis*) medicated serum on chemotactic migration of alveolar macrophages and inters regions macrophages in rats. *Journal of Traditional Chinese Medicine*, 37(5): 607-615.
- Yoshizaki, F., Komatsu, T., Inoue, K., Kanari, R., Ando, T., and Hisamichi, S. (1996). Survey of crude drugs effective in eliminating superoxides in blood plasma of mice. *International Journal of Pharmacognosy*, 34(4): 277-282.
- Yung-Geun, Y., and Min-Seok, J. (2005). The study on the whitening effect of *Ephedra sinica* extract. *Journal of the society of cosmetic scientists of korea*, 31(2): 153-159.
- Zaater, A., Serhoud, M. O., Ben Amor, I., Zeghoud, S., Hemmami, A., Rebiai, A., Bouras, Y., Laiche, A. T., Alsalmé, A., and Cornu, D. (2024). Exploring the potential of a *Ephedra alata* leaf extract: Phytochemical analysis, antioxidant activity, antibacterial properties, and green synthesis of ZnO nanoparticles for photocatalytic degradation of methylene blue. *Frontiers in Chemistry*, 12: 1367552.
- Zhang, C., Wang, R., Zhang, G., and Gong, D. (2018). Mechanistic insights into the inhibition of quercetin on xanthine oxidase. *Int J Biol Macromol*, 112: 405-412.
- Zhao, L., Liu, H., Wang, Y., Wang, S., Xun, D., Wang, Y., Cheng, Y., and Zhang, B. (2023). Multimodal Identification by Transcriptomics and Multiscale Bioassays of Active Components in Xuanfeibaidu Formula to Suppress Macrophage-Mediated Immune Response. *Engineering*, 20: 63-76.
- Zheng, Y., Guo, Z., He, W., Yang, Y., Li, Y., Zheng, A., Li, P., Zhang, Y., Ma, J., Wen, M., Yang, M., An, H., Ji, G., and Yu, Y. (2012). Ephedrine hydrochloride protects mice from LPS challenge by promoting IL-10 secretion and inhibiting proinflammatory cytokines. *International Immunopharmacology*, 13(1): 46-53.



مکانیسم عمل اسانس های گیاهی در رایحه درمانی

مرضیه باباش پور اصل^{۱*}، افسانه یوسف پور دخانیه^۲، الناز فرج زاده معماری تبریزی^۳

*گروه علوم باغبانی، واحد مراغه، دانشگاه آزاد اسلامی، مراغه، ایران (babashpour@iau.ac.ir)

^۲گروه علوم باغبانی، واحد تبریز، دانشگاه آزاد اسلامی، تبریز، ایران

^۳گروه زراعت، واحد ملکان، دانشگاه آزاد اسلامی، ملکان، ایران

چکیده

رایحه درمانی، یک عمل درمانی جامع با استفاده از اسانس های گیاهی، به دلیل پتانسیل درمانی آن در ارتقای سلامت کلی مورد توجه قرار گرفته است. استفاده از اسانس های مبتنی بر ترکیبات گیاهی، نقش مهمی را در مسیر درمانی در حال تکامل رایحه درمانی به عنوان یک سیستم مکمل پزشکی ایفاء کرده است. ادغام دانش سنتی با تحقیقات علمی مدرن منجر به علاقه مجدد به اسانس ها به عنوان ابزار ارزشمند در مراقبت های بهداشتی معاصر شده است. روش های استخراج مختلفی که برای بدست آوردن اسانس ها استفاده می شوند، بر تأثیر آن ها بر ترکیب شیمیایی و خواص درمانی آن ها تأکید می کند. نتایج مطالعات نشان می دهد که اسانس های گیاهی با دو مکانیسم در رایحه درمانی مؤثر هستند: تحریک بویایی و تحریک تنفسی. رایحه درمانی استنشاقی از طریق تحریک بویایی عمدتاً از طریق فعال شدن عصب بویایی که از بینی به سمت مغز گسترش می یابد، عمل می کند و تحریک درمانی این روغن ها به دلیل شباهت ساختاری نزدیک آن ها با انتقال دهنده های عصبی فیزیولوژیکی و هورمون ها است. یک مسیر برجسته دیگر برای تغییر عملکرد مغز توسط اسانس ها، از طریق جذب آلوئولی آن ها است. این امر مولکول های اسانس ها را قادر می سازد تا وارد گردش خون شوند، از سد خونی - مغزی عبور کنند و در نتیجه به طور بالقوه با مناطق خاصی از مغز تعامل داشته باشند. این بررسی، بینش ارزشمندی را در مورد اکتشاف اسانس ها برای رایحه درمانی ارائه می کند.

واژگان کلیدی: روغن های فرار، فیتوتراپی، آروماتراپی، مواد مؤثره



۱. مقدمه

آگاهی و استفاده از کاربردهای رایحه درمانی روز به روز در جامعه افزایش می یابد. اصطلاح «آروماتراپی» در اوایل قرن بیستم توسط شیمیدان فرانسوی، Rene-Maurice Gattefosse، ابداع شد که خواص درمانی روغن اسطوخودوس را هنگام درمان سوختگی کشف کرد (Gattefosse et al., 1993). Marguerite Maury و Marguerite Maury کمک های قابل توجهی کردند و روش های کاربردی جدید و تکنیک های ترکیبی را توسعه دادند و رایحه درمانی برای آرامش و تندرستی را ترویج کردند (Bensouilah, 2005). مصریان، چینی ها و هندی های باستان، همراه با مشارکت فرهنگ های عربی و گیاه درمانی اروپایی، زمینه را برای درک معاصر و کاربرد رایحه درمانی فراهم نمودند. در رایحه درمانی از اسانس ها برای اهداف درمانی استفاده می شود که باعث رفاه و آرامش می گردد. اسانس ها از مواد مؤثره گیاهی هستند که از طریق فرآیندهایی مانند تقطیر با بخار آب به دست می آیند (Bhavaniramy et al., 2019). رایحه درمانی تاریخچه طولانی و غنی دارد که از تمدن های باستانی گرفته تا دوران مدرن در مصر باستان اسانس هایی مانند کندر (*Boswellia sacra* Fluck) و مُرّ آفریقایی (*Commiphora myrrha*) در مراسم مذهبی، مومیایی کردن، و آماده سازی دارویی استفاده می شد. طب سنتی چینی از مواد معطر برای تعادل انرژی و درمان بیماری ها استفاده می کند. طب آیورودا در هند از گیاهان و روغن های معطر برای اهداف درمانی استفاده می کند (Cimino et al., 2021; McMullen and Dell'Acqua, 2023). در طول قرون وسطی، فرهنگ های عرب کمک قابل توجهی به رایحه درمانی، تقطیر مواد معطر و استفاده از آنها در داروها و عطرها کردند (King, 2022). در اروپا، طب گیاهی و استفاده از گیاهان معطر به تکامل خود ادامه داد و دانشمندانی مانند Hildegard von Bingen خواص درمانی آنها را مستند کردند (Uehleke et al., 2012). اصطلاح «essential oil» از قرن شانزدهم مورد استفاده قرار گرفته است که از داروی Quinta Essentia گرفته شده و توسط Paracelsus von Hohenheim نام گذاری شده است (Guenther, 1988). به دلیل فرار و معطر بودن به آنها essential oils یا essences می گویند.

اسانس ها در ترکیبات فرار مانند الکل، اتر و روغن های ثابت حل می شوند، اما در آب نامحلول هستند. اسانس های استخراج شده از دارچین (*Cinnamomum verum*)، رازیانه بو یا ساسافراس (*Sassafras albidum*)، و تیور (*Chrysopogon zizanioides*) و سایر منابع طبیعی در دمای اتاق مایع و بی رنگ هستند (Dhifi et al., 2016). در نتیجه، آن ها به طور گسترده در رایحه درمانی و صنایع آرایشی و بهداشتی مورد استفاده قرار می گیرند. ترکیبات فرار موجود در اسانس ها، مانند کتون ها، آلدئیدها و ترکیبات معطر، با کاهش استرس های ذهنی و فیزیکی هنگام استنشاق، نقش مهمی در رایحه درمانی دارند. اسانس ها، در اهداف درمانی مختلف، از جمله رایحه درمانی ماساژ، روان رایحه درمانی^۱ و رایحه درمانی بویایی^۲ کاربرد دارند. علاوه بر این، اسانس ها به عنوان سیگنال های شیمیایی عمل می کنند و به گیاهان در کنترل و تنظیم محیط خود، محافظت از خود در برابر آفات و جذب حشرات مفید مانند گرده افشان ها کمک می نمایند. در زمان های قدیم، اسانس ها از طریق تقطیر با آب معمولی تولید

^۱. Psychoaromatherapy^۲. Olfactory aromatherapy



می‌شد، در حالی که روش‌های قبلی شامل شکل ابتدایی تقطیر بود که توسط رومی‌ها و یونانی‌ها برای تولید سقر و کافور استفاده می‌شد (Lee et al., 2015). این روش توسط دانشمندان عرب اصلاح شد و منجر به استفاده از آن برای استفاده درمانی در طول قرون وسطی در اروپا گردید (Hartley et al., 2013). در اواخر قرن بیستم، رایحه‌درمانی مبتنی بر اسانس به دلیل اهمیت آن محبوبیت و استفاده گسترده‌ای پیدا کرد. اسانس‌ها مواد اصلی در رایحه‌درمانی هستند و می‌توانند به مقدار کمی از طریق استنشاق، ماساژ یا استفاده بر روی سطح پوست استفاده شوند. استنشاق و کاربرد خارجی اسانس‌ها برای طیف وسیعی از اهداف درمانی، ارتقاء تعادل روحی و جسمی، کاهش استرس، جوان‌سازی فرد و حتی رفع عفونت‌های میکروبی، بیماری آلزایمر، مشکلات قلبی عروقی، سرطان و درد زایمان در دوران بارداری به کار می‌رود (Ali et al., 2015; Jimbo et al., 2009; Shiina et al., 2008). رایحه‌درمانی نیز به طور فزاینده‌ای برای سرطان و اختلالات خواب استفاده می‌شود. علاوه بر ترپن‌ها، سایر ترکیبات آلی مانند الکل‌ها، آلدئیدها، کتون‌ها، اکسیدها، استرها و فنل‌های موجود در اسانس‌ها به احساس سلامتی کمک می‌کنند (Bowles, 2003).

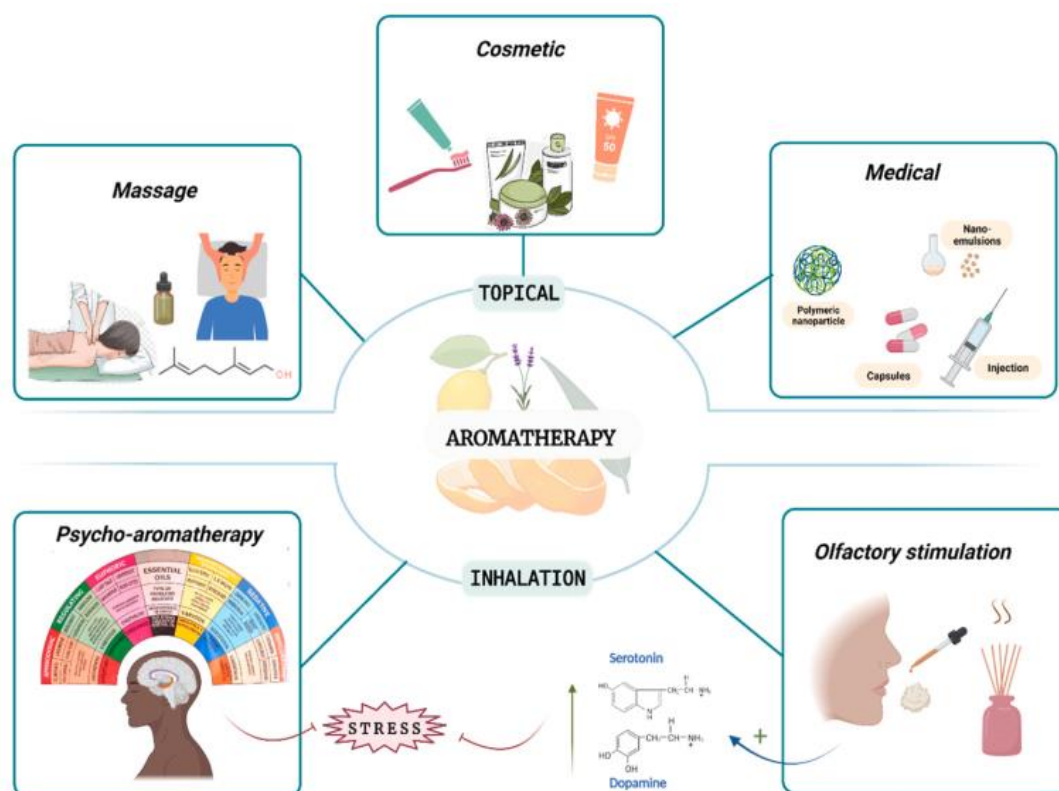
۲. مواد و روش‌ها

در این مقاله مروری، از یک رویکرد روایی برای بررسی اثرات اسانس‌های گیاهی در رایحه‌درمانی استفاده شده است. مقالات بر اساس معیارهای خاصی از جمله تاریخ انتشار، کیفیت علمی و ارتباط با موضوع انتخاب شدند. تنها مقالاتی که دارای شواهد تجربی یا بالینی بودند، در این مطالعه گنجانده شدند. منابع علمی مرتبط با موضوع رایحه‌درمانی و اسانس‌های گیاهی از پایگاه‌های داده معتبر مانند PubMed، Scopus و Google Scholar جمع‌آوری شدند. کلیدواژه‌های مربوطه شامل "رایحه درمانی"، "اسانس‌های گیاهی"، "فیتوتراپی" و ... مورد استفاده قرار گرفتند.

۳. نتایج

۳-۱. انواع رایحه‌درمانی

رایحه‌درمانی را می‌توان بر اساس محل کاربرد به دو دسته اصلی تقسیم کرد که شامل رایحه‌درمانی موضعی و استنشاقی است. رایحه‌درمانی موضعی شامل ماساژدرمانی، کاربرد پزشکی و اهداف زیبایی است. رایحه‌درمانی استنشاقی شامل روان‌درمانی و تحریک بویایی (Ali et al., 2015) که در شکل ۱ با جزئیات به تصویر کشده شده است. یکی از باورهای غلط عمده موجود در مورد رایحه‌درمانی این است که صرفاً با استنشاق ارتباط دارد. استفاده از رایحه‌درمانی ماساژ یکی از تکنیک‌های اصلی مورد استفاده در حوزه وسیع‌تر رایحه‌درمانی است. رایحه‌درمانی ماساژ، یک ابزار مفید برای آرامش در دوران بارداری است (Mueller and Grunwald, 2021). اسانس‌ها به روش‌های مختلفی از جمله تجویز خوراکی و مقعدی مورد استفاده قرار گرفته‌اند (Doukas et al., 2010; Horrigan et al., 2012). برای استفاده از بالاترین کاربرد ممکن از اسانس‌ها، به نوعی آموزش در رابطه با اکتشاف بیشتر جنبه‌های فیزیوشیمیایی و کاربردهای بالقوه آن‌ها برای منافع انسانی مورد نیاز است (Buckle, 2014; Hoover, 2010).



شکل ۱. انواع رایحه درمانی (Vora et al., 2024)

۲-۳. مکانیسم عمل اسانس ها در رایحه درمانی

افزایش نوروزنر، تنظیم سطوح هورمونی، تحریک انتخابی نواحی خاص مغز و تغییر در بیوشیمی خون که بر خلق و خو و احساسات تأثیر می گذارد، محدود پیامدهایی هستند که می توانند با استفاده بالقوه از اسانس ها ایجاد شوند (Timothy et al., 2021). چنین نتایج مطلوبی ناشی از استنشاق عناصر فرار تشکیل شده در چنین روغن هایی است. این مواد فرار وقتی استنشاق می شوند، مکانیسم هایی که از طریق آن عمل می کنند، معمولاً از دو مسیر تشکیل می شوند: تحریک بویایی و تحریک تنفسی. رایحه درمانی استنشاقی از طریق تحریک بویایی عمدتاً از طریق فعال شدن عصب بویایی که از بینی به سمت مغز گسترش می یابد، عمل می کند. تحریک درمانی این روغن ها به دلیل شباهت ساختاری نزدیک آن ها با انتقال دهنده های عصبی فیزیولوژیکی و هورمون ها است. چنین شیمی ساختاری نزدیکی، باعث تحریک گیرنده های شیمیایی بویایی می شوند که مجرای بینی را پوشانده اند و بنابراین سیگنال های بویایی را همانطور که در شکل ۲B نشان داده شده است، فعال می کنند. این سیگنال دهی به قشر بالاتر مغز ختم می شود و به دنبال آن نورون های حسی بویایی، تکانه های الکتریکی را از طریق پیاپی و قشر بویایی فوقانی به نواحی لیمبیک و هیپوتالاموس مغز منتقل می نمایند (Sattayakhom et al., 2023). برخی از مولکول های بسیار فرار می توانند مستقیماً وارد مغز شده و مسیرهای عصبی را پس از استنشاق تنظیم کنند و می توانند کل سیگنال های بویایی را دور بزنند.



در هر صورت، نتیجه فیزیولوژیکی نهایی، موجی از انتقال دهنده های عصبی و تعدیل کننده های عصبی است که باعث ایجاد حس آرامش شدید در ذهن و بدن می شود، در نتیجه علائم اضطراب و افسردگی را کاهش می دهد (Cui et al., 2022). علاوه بر تحریک بویایی، یک مسیر برجسته برای تغییر عملکرد مغز توسط اسانس ها، از طریق جذب آلئولی^۱ آن ها است که در شکل ۳ نمایش داده شده است. این امر مولکول های اسانس ها را قادر می سازد تا وارد گردش خون شوند، از سد خونی-مغزی^۲ عبور کنند و در نتیجه به طور بالقوه با مناطق خاصی از مغز تعامل داشته باشند. تبادل گازی از طریق سیستم تنفسی و توزیع اسانس ها در سیستم تنفسی از طریق فرآیند انتشار صورت می گیرد. انتشار آلئولی یک مسیر بالقوه برای تحویل مولکولی این مولکول های فرار به گردش خون سیستمیک است که وارد مغز می شود. مولکول های اسانس ها که ماهیت چربی دوست دارند می توانند از سد خونی-مغزی منتقل شوند و مناطق خاصی از میل ترکیبی را در سیستم اعصاب مرکزی فعال کنند. چنین فعال سازی اثرات روانی و فیزیولوژیکی مثبتی را القا می کند که به تسکین علامتی اختلالات خلقی کمک می نماید (Fung et al., 2021). سیستم پوششی^۳ نیز توسط اسانس ها فعال می شود. اثر ضد درد به دست آمده هنگام استفاده موضعی از اسانس ها همراه با احساس رضایت و شادی، ناشی از آزادسازی سریع اندورفین ها و تعدیل کننده های درد خاص است. مطالعات نشان می دهد که وقتی روغن اسطوخودوس روی پیشانی استفاده می شود، به دلیل وجود یک آبشار پیچیده دارویی^۴، احساس آرامش ایجاد می کند. مزایای درمانی ارائه شده توسط درمان آیورودایی چکه کردن روغن^۵ با استفاده از روغن اسطوخودوس توسط رفلکس سوماتونومیک^۶ از طریق حسگرهای حرارتی یا حسگرهای فشار از طریق عصب زوج پنجم مغزی یعنی عصب سه قلو القا می گردد. یک فعل و انفعال فارماکو-فیزیو-روان شناختی پیچیده و دشوار در تولید اثرات فیزیولوژیکی دخیل است (Dobetsberger and Johnson et al., 2011). عصب سه قلو همچنین ارتباط قوی بین بینی و سیستم دارورسانی مغز ایجاد می کند (Johnson et al., 2010).

کاربرد موضعی اسانس ها عمدتاً از طریق نفوذ به پوست و حل شدن با ترکیب چربی غشای سلولی پوست عمل می کند. ترکیب شیمیایی اسانس عمق نفوذ روغن ها را به پوست تعیین می کند؛ مانند جوجوبا، آووکادو، سویا، بادام و غیره به اپیدرم فوقانی محدود می شوند؛ در حالی که ترپن های اکسیژن دار می توانند به لایه های عمیق تر و از طریق پوست نفوذ کنند (de Andrade et al., 2021). برخی از روغن ها نیز به عنوان تقویت کننده های نفوذ داخلی و موضعی بسته به مکانیسم های مختلف مانند افزایش تقسیم بندی دارو، متلاشی کردن ساختار لیپیدی بین سلولی بسیار منظم و القای تغییرات ساختاری با تعامل با دامنه پروتئین بین سلولی استفاده می شوند (Herman and Herman, 2015).

¹. Alveolar absorption

². Blood-brain barrier (BBB)

³. Integumentary system

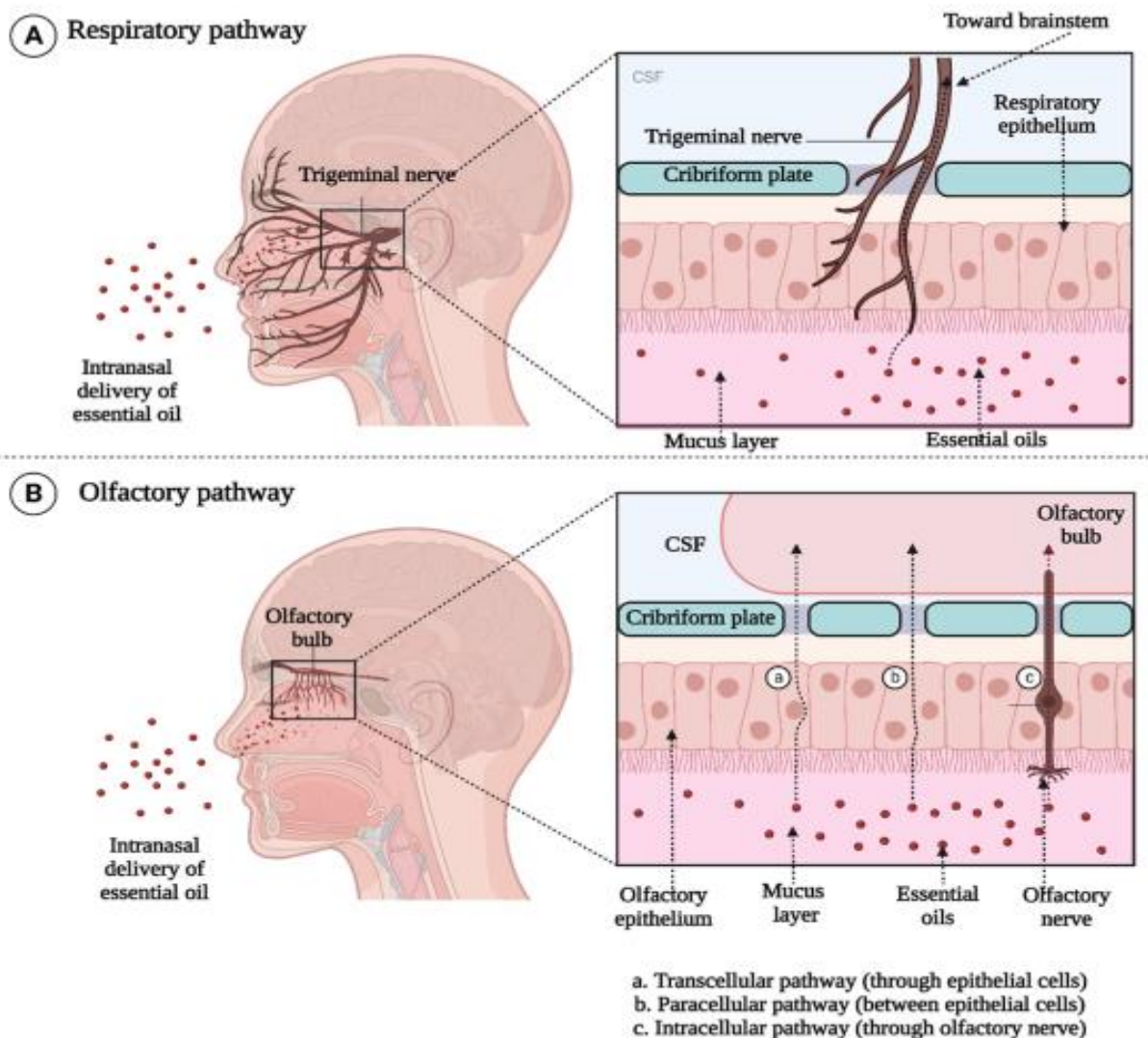
⁴. Pharmacopsychological cascade

⁵. Ayurvedic oil dripping treatment

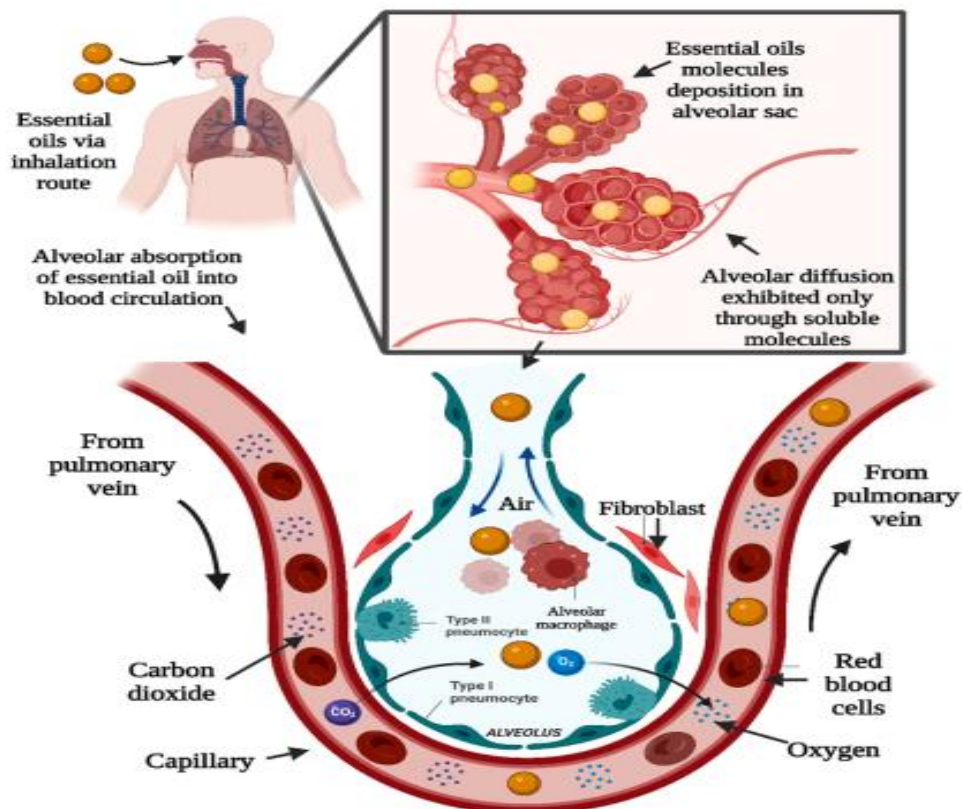
⁶. Somatoautonomic reflex



اسانس‌ها به طور ایده‌آل حاوی مقدار زیادی از ترکیبات فرار هستند که اهمیت درمانی آنها از ارزش بالایی برخوردار است. اندازه مولکولی ذرات اسانس تعیین‌کننده ارسال آن‌ها به مغز از طریق مسیرهای مختلف است. سرعت استنشاق و موفقیت در تحویل با کاهش اندازه فرمولاسیون، افزایش می‌یابد. نقطه ضعف درمان استنشاقی، نفوذ نامناسب این مولکول‌ها به مغز به دلیل اندازه‌های متفاوت غیریکنواخت آن‌ها است. اما از طریق استفاده از فناوری نانو، استفاده از نانوذرات کپسوله‌سازی شده نتایج جذب بهتری را برای این اسانس‌ها به همراه داشته است و آن را به یک سرمایه‌گذاری درمانی امیدوارکننده در آینده تبدیل کرده است (Fung et al., 2021). تغییر پاسخ حسی توسط اسانس‌ها به دلیل تأثیر بر سیستم عصبی مرکزی اتفاق می‌افتد. برخی از مولکول‌ها می‌توانند از طریق سلول‌های عصبی حسی یا مخاط بویایی عبور کنند. تبادل گازی از طریق سیستم تنفسی و توزیع اسانس‌ها در سیستم تنفسی از طریق فرآیند انتشار انجام می‌شود. این محیط برای مداخلات درمانی بیماری‌های تنفسی استفاده می‌شود، جایی که کاربرد اسانس در عفونت‌های دستگاه تنفسی فوقانی و تحتانی و اختلالات خلقی (از طریق مداخلات بویایی) به خوبی مورد بررسی قرار گرفته است. (Gyorgyi Horvath, 2015). سه مکانیسم اصلی در اثر اسانس روی مغز نقش دارد. بسیاری از اجزای موجود در اسانس، فرار هستند و از فناوری نانو مانند نانوذرات برای جذب بهتر اسانس با کمک تکنیک کپسوله‌سازی استفاده می‌شود. جذب نانوفرمولاسیون اسانس خوب است. اندازه مولکولی مولکول‌های اسانس تعیین‌کننده ارسال آن‌ها به مغز از طریق مسیرهای مختلف است. مسیر استنشاق سیستم‌های بویایی و تنفسی را در برمی‌گیرد، در حالی که مسیر اول مربوط به انتقال سیگنال بویایی با کمک پیاز بویایی است. تغییر واکنش احساسی از طریق اسانس به دلیل تأثیر آن بر سیستم عصبی مرکزی رخ می‌دهد. برخی از مولکول‌ها می‌توانند از طریق سلول‌های عصبی حسی یا مخاط بویایی عبور کنند. تبادل گازی از طریق سیستم تنفسی و توزیع اسانس در سیستم تنفسی از طریق فرآیند انتشار اتفاق می‌افتد که در شکل ۳ ارائه شده است. سه مکانیسم اصلی در اثر اسانس روی مغز نقش دارد. اولین مکانیسم، شامل فعال شدن گیرنده‌های شیمیایی بویایی بینی و تأثیر سیگنال‌های بویایی بر روی مغز است. سیستم بویایی در سیستم حسی نقش دارد که ارتباط مستقیمی با نواحی لیمبیک مغز دارد. محرک‌های بویایی تأثیر قوی بر خلق و خو دارند. مکانیسم دوم، شامل ایجاد چندین رویداد سلولی و مولکولی به دلیل نفوذ اسانس از طریق عصب بویایی است که به نواحی مغز متصل است. مکانیسم سوم شامل نوع آلوتولی جذب اسانس از طریق گردش خون است که از سد خونی-مغزی عبور می‌کند تا با نواحی مغز تعامل کند (Kotlik et al., 1986).



شکل ۲. مسیرهای تنفسی و بویایی در عملکرد اسانس در سیستم بدن انسان نقش دارند. مسیر تنفسی شامل ورود اسانس به ناحیه مغز از طریق مخچه تنفسی است. عصب سه قلو در این فرآیند نقش حیاتی دارد. در مسیر بویایی، سه حالت انتشار سلول به سلول برای اسانس وجود دارد، شامل مسیرهای بین سلولی، پاراسلولی و درون سلولی، با کمک عصب بویایی و پیاز بویایی (Vora et al., 2024)



شکل ۳. جذب آلوئولی اسانس در گردش خون: استنشاق اسانس به این مولکول ها اجازه می دهد تا به کیسه آلوئولی دستگاه تنفسی دسترسی داشته باشند. با این حال، تنها مولکول های محلول انتشار آلوئولی را نشان دادند تا در جریان خون برای گردش بیشتر در بدن مخلوط شوند (Vora et al., 2024).

۴. بحث و نتیجه گیری

رایحه درمانی به عنوان یک روش درمانی مکمل مبتنی بر استفاده از اسانس های گیاهی، از پتانسیل قابل توجهی برای ارتقای سلامت جسمی و روانی برخوردار است. در این مطالعه، کاربردهای متنوع اسانس ها در رایحه درمانی، شواهد علمی مرتبط با اثربخشی آنها، و ملاحظات ایمنی مورد بررسی قرار گرفت. نتایج نشان می دهد که اسانس ها به دلیل ترکیبات شیمیایی خاص خود، تأثیرات مثبت قابل توجهی بر سیستم های عصبی، تنفسی و پوششی بدن دارند. این تأثیرات از طریق مکانیزم های مختلفی مانند تحریک گیرنده های بویایی، جذب آلوئولی، و نفوذ از طریق پوست اعمال می شوند. افزایش علاقه به ترکیب دانش سنتی با تحقیقات علمی مدرن، فرصت های تازه ای را برای استفاده گسترده تر و علمی تر از اسانس ها در حوزه های مختلف پزشکی و بهداشت فراهم کرده است. علاوه بر این، روش های مدرن استخراج و استفاده از فناوری هایی مانند نانوذرات برای بهبود جذب و اثربخشی اسانس ها، افق های جدیدی را برای کاربردهای درمانی آنها گشوده است. با توجه به کاربرد گسترده اسانس ها در



درمان بیماری‌های مختلف از جمله اختلالات خلقی، عفونت‌های دستگاه تنفسی، مشکلات قلبی-عروقی، و حتی در مراقبت‌های دوران بارداری، رایحه‌درمانی به عنوان یک روش درمانی مکمل نقش مهمی در نظام سلامت معاصر ایفا می‌کند. این روش نه تنها در کاهش استرس و بهبود کیفیت زندگی مؤثر است، بلکه به دلیل خواص ضدباکتریایی، ضدالتهابی و تسکین‌دهنده خود، پتانسیل زیادی برای توسعه کاربردهای جدید دارد.

برای بهره‌برداری بهینه از رایحه‌درمانی، تکمیل تحقیقات علمی جامع‌تر، استانداردسازی فرآیندهای استخراج و استفاده از اسانس‌ها، و ارائه آموزش‌های لازم به متخصصان این حوزه ضروری به نظر می‌رسد. در نهایت، رایحه‌درمانی با تلفیق دانش باستانی و روش‌های علمی مدرن، می‌تواند به عنوان ابزاری قدرتمند در ارتقای سلامت و درمان بیماری‌ها مورد استفاده قرار گیرد.

منابع

- Ali, B., Al-Wabel, N. A., Shams, S., Ahamad, A., Khan, S. A., and Anwar, F. (2015). Essential oils used in aromatherapy: A systemic review. *Asian Pacific Journal of Tropical Biomedicine*, 5(8), 601–611. <https://doi.org/10.1016/j.apjtb.2015.05.007>.
- Bensouilah, J. (2005). The history and development of modern-British aromatherapy. *International Journal of Aromatherapy*, 15 (3), 134. <https://doi.org/10.1016/j.ijat.2005.06.001>.
- Bhavaniramya, S., Vishnupriya, S., Al-Aboody, M. S., Vijayakumar, R., and Baskaran, D. (2019). Role of essential oils in food safety: Antimicrobial and antioxidant applications. *Grain & Oil Science and Technology*, 2 (2), 49–55. <https://doi.org/10.1016/j.gaost.2019.03.001>.
- Bowles, E.J. (2003). *Chemistry of Aromatherapeutic Oils* (3rd ed.). Routledge.
- Buckle, J. (2014). *Clinical Aromatherapy: Essential Oils in Practice* (3rd ed.). Elsevier Health Sciences.
- Cimino, C., Maurel, O.M., Musumeci, T., Bonaccorso, A., Drago, F., Souto, E.M.B., Pignatello, R., and Carbone, C. (2021). Essential oils: Pharmaceutical applications and encapsulation strategies into lipid-based delivery systems. *Pharmaceutics*, 13 (3), 327. <https://doi.org/10.3390/pharmaceutics13030327>.
- Cui, J., Li, M., Wei, Y., Li, H., He, X., Yang, Q., Li, Z., Duan, J., Wu, Z., Chen, Q., Chen, B., Li, G., Ming, X., Xiong, L., & Qin, D. (2022). Inhalation aromatherapy via brain-targeted nasal delivery: Natural volatiles or essential oils on mood disorders. *Frontiers in Pharmacology*, 13, 894326. <https://doi.org/10.3389/fphar.2022.894326>.
- de Andrade, S.F., Rijo, P., Rocha, C., Zhu, L., and Rodrigues, L.M. (2021). Characterizing the mechanism of action of essential oils on skin homeostasis-Data from sonographic imaging, epidermal water dynamics, and skin biomechanics. *Cosmetics*, 8 (2), 36. <https://doi.org/10.3390/cosmetics8020036>.
- Dhifi, W., Bellili, S., Jazi, S., Bahloul, N., and Mnif, W. (2016). Essential oils: Chemical characterization and investigation of some biological activities: A critical review. *Medicines*, 3(4), 25. <https://doi.org/10.3390/medicines3040025>.
- Dobetsberger, C., and Buchbauer, G. (2011). Actions of essential oils on the central nervous system: An updated review. *Flavour and Fragrance Journal*, 26(5), 300–316. <https://doi.org/10.1002/ffj.2045>.
- Doukas, D.J., McCullough, L.B., Wear, S., and Flexner, R. (2010). Re-visioning Flexner: Educating physicians to be clinical scientists and humanists. *The American Journal of Medicine*, 123(12), 1155–1156. <https://doi.org/10.1016/j.amjmed.2010.04.034>.
- Fung, T.K.H., Lau, B.W.M., Ngai, S.P.C., and Tsang, H.W.H. (2021). Therapeutic effect and mechanisms of essential oils in mood disorders: Interaction between the nervous and respiratory systems. *International Journal of Molecular Sciences*, 22 (9), 4844. <https://doi.org/10.3390/ijms22094844>.



- Gattefossé, R.M., Tisserand, R., and Davies, L. (1993). Gattefossé's Aromatherapy. C.W. Daniel Company.
- Guenther, E. (1988). Essential Oils. Robert E. Krieger Publishing Company.
- Györgyi-Horváth, K.A. (2015). Essential oils in the treatment of respiratory tract diseases highlighting their role in bacterial infections and their anti-inflammatory action: A review. *Flavour and Fragrance Journal*, 30(5), 331–341. <https://doi.org/10.1002/ffj.3245>.
- Hartley, L., Igbinedion, E., Holmes, J., Flowers, N., Thorogood, M., Clarke, A., Stranges, S., Hooper, L., and Rees, K. (2013). Increased consumption of fruit and vegetables for the primary prevention of cardiovascular diseases. *Cochrane Database of Systematic Reviews*, 2021. <https://doi.org/10.1002/14651858.CD009874.pub2>.
- Herman, A., and Herman, A.P. (2015). Essential oils and their constituents as skin penetration enhancers for transdermal drug delivery: A review. *Journal of Pharmacy and Pharmacology*, 67(4), 473–485. <https://doi.org/10.1111/jphp.12364>.
- Hoover, K.C. (2010). Smell with inspiration: The evolutionary significance of olfaction. *American Journal of Physical Anthropology*, 143(S51), 63–74. <https://doi.org/10.1002/ajpa.21438>.
- Horrihan, B., Lewis, S., Abrams, D.I., and Pechura, C. (2012). Integrative medicine in America: How integrative medicine is being practiced in clinical centers across the United States. *Global Advances in Health and Medicine*, 1 (3), 18–94. <https://doi.org/10.7453/gahmj.2012.1.3.006>.
- Jimbo, D., Kimura, Y., Taniguchi, M., Inoue, M., and Urakami, K. (2009). Effect of aromatherapy on patients with Alzheimer's disease. *Psychogeriatrics*, 9(4), 173–179. <https://doi.org/10.1111/j.1479-8301.2009.00299.x>.
- Johnson, N.J., Hanson, L.R., and Frey, W.H. (2010). Trigeminal pathways deliver a low molecular weight drug from the nose to the brain and orofacial structures. *Molecular Pharmaceutics*, 7(3), 884–893. <https://doi.org/10.1021/mp900255w>.
- King, A. (2022). Medieval Islamicate aromatherapy: Medical perspectives on aromatics and perfumes. *The Senses and Society*, 17 (1), 37–50. <https://doi.org/10.1080/17458927.2022.2025336>.
- Kotlik, B.A., Petrova, L.M., Red'ko, A.I., and Eiu, K. (1986). Sources of equipment measurement error in stimulation electromyography. *Fiziologiya Cheloveka*, 12(5), 691–695.
- Lee, S.H., Do, H.S., and Min, K.J. (2015). Effects of essential oil from Hinoki cypress (*Chamaecyparis obtusa*). *Plos One*, 10 (4), e0124411. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0124411>.
- McMullen, R.L., and Dell'Acqua, G. (2023). History of natural ingredients in cosmetics. *Cosmetics*, 10(1), 71. <https://doi.org/10.3390/cosmetics10010071>.
- Mueller, S.M., and Grunwald, M. (2021). Effects, side effects and contraindications of relaxation massage during pregnancy: A systematic review of randomized controlled trials. *Journal of Clinical Medicine*, 10(16), 3485. <https://doi.org/10.3390/jcm10163485>.
- Uehleke, B., Hopfenmueller, W., Stange, R., and Saller, R. (2012). Are the correct herbal claims by Hildegard von Bingen only lucky strikes? A new statistical approach. *Forschende Komplementärmedizin/Research in Complementary Medicine*, 19(4), 187–190. <https://doi.org/10.1159/000342377>.



تأثیر عصاره پیاز بر فعالیت پلی فنول اکسیداز سیب

نادر چاпарزاده^۱، مینا علی پاشائی دهخوارقانی^۱، لیلا زرنندی میاندوآب^{۱*}

^{۱*} گروه زیست شناسی، دانشکده علوم پایه، دانشگاه شهید مدنی آذربایجان، تبریز، ایران (leilazarandym@gmail.com)

چکیده

قهوه‌ای شدن آنزیمی پدیده‌ای است که به طور گسترده در بسیاری از میوه‌ها و سبزیجات رخ می‌دهد. هنگامی که میوه‌ها و سبزیجات بریده، لهیده یا آسیب ببینند، در اثر فعالیت پلی فنل اکسیداز و قرار گرفتن در معرض هوا به سرعت تیره می‌شوند که در نتیجه تشکیل ملانین‌های قهوه‌ای از اکسیداسیون ترکیبات فنلی است. جهت جلوگیری از قهوه‌ای شدن و مهار فعالیت آنزیمی، ترکیبات شیمیایی متنوعی به طور گسترده استفاده می‌شوند. اما مشکلات ناشی از این ترکیبات از جمله اثرات زیان‌بار بر سلامتی انسان، استفاده از آن‌ها را محدود می‌کند. این تحقیق با هدف بررسی تأثیر عصاره پیاز بر روی فعالیت پلی فنول اکسیداز انجام شده است. عصاره آنزیمی سیب در این مطالعه تحت تأثیر غلظت‌های ۱۰ تا ۵۰ درصدی عصاره پیاز قرار گرفتند. فعالیت آنزیم پلی فنول اکسیداز با استفاده از پیروگالل به عنوان سوبسترا به روش اسپکتروفتومتری در طول موج ۴۲۰ نانومتر ارزیابی شد. نتایج این تحقیق نشان می‌دهد تمامی غلظت‌های عصاره پیاز به طور معنی‌دار فعالیت پلی فنول اکسیداز را نسبت به شاهد کاهش دادند. بنابراین شاید بتوان عصاره پیاز را به عنوان یک ترکیب طبیعی جهت جلوگیری از قهوه‌ای شدن آنزیمی میوه سیب مورد استفاده قرار گیرد.

واژگان کلیدی: پلی فنول اکسیداز، سیب، عصاره پیاز، قهوه‌ای شدن آنزیمی



۱. مقدمه

سیب منبع مهمی از پلی فنولیک‌ها و محبوب‌ترین میوه در سرتاسر جهان است. مصرف سیب در رژیم غذایی به دلیل محتوای فنلی، خطر ابتلا به برخی بیماری‌های مزمن مانند سرطان پروستات، کبد، روده بزرگ، سرطان‌های ریه و بیماری‌های قلبی عروقی را کاهش می‌دهد. مطالعات نشان می‌دهد که اصلی‌ترین ترکیبات فیتوشیمیایی موجود در سیب متعلق به گروه پلی فنول‌ها از جمله هیدروکسیبنامیک اسیدها، فلاوان، اولسانتوسیانیدین‌ها، فلاوانول‌ها و دی هیدروکالکن‌ها هستند که فعالیت آنتی اکسیدانی دارند. اسیدهای هیدروکسیبنامیکی عمدتاً کافنویل کوئینیک اسید موجود در گوشت، فلاوانول‌ها عمدتاً کوئرستین گلیکوزیدهای موجود در پوست و دی هیدروکالکن عمدتاً فلوریدزین و فلورترین گلوکوزید هستند. در سیب، دی هیدروکالکن‌ها عمدتاً در دانه و سپس در هسته و پوست وجود دارند. ترکیبات فنلی و آنزیم‌های مرتبط به عنوان تعیین کننده کیفیت در میوه‌ها و سبزیجات شناخته می‌شوند. آنزیم‌های اصلی مسئول افت کیفیت سیب، پلی فنل اکسیداز^۱ و پراکسیداز^۲ هستند.

مشکل اصلی در برش میوه‌های تازه به دلیل قهوه‌ای شدن آنزیمی است که نه تنها باعث کاهش کیفیت بصری می‌شود، همچنین بر عطر و طعم و کاهش مواد مغذی و با ارزش آن نیز تأثیر می‌گذارد. علیرغم اثرات منفی پلی فنل اکسیداز، این آنزیم عملکردهای فیزیولوژیکی متعددی مانند دفاع در برابر تنش‌های زنده و غیرزنده، مقاومت در برابر تنش‌های آب و هوایی و فتوسنتز دارد. PPO از اکسیژن برای اکسید کردن ترکیبات فنلی به کتون‌ها استفاده می‌کند که بسیار واکنش‌پذیر هستند و می‌توانند با هم و با سایر ترکیبات ترکیب شوند تا رنگدانه‌های قهوه‌ای ایجاد کنند. اکسیداسیون آنزیمی ترکیبات فنلی می‌تواند باعث سیاه شدن یا قهوه‌ای شدن میوه‌ها و سبزی‌ها قبل از برداشت یا در طول ذخیره‌سازی پس از برداشت شود (Hutabarat and Halbwirth, 2019).

از آنجایی که قهوه‌ای شدن این میوه خاص از دیدگاه علم و فناوری غذایی موضوع مهمی است. از قهوه‌ای شدن سیب می‌توان با برخی مواد شیمیایی مانند بی سولفیت‌ها جلوگیری کرد. اگرچه بی سولفیت‌ها برای جلوگیری از قهوه‌ای شدن موثر هستند، اما می‌توانند برای سلامتی انسان، به ویژه در بیماران مبتلا به آسم مضر باشند. همچنین تقاضای فزاینده‌ای از سوی مصرف کنندگان برای جایگزینی ترکیبات مصنوعی با مواد طبیعی به عنوان مواد غذایی وجود دارد. بنابراین، ترکیبات با منشأ طبیعی به طور گسترده‌ای توسط مصرف کنندگان در بازار پذیرفته شده است و در نتیجه، یافتن جایگزین‌های طبیعی و مؤثر به جای این ترکیبات ضروری است (Arnold and Gramza-Michałowska, 2022).

پیاز *Allium cepa* گیاهی دو یا چند ساله می‌باشد اما در سبزی‌کاری به عنوان یک ساله کشت داده می‌شود. پیاز در هر نقطه از جهان رشد می‌کند و تنوع زیادی از نظر رنگ، شکل، محتوای ماده خشک و تندی از خود نشان می‌دهند. (Griffiths et al., 2002). اثرات آنتی اکسیدانی مصرف پیاز با کاهش خطر اختلالات عصبی، بسیاری از انواع سرطان‌ها، تشکیل آب

¹ PPO (Polyphenol oxidase)² POX (Peroxidase)



مرورید و ایجاد زخم مرتبط است. داده‌های طیف وسیعی از روش‌های آزمایشگاهی نشان می‌دهد که پیاز دارای سطوح متوسطی از فعالیت آنتی‌اکسیدانی در مقایسه با سایر سبزیجات است. چندین مطالعه اپیدمیولوژیک گزارش کرده‌اند که فعالیت ضد پلاکتی پیاز به‌عنوان خاصیت ترکیبات گوگردی در نظر گرفته می‌شود. به طور خاص، دسته ای از- α سولفینیل-دی سولفیدهای موجود در عصاره پیاز فعالیت ضد ترومبوتیکی را نشان داده‌اند. این ترکیبات شباهت ساختاری با آجوشن دارند، که ترکیب اصلی ضد پلاکتی در عصاره سیر محسوب می‌شود. در مطالعه Galeone و همکاران، ابتدا از کشورهای مدیترانه ای، پیشنهاد کردند که یک رژیم غذایی غنی از پیاز ممکن است تأثیر مطلوبی بر خطر آنفارکتوس حاد میوکارد داشته باشد؛ بنابراین، این سبزی می‌تواند در رژیم غذایی پیشگیری کننده از بیماری‌های قلبی عروقی مفید باشند. پیاز دارای اثرات کاهش چربی خون، کاهش قند خون و ضد ترومبوز توصیف شده است و بنابراین می‌تواند در پیشگیری از بیماری‌های قلبی عروقی استفاده شود. با تمرکز بر اثرات کاهش چربی پیاز، گزارش شده است که این سبزی اثرات کاهش چربی متوسطی بر روی حیوانات آزمایشگاهی مانند خوک‌های سالمی دارد. نشان داده است که کورستین توانایی کاهش سطح کلسترول سرم و شدت تصلب شرایین را دارد (Suleria et al., 2015). هدف از این تحقیق بررسی تأثیر عصاره پیاز بر روی فعالیت آنزیم پلی‌فنول اکسیداز به عنوان عامل اصلی قهوه‌ای شدن سیب می‌باشد.

۲. مواد و روش‌ها

۲-۱. منطقه مورد مطالعه

این قسمت این تحقیق در استان آذربایجان شرقی در گروه زیست شناسی دانشگاه شهید مدنی آذربایجان انجام شده است.

۲-۲. روش تحقیق

۲-۲-۱. استخراج عصاره آنزیمی

۵۰ گرم سیب زرد بعد از پوست گیری با ۵۰ میلی‌لیتر بافر فسفات سدیم سرد ۰/۱ مولار و pH ۶/۸ در دمای ۴ درجه به مدت ۳ دقیقه در مخلوط کن همگن شدند. هموژن صاف شد و به مدت ۲۰ دقیقه در دمای ۴ درجه سانتیگراد و دور ۱۳۰۰۰ سانتریفیوژ شده و مایع رویی دارای عصاره آنزیمی جدا شد (Thipnate and Sukhonthara, 2015). با مایع رویی حاصل، رسوب دهی آمونیوم سولفات ۲۰٪ انجام شد و مجدداً سانتریفیوژ شد. رسوب بدست آمده با بافر فسفات ۱۰ میلی مولار و pH ۶/۸ همگن شد. محلول بدست آمده به مدت ۲۴ ساعت در یخچال در مقدار حجمی از بافر فسفات ۱۰ میلی مولار و pH ۶/۸ دیالیز شده (Wingfield, 1998) و میزان پروتئین نمونه‌ها به روش برادفورد اندازه گیری شد (Bradford, 1976).

۲-۲-۲. سنجش فعالیت پلی‌فنول اکسیداز

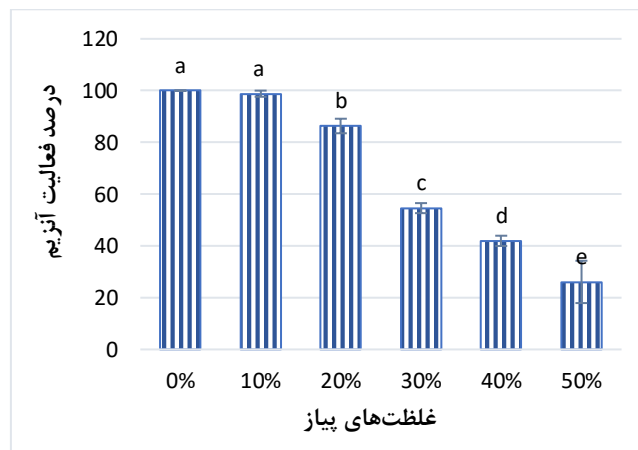
فعالیت پلی‌فنول اکسیداز در دمای ۳۲ درجه سانتیگراد و در طول موج ۴۲۰ نانومتر در مخلوط واکنش شامل ۶۰۰ میکرولیتر بافر فسفات سدیم ۱۰ میلی مولار و pH ۷، ۲۰۰ میکرولیتر پیروگال ۰/۲ مولار و ۲۰۰ میکرولیتر عصاره آنزیم اندازه گیری شد. ۰/۰۰۱ تغییر در جذب در یک دقیقه به عنوان یک واحد آنزیمی تعریف شد. نتایج نهایی به صورت فعالیت ویژه، واحد آنزیمی بر میلی گرم پروتئین محاسبه (Flurkey, 1986) و به صورت درصد از نمونه شاهد بیان شد.

غلظت‌های ۱۰٪ تا ۵۰٪ عصاره پیاز با عصاره آنزیم پلی فنول اکسیداز مخلوط و به مدت ۱۰ دقیقه در دمای ۳۲ درجه سانتیگراد انکوبه گردید. بعد از افزودن بافر فسفات ۱۰ میلی مولار و pH ۷ و ۲۰۰ میکرولیتر پیروگالال ۰/۲ مولار فعالیت آنزیم در طول موج ۴۲۰ نانومتر محاسبه شد.

آنالیز واریانس یکسویه داده‌ها با نرم افزار SPSS و ترسیم نمودار با نرم افزار Excel انجام گرفت.

۳. نتایج

با توجه به شکل ۱، غلظت‌های مختلف عصاره پیاز بر روی فعالیت آنزیم اثر مهاری داشته است. با افزایش غلظت عصاره پیاز فعالیت آنزیم کاهش یافت که بیشترین کاهش فعالیت در غلظت ۵۰ درصد مشاهده شد. از مشاهدات حاصل از جدول ۱ می توان گفت که تاثیر غلظت‌های مختلف پیاز بر روی فعالیت آنزیم پلی فنول اکسیداز در سطح ۰/۰۰۱ آماری معنی دار است.



شکل (۱) تاثیر غلظت‌های مختلف پیاز بر فعالیت پلی فنول اکسیداز

جدول (۱) تجزیه واریانس تاثیر غلظت‌های مختلف پیاز بر فعالیت پلی فنول اکسیداز

منابع تغییر	درجه آزادی	مجموع مربعات	میانگین مربعات	F
غلظت پیاز	۵	۱/۴۷۷	۰/۲۹۵	۷۰/۵۶۳***
خطا	۱۲	۰/۰۵	۰/۰۰۴	
کل	۱۸	۹/۸۴۱		

*** در سطح ۰/۰۰۱ ** در سطح ۰/۰۱ * در سطح ۰/۰۵ بی معنی است. n.s

۴. بحث و نتیجه گیری

تاثیر عصاره گل ختمی بر فعالیت آنزیم پلی فنول اکسیداز در مطالعه‌ای توسط Wessels و همکاران نشان داده است. خواص آنتی اکسیدانی فلاونوئیدها و آنتوسیانین‌های گل ختمی ممکن است مهار پلی فنول اکسیداز را توضیح دهد. عصاره های ریشه پلار گونیوم، گیاه جو دوسر و میوه‌های شاه‌توت زیرگروهی همگن از بازدارنده‌ها را تشکیل می‌دهند. پلی فنول‌های موجود در عصاره ریشه پلار گونیوم عمدتاً فلاونوئیدها، تانن‌ها و کومارین‌ها به ویژه اومکالین هستند. فلاونوئیدها و تانن‌های خاص می‌توانند پلی فنول اکسیداز را با کمپلکس مس یا واکنش با پروتئین‌ها غیرفعال کنند. پلی فنول‌های غالب در میوه‌های

آبی، قرمز و بنفش تیره مانند زغال اخته و توت فرنگی آنتوسیانین هستند. تقریباً همه این میوه‌ها حاوی اسیدهای هیدروکسی سینامیک، مشتقات هیدروکسی بنزوئیک اسید، فلاونول‌ها و فلاونول‌ها و همچنین پروآنتوسیانیدین هستند. خواص آنتی اکسیدانی این دسته از پلی فنل‌ها نشان می‌دهد که آنها عمدتاً به عنوان عوامل کاهش دهنده عمل می‌کنند و بنابراین ممکن است به طور موقت قهوه‌ای شدن را مهار کنند (Wessels et al., 2014).

پیاز به عنوان یک غذای سالم از فواید متعددی برخوردار است زیرا حاوی ترکیبات عملکردی مختلفی مانند آنتوسیانین ها، کامپفرول، کورستین، ایزورامنتین و آلکیل سیستین سولفوکسیدها می‌باشد. مطالعه ای اثر بازدارندگی عصاره پیاز (تازه یا تیمار شده با حرارت) را بر روی پلی فنل اکسیداز موز در طول رسیدن موز هنگامی که به مدت ۱۰ روز در دمای اتاق نگهداری می‌شود نشان می‌دهد. فعالیت پلی فنل اکسیداز موز طی نگهداری در دمای اتاق کاهش یافت و با افزودن عصاره پیاز مهار شد (Lee, 2007). تاثیر عصاره پیاز بر روی پلی فنول اکسیداز برگ های کاساوا نیز مطالعه شده است. افزودن عصاره پیاز که به مدت ۱۰ دقیقه در دمای ۱۰۰ درجه سانتیگراد حرارت داده شده بود، نسبت به عصاره پیاز تازه، اثر بازدارندگی قوی تری نشان داد. نتایج مشابهی توسط لی و همکاران گزارش شده است (Lee and Wong, 2014).

نتایج مطالعه حاضر نشان داد که عصاره پیاز سبب کاهش فعالیت پلی فنول اکسیداز می‌گردد. بنابراین عصاره پیاز می‌تواند به عنوان عاملی جهت کاهش فعالیت آنزیم پلی فنل اکسیداز در صنایع مربوطه استفاده شود.

تشکر و قدردانی

نویسندگان از معاونت پژوهش و فناوری دانشگاه شهید مدنی آذربایجان و قطب آنتی اکسیدان‌های گیاهی دانشگاه اصفهان کمال تشکر را دارند.

منابع

- Arnold, M., Gramza-Michałowska, A. (2022). Enzymatic browning in apple products and its inhibition treatments. A comprehensive review. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*. 21(6): 5038-5076.
- Bradford, M.M. (1976). A rapid and sensitive method for the quantitation of microgram quantities of protein utilizing the principle of protein-dye binding. *Analytical biochemistry*. 72 (1-2): 248-254.
- Thipnate, P., Sukhonthara, S. (2015). Control of enzymatic browning in apple and potato purees by using guava extract. *Science, Engineering and Health Studies*. pp. 59-68.
- Flurkey, W.H. (1986). Polyphenoloxidase in higher plants: immunological detection and analysis of in vitro translation products. *Plant Physiology*. 81(2): pp. 614-618.
- Griffiths, G., Trueman, L., Crowther, T., Thomas, B., & Smith, B. (2002). Onions—a global benefit to health. *Phytotherapy Research: An International Journal Devoted to Pharmacological and Toxicological Evaluation of Natural Product Derivatives*, 16(7): 603-615.
- Hutabarat, O.S. and Halbwirth, H. (2019), November. Polyphenol oxidase and peroxidase activity in apple: dependency on cultivar and fruit processing. In *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* (Vol. 355, No. 1, p. 012106). IOP Publishing.
- Lee, M. K. (2007). Inhibitory effect of banana polyphenol oxidase during ripening of banana by onion extract and Maillard reaction products. *Food Chemistry*, 102(1): 146-149.
- Suleria, H. A. R., Butt, M. S., Anjum, F. M., Saeed, F., & Khalid, N. (2015). Onion: Nature protection against physiological threats. *Critical reviews in food science and nutrition*, 55(1): 50-66.



- Wessels, B., Schulze-Kaysers, N., Damm, S., & Kunz, B. (2014). Effect of selected plant extracts on the inhibition of enzymatic browning in fresh-cut apple. *Journal of Applied Botany and Food Quality*, 87.
- Wingfield, P. (1998). Protein precipitation using ammonium sulfate. *Current protocols in protein science*. 13(1): A-3F
- Wong, C. W., & Angel Lee, P. L. (2014). Inhibitory effect of onion extract on cassava leaf (*Manihot esculenta* Crantz) polyphenol oxidase. *International Food Research Journal*, 21(2).

بررسی اثر عصاره گیاه آویشن بر بقای بیفیدوباکتریوم های کشک محلی و صنعتی

مریم شهبازی گلشن آبادی^{۱*}، فاطمه صادقی^۲ و زهره جعفری^۲

^{۱*} گروه زیست شناسی، دانشکده علوم پایه، واحد اراک، دانشگاه آزاد اسلامی، اراک، ایران (maryamsh81am@gmail.com)

^۲ گروه زیست شناسی، دانشکده علوم پایه، واحد اراک، دانشگاه آزاد اسلامی، اراک، ایران

چکیده

امروزه نگهداری مواد غذایی، به ویژه لبنیات، به دلیل حضور میکروارگانیسم ها چالش برانگیز است. استفاده از نگهدارنده های طبیعی، به ویژه عصاره آویشن، به دلیل کاهش عوارض جانبی و اثرات مفید سلامتی، توجه زیادی را جلب کرده است. در این تحقیق، تأثیر اسانس آویشن شیرازی بر بقای بیفیدوباکتریوم ها در کشک های محلی و صنعتی بررسی شد. نمونه ها با غلظت های مختلف اسانس آویشن (۲۰، ۴۰، ۸۰ و ۱۲۰ میکروگرم بر لیتر) ترکیب شده و تغییرات تعداد باکتری ها طی ۲۰ روز اندازه گیری شد. نتایج نشان داد که در تعدادی از غلظت های، عصاره آویشن باعث افزایش ماندگاری بیفیدوباکتریوم ها شد، در حالی که در غلظت های دیگر اثر مهارکنندگی مشاهده گردید. کشک های صنعتی نیز به دلیل فرآیند تولید و نگهداری، افزایش بیشتر بیفیدوباکتریوم ها را در غلظت های پایین نشان دادند. ارزیابی های حسی نشان داد که افزودن اسانس آویشن منجر به بهبود طعم و قوام محصول شد. بنابراین، عصاره آویشن میتواند به عنوان نگهدارنده طبیعی برای افزایش ماندگاری و کیفیت محصولات لبنی، به ویژه کشک، مورد استفاده قرار گیرد.

واژگان کلیدی: آویشن، بیفیدوباکتریوم، کشک، مهارکنندگی



۱. مقدمه

مواد غذایی جزو گروهی از مواد فساد پذیر هستند که در اثر فاکتور های محیطی و عوامل میکروبی، شیمیایی و فیزیکی در معرض فساد و تغییر رنگ، بو، طعم ساختار و ترکیبات قرار میگیرند بنابراین غیر قابل مصرف می شوند. از این رو تولید کنند های مواد غذایی در صدد آن برآمدند تا محصولات با قابلیت ماندگاری طولانی مدت با کمترین فساد ممکن را تولید کنند. امروزه روش های نگهداری گوناگون ارائه شده است، از جمله روش های فیزیکی، روش های زیستی، روش های شیمیایی. نگهدارنده های طبیعی علاوه بر جلوگیری از آلودگی های میکروبی و فساد مواد غذایی عوارض جانبی کمتری را به همراه دارند از همین روی امروزه گرایش به نگهدارنده های طبیعی با عوارض جانبی کمتر نسبت به سایر روش های نگهداری بیشتر شده است و می توانند جایگزین خوبی برای نگهدارنده های شیمیایی معرفی شوند. از جمله نگهدارنده های طبیعی میتوان به اسیدلاکتیک ها، عصاره های گیاهی، اسید استیک و پلی فنل ها اشاره کرد.

آویشن با نام علمی (thymes) سرده ای از تیره ی نعنائیان که حدود ۳۵۰ گونه دارد و در ایران ۱۴ گونه از این گیاه شناسایی شده است. (۳). (۱۴) آویشن به علت دارا بودن دو ترکیب فنول، تیمول Isopropyl-5-methylphenol با فرمول $C_{10}H_{14}O$ و کارواکرول isopropyl-2-methylpheno با فرمول $C_{10}H_{14}O$ به عنوان مواد آنتی اکسیدان، ضد استرس اکسیداتیو و ضد التهاب قوی شناخته شده اند. (۶) فنول به عنوان یک سم پروتوپلاسمی ناخالص عمل می کند (۱۶). از این رو می توان از آن به عنوان نگهدارنده آنتی باکتریال ها معرفی کرد که به طور گسترده ای به عنوان نگهدارنده مواد غذایی طبیعی مورد استفاده قرار می گیرد. آویشن در استان فارس با نام آویشن شیرازی (Zataria multiflora) شناخته میشود که مواد موثره بیشتر و رایحه ی تند تری دارد. (۲۱) به منظور تهیه عرق آویشن از روش تقطیر استفاده میکنیم.

پروبیوتیک ها میکروارگانیسم های زنده که اگر به میزان کافی مصرف شوند اثرات سلامت بخش دارند و میتوانند میکروبیوتا را بهبود ببخشند همچنین میتوانند بر تعادل متابولیکی و تعادل سیستم ایمنی اثر بگذارند. (۴) پروبیوتیک میتوانند با تولید سیتوکین ها و انتقال دهنده های عصبی سبب ارتباط محور معده-مغز HPA میشوند به علاوه سنتز ویتامین های B و K را رقم میزنند همچنین آنزیم ها مانند بتاگالاکتوزیداز ها و پپتید های ضد میکروبی که سبب مهار یا حذف پاتوژن ها میشوند را تولید میکنند. (۱۰) یکی از تکنیک های پروبیوتیک ها استفاده از آنها در مواد غذایی است.

سویه های پروبیوتیک مورد استفاده در فرآورده های شیر اکثراً متعلق به جنس های لاکتوباسیلوس و بیفیدوباکتریوم می باشند. برخی از سویه های پروبیوتیک جهت رشد در شیر بسیار مناسب تر هستند زیرا به طور طبیعی در شیر وجود دارند، تکثیر میشوند و همچنین میتوانند شرایط pH آن را تحمل و از قند های موجود در شیر استفاده کنند درحالی که برخی دیگر برای رشد نیاز به محرک دارند. (۹) مهمترین باکتری های پروبیوتیک شامل: لاکتوباسیلوس اسیدوفیلوس، لاکتوباسیلوس بیفیدوس، لاکتوباسیلوس رامنوسوس و لاکتوباسیلوس روتری و بیفیدوباکتریوم بیفیدوم، بیفیدوباکتر برو و بیفیدوباکتر لانگوم ها هستند. لاکتوباسیلوس ها اغلب رشد کندتر و تولید اسید پایین تر نسبت به بیفیدوباکترها دارد از این رو تمایل به بیفیدوباکترها بیشتر است. (۹)

بیفیدوباکتر ها باسایل گرم مثبت بدون اسپور، اندازه ۸-۲ میکرون، بدون حرکت و بیهوازی اجباری با بهینه دمای رشد ۳۶ تا ۳۸ درجه هستند. بسته به شرایط کشت به شکل منحنی یا میله ای دیده می شوند. (۱۵)



این باکتری ها کاتالاز و ایندول منفی هستند همچنین از لحاظ خصوصیات تخمیری نیز جزء دسته باکتری های ناجور تخمیر قرار می گیرند. (۷) در حال حاضر ۳۰ گونه در این جنس شناسایی شده اند که در حدود ۱۰ گونه از آن ها منشأ انسان داشته

با توجه به تمایل جامعه امروزی به مصرف لبنیات مانند شیر، کشک و ماست بخصوص تمایل به مصرف کشک در سبد غذایی لزوم به افزایش کیفیت و سودمندی آنها بیشتر از پیش حائز اهمیت است. اگر چه سرانه مصرف لبنیات در ایران بسیار کمتر از استاندارد جهانی یعنی ۷۰ کیلو گرم میباشد اما امید است با افزایش سودمندی تمایل به مصرف بیشتر از گذشته رقم بخورد همانطور که بر اساس استانداردهای جهانی توصیه می شود سرانه مصرف بین ۱۵۰ تا ۱۶۰ کیلو گرم باشد.

بدر نظر گرفتن مصرف لبنیات به عنوان بخشی از سبد غذایی بخصوص کشک به عنوان یکی از پرمصرف ترین لبنیات و همچنین نیاز به افزایش سودمندی آنها با افزودن پروبیوتیک ها، اغلب به علت کارایی بیشتر بیفیدوباکتر ها به عنوان پروبیوتیک کاربردی تر انتخاب گردیده و از سویی آویشن به عنوان یکی از در دسترس ترین گیاهان با خاصیت آنتی باکتریال ناشی از ترکیبات کارواکرول و تیمول به عنوان یک نگهدارنده طبیعی برگزیده میشود. از همین رو در این تحقیق اثر اسانس گیاهی آویشن بر زنده مانی باکتری بیفیدوباکتر در کشک محلی و صنعتی را بررسی می کنیم.

۲. مواد و روش ها

۲-۱. روش تحقیق

ابتدا ۵ عدد از هر کدام از کشک های محلی و صنعتی که در ظروف استریل نمونه گیری جمع آوری شد و نمونه ها در دو گروه شاهد و ارزیابی در دمای ۴ درجه سانتی گراد نگهداری گردید.

عصاره گیاه آویشن از مراکز و فروشگاههای معتبر و توزیع کننده گیاهان دارویی تهیه شد. این عصاره در غلظت های ۲۰، ۴۰، ۸۰ و ۱۲۰ تهیه گردید.

باکتری بیفیدوباکتریوم لاکتیس به صورت خالص و لیوفیلیزه از مرکز کلکسیون سازمان پژوهشهای علمی و صنعتی ایران خریداری شد. جهت فعال سازی، باکتری ها در شرایط استریل و در محیط مغذی برین هارث اینفیوژن (BHI) کشت سطحی داده و در شرایط بی هوازی به مدت ۱ هفته در دمای ۲۵ درجه سانتی گراد به منظور رشد و تکثیر باکتری ها گرما گذاری گردید. سپس جهت تهیه سوسپانسیون میکروبی از محیط کشت فعال و روش استاندارد نیم مک فارلند استفاده شد.

هر ۱۰۰ گرم از نمونه های کشک محلی و صنعتی با ۱ میلی لیتر عصاره آویشن در ۴ غلظت ۲۰، ۴۰، ۸۰ و ۱۲۰ میکروگرم بر لیتر ادغام گردید که به این منظور ۱ گرم از هر نمونه کشک محلی و صنعتی در ۱۰ میلی لیتر سرم فیزیولوژی به صورت سوسپانسیون تهیه شد و سپس سوسپانسیون ها با ۱۰ میکرولیتر عصاره آویشن در ۴ غلظت فوق ترکیب شد.

جداسازی و شمارش باکتری های بیفیدوباکتر با کشت نمونه ها بر روی محیط اختصاصی Bifidobacterium Agar در شرایط هوازی به روش Pour plate در دمای ۳۷ درجه سلسیوس برای ۲۴ تا ۴۸ ساعت انجام شد و باکتری های مورد نظر با واحد CFU_unit Forming Colony در هر میلی لیتر یا هر گرم از کشک بیان شد.

نمونه ها از نظر حداقل غلظت کشندگی MBC و حداقل غلظت مهار کنندگی MIC نیز مورد ارزیابی قرار گرفتند که به این منظور در ۱۲ لوله آزمایش ۱۰ میلی لیتر محیط کشت مولر هیتون براث اضافه کردیم و ۱۰ میلی لیتر از عصاره آویشن با غلظت ۴۰ میلی



گرم بر لیتر (۰.۰۴ میلی گرم بر میلی لیتر) به صورت سریال رقت به لوله ها اضافه شد سپس ۱۰ میلی لیتر از نیمه مک فارلند باکتری های بیفیدوباکتر جدا شده از نمونه ها به صورت ۱۰۰ برابر رقیق تر اضافه گردید و در دمای ۳۷ درجه برای ۲۴ ساعت گرما گذاری شد.

آزمون حسی نمونه ها از طریق ۱۰ نفر برای بررسی از لحاظ طعم، بو، بافت، قوام و قابلیت پذیرش کل توسط روش هدونیک ۷ نقطه‌ای با تکمیل پرسشنامه مورد ارزیابی قرار گرفت.

تجزیه و تحلیل آماری این پژوهش در قالب فاکتوریل، با طرح پایه تصادفی در سه تکرار انجام شد. داده ها با استفاده از نرم افزار SPSS مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفتند. اختلاف میانگین ها با استفاده از آزمون چند دامنه های دانکن در سطح اطمینان ۰.۰۵ مقایسه شده و بر اساس آن نمودار مربوطه به وسیله ی نرم افزار اکسل رسم گردید.

۳. نتایج

همانطور که جدول شماره ۱ نشان می‌دهد در کشک های سنتی در روز های ابتدایی با افزایش غلظت عصاره آویشن تعداد باکتری های بیفیدوباکتر کاهش میابد که سرعت کاهش آن با شیب ملایم می باشد همچنین با گذر زمان در مجاورت یکی از غلظت های فوق از عصاره ، روند کاهشی در طی روز های مختلف مشاهده می گردد اما توجه داریم که در تعدادی از غلظت ها از عصاره در روز های مختلف گاهی ثابت موندن تعداد یا با افزایش تعداد باکتری نسبت به غلظت های فاقد عصاره در همان روز ها همراه است. به طور مثال روز هشتم و دوازدهم در غلظت های کمتر افزایش تعداد باکتری نسبت به غلظت های فاقد عصاره مشاهده میشود.

همچنین همانطور که در جدول شماره ۲ نشان داده شده است در کشک های صنعتی نیز با کاهش ملایم تعداد باکتری های بیفیدوباکتر همراه است اگر چه در بعضی از غلظت در روز های هشتم ، دوازدهم و بیستم افزایش تعداد باکتری مشاهده میشود .

مشاهدات فوق بیانگر آن است که اگر چه آویشن در تعدادی از غلظت ها سبب ماندگاری بیفیدوباکتر ها میشود اما در غلظت های بیشتر اثر مهار کنندگی برای باکتری ها دارد و سبب کاهش تعداد باکتری ها میشود. از سویی در مقایسه نتایج در کشک های صنعتی و سنتی افزایش تعداد باکتری بیشتری در نمونه های صنعتی در غلظت های کمتر از عصاره آویشن مشاهده میشود که این تفاوت ممکن است ناشی از روش های تولید، فرآوری و نگهداری باشد. همچنین با بررسی ها، از نظر قوام و طعم محصول، افزایش نسبی قوام و بهبود طعم و رایحه ای ملایم از آویشن در آن مشاهده گردید که میتواند زمینه را برای تولید محصولات جدید با عطر و طعم جدید را رقم بزند.

جدول شماره ۱- میانگین تعداد باکتری بیفیدوباکتر در کشک سنتی

نمونه کنترل	غلظت ۲۰	غلظت ۴۰	غلظت ۸۰	غلظت ۱۲۰
روز صفر	۱/۷۳	۱/۶۹	۱/۶۴	۱/۴۹
روز ۴	۱/۵۷	۱/۵۹	۱/۶۲	۱/۱۵
روز ۸	۱/۲۵	۱/۴۸	۱/۵۶	۰/۵۰
روز ۱۲	۱/۱۲	۱/۴۲	۱/۵۱	۰/۲۲



روز ۲۰	۰/۸۶	۰/۵۱	۰/۴۶	۰/۱۰	۰/۰۵
--------	------	------	------	------	------

جدول شماره ۲- میانگین تعداد باکتری بیفیدوباکتر در کشک صنعتی

نمونه	غلظت ۲۰	غلظت ۴۰	غلظت ۸۰	غلظت ۱۲۰
روز صفر	۱/۹۱	۱/۸۴	۱/۷۲	۱/۴۸
روز ۴	۱/۶۲	۱/۶۸	۱/۵۰	۱/۰۱
روز ۸	۱/۵۴	۱/۶۹	۱/۶۳	۰/۷۲
روز ۱۲	۱/۳۲	۱/۶۹	۱/۶۱	۰/۲۱
روز ۲۰	۰/۶۵	۱/۴۸	۱/۲۹	۰/۰۴۹

۴. بحث و نتیجه گیری

تحقیقات مشابه در زمینه ارزیابی تعداد باکتری های پروبیوتیک در آبمیوه با اثرگذاری عصاره آویشن توسط کوشکی و همکاران در سال ۱۴۰۰ انجام شد که با اثر ۰.۵ درصد (w/v) عصاره آویشن ماندگاری معناداری در تعداد پروبیوتیک ها مشاهده گردید که با تحقیقات انجام شده اثر عصاره آویشن در کشک نتایج مشابه می باشد. همچنین این کاهش با تحقیقاتی که مرحمتی زاده و همکاران در سال ۲۰۱۱ انجام دادند همسو بود که ناشی از فعالیت ترکیبات فنول موجود در عصاره این گیاه است.

فرآورده های لبنی صنعتی در حضور عصاره آویشن، قابلیت بقای باکتری بیفیدوباکتریوم ماندگارتر نسبت به فرآورده های لبنی سنتی دارند که با نتایج تحقیق وثوق و همکاران (۲۰۱۸)، مبنی بر تاثیر عرق نعناع بر افزایش بقای بیفیدوباکتریوم در مدت زمان سه هفته نگهداری همخوانی دارد. مطالعات مختلفی، اثر عصاره گیاهان دیگری نیز بر ماندگاری باکتریهای پروبیوتیک مورد آزمایش قرار گرفته است، از جمله اووهند و همکاران (۲۰۲۰) در مطالعه باکتری بیفیدوباکتریوم (DSMZ 20213) نسبت به اسانسهای آویشن و رزماری، باکتری بیفیدوباکتریوم لانگوم نسبت به غلظت بالای اسانسهای آویشن (DSMZ 20219) و مرزنجوش حساس بودند.

با توجه به تحقیقات شهنسوار و همکاران در سال ۱۳۹۸ در زمینه فعالیت ضد میکروبی علیه ساکارومیسس سروزیه موجود در دوغ انجام شده بود قابل اثبات می باشد. به علاوه حضور عصاره آویشن سبب بهبود قوام و طعم کشک گردیده همان طور که در طی تحقیقات مهدوی عادل که در سال ۱۳۹۹ بر روی اثر عصاره آویشن شیرازی و پونه کوهی در بهبود ویژگی های کیفی ماست پروبیوتیک انجام شد و بهبود طعم و قوام ماست تولیدی را با خود به همراه داشت.

تشکر و قدردانی

منابع

۱. آرمیده، شهرام؛ افراسیابی، رویا؛ عبدالله زاده، مه سا و حسین زاده، شیما، ۱۳۹۷، بررسی اثر اسانس های گیاهی نعناع فلفلی و آویشن کوهی در مهار باکتری های استافیلوکوکوس اورئوس و سودوموناس آئروژینوزا، سومین همایش ملی کشت ارگانیک و ازدیاد گیاهان دارویی، ارومیه.



2. باطانی، احمد؛ یوسفی جوان، ایمان؛ زارع مقدم، محسن. (۱۳۹۵). معرفی گیاه دارویی آویشن، کاشت، داشت و برداشت آن. همایش ملی گیاهان دارویی معطر و ادویه ای.
3. پترو کیمیا. مواد نگهدارنده خوراکی صنایع غذایی کدامند؟. بر گرفته از <https://trade-chemical.com/preservatives-advantages-disadvantages/>
4. خزائی، شیدا؛ آریایی، پیمان؛ (۱۳۹۴). بررسی خواص عمل گرایی پروبیوتیک ها و پریبیوتیک ها، و تعیین الزامات حائز اهمیت جهت بهره وری بیشتر از فرآورده های حاوی آن.
5. روشنی مهدانه، حیدری محسن؛ گودرزی، حسین؛ هاشمی، علی؛ اسلامی گیتا؛ یوسفی، ندا. (۱۳۹۵). بررسی اثر ضد باکتریایی عصاره های متانولی و استونی گیاهان گزنه و آویشن شیرازی بر سویه های سودوموناس آئروژینوزا تولید کننده متالوبتالاکتاماز. مجله دانشگاه علوم پزشکی ایلام. ۲۴ (۳): ۷۰-۷۸
6. سخاوتی زاده، سعید؛ لاری، محمد امین؛ قیصری، حمیدرضا؛ شکر فروش، سیدشهرام؛ گلمکانی، محمد تقی. (۱۳۹۸). ارزیابی ویژگیهای کشک پروبیوتیک در شرایط پر کردن داغ حاوی الکتوباسیلوس رامنوسوس ریزپوشانی شده. بهداشت مواد غذایی.، پیاپی ۳۳، دوره ۹، شماره ۱،
7. سرابی جماب، محبوبه؛ نیازمند، راضیه؛ عابدی نیا، احمد رضا؛ (۱۳۸۷). تأثیر اسانس آویشن بر فعالیت لاکتوباسیلوس اسیدوفیلوس، باکتری آغازگر ماست پروبیوتیک.
8. شهسوار، هاجر؛ بلندی، مرضیه؛ بقایی، هما. (۱۳۹۸). مقایسه اثر ضد میکروبی عصاره هیدروالکلی مریم گلی، (*Salvia officinalis*) ریحان (*Ocimum basilicum*) و دارچین بر ساکارومایسس سرویزیه در دوغ. علوم و صنایع غذایی ایران، ۱۶ (۸۹)، ۲۶۳-۲۷۳.
9. فراهانی، فرح؛ تمیمی، علیرضا؛ خاتمی نژاد، محمدرضا. (۱۴۰۲). بررسی اسانس گیاه دارویی آویشن در تولید فرآورده های لبنی پروبیوتیک با تعیین قابلیت زنده مانگی باکتریها. بیولوژی کاربردی، دوره ۱۳، شماره ۲، ۶۲
10. کوشکی، وحید؛ بابایی، آرش؛ مهربان سنگ آتش، معصومه؛ صفری، امید. (۱۴۰۰). ارزیابی عملکرد ریزپوشانی به همراه عصاره های گیاهی بر زنده مانگی باکتری های پروبیوتیک در طی مدت نگهداری در آب میوه. نوآوری در علوم و فناوری غذایی (علوم و فناوری غذایی)، ۱۳ (۲)، ۱-۱۳.
11. متوسل، مریم، اخوت، محمدعلی، زمردیان، کامران، و فرشاد، شهره. (۱۳۹۳). اثر ضد میکروبی عصاره آویشن شیرازی بر استافیلوکوکوس اورئوس مقاوم به متی سیلین. طب جنوب، ۱۷ (۵)، ۹۰۰-۹۰۶.
12. مرحمتی زاده، محمدحسین، عباسی، محمدعلی، و رضازاده، سارا. (۱۳۹۰). بررسی اثر افزودن پودر آویشن بر زنده مانگی باکتری پروبیوتیکی لاکتوباسیلوس اسیدوفیلوس و بیفیدو باکتریوم بیفیدوم در شیر و ماست. زیست فناوری میکروبی، ۳ (۸)، ۱-۶.
13. مهدوی عادل، حمیدرضا؛ سهرابی، امید؛ آقاجانی، عبدالرضا؛ داوودی، محمدعلی؛ امیری، معصومه. (۱۳۹۹). پتانسیل عصاره آویشن شیرازی (*Zataria multiflora*) و پونه کوهی (*Mentha longifolia* L.) در بهبود ویژگی های کیفی ماست پروبیوتیک تولیدی از ترکیب شیر گاو شیر بز. علوم و صنایع غذایی ایران، ۱۷ (۱۰۰)، ۱-۱۴.
14. مظفریان، ولی الله (چاپ سوم ۱۳۸۹). درختان و درختچه های ایران. تهران: فرهنگ معاصر
15. نقدی بادی، حسنعلی؛ مکی زاده تفتی، مریم؛ (۱۳۸۲). مروری بر گیاه آویشن. مقاله مروری. شماره ۷

16. Abdelhamid, A. G., El-Masry, S. S., & El-DougDoug, N. K. (2019). Probiotic Lactobacillus and Bifidobacterium strains possess safety characteristics, antiviral activities and host adherence factors revealed by genome mining. The EPMA journal, 10(4), 337–350, A., & van Sinderen, D. (2016). Bifidobacteria and Their Role as Members of the Human Gut Microbiota. Frontiers in microbiology, 7, 925.
17. Bruno, G. Popular probiotics.(2023).The latest on Lactobacilli and Bifidobacteria
<https://www.nutritionaloutlook.com/view/popular-probiotics-the-latest-on-lactobacilli-and-bifidobacteria>
18. Centers for Disease Control and Prevention (CDC)- (2008)Guideline for Disinfection and Sterilization in ,Healthcare Facilities
19. Effect of Carvacrol and Thymol as Main Kaeidi A, Rahmani M, Hassanshahi J.(2022)The Protective Polyphenolic Compounds of Thyme on Some Biologic Systems in Disease Condition: A Narrative Review.19 (1) :81-96
20. Ku, S., Park, M. S., Ji, G. E., & You, H. J. (2016). Review on Bifidobacterium bifidum BGN4: Functionality and Nutraceutical Applications as a Probiotic Microorganism. International journal of molecular sciences, 17(9), 1544.
21. Sagar Aryal.(2022).Biochemical Test of Bifidobacterium bifidum.<https://microbenotes.com/biochemical-test-of-bifidobacterium-bifidum>
22. U.S. National Institutes of Health.(2023). Probiotics: What You Need To Know.<https://www.nccih.nih.gov/health/probiotics-what-you-need-to-know>

زعفران در درماتولوژی



فرشاد اکبرنژاد^{۱*}، فراست نورمحمدی^۲، حامد زرتاب^۲ عبدالوکیل پروانی^۳ و عبدالولید پروانی^۳

* گروه علمی لابراتوار دکتر اخوی، تهران (farshad.borom@gmail.com9)

^۲ مرکز تحقیقات و آموزش بیماری های پوست و جدام، دانشگاه علوم پزشکی تهران، تهران

^۳ گروه درماتولوژی، دانشکده پزشکی، دانشگاه علوم پزشکی، کابل

چکیده

زعفران برگرفته از گل *Crocus sativus* یک گیاه گرانبها از ایران با سابقه ای غنی در آشپزی، رنگ و طب سنتی است. ایران تقریباً ۹۴ درصد از تولید و صادرات جهانی زعفران را به خود اختصاص داده است که کاربردهای متنوع آن در بخش های سنتی، دارویی، آرایشی و بهداشتی و معطر دارد. اجزای اصلی زعفران مانند سافرانال، کروسین و کروسستین دارای خواص آنتی اکسیدانی، ضد التهابی و ضد پیری هستند که آن را به انتخابی محبوب در محصولات مراقبت از پوست تبدیل کرده است. با افزایش تقاضا برای مواد طبیعی، زعفران به عنوان یک دارایی ارزشمند در صنایع مختلف از جمله لوازم آرایشی و بهداشتی باقی مانده است. زعفران سابقه بسیار طولانی در استفاده بشر از جمله در بهبود زخم و التهاب پوست دارد. در دوران معاصر، اثر درمانی زعفران بر روی پوست از منظرهای مختلفی مورد ارزیابی قرار گرفته است، اما یافته های دانش باستانی بسیار محتاطانه است یا رونویسی نشده و یا در زمان گم شده است. در بررسی حاضر کاربرد زعفران در درماتولوژی، به ویژه در درمان بیماری های پوست مورد بررسی قرار گرفته است و با هدف روشن کردن فواید پوستی زعفران برای استفاده در تحقیقات آینده در زمینه پوست انجام شده است.

واژگان کلیدی: آنتی اکسیدان، ترمیم زخم، زعفران، ضد آفتاب



پوست سطحی ترین اندام بدن است و به عنوان یک مانع فیزیکی و شیمیایی بین اندام های داخلی و محیط خارجی عمل می کند. پوست همچنین یکی از اولین اندام هایی است که علائم قابل مشاهده پیری را نشان می دهد و منعکس کننده تغییرات در سلامت داخلی بدن است. پوست در معرض استرس های مختلف خارجی و داخلی مانند قرار گرفتن در معرض اشعه ماوراء بنفش، آلودگی و سایر عوامل مضر است که منجر به پیری زودرس یا مشکلات پوستی می شود که بر کیفیت زندگی تأثیر می گذارد. علاقه فعلی به محصولات جایگزینی که قابل قبول تر هستند، عوارض جانبی کمتری دارند و در مقایسه با محصولات منابع طبیعی نسبت به محصولات مصنوعی ترکیب می شوند، رو به افزایش است (Yousef et al. 2022). از قدیم الایام، داروهای گیاهی در درمان بسیاری از بیماری های پوستی مهم بوده است (Israyilova et al. 2024). زعفران از قدیم الایام یکی از گرانترین ادویه ها بوده است. کلالة خشک شده گل *Crocus sativus L* از ۴۰۰۰ تا ۵۰۰۰ سال پیش به ترتیب به عنوان تئور، ادویه، عطر و گیاه دارویی استفاده می شود. در فرهنگ های باستانی (اکد، بین النهرین، یونان، روم) نیز نمادی از ثروت بود. زعفران به عنوان رنگ برای برخی از نقاشی های دیواری باستانی و لباس های سلطنتی استفاده می شد. در کتاب مقدس (عهد عتیق) نیز به آن اشاره شده است. برخی از نوشته های کتاب های دارویی کهن مانند قانون ابن سینا، فارسی عقیلی، جالینوس به کاربرد دارویی آن اشاره شده است (Wenger T, 2022). حکما در مقوله زیبایی ظاهر از زعفران بهره برده اند، جهت شفافیت و سفیدی پوست صورت علی ابن عباس به این مرهم اشاره شده است: زعفران، کنیرا، تخم خربزه، باقلای مصری، آرد باقلا، جو و نخود همه کاملاً کوبیده شده با شیر انسان مخلوط شده و شب به پوست مالیده شود (دهقان و همکاران، ۱۳۹۳). ایران با داشتن ۹۴ درصد از تولید جهانی زعفران، به عنوان بزرگترین تولید کننده برجسته زعفران است. پیش بینی ها نشان می دهد که انتظار می رود بازار جهانی زعفران تا سال ۲۰۲۸ رشد ۸.۵ درصدی را تجربه کند که عمدتاً ناشی از افزایش تقاضا در صنعت لوازم آرایشی است (Mehmeti et al., 2024). *Crocus sativus L*. گیاهی است چند ساله و بدون ساقه که در ایران به طور گسترده کشت می شود. زعفران تجاری شامل کلالة قرمز خشک شده با قسمت کوچکی از سبک زرد رنگ است. اولین کشت زعفران به حدود ۲۳۰۰ سال قبل از میلاد برمی گردد. سارگون، بنیانگذار امپراتوری Akkadian، در دهکده ناشناخته ای در فرات به نام Azupiranu - نامی که شاید به معنای شهر زعفران باشد، به دنیا آمد (Srivastava R, 2010).

طب ایرانی به دلیل استفاده از زعفران، دارویی قوی و مهم با خواص مختلف از جمله تلخ، محرک، معطر و مقوی است. متون سنتی همچنین زعفران را دارای اثرات اکسیتوسیک، ضد سرطان، معده، ضد اسپاسم و غیره می دانند. آشوری ها و بابلی ها در هزاره دوم قبل از میلاد از زعفران برای مسائل مختلف پزشکی از جمله تنگی نفس، سردرد، قاعدگی، زایمان و ادرار دردناک استفاده می کردند. اولین استفاده پزشکی شناخته شده از زعفران در کتابخانه سلطنتی Ashurbanipal در حدود ۶۶۸-۶۲۷ قبل از میلاد ثبت شده است (موسوی و همکاران، ۲۰۱۱). اولین شواهد استفاده انسان از گل کروکوس از نقاشی غارهای ماقبل تاریخ ۵۰۰۰۰ ساله در عراق امروزی به دست آمده است که حیوانات را در غاری نشان می دهد، جایی که از رنگدانه های مربوط به زعفران (از جمله کروسین) استفاده شده است (اسپنس، ۲۰۲۳). در مطالعه (کاظمی شاهندشتی و همکاران، ۲۰۲۲) ذکر شده است که رشد هر گونه زعفران وحشی تاریخی حداقل تا حدی ویژگی های مشابه با زعفران کشت شده امروزی داشته و مورد استفاده انسان بوده است که به وسیله سومری ها (حدود ۴۱۰۰-۱۷۵۰ قبل از میلاد) به عنوان دارو و درمان دارویی نیز استفاده شده است.



زعفران که به طلای سرخ معروف است به عنوان چاشنی غذا، عطر، دارو و زینت در کشورهای مختلف از جمله ایران، اسپانیا، هند و ترکیه کاربرد فراوانی دارد. زعفران یک ادویه ای گران قیمت است که با موفقیت در ایران، افغانستان، هند، یونان، مراکش، اسپانیا و ایتالیا کشت می شود. بیش از ۴۱۸ تن در سال زعفران در سراسر جهان از مساحت ۱۰۸۰۰۰ هکتار در ایران، ۷۵۵۷ هکتار در افغانستان، ۳۶۷۴ هکتار در هند، ۱۰۰۰ هکتار در یونان، ۸۵۰ هکتار در مراکش، ۱۵۰ هکتار در اسپانیا، ۷۰ هکتار در ایتالیا و ۳۷ هکتار در فرانسه سطح زیر کشت آن است (کافی و همکاران، ۲۰۱۸؛ کوتاری و همکاران، ۲۰۲۱). زعفران از چندین ماده فعال به ویژه فلاونوئیدها، کاروتنوئیدها و آنتوسیانین ها تشکیل شده است که دارای خواص دارویی مختلفی مانند آنتی اکسیدان، ضد سرطان، ضد التهاب، ضد افسردگی، ضد اضطراب، ضد تشنج، ضد دردی و فعالیت های ترموژنیک هستند (Hermansyah A et al., 2022). همچنین گزارش شده است که زعفران اثرات حفاظتی در برابر اثرات مضر اشعه ماوراء بنفش دارد. زعفران که در طب چینی و آیورودا شناخته شده است، به عنوان دارویی برای بیماری ها و در صنایع آرایشی و بهداشتی و عطرسازی استفاده می شده است. زعفران همچنین برای کاهش موثر بیماری های پوستی و حفظ سلامت پوست مطالعه شده است. علاوه بر این، از زمان های قدیم، زعفران به صورت خوراکی برای بهبود چهره و به صورت موضعی برای درمان باد سرخ یا اریزیپلاس، آکنه، بیماری های پوستی و زخم ها در طب سنتی استفاده می شده است (Mzabri I et al., 2019). زعفران همچنین دارای خواص ضد عفونی کننده، ضد تومور، ضد التهاب، ضد اضطراب، تقویت شناختی و تثبیت کننده غشاء سلول است و در درمان از دست دادن حافظه، آرتریت، ناباروری، سندرم پیش از قاعدگی استفاده شده است (بیرانوند و همکاران، ۲۰۱۶).

زعفران یک ماده موثره با ارزش در فرمولاسیون های آرایشی و بهداشتی است. با توجه به مطالعات انجام شده روی گیاه زعفران کلاله مسئول تولید انواع لوازم آرایشی، عطر، رنگ و مواد غذایی است (Fujii et al., 2022). بسیاری از مطالعات اثرات ضد پیری، ضد التهابی، ضد لک، ضد میکروبی و مرطوب کنندگی زعفران را گزارش کرده اند. در درماتولوژی از زعفران برای مرطوب کردن، تسکین، ترمیم، حفظ و احیای پوست، درمان درد یا التهاب، پیشگیری از ناراحتی های پوستی، درمان انواع بیماری های پوستی و غیره استفاده می شود. همچنین تاثیر زعفران و ترکیبات موثره زعفران بخاطر تاثیرات فیزیولوژی بر روی مو و خواص آنتی اکسیدان های مو مفید است (Fujii et al., 2021). از لوسیون ها یا کرم های زعفران به آکنه و لگاریس، اسکارهای اریتماتوز، سرطان پوست، خواص محافظتی پوست و ریزش مو نیز قابل استفاده است. در چند دهه اخیر، مطالعات بسیاری در زمینه پوست، تأثیر مفید زعفران را در پیشگیری و درمان بیماری های پوستی تأیید کرده اند (Mall, T.P. and Tripathi, S.C 2017). بسیاری از مطالعات اثرات ضد پیری، ضد التهابی، ضد لک، ضد میکروبی و مرطوب کنندگی زعفران را گزارش کرده اند. این بررسی به طور جامع اثرات درمانی و محافظتی زعفران و ترکیبات آن را بر روی پوست طی سال های ۲۰۰۰ تا ۲۰۲۴ در حوزه های مختلف علوم مدرن حوزه کازمیتیک، آرایشی و بهداشتی و درماتولوژی بررسی می کند.

۲. مواد و روش ها

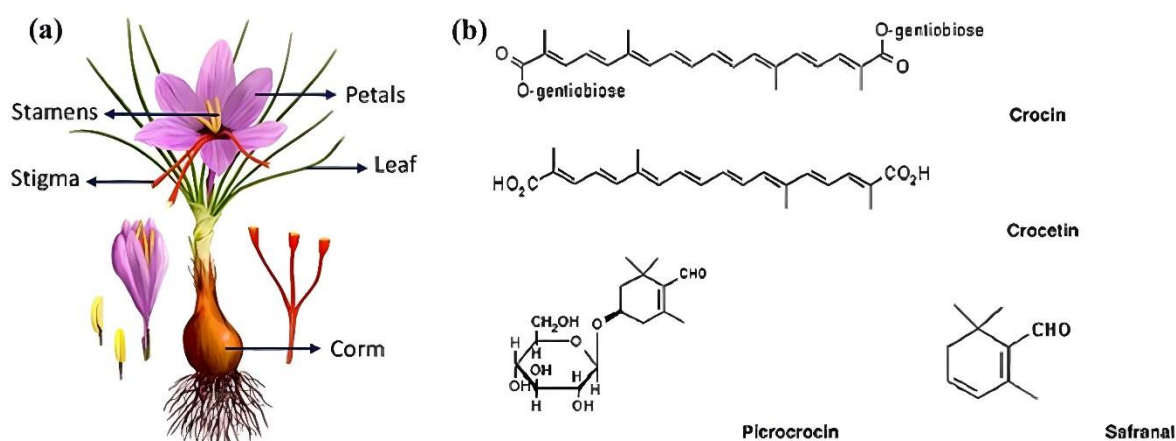
در این مطالعه از منابع علمی Google، ScienceDirect، PubMed، SID، Civilica، Hindawi، Springer و Scholar و سایر منابع علمی به دست آمده است. داده های این پژوهش با استفاده از کلمات کلیدی جمع آوری، تفسیر و ارائه

شد. این مطالعه بیشتر بر روی فواید زعفران در درماتولوژی متمرکز شده است و مقالات نامرتبط را شامل نمی شود. این مقاله مروری به بررسی اثربخشی دارویی گونه *Crocus sativus* در درمان مشکلات پوست می پردازد و همچنین مقالات تحقیقاتی مرتبط و یافته های آنها را ذکر می کند.

3. نتایج

3-1. فیتوشیمی

زعفران به دلیل ترکیبات و خواص بی نظیری که دارد در بسیاری از زمینه ها از جمله در صنایع غذایی، عطرسازی، آرایشی و بهداشتی، داروسازی و پزشکی استفاده می شود. زعفران حاوی بیش از ۱۵۰ ترکیب (فرار و غیرفرار) از جمله کاروتنوئیدها (کروستین، کروستین، بتاکاروتن، لیکوپن و زآگزانتین)، مونوترپن آلدهیدها (پیکروکروستین و سافرانال)، مونوترپنوئیدها و ایزوفرون ها است. لذا می تواند از نظر آرایشی و بهداشتی در فرمولاسیون های مختلف درماتولوژی استفاده شود. مواد شیمیایی گیاهی *C. sativus* عمدتاً از ترکیبات موثره به نام های کروستین، کروستین، پیکروکروستین و سافرانال تشکیل شده اند که بیشتر خواص آن را بر عهده دارند (شکل ۱) (Avila-Sosa et al., 2023).



شکل ۱. (a) زعفران، (b) مواد موثره زعفران

1. کروستین، رنگدانه کاروتنوئیدی که مسئول رنگ زرد-نارنجی زعفران است. کروستین دارای پتانسیل آنتی اکسیدانی در برابر گونه های فعال اکسیژن است، از اسکوالن در برابر پراکسیداسیون ناشی از UVA محافظت می کند و از انتشار واسطه های التهابی جلوگیری می کند. بیان ژن های مرتبط با NF-κB و ژن های مرتبط با گلیکوزیلاسیون در حضور کروستین تعدیل می شود (Cerdá-Bernad et al., 2022).

2. سافرانال، یک ترکیب فرار که مسئول عطر و بوی بسیار خاص زعفران است. این ترکیب خاصیت مرطوب کنندگی و ضدآفتابی دارد. کروستین یک کاروتنوئید محلول در آب است که در طبیعت یافت می شود و به دلیل حلالیت بالا به عنوان یک عامل رنگی در غذا و دارو استفاده می شود. Picrocrocin مسئول طعم تلخ زعفران است، در حالی که سافرانال به عطر آن



کمک می کند. زعفران همچنین حاوی آنتوسیانین ها، فلاونوئیدها، ویتامین ها، اسیدهای آمینه، پروتئین ها و مواد معدنی است. سرشار از مواد فعال غیر فرار مانند کاروتنوئیدها و حاوی بیش از ۳۴ ترکیب فرار، عمدتاً ترپن ها است. کیفیت زعفران به غلظت کروسین، پیکروکروسین و سافرانال بستگی دارد که به آن رنگ و عطری نظیری می بخشد. ترکیب شیمیایی زعفران با توجه به روش های خشک کردن و روش های استخراج متفاوت است (Cerdá-Bernad et al., 2022).

3. کروسیتین، کروسیتین با کاهش تولید گونه های فعال اکسیژن و آپوپتوز سلولی، اثرات محافظتی خود را در برابر آسیب های پوستی ناشی از UV-A مشاهده کرد. کروسیتین از استرس اکسیداتیو ناشی از اشعه ماوراء بنفش و مرگ سلولی در پوست در شرایط *in vivo* و *in vitro* محافظت می کند (Ohba et al. 2016).

۳-۲. زعفران در درماتولوژی

زعفران (*Crocus sativus*) دارای مواد موثره ای است که دارای فعالیت آرایشی هستند از آن جمله می توان به سافرانال اشاره کرد که می تواند به عنوان عطر استفاده شود، کروسین به عنوان آنتی اکسیدان و به عنوان ضد تیرگی، کروسین، سافرانال و کروسیتین به عنوان ضد اشعه فرابنفش، کروسین و کروسیتین به عنوان ترکیبات ضد التهاب و رنگدانه رنگ در لوازم آرایشی، ویتامین C، فلاونوئیدها و روی به عنوان تونر صورت، کامفرول، کروسین و کروسیتین به عنوان ضد چروک، زآگزانتین، لیکوپن، کاروتن، کروسیتین، پیروکروسین، کامفرول و کروسین به عنوان ترکیبات ضد پیری کاربرد دارند (Roniawati et al., 2021).

شواهد تجربی نشان می دهد که زعفران دارای خواص ضد التهابی، ضد باکتریایی و آنتی اکسیدانی قوی است و می تواند به عنوان وسیله ای برای درمان یا پیشگیری از اختلالات پوستی مختلف عمل کند. عصاره زعفران فعالیت مهاري بر آنزیم های تیروزیناز و کلاژناز را نشان می دهد (Xiong et al., 2023). ترکیب زعفران با سایر ترکیبات فعال بیولوژیکی به عنوان یک ماده موضعی برای ضایعات پیری نوری، ملاسما و آکنه نتایج خوبی به همراه داشته است (Maqbool et al., 2022). کروسین ها دسته ای از کاروتنوئیدها، آپوکاروتنوئیدهای محلول در آب هستند که دارای فعالیت های آنتی اکسیدانی، ضد قارچی و ضد التهابی هستند. آنها غیر سمی هستند و خواص رنگی آن از زرد تا قرمز متغیر است (Ali et al., 2022). در یک مطالعه (دنگ و همکاران، ۲۰۱۸) فیروبلاست های انسانی قبل و بعد از قرار گرفتن در معرض UVB با کروسین درمان شدند. نتایج نشان داد کروسین باعث بهبود رشد سلولی، کاهش نشانگرهای پیری، کاهش سطح ROS داخل سلولی و افزایش بیان پروتئین کلاژن شد. بنابراین، می تواند به طور بالقوه در پیشگیری از پیری پوست استفاده شود.

۳-۲-۱. خاصیت آنتی اکسیدانی

عوامل متعددی مانند سبک زندگی مدرن، مواد مخدر، سیگار کشیدن، استرس و سموم منجر به سطوح بالایی از استرس اکسیداتیو در انسان شده است. رادیکال های آزاد و گونه های فعال اکسیژن و نیتروژن سیستم دفاع آنتی اکسیدانی بدن را مختل می کنند. سافرانال، یک آنتی اکسیدان طبیعی موجود در زعفران، دارای خواص آنتی اکسیدانی قوی و فواید درمانی بالقوه است. تحقیقات نقش آن را در مبارزه با بیماری های ناشی از استرس اکسیداتیو ثابت کرده است. سافرانال غشاها را تثبیت می کند، پراکسیداسیون اسیدهای چرب را کاهش می دهد و فعالیت آنزیم آنتی اکسیدانی را افزایش می دهد. توانایی آن در از بین بردن رادیکال های مضر به ساختار غیر اشباع آن نسبت داده می شود. به طور کلی، سافرانال به عنوان یک آنتی اکسیدان طبیعی برای



شرایط مختلف سلامتی نویدبخش است. عصاره زعفران دارای ۸۱ درصد فعالیت آنتی اکسیدانی با ۷۰ درصد اتانول است. زعفران با کاهش ملانین برای درمان لک و به عنوان یک عامل روشن کننده پوست در صنعت کازمیتیک و پوست کاربرد دارد. سافرانال، یک آنتی اکسیدان طبیعی و یک ترین آلدئید فرار، که به دلیل رایحه آن نیز شناخته شده است، دارای خواص آنتی اکسیدانی قوی نیز می باشد. استفاده از سافرانال به عنوان یک آنتی اکسیدان پوست و به عنوان مولکول ضد پیری پوست نیز انجام می شود. علاوه بر سافرانال، کروسین و سایر آپوکاروتنوئیدها نیز در بیماری های استرس اکسیداتیو که توسط مطالعات بالینی و غیر بالینی مختلف ارائه شده است، کاربرد درمانی دارند. آنها همچنین عملکرد خود را مدیون خواص آنتی اکسیدانی و ضد التهابی خود هستند (Nanda and Madan, 2021). مطالعات مقایسه ای نشان داده اند که کروسین در مقایسه با اسید گالیک، اسید اسکوربیک و کامفرول دارای فعالیت مهار رادیکال و پتانسیل آنتی اکسیدانی بالاتری است (میلانی و همکاران، ۲۰۱۷). کروسین با اهدای الکترون به رادیکالهای آزاد، رادیکالهای آزاد را خنثی می کند و ظرفیت آنتی اکسیدانی بالاتری نسبت به آلفا توکوفرول نشان داده است. اثر آنتی اکسیدانی گلبرگ زعفران به همراه ظرفیت بازدارندگی هیالورونیداز، تیروزیناز و گزانتین اکسیداز آن، این ضایعات زیستی را به عنوان یک ماده امیدوار کننده برای محصولات آرایشی و بهداشتی برجسته می کند. به خصوص جلوگیری از آسیب ناشی از قرار گرفتن در معرض اشعه UVA جالب است، زیرا به کاهش آن کمک می کند و از ایجاد لکه ها و آسیب به ماتریکس خارج سلولی و به حفظ اجزای آن و در نتیجه خاصیت ارتجاعی، جوانی، سلامت و رطوبت پوست کمک می کند (Acero et al., 2024).

۳.۲.۲. خواص ضد چروک و ضد پیری

پیری پوست یک فرآیند طبیعی است که تحت تأثیر ژنتیک، سبک زندگی و محیط قرار می گیرد و منجر به نازک شدن اپیدرم، ضعیف شدن توانایی ترمیم، کاهش کلاژن و از دست دادن خاصیت ارتجاعی می شود. در حالی که پیری پوست اجتناب ناپذیر است، تاکتیک های تاخیری مانند استفاده از لوازم آرایشی عصاره طبیعی می تواند کمک کند. مصرف کنندگان محصولات مراقبت از پوست طبیعی و موثر را با خواصی مانند مرطوب کنندگی، ضد اکسیداسیون و اثرات ضد التهابی که از منابع گیاهی مشتق شده اند، ترجیح می دهند (Xie et al., 2024). کلاژن و الاستین پروتئین هایی هستند که در بافت پوست، کلاژن در بافت همبند و الاستین در درم سطحی یافت می شوند. قرار گرفتن در معرض اشعه ماوراء بنفش می تواند تولید کلاژن و الاستین را کاهش دهد و منجر به تغییرات پوستی مانند چین و چروک و زبری شود. خواص ضد چروک زعفران از آنتی اکسیدان هایی مانند کامفرول، کروسین، کروسیتین و سافرانال ناشی می شود. سافرانال آنزیم های دخیل در پیری مانند الاستاز و کلاژناز و همچنین متالوپروتئینازهای ماتریکس را که به پیری و چین و چروک پوست کمک می کنند، مهار می کند (Damayanti et al., 2023). در مطالعه (Xiong و همکاران، ۲۰۲۳) خواص محافظ پوست زعفران را بر روی فیروبلاست های پوستی انسان بررسی شد. نتایج نشان داد که عصاره زعفران تیروزیناز و کلاژناز را مهار می کند، گونه های فعال اکسیژن را کاهش می دهد و باعث سنتز کلاژن می شود. ترکیبات موثره گیاهی کروسین، پیروکروسین، سافرانال و کروسیتین اندازه گیری شدند. بر اساس این مطالعه عصاره زعفران ظرفیت ترمیم زخم و افزایش انعطاف پذیری پوست را دارد که مزایای بالقوه ای را برای مراقبت از پوست نشان می دهد (نعیمی فر و همکاران، ۲۰۲۰). مطالعه ای بر روی ۲۰ داوطلب در یک مطالعه



بالینی انجام دادند که داوطلبان روزانه به مدت ۱۲ هفته از کرم حاوی زعفران و روغن آووکادو استفاده کردند. نتایج نشان دهنده بهبود میزان چین و چروک، کاهش چین های کنار بینی، ضخامت درم و پارامترهای بیوفیزیکی پوست بود. رضایت و افزایش خاصیت ارتجاعی بدون واکنش نامطلوب یا تغییر در هیدراتاسیون پوست گزارش شد. نتایج این مطالعه نشان داد که عصاره زعفران و روغن آووکادو کرم ضد چروک موضعی درمانی موثر و ایمن برای جوانسازی پوست صورت است. (لی و همکاران، ۲۰۲۲) یک فرمول ترکیبی زعفران را برای محافظت در برابر پیری پوست تولید کردند که کاهش چین و چروک، ضخامت پوست و بهبود سطوح کلاژن را در موش هایی که در معرض نور UV قرار داشتند نشان داد. نتایج این تحقیق نشان می دهد که اسانس زعفران می تواند با تنظیم کلاژن و مسیر ERK1/2 مانع از پیری نور شود و پتانسیل درمانی آن را برای پیشگیری از پیری پوست نشان می دهد. فعالیت مهاری قابل توجه سافرانال بر روی متالوپروتئینازهای ماتریکس (MMPs) مسئول پیری و SPF بالاتر نشان داد که این مولکول بیورگانیک یک عامل محافظ نور قوی است. قابلیت تثبیت شده آن برای مهار رادیکال های آزاد به همراه ویژگی های فوق، آن را به یک جزء ارزشمند برای گنجاندن در فرمولاسیون های گیاهی ضد پیری تبدیل می کند (Madan et al., 2018). ارزیابی امولسیون های O/W با رسوراترول، اسید فرولیک و عصاره زعفران نشان دهنده مقاومت در برابر آلودگی و خواص رئولوژیکی مطلوب، رفتار ویسکوالاستیک، پایداری ساختاری و بافت رضایت بخش است. (تورکوف و همکاران، ۲۰۲۲) آزمایش پوست بیشتر را برای فرمول پیشنهادی برای تجاری سازی در آینده توصیه می کند. کرم ضد پیری صورت گیاهی حاوی زعفران نتایج امیدوارکننده ای را در فرمولاسیون و ارزیابی خود نشان داد. مخلوط زعفران، تولسی، زنجبیل، آشواگاندا، دارچین، زردچوبه، گلبرگ های گل رز، روغن زیتون و سایر مواد به دلیل اثربخشی آن در محصولات دارویی مدرن مورد تحسین قرار گرفته است. این کرم کیفیت مراقبت از پوست مطلوبی را نشان داد، بدون هیچ گونه واکنش نامطلوبی در تست های تحریک، که آن را به عنوان یک راه حل بالقوه برای درمان ایمن و موثر علائم پیری پیشنهاد می کند. Tiwari et al., (2024).

۳.۲.۳. اثر حفاظتی اشعه فرابنفش خورشید

گل محمدزاده و همکارانش در مطالعه سال ۲۰۱۰ خود اثرات زعفران را به عنوان یک ضد آفتاب طبیعی و مرطوب کننده مورد بررسی قرار دادند. گرده های زعفران پودر شده و در لوسیون ها با غلظت های ۲، ۴ و ۸ درصد و همچنین در لوسیون شاهد بدون زعفران گنجانده شد. مقادیر SPF لوسیون های زعفران با استفاده از اسپکتروفتومتری اندازه گیری شد و لوسیون زعفران ۴ درصد SPF مشابهی با لوسیون مرجع Homosalate نشان داد (Golmohammadzadeh et al., 2018). علاوه بر این، لوسیون زعفران از نظر میزان رطوبت پوست تفاوت معنی داری با لوسیون شاهد نداشت. نتایج نشان می دهد که زعفران می تواند جایگزین طبیعی موثری برای ضد آفتاب های مصنوعی باشد که خاصیت محافظت در برابر نور خورشید و مرطوب کنندگی دارد. کروسین، یک مولکول طبیعی موجود در زعفران، اثرات بالقوه مفیدی در مبارزه با پیری پوست به دلیل استرس اکسیداتیو و التهاب دارد. در مطالعه ای روی سلول های پوست انسان که در شرایط آزمایشگاهی کشت شده اند، کروسین خواص آنتی اکسیدانی و ضد التهابی را نشان داد. قطعات ژنویپوسیل منحصر به فرد آن نیز برای اولین بار به دلیل تأثیر آنها بر مسیرهای گلیکوزیلاسیون پوست مورد مطالعه قرار گرفت. کروسین اثرات آنتی اکسیدانی در برابر گونه های فعال اکسیژن نشان داد،



اسکوالن را از آسیب ناشی از UVA محافظت کرد و واسطه های التهابی را کاهش داد. همچنین بیان ژن های NF-kB و گلیکوزیلاسیون را تحت تاثیر قرار داد. این نتایج نشان می دهد که کروسین ممکن است یک ترکیب امیدوار کننده در محصولات ضد پیری پوست باشد. علاوه بر این، برهم کنش آن با گیرنده های کراتینوسیت و گلیکوزیلاسیون پروتئین ممکن است به اثرات مفید آن بر سلامت پوست کمک کند (Fagot et al., 2018).

(زرکوگانی و همکاران، ۲۰۱۶) زعفران قرمز یونانی را در کرم ضد آفتاب مورد مطالعه قرار داد و دریافت که امولسیون زعفران دارای SPF بالاتری نسبت به امولسیون های غیر زعفرانی است. مقادیر SPF با غلظت زعفران افزایش یافت و کلاله های زعفران آسیب شده بهتر از زعفران در آب عمل کردند. این بدان معناست که زعفران می تواند به طور موثر در برابر اشعه ماوراء بنفش محافظت کند و به طور بالقوه ضد آفتاب را تقویت کند. زعفران به عنوان یک جاذب طبیعی اشعه ماوراء بنفش می تواند SPF را در ضد آفتاب ها افزایش دهد. امولسیون های پایدار با زعفران آسیب شده مقادیر SPF کمی بالاتر از زعفران در آب نشان دادند. نتایج امیدوار کننده به استفاده از زعفران در لوازم آرایشی و بهداشتی، به ویژه ضد آفتاب ها، به دلیل فواید شناخته شده آن اشاره دارد (Zarkogianni and Nikolaidis, 2016). مطالعه آزمایشگاهی Sanju و Kumud نشان داد که سافرانال از پیری نوری با SPF 6.6 در غلظت ۰.۰۱٪ جلوگیری می کند. سافرانال در غلظت های پایین تر از هموسالات مؤثرتر بود (Esmaealzadeh et al., 2023). یک مطالعه اثرات ضد آفتاب و خواص مرطوب کنندگی نانوذرات لیپیدی جامد (SLN) - فرمولاسیون سافرانال را ارزیابی کرد. نانوذرات لیپیدی جامد فرمولاسیون سافرانال با استفاده از گلیسرل مونو استئارات، Tween 80 و مقادیر مختلف سافرانال ساخته شد. SPF با مقدار سافرانال افزایش یافت. اندازه ذرات از ۱۰۶ نانومتر تا ۲۳۳ نانومتر متغیر بود. کپسولاسیون سافرانال حدود ۷۰ درصد بود. فرمولاسیون SLN-safranin در ارائه موضعی سافرانال با خواص ضد آفتاب مناسب اثربخشی را نشان داد (Khameneh et al., 2023).

۳.۲.۴. هایپرپیگمانتاسیون

ملاسما یک اختلال هیپرپیگمانتاسیون است که با عوامل مختلفی مانند استعداد ژنتیکی، غدد درون ریز، داروهای ضد بارداری خوراکی و قرار گرفتن در معرض اشعه ماوراء بنفش همراه است. با افزایش شیوع ملاسما، افراد به دنبال تسکین و کنترل از طریق آنتی اکسیدان ها و مواد طبیعی هستند و تحقیقات زیادی در مورد این احتمال وجود دارد. هیپرپیگمانتاسیون پس از التهاب (PIH) یک اختلال رنگدانه شایع به دنبال ضایعات التهابی پوست است. PIH ناشی از تولید بیش از حد ملانین است که منجر به رنگدانه هایی می شود که اخیراً شایع تر شده است (Liu et al., 2023). شواهد نشان می دهد که زعفران پتانسیل روشن کردن پوست را دارد. فعالیت آنتی اکسیدانی عمدتاً توسط مونوتروپنوتیدها، کروسین، کوئرستین، کامپفرول و سایر اجزای فنلی *C. sativus* ثابت شده است. نحوه عملکرد این ترکیبات برای کاهش ملانین پوست با مهار فعالیت تیروزیناز است (Jadhav et al., 2024). کروسین فعالیت تیروزیناز قارچ را مهار می کند، میزان ملانین را در سلول های ملانوم B16 کاهش می دهد و سطح پروتئین تیروزیناز و MITF را کاهش می دهد. علاوه بر این، کروسین فعالیت آنتی اکسیدانی، محتوای گونه های اکسیژن واکنش پذیر سلولی (ROS) را کاهش داده است و هیچ گونه اثرات سیتوتوکسیک در سنجش alamarBlue نشان نداده است.



(Hashemi-Shahri et al., 2018). ملاسما یک اختلال شایع مزمن رنگدانه است که با پیری نوری مرتبط است. علت دقیق آن نامشخص است، اما اعتقاد بر این است که عوامل و سلول های متعددی را درگیر می کند که بر سلامت روان و کیفیت زندگی تأثیر می گذارد (Zheng et al., 2024). زعفران برای کاهش رنگدانه ملانین شناخته شده است و برای روشن شدن پوست موثر است. فرمولاسیون دارای عصاره *C. sativus* دارای اثرات ضد لک و ضد اریتم قابل توجهی بر روی پوست انسان بود (Roniawati et al., 2021). ملانین در پوست توسط ملانوسیت ها به صورت ترکیبی از یو ملانین و فئو ملانین تولید می شود. این فرآیند که ملانوژنز نام دارد که به وسیله آنزیم هایی مانند تیروزیناز کنترل می شود (Videira et al., 2013). اجزای *C. sativus* مانند کروسین و کورستین به عنوان آنتی اکسیدان عمل می کنند و فعالیت تیروزیناز را برای کاهش ملانین پوست مهار می کنند (Videira et al., 2015). زعفران به عنوان یکی از داروهای سنتی ایرانی، برای درخشندگی، روشن کردن پوست و کاهش رنگدانه های تیره، سیاهی زیر چشم، آکنه و جوش استفاده می شده است (Abdullaev et al., 2006). اثرات درخشندگی و کاهش رنگ زعفران ممکن است به اثر آنتی اکسیدانی کروسین و کورستین نسبت داده شود (Hossein-zadeh et al., 2005; Hossein-zadeh et al., 2008). ترکیبات موثره زعفران یعنی کروسین، کورستین، دی متیل کروسین و سافرانال با اسیدهای نوکلئیک برهمکنش دارند و از آن ها در برابر آسیب های مضر محافظت می کنند (Bukhari et al., 2018). ویاس و همکاران از ۳ درصد عصاره خشک زعفران تلقیح شده در کرم، لوسیون و پودر صورت استفاده کرد و آن را با آزمایش پیچ بر روی افراد گروه سنی ۱۸ تا ۲۸ سال آزمایش کرد. آنها گزارش دادند که زعفران به وضوح می تواند پوست را روشن کند. آنها پیشنهاد کردند که این اثرات به دلیل کروسین و کورستین موجود در زعفران است (Vyas et al., 2010). یک کرم حاوی عصاره *Crocus sativus* دارای اثرات ضد لک و ضد اریتم قابل توجهی بر روی پوست انسان است. این به دلیل کاهش سطح ملانین و اریتم در پوست است. *Crocus sativus* اثر ضد لکی و روشن کنندگی پوست را نشان می دهد که احتمالاً به دلیل وجود آنتی اکسیدان های قوی در گیاه است. در این مطالعه عصاره *Crocus sativus* با فعالیت آنتی اکسیدانی به صورت کرم موضعی فرموله شد و بر روی ۱۰ داوطلب به مدت ۸ هفته آزمایش شد. نتایج حاکی از فعالیت آنتی اکسیدانی ۸۱ درصدی با کاهش سطح ملانین و اریتم بود. این فرمول ممکن است برای مدیریت ملانوم مفید باشد (Aktar et al., 2014). اثرات زعفران بر رفتار روان تنی و افسردگی به خوبی شناخته شده است، اما پتانسیل آن به عنوان یک عامل ضد التهابی و ضد روماتیسمی کمتر مورد مطالعه قرار گرفته است. یک مطالعه نشان داد که زعفران باعث کاهش التهاب مفاصل و بهبود علائم آرتریت به عنوان یک درمان کمکی برای آرتریت می شود. تحقیقات بیشتری برای کشف نقش آن در درمان آرتریت روماتوئید و مکانیسم های اثر آن مورد نیاز است (Chrastina et al., 2023). عصاره *C. sativus* با سافرانال، کروسین و کورستین باعث کاهش التهاب، فرسایش استخوان و محافظت از غضروف در آرترروز می شود. فعالیت استئوکلاست ها را مهار می کند، پروتئوگلیکان ها و گلیکوز آمینو گلیکان ها را حفظ می کند و پتانسیل درمانی را در موش های مبتلا به استئوآرتریت القایی نشان می دهد (Boneva et al., 2023). عصاره زعفران فعالیت مهارکننده تیروزیناز وابسته به دوز دارد، و فعالیت مهارتی زعفران در غلظت ۰.۰۵-۱ میلی



گرم در میلی لیتر موثرتر از α -آربوتین و کمی کمتر از β -آربوتین نشان می دهد. اعتقاد بر این است که چندین نقطه جذب در زعفران از لک پوست جلوگیری می کند (Xiong et al., 2023).

۳.۲.۵. خواص ضد التهاب و مرطوب کننده

مطالعات متعدد نشان داده است که زعفران دارای اثرات محافظتی و ضد التهابی بر روی سیستم ایمنی است. این اثرات می تواند سطوح فاکتورهای التهابی مانند $\text{TNF-}\alpha$ ، $\text{NF-}\kappa\text{B}$ و ILs را مهار کند. زعفران همچنین به عنوان آنتاگونیست $\text{NF-}\kappa\text{B}$ و آگونیست $\text{PPAR-}\gamma$ عمل می کند و می تواند آنزیم های دخیل در التهاب را کاهش دهد. گیاهان دارویی مانند زعفران پتانسیل درمان مسائل مختلف سلامتی و بهبود کیفیت زندگی را دارند. خواص تعدیل کننده ایمنی زعفران با تعدیل بیان ژن مرتبط با التهاب، به عنوان یک عامل تنظیم کننده ایمنی برای اختلالات ایمنی نویدبخش است. کاربرد آن در صنایع غذایی و دارویی به دلیل اثرات مفید آن بر سیستم ایمنی بدن مورد توجه قرار گرفته است (Zeinali et al., 2023). فعالیت ضد التهابی زعفران ناشی از ترکیبات کروسیتین و کروسین است. هر دوی این ترکیب با مهار تولید سیتوکین های پیش التهابی مانند IL-1 را با مهار فسفوریلاسیون ان اف-کاپا بی ($\text{NF-}\kappa\text{B}$) یعنی فاکتور هسته ای تقویت کننده زنجیره سبک کاپا از لنفوسیت های بی فعال شده جلوگیری از جابجایی هسته ای زیر واحد p65 ، قابلیت های آنتی اکسیدانی خود را نشان می دهند (Bastani et al., 2023). زعفران به دلیل خواص آنتی اکسیدانی، ضد میکروبی، ضد لک و ترمیم کنندگی برای درمان بیماری های پوستی مفید است. در کرم ها، لوسیون ها و لوازم آرایشی مانند ضد آفتاب، مرطوب کننده، محصولات ضد لک و ضد پیری پوست استفاده می شود. کرم زعفران ۰/۰۲۵ درصد به عنوان نرم کننده و ضد خارش عمل می کند. اثر مرطوب کنندگی به اجزای فنلی آن، کوثرستین و کامفرول نسبت داده می شود که به عنوان مرطوب کننده های قوی و عوامل ضد آفتاب نیز عمل می کنند. کرم زعفران می تواند از دست دادن آب از طریق پوست را کاهش دهد و سطح آبرسانی به پوست را افزایش دهد (Rigi et al., 2021). اثرات زعفران بر رفتار روان تنی و افسردگی به خوبی شناخته شده است، اما پتانسیل آن به عنوان یک عامل ضد التهابی و ضد روماتیسمی کمتر مورد مطالعه قرار گرفته است. مطالعه (Chrastina و همکاران، ۲۰۲۳) نشان داد که زعفران باعث کاهش التهاب مفاصل و بهبود علائم آرتریت به عنوان یک درمان کمکی برای آرتریت می شود. تحقیقات بیشتری برای کشف نقش زعفران در درمان آرتریت روماتوئید و مکانیسم های اثر آن مورد نیاز است. (Boneva و همکاران، ۲۰۲۳) عصاره *C. sativus* با سافرانال، کروسین و کروسیتین باعث کاهش التهاب، فرسایش استخوان و محافظت از غضروف در آرترروز می شود. فعالیت استئوکلاست ها را مهار می کند، پروتئوگلیکان ها و گلیکوزآمینوگلیکان ها را حفظ می کند و پتانسیل درمانی را در موش های مبتلا به استئوآرتریت القایی نشان می دهد.

۳.۲.۶. اثرات ضد میکروبی

در مطالعه (Naim و همکاران، ۲۰۲۳) ترکیبات فنلی و خواص ضد باکتریایی گلبرگ های *Crocus sativus* L. جمع آوری شده از سرگینا، مراکش را بررسی شدند. کروماتوگرافی مایع با کارایی بالا ۲۷ ترکیب فنولیک، عمدتاً فلاونوئیدهایی



مانند کامفرول و مشتقات کورستین را نشان داد. فراوان ترین ترکیب ایزومر کامفرول-سوفوروسید بود. عصاره ها اثرات باکتری کشی را علیه استافیلوکوکوس اورئوس و لیستریا مونوسیژنز و اثرات باکتریواستاتیکی را علیه اشیریشیا کلی و سالمونلا تیفی موریوم نشان دادند. یافته های این مطالعه نشان می دهد که عصاره محصول جانبی گلبرگ *Crocus sativus* L. می تواند به عنوان یک عامل ضد باکتری طبیعی در صنایع غذایی و دارویی استفاده می شود. در یک مطالعه به بررسی خواص ضد میکروبی عصاره کلالة *Crocus sativus* و *Cinnamomum cassia* در برابر انواع مختلف باکتری های گرم مثبت و گرم منفی پرداخته شد. عصاره های متانولی و آبی بر روی ایزوله های بالینی کلبسیلا پنومونیه، سودوموناس آئروژینوزا، استافیلوکوکوس اورئوس، اشیریشیا کلی و انتروکوک به روش میکرودیولوشن آزمایش شدند. حداقل غلظت بازدارنده (MIC) و حداقل غلظت باکتری کشی هر عصاره در برابر باکتری تعیین شد. نتایج فعالیت ضد باکتریایی امیدوارکننده عصاره ها را در برابر باکتری های آزمایش شده نشان داد، که نشان دهنده پتانسیل آن ها به عنوان عوامل ضد باکتریایی در برابر سویه های مقاوم به چند دارو است (Jomehpour et al., 2019). نانوذرات نقره (Ag-NPs) به دلیل توانایی قوی خود در مبارزه با باکتری ها شناخته شده اند. مطالعه (سامی و همکاران، ۲۰۱۷) با هدف ارزیابی اثرات ترکیبی و قدرت ضد باکتریایی نانوذرات نقره و عصاره زعفران بر روی سویه های باکتریایی خاص انجام شد. روش انتشار چاهک آگار اثربخشی آنها را بر روی استافیلوکوکوس اورئوس مقاوم به متی سیلین (MRSA)، استافیلوکوکوس پیوژنز و استافیلوکوکوس اپیدرمیدیس آزمایش کرد. نتایج این مطالعه نشان داد ترکیب ایده آل ۵۰۰ میکروگرم در میلی لیتر Ag-NPs و ۵۰ میلی گرم در میلی لیتر عصاره زعفران در برابر باکتری ها مؤثر بود (Samiee et al., 2017).

۳.۲.۷. ترمیم زخم

(خراسانی و همکاران، ۲۰۰۸) اثربخشی کرم عصاره زعفران را در درمان زخم های سوختگی درجه دو در مقایسه با سولفادیازین نقره (SSD) در موش های صحرایی مورد ارزیابی قرار دادند. زخم ها با آب گرم ایجاد شد و موش ها با کرم شاهد، کرم پایه، کرم زعفران (۲۰٪) یا سولفادیازین نقره (۱٪) تیمار شدند. در روز ۲۵، گروه زعفران زخم های کوچک تری نسبت به سایر گروه ها داشت. تجزیه و تحلیل بافت شناسی نشان داد که زعفران با افزایش اپیتلیال سازی مجدد، بهبود زخم را بهبود می بخشد. خواص ضد التهابی و آنتی اکسیدان های موجود در زعفران می تواند در این فرآیند نقش داشته باشد. این مطالعه نشان می دهد که زعفران دارای پتانسیل تسریع در بهبود سوختگی است. مطالعه (Verjee و همکاران، ۲۰۱۷) با هدف استفاده از ضایعات بیولوژیکی گل زعفران برای محصولات آرایشی و بهداشتی طبیعی انجام شد. تجزیه و تحلیل عصاره های گل زعفران سطوح بالایی از فلاونول ها را به ویژه در عصاره استونی حاوی کامفرول-۳-O-سوفوروسید به عنوان فلاونوئید اصلی شناسایی کرد. آزمایشات روی سلول های HaCaT نشان داد که عصاره استونی گل زعفران تکثیر سلولی را به صورت وابسته به غلظت افزایش می دهد و بسته شدن زخم را بهبود می بخشد. همچنین ترشح فاکتور رشد اندوتلیال عروقی را تحریک می کند، در حالی که کامفرول-۳-O-سوفوروسید بر تکثیر یا بهبود زخم تأثیری نداشت. علاوه بر این، عصاره استونی گل زعفران باعث افزایش سطح اینترلوکین ۶ در سلول های تیمار شده با $TNF-\alpha$ شد که نشان دهنده خواص ضد التهابی احتمالی است. نتایج این مطالعه نشان می دهد که عصاره استونی گل زعفران دارای فواید قابل توجهی برای بهبود زخم است و آن را به یک ماده امیدوارکننده



برای صنعت آرایشی تبدیل می کند. (عالم زاده و اوریان، ۲۰۱۸) تأثیر زعفران بر بهبود سوختگی با موش و آزمایشات آزمایشگاهی را ارزیابی کردند. کاربرد موضعی زعفران در سوختگی منجر به بسته شدن زخم، انقباض و سطوح سیتو کین های کلیدی و فاکتورهای رشد می شود. آزمایشات invitro نشان داد که عصاره زعفران تکثیر و مهاجرت سلول های فیرو بلاست پوست انسان را به صورت وابسته به دوز القا می کند. زخم های تیمار شده با زعفران نسبت به سایر گروه ها با کاهش بیان نشانگرهای التهابی و افزایش بیان عوامل مهم برای بهبود زخم بهبودی بهتری نشان دادند. آنالیزهای بافت شناسی و بیوشیمیایی توانایی زعفران را در تحریک التیام سوختگی با اصلاح مراحل مختلف تایید کرده است. این مطالعه نشان می دهد که زعفران می تواند به دلیل اثربخشی و حداقل عوارض جانبی، گزینه ای مفید برای ترمیم و بازسازی پوست است. (دلدار و همکاران، ۲۰۲۱) زعفران، کروسین، سافرانال و دارونما را برای اثرات درمانی آنها در موش ها مقایسه کرد. نتایج نشان داد که زعفران، کروسین و سافرانال پس از ۷ روز درمان به طور معنی داری سطح زخم را نسبت به گروه شاهد کاهش دادند. همه گروه های درمان شده نسبت به گروه کنترل التهاب کمتر و پیشرفت زخم به سمت بهبودی بیشتری داشتند. زعفران با اپیتلیال شدن کامل زخم تا روز هفتم پیشرفته ترین بهبود را نشان داد، در حالی که کروسین و سافرانال اپیتلیال شدن جزئی یا بدون اپیتلیال را نشان دادند. این مطالعه به این نتیجه رسید که سافرانال و کروسین هر دو دارای خواص درمانی هستند و سافرانال کمی برتر است. (حسینی راد و همکاران، ۲۰۲۱) مطالعه عصاره گلبرگ زعفران را برای درمان سوختگی ناشی از گرما در موش های صحرایی مورد ارزیابی قرار داد. ۲۴ موش صحرایی و یستار به گروه های کنترل SSD، زعفران ۸ درصد و زعفران ۵ درصد تقسیم شدند. سوختگی در پشت ایجاد شد و اندازه زخم ها به مدت ۲۱ روز اندازه گیری شد. بهترین اثرات درمانی در گروه زعفران ۵ و ۸ درصد و پس از آن SSD درصد و شاهد مشاهده شد. در گروه های زعفران ضایعه ای مشاهده نشد. ۵ درصد عصاره گلبرگ زعفران به طور قابل توجهی بهبود سوختگی های درجه دو را بهبود می بخشد. تحقیقات بیشتر در مورد عصاره ها و دوزهای مختلف توصیه می شود (Hoseiny Rad et al., 2021). مطالعه ای تأثیر ترکیبات اصلی زعفران، کروسین و سافرانال را بر بهبود زخم های پوستی در موش های دیابتی مورد بررسی قرار داد. موش ها به شش گروه تحت درمان با دوزهای مختلف کروسین و سافرانال تقسیم شدند. دیابت با استرپتوزوتوسین القا شد. مطالعات بافت شناسی در روزهای ۳، ۷، ۱۵ و ۲۰ پس از ایجاد زخم انجام شد. نتایج نشان می دهد که کروسین و سافرانال می توانند با تأثیر گذاری بر عواملی مانند نوتروفیل ها، ماکروفاژها، عروق خونی و ضخامت اپیتلیال، بهبود زخم را در موش های دیابتی بهبود بخشند (Goli et al., 2022). علیرغم پیشرفت در بهبود زنده ماندن فلپ های پوستی، مشکلات مربوط به ایسکمی - پرفیوژن مجدد، استرس اکسیداتیو، نکروز و آپوپتوز همچنان دشوار است. زعفران پس از جراحی فلپ پوست می تواند باعث افزایش زنده ماندن فلپ پوست، کاهش نکروز، کاهش استرس اکسیداتیو و کاهش مرگ سلولی آپوپتوز شود، اما مستقل از مسیر mTOR عمل می کند. بنابراین، زعفران به طور بالقوه می تواند به صورت بالینی برای افزایش زنده ماندن فلپ پوست مورد استفاده قرار گیرد (Habibi et al., 2022). کروسین و سافرانال (و پیش ساز آن، پیروکروسین) ترکیبات کاروتنوئیدی موجود در *Crocus sativus L* زعفران هستند. کروسین و سافرانال هر دو دارای



فعالیت آنتی اکسیدانی و ضد رادیکال های آزاد هستند. مطالعات نشان داده اند که این ترکیبات ممکن است خواص ضد التهابی و ضد توموری داشته باشند (خراسانی و همکاران، ۲۰۰۸؛ عالم زاده، ۲۰۱۸).

ترکیب کروستین، در یک هیدروژل آلژینات/کیتوزان بر بیان ژن مربوط به بهبود زخم در موش ها تأثیر مثبت می گذارد. این امر کاربردهای درمانی بالقوه کروستین را در افزایش فرآیندهای ترمیم پوست نشان می دهد و آن را به یک گزینه امیدوارکننده برای مطالعات بیشتر در محیط های بالینی تبدیل می کند. این مطالعه به بینش های ارزشمندی در مورد مکانیسم های مولکولی بهبود زخم کمک می کند که به وسیله ترکیبات طبیعی مانند کروستین تسهیل می شود و استفاده بالقوه آن را در محصولات مراقبت از زخم پیشرفته برجسته می کند (Hassani et al., 2022).

در تحقیقی دیگر استفاده از عصاره (دورریز) گلبرگ زعفران در دوز ۵٪ در بهبود زخم می تواند باعث ترمیم سریع تر زخم های سوختگی و بازتوانایی زودتر بیمار آن شود (جلیلی و همکاران، ۱۴۰۱). (یوسفی، ۱۴۰۱) آبرسان ترمیم سوختگی و بازسازی پوست یک کرم بر پایه زعفران به دلایل شرایط کشت - داشت و برداشت مناسب گیاه زعفران در ایران، ارگانیک بودن این ماده و تمایل زیاد مردم به استفاده از مواد ارگانیک بر روی پوست، ترکیبات منحصر به فرد گیاه زعفران، نداشتن اثرات سوء بر صورت و عدم ایجاد آلرژی و کشت و پرورش نسبتا پایدار و آسان آن در کشور فرمولاسیون کرد. مطالعات بافت شناسی نشان داده است که عصاره گلبرگ *C. sativus* باعث افزایش عروق و افزایش تعداد فیبروبلاست ها و سنتز کلاژن می شود و در نهایت بسته شدن زخم را در مقایسه با زخم های درمان شده با اوسرین و پماد تجاری در موش های دیابتی تسریع می کند. بنابراین، عصاره گلبرگ *C. sativus* به عنوان یک درمان گیاهی برای بهبود زخم های دیابتی پتانسیل دارد (Soheilifar et al., 2024). در جدول زیر خلاصه ای از خواص درماتولوژی زعفران ذکر شده است (جدول ۱).

جدول ۱. مروری بر خواص درماتولوژی زعفران

تأثیر	ماده موثره	مکانیسم	مرجع
ضد التهاب	کروستین و کروسین	تعدیل بیان ژن مرتبط با التهاب، به عنوان یک عامل تنظیم کننده ایمنی در اختلالات، مهار تولید سیتوکین های پیش التهابی مانند IL-1	(Bastani et al., 2023)
آنتی اکسیدان	کروسین و کروستین	حذف رادیکال های آزاد	(Cerdá-Bernad et al., 2022)
محافظت در برابر اشعه فرابنفش	کروسین، سافرانال، کروستین، زاگزانتین	خواص آنتی اکسیدانی و جذب اشعه های فرابنفش این ترکیبات می تواند مانع آسیب های اشعه UV روی پوست گردد.	(Golmohammadzadeh et al., 2018; Deng et al., 2018; Ohba et al., 2016)



ضد چروک	کروسین، سافرانال و کروسیتین	مهار آنزیم کلاژناز	(Naeimifar et al., 2020; Xiong et al., 2023)
ضد پیری	زاگزانتین، لیکوپن، کاروتن، کروسیتین، پیروکروسین، کامفرول، و کروسین	افزایش سنتز کلاژن و هیالورونیک اسید در سلول های درمال پاپیلا سل	(Xiong et al., 2023)
ضد لک	کروسین	مهار آنزیم تیروزیناز	(Akhtar et al., 2014)
ترمیم زخم	کروسین، سافرانال و کروسیتین	تحریک رگزایی، تنظیم مثبت بیان ژنی فاکتور رشد اندوتلیال عروقی و کلاژن تیپ ۱، افزایش عروق و افزایش تعداد فیبروبلاست ها و سنتز کلاژن می شود.	(Soheilifar et al., 2024)
ضد پاپیلوما ویروس و سرطان	کروسین، پیروکروسین	جلوگیری از رشد سلولی و آپوپتوز سلولی	(Khavari et al., 2015)
اثرات ضد میکروبی	کروسیتین، کروسین و سایر فلاونوئیدها	نفوذ به غشاء باکتری، اتصال به باندهای سولفور DNA، جلوگیری از تکثیر DNA	(Samiee et al., 2017)

۳-۳. سایر خواص پوستی زعفران

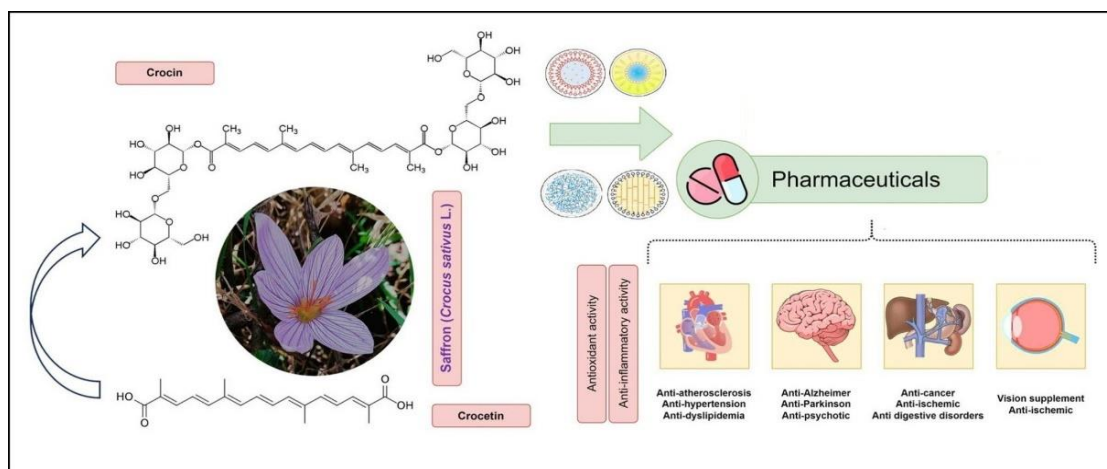
۳-۳-۱. اثرات ضد پاپیلوما ویروس و پیشگیری از سرطان پوست

مصرف خوراکی ۱۰۰ میلی گرم بر کیلوگرم وزن بدن (BW) عصاره زعفران تا ۱۲ هفته، ظهور و پیشرفت تومورهای پوستی ناشی از ویروس پاپیلوما را در موش صحرایی به تاخیر می اندازد. همچنین، درمان مشابه با عصاره زعفران، تشکیل تومور در سارکوم بافت نرم ایجاد شده در موش صحرایی را محدود کرد. درمان خوراکی با عصاره متانولی زعفران در دوز ۲۰۰ میلی گرم بر کیلوگرم وزن بدن، طول عمر موش های آلبینو با سلول های سارکوم پیوندی را افزایش داد (سالومی و همکاران، ۱۹۹۱). (خاوری و همکاران، ۲۰۱۵) به بررسی اثر ضد توموری شیمی ایمونوترایی با استفاده از زعفران و ترکیبات آن و به دنبال آن واکسن DNA E7-NT (gp96) علیه تومورهای بیان کننده پروتئین E7 ویروس پاپیلوما انسانی در موش پرداختند. زعفران و اجزای آن از طریق جلوگیری از رشد سلولی و تحریک مرگ برنامه ریزی شده سلولی، اثر ضد توموری قابل توجهی داشتند. علاوه بر این، ۱۰۰٪ موش های تحت درمان با کروسین فاقد تومور بودند، برخلاف واکسن DNA به تنهایی (۶۶.۷٪) و DNA + کروسین (۳۳.۳٪) که نشان دهنده قدرت بالای کروسین به عنوان یک عامل شیمی درمانی است. جالب توجه است که درمان چندوجهی با استفاده از واکسن DNA همراه با پیروکروسین، اثرات ضد توموری پیروکروسین را افزایش داد. بنابراین، ترکیب واکسن DNA با عصاره زعفران و کروسین در غلظت های معین، اثرات محافظتی

و درمانی را در مقایسه با تک درمانی ها برای کنترل تومورهای TC-1 تقویت نکرد (Khavari et al., 2024). نتایج مطالعه (Chakrabarty و همکاران، ۲۰۰۴) نشان می دهد که زعفران با خواص مفیدی که دارد، ممکن است خطر ابتلا به سرطان پوست ناشی از مواد شیمیایی را در موش های آلبینو سوئسی کاهش دهد. برای بررسی اثربخشی آن در پیشگیری از سرطان پوست در افراد، تحقیقات بیشتری، به ویژه آزمایش های بالینی روی انسان مورد نیاز است. زعفران به طور سنتی به دلیل کاربردهای آشپزی و دارویی از جمله خواص ضد سرطانی بالقوه مورد توجه بوده است.

۳-۴. نانو حامل ها و زعفران

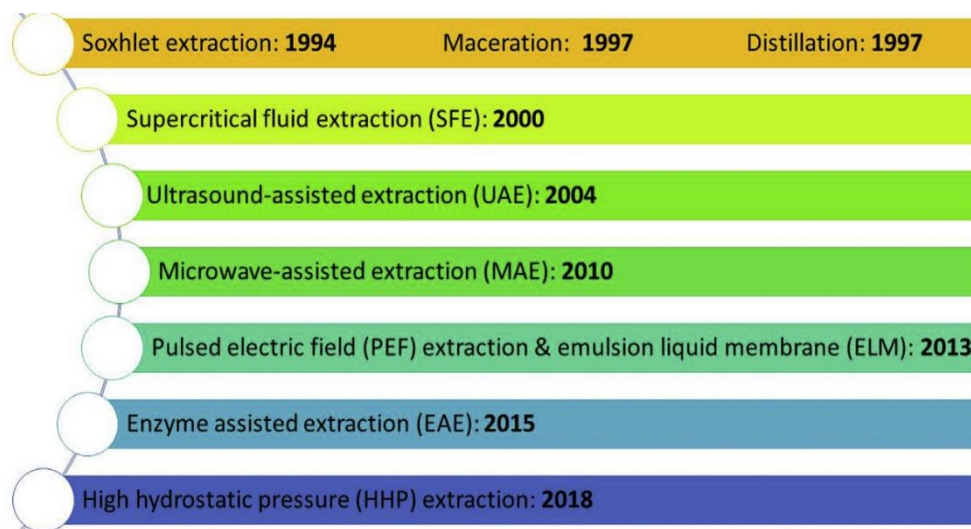
در سال های اخیر، فناوری نانو کمک زیادی به محققان در زمینه های مختلف کرده است. به ویژه در پزشکی و دارورسانی، روش ها و فناوری های جدیدی را برای افزایش سطح دارورسانی به تومورها و کاهش عوارض جانبی داروها و مولکول ها ارائه می کند. زعفران، کلاله خشک گل گیاه *Crocus sativus*، یکی از پرمصرف ترین انواع ادویه با کاربردهای درمانی فراوانی است که به ترکیبات آن مربوط می شود: کروسین، کروسیتین و سافرانال. نانو تکنولوژی می تواند به بهبود اثرات دارویی زعفران کمک کند و آن را در درمان کاربردی تر کند (Mirhadi et al, 2020). ترکیبات زعفران مانند کروسیتین و کروسین دارای خواص آنتی اکسیدانی و حذف کننده رادیکال در برابر انواع گونه های رادیکال اکسیژن و سایتوکین های پیش التهابی هستند (شکل ۲).



شکل ۲. نانوحامل های حاوی کروسین و کروسیتین در داروسازی (Tavasoli et al, 2023).

بسیاری از روش های استخراج مختلف، به تنهایی یا به صورت ترکیبی، برای تولید مواد فعال زیستی از زعفران مانند روش های سنتی (مانند خیساندن و استخراج با حلال) و روش های مدرن (مانند سیالات فوق بحرانی، میدان الکتریکی پالسی، استخراج مایع امولسیون، مایکروویو، فراصوت) مورد استفاده قرار گرفته اند. در مطالعات علمی تکنیک های کپسوله سازی برای محافظت از ترکیبات زیست فعال موجود در زعفران نسبت به سایر تکنیک های حفاظتی پیشنهاد شده است. در این راستا، روش های میکروکپسوله سازی (خشک کردن با اسپری، خشک کردن انجمادی، اکستروژن، سیستم های امولسیون) و نانوکپسوله سازی (نانوامولسیون ها، نانوذرات لیپیدی جامد و نانو پراکندگی ها، نانوهیدرژل ها، الکتروریسی، خشک کردن نانو اسپری) برای

زیست فعال‌های زعفران بررسی شده‌اند. زعفران به دلیل دارا بودن ترکیبات زیست فعال در صنایع مختلف از جمله مواد غذایی، آرایشی و بهداشتی و دارویی کاربرد فراوانی دارد. ترکیبات زیست فعال زعفران نسبت به عوامل محیطی مانند pH، نور، اکسیژن، آنزیم، گرما و یون‌های فلزی آسیب‌پذیر هستند. انتخاب روش‌های استخراج مناسب بر اساس فناوری‌های جدید مانند HHP، PEF و EAE روش‌های بسیار توصیه شده برای به حداکثر رساندن راندمان استخراج و دور نگه داشتن ترکیبات هدف هستند (Tavasoli et al, 2023).



شکل ۳. مراحل زمانی استخراج ترکیبات زیست فعال زعفران با روش‌های مختلف (گراوند و همکاران ۲۰۱۹)

(کرمانی و همکاران، ۱۴۰۳) نانولیپوزوم‌های زعفران را طراحی و تولید کردند که حامل خوبی برای حفظ ترکیبات موثره زعفران، پایداری ۹۰ تا ۹۹ درصدی، راندمان ۸۴ تا ۹۰/۵ درصد هستند و در نتیجه نانولیپوزوم‌های تولیدی زعفران از نظر اندازه ذرات، شاخص پراکندگی ذرات پراکندگی خوب و اندازه ذرات یکدست نانولیپوزومها، پتانسیل زتا و راندمان ریزپوشانی دارای ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی دلخواه بودند. (اسپوزیتو و همکاران، ۲۰۱۶) استفاده از اتوزوم‌ها و ارگانوژل‌ها را برای انتقال کروسین از طریق پوست به طور موثر و کارآمد بررسی کردند. بر اساس این مطالعه اتوزوم‌ها غلظت کروسین بالاتری را در سطح پوست حفظ می‌کنند، در حالی که ارگانوژل‌ها به تثبیت کروسین برای تحویل سریع و اثربخشی در اثرات ضد التهابی کمک می‌کنند. (Malathi و همکاران، 2020) مطالعه موردی استفاده از نانوذرات پلیمری بارگذاری شده با زعفران را در فرمول کرم برای کاربرد موضعی ارائه می‌کنند. فعالیت‌های آنتی‌اکسیدانی و ضدالتهابی عصاره خام و نانو سوسپانسیون آن به ترتیب با روش‌های سنجش قدرت آنتی‌اکسیدانی کاهنده فریک و آلبومین تخم مرغ مورد ارزیابی قرار گرفته‌اند. داده‌های تجربی نشان داد که نانوذرات پلیمری بارگذاری شده با زعفران در فرمول کرم، توانایی نفوذ از طریق پوست در موانع مختلف را دارند و می‌توانند آزادسازی کنترل شده را فراهم کنند.

۴. بحث و نتیجه گیری



زعفران به عنوان یکی از داروهای سنتی ایرانی، برای درخشندگی، روشن کردن پوست و کاهش رنگدانه های تیره، سیاهی زیر چشم، آکنه و جوش صورت استفاده می شده است. زعفران از چندین ماده فعال به ویژه فلاونوئیدها، کاروتنوئیدها و آنتوسیانین ها تشکیل شده است که دارای خواص دارویی مختلفی مانند آنتی اکسیدان، ضد سرطان، ضد التهاب، ضد افسردگی، ضد اضطراب، ضد تشنج، ضد دردی و هستند. زعفران که در طب چینی و آیورودا شناخته شده است، به عنوان دارویی برای بیماری ها و در صنایع آرایشی و بهداشتی و عطرسازی استفاده می شود. همچنین برای کاهش موثر بیماری های پوستی و حفظ سلامت پوست مطالعه شده است، این گیاه با ارزش دارای خواص ضد عفونی کننده، ضد تومور زاء، آدپتوژن، ضد التهاب، ضد اضطراب، تقویت شناختی و تثبیت کننده غشاء است و در درمان از دست دادن حافظه، آرتریت، ناباروری، سندرم پیش از قاعدگی استفاده شده است. در درماتولوژی از زعفران برای مرطوب کردن، تسکین، حفظ و احیای پوست، ترمیم، درمان درد یا التهاب، پیشگیری از ناراحتی های پوستی، درمان انواع بیماری های پوستی و غیره استفاده می شود. سافرانال زعفران می تواند به عنوان عطر استفاده شود، سافرانال، یک آنتی اکسیدان طبیعی موجود در زعفران، دارای خواص آنتی اکسیدانی قوی و فواید درمانی بالقوه است. سافرانال غشاها را تثبیت می کند، پراکسیداسیون اسیدهای چرب را کاهش می دهد و فعالیت آنزیم آنتی اکسیدانی را افزایش می دهد. توانایی آن در از بین بردن رادیکال های مضر به ساختار غیر اشباع آن نسبت داده می شود. به طور کلی، سافرانال به عنوان یک آنتی اکسیدان طبیعی برای شرایط مختلف سلامتی نویدبخش است. . کروسین زعفران دارای پتانسیل آنتی اکسیدانی در برابر گونه های فعال اکسیژن است، از اسکوالن در برابر پراکسیداسیون ناشی از UVA محافظت می کند و از انتشار واسطه های التهابی جلوگیری می کند. کروسین همچنین به عنوان آنتی اکسیدان و به عنوان ضد تیرگی و لک پوست کاربرد دارد. کروسین، سافرانال و کروستین باعث ایجاد محافظت در برابر اشعه فرابنفش نقش دارند، کروسین و کروستین ترکیبات ضد التهاب و رنگدانه لک در لوازم آرایشی، و بواسطه ویتامین C ، فلاونوئیدها و روی به عنوان تونر صورت استفاده می شوند. کامفرول، کروسین و کروستین دارای خواص ضد چروک، زاگزانتین، لیکوپن، کاروتن، کروستین، پیروکروسین، کامفرول و کروسین به عنوان ترکیبات ضد پیری کاربرد دارند. شواهد تجربی نشان می دهد که زعفران دارای خواص ضد التهابی، ضد باکتریایی و آنتی اکسیدانی قوی است و می تواند به عنوان وسیله ای برای درمان یا پیشگیری از اختلالات پوستی مختلف عمل کند. خاصیت آنتی اکسیدانی عوامل متعددی مانند سبک زندگی مدرن، مواد مخدر، سیگار کشیدن، استرس و سموم منجر به سطوح بالایی از استرس اکسیداتیو در انسان شده است. رادیکال های آزاد و گونه های فعال اکسیژن و نیتروژن سیستم دفاع آنتی اکسیدانی بدن را مختل می کنند. عصاره زعفران دارای ۸۱ درصد فعالیت آنتی اکسیدانی است و با کاهش ملانین برای درمان هایپرپیگمانتاسیون و به عنوان یک عامل روشن کننده پوست در صنعت کازمتیک و پوست کاربرد دارد. خواص ضد چروک زعفران از آنتی اکسیدان هایی مانند کامفرول، کروسین، کروستین و سافرانال ناشی می شود. سافرانال آنزیم های دخیل در پیری مانند الاستاز و کلاژناز و همچنین متالوپروتئینازهای ماتریکس را که به پیری و چین و چروک پوست کمک می کنند، مهار می کند. نتایج مطالعات علمی نشان می دهد که عصاره زعفران تیروزیناز و کلاژناز را مهار می کند، گونه های فعال اکسیژن را کاهش می دهد و باعث سنتز کلاژن می شود و کرم ضد چروک حاوی عصاره زعفران و روغن آووکادو



درمانی موثر و ایمن برای جوانسازی پوست صورت است. در فرمول های ترکیبی زعفران را برای محافظت در برابر پیری پوست موثر است و علاوه بر کاهش چین و چروک، کاهش واسطه های التهابی، ضخامت پوست و بهبود سطوح کلاژن آسیب دیده در معرض نور UV-A را نشان می دهد و همچنین زعفران به عنوان یک جاذب طبیعی اشعه ماوراء بنفش UV-B می تواند SPF را در ضد آفتاب ها استفاده شود. کروستین از سلول ها در برابر مرگ سلولی محافظت می کند و تولید گونه های اکسیژن فعال ناشی از تابش اشعه UV-A را کاهش می دهد. نحوه عملکرد ترکیبات موثره برای کاهش ملانین پوست با مهار فعالیت تیروزیناز مرتبط است، بهمین خاطر زعفران برای کاهش تولید ملانین و برای روشن شدن پوست موثر است. کروسین و کورستین زعفران به عنوان آنتی اکسیدان عمل می کنند و فعالیت تیروزیناز را برای کاهش ملانین پوست مهار می کنند. اثرات درخشندگی و کاهش رنگ پوست و مهار تیروزیناز زعفران ممکن است به اثر آنتی اکسیدانی کروسین و کورستین نسبت داده شود. یک کرم حاوی عصاره *Crocus sativus* علاوه بر اثرات ضدلک و اثرات ضد اریتم قابل توجهی بر روی پوست انسان است. اثرات ضد لک و روشن کنندگی پوست را نشان می دهد که احتمالاً به دلیل وجود آنتی اکسیدان های قوی در گیاه است. اثرات ضد میکروبی و ضد قارچی زعفران *Crocus sativus L* ترکیبات فنلی و خواص ضد باکتریایی گلبرگ های کارایی بالا ۲۷ ترکیب فنولیک، عمدتاً فلاونوئیدهایی مانند کامفرول و مشتقات کورستین را نشان داد. فراوان ترین ترکیب ایزومر کامفرول-سوفوروسید بود. عصاره زعفران اثرات باکتری کشی را علیه استافیلوکوکوس اورئوس و لیستریا مونوسیتوزنز و اثرات باکتریواستاتیکی را علیه اشیریشیا کلی و سالمونلا تیفی موریوم نشان دادند. یافته های این مطالعه نشان می دهد که عصاره محصول جانبی گلبرگ *Crocus sativus L* می تواند به عنوان یک عامل ضد باکتری طبیعی در صنایع غذایی و دارویی عمل کند. در یک مطالعه به بررسی خواص ضد میکروبی عصاره کلاله *Crocus sativus* و *Cinnamomum cassia* در برابر انواع مختلف باکتری های گرم مثبت و گرم منفی پرداخته شد. عصاره های متانولی و آبی بر روی ایزوله های استافیلوکوکوس اورئوس، کلبسیلا پنومونیه، سودوموناس آئروژینوزا، اشیریشیا کلی و انتروکوک به روش میکرودیلوژن آزمایش شدند. حداقل غلظت بازدارنده و حداقل غلظت باکتری کشی هر عصاره در برابر باکتری تعیین شد. نتایج فعالیت ضد باکتریایی امیدوارکننده عصاره ها را در برابر باکتری های آزمایش شده نشان داد، که نشان دهنده پتانسیل آن ها به عنوان عوامل ضد باکتریایی در برابر سویه های مقاوم به چند دارو است. مقایسه اثربخشی کرم عصاره زعفران را در درمان زخم های سوختگی درجه دو در مقایسه با سولفادiazین نقره نشان می دهد که عصاره گل زعفران تکثیر سلولی را به صورت وابسته به غلظت را افزایش می دهد و بسته شدن زخم را بهبود می بخشد. عصاره گل زعفران دارای فواید قابل توجهی برای بهبود زخم است و آن را به یک ماده امیدوارکننده برای صنعت آرایشی تبدیل می کند. زخم های تیمار شده با زعفران نسبت به سایر گروه ها با کاهش بیان واسطه های التهابی و افزایش بیان عوامل مهم برای بهبود زخم نتایج قابل قبولی نشان دادند. زعفران، کروسین و ساfranال پس از ۷ روز درمان به طور معنی داری سطح زخم را نسبت به گروه شاهد را کاهش دادند. زعفران به دلیل خواص آنتی اکسیدانی، ضد میکروبی، ضدلک و ترمیم کنندگی برای درمان بیماری های پوستی مفید است. در یک مطالعه کرم زعفران باعث افزایش آبرسانی پوست و کاهش اتلاف آب ترانس اپیدرمی نسبت به گروه شاهد است. این مطالعه اثرات مرطوب کنندگی کرم *Crocus sativus* بر روی پوست انسان



را تایید کرد. کرم های ضد پیری صورت گیاهی حاوی زعفران نتایج قابل قبولی را در فرمولاسیون بدون هر گونه عوارض جانبی نشان داده است و این کرم های ضد پیری زعفران را به عنوان یک راه حل بالقوه برای درمان ایمن و موثر علائم پیری پیشنهاد می کند. عصاره و ترکیبات موثره زعفران زآگزانتین، لیکوپن، کاروتن، کروسیتین، پیروکروسین، کامفرول و کروسین دارای پتانسیل استفاده در محصولات پوستی جوان ساز و ضد چروک، ضد لک و روشن کننده، ترمیم کننده، ضد التهاب، ضد آفتاب به تنهایی یا به صورت ترکیبی هستند. مطالعات بیشتری در حوزه درماتولوژی و کازمتیک مورد نیاز است خصوصاً در حوزه نانو حامل ها تا بتوان از فواید و تاثیرات عصاره زعفران در زیبایی و درمان بیماری های پوست استفاده کرد.

منابع

جلیلی آبهجازی، سیمین و مهرافروز، پریا و شوشتری، حورا و سایبزا، سروش، ۱۴۰۱، مروری بر ترمیم زخم ناشی از سوختگی با سلول های بنیادی، نخستین جشنواره ملی دانشجویی علوم و فناوری سلول های بنیادی، اهواز، ایران

دهقان، سهراب و چوپانی، رسول و گرجی، زهرا، ۱۳۹۳، استفاده های موضعی زعفران در طب سنتی، سومین همایش ملی آخرین دستاوردهای علمی و پژوهشی زعفران، مشهد، ایران.

کرمانی پریسا، جعفری سید مهدی، رفیعی زهرا. ریزپوشانی عصاره زعفران در نانو حامل های لیپوزومی و بررسی ویژگی های فیزیکی شیمیایی آن ها. علوم تغذیه و صنایع غذایی ایران. 19;1403 (2): 33-42

نباتچیان و کرامتی. (۲۰۲۳). بیومولکولی به نام کروسین. آزمایشگاه و تشخیص، ۱۵(۵۹): ۵۴-۶۷.

یوسفی، سبجان، ۱۴۰۱، بررسی و امکان ساخت کرم بر پایه زعفران جهت ترمیم سوختگی و بازسازی پوست انسان، چهارمین همایش ملی زیست شناسی، استهبان، ایران

- Abdullaev, F. (2006). Biological properties and medicinal use of saffron (*Crocus sativus* L.). In *II International Symposium on Saffron Biology and Technology* 739 (pp. 339-345).
- Acero, N., Muñoz-Mingarro, D., & Gradillas, A. (2024). Effects of *Crocus sativus* L. Floral Bio-Residues Related to Skin Protection. *Antioxidants*, 13(3): 358.
- Aktar, N., Khan, H. M. S., Ashraf, S., Mohammad, I. S., & Ali, A. (2014). Skin depigmentation activity of *Crocus sativus* extract cream. *Tropical Journal of Pharmaceutical Research*, 13(11): 1803-1808.
- Alemzadeh, E., Oryan, A. (2018). Effectiveness of a *Crocus sativus* extract on burn wounds in rats. *Planta medica*, 84(16): 1191-1200.
- Ali, A., Yu, L., Kousar, S., Khalid, W., Maqbool, Z., Aziz, A., & Qin, H. (2022). Crocin: Functional characteristics, extraction, food applications and efficacy against brain related disorders. *Frontiers in Nutrition*, 9, 1009807.
- Avila-Sosa, R., Nevárez-Moorillón, G. V., Ochoa-Velasco, C. E., Navarro-Cruz, A. R., Hernández-Carranza, P., & Cid-Pérez, T. S. (2022). Detection of saffron's main bioactive compounds and their relationship with commercial quality. *Foods*, 11(20): 3245.
- Bastani, S., Vahedian, V., Rashidi, M., Mir, A., Mirzaei, S., Alipourfard, I., Akbarzadeh, M. (2022). An evaluation on potential anti-oxidant and anti-inflammatory effects of Crocin. *Biomedicine and Pharmacotherapy*, 153, 113297.
- Beiranvand, S. P., Beiranvand, N. S., Moghadam, Z. B., Birjandi, M., Azhari, S., Rezaei, E., & Beiranvand, S. (2016). The effect of *Crocus sativus* (saffron) on the severity of premenstrual syndrome. *European Journal of Integrative Medicine*, 8(1): 55-61.



- Boneva, B., Marchev, A., Amirova, K., Ganova, P., Georgiev, M., Tchorbanov, A., Mihaylova, N. (2023). Crocus sativus Extract as a Biological Agent for Disease-Modifying Therapy of Collagenase-Induced Mouse Model of Osteoarthritis. *Life*, 13(4): 894.
- Bukhari, S. I., Manzoor, M., & Dhar, M. K. (2018). A comprehensive review of the pharmacological potential of Crocus sativus and its bioactive apocarotenoids. *Biomedicine & Pharmacotherapy*, 98: 733-745.
- Cerdá-Bernad, D., Valero-Cases, E., Pastor, J. J., & Frutos, M. J. (2022). Saffron bioactives crocin, crocetin and safranal: Effect on oxidative stress and mechanisms of action. *Critical reviews in food science and nutrition*, 62(12):3232-3249.
- Chrastina, M., Dráfi, F., Pružinská, K., Poništ, S., Kamga, K. S., Khademnematollahi, S., & Bauerová, K. (2023). Crocus sativus L. Extract (Saffron) Effectively Reduces Arthritic and Inflammatory Parameters in Monotherapy and in Combination with Methotrexate in Adjuvant Arthritis. *Nutrients*, 15(19):4108.
- Damayanti, G. S., & Riyanto, P. (2023). The Role of Saffron (Crocus sativus L) in Cosmetic Dermatology. *Jurnal Kedokteran Diponegoro (Diponegoro Medical Journal)*, 12(6): 375-382.
- Das, I., Chakrabarty, R. N., & Das, S. (2004). Saffron can prevent chemically induced skin carcinogenesis in Swiss albino mice. *Asian Pac J Cancer Prev*, 5(1):70-76.
- Deldar, N., Monsefi, M., Salmanpour, M., Ostovar, M., & Heydari, M. (2021). Wound healing potential of crocin and safranal, main saffron (Crocus sativus L.), the active constituents in excision wound model in rats. *Galen Medical Journal*, 10, e1900-e1900.
- Deng, Mingwu, Dong Li, Yichen Zhang, Guangdong Zhou, Wei Liu, Yilin Cao, and Wenjie Zhang. "Protective effect of crocin on ultraviolet B-induced dermal fibroblast photoaging." *Molecular medicine reports* 18, no. 2 (2018): 1439-1446.
- Esmaealzadeh D, Moodi Ghalibaf A, Shariati Rad M, Rezaee R, Razavi BM, Hosseinzadeh H. Pharmacological effects of Safranal: An updated review. *Iran J Basic Med Sci*. 2023; 26(10):1131-1143. Doi: 10.22038/IJBMS.2023.69824.
- Esposito, E., Drechsler, M., Huang, N., Pavoni, G., Cortesi, R., Santonocito, D., & Puglia, C. (2016). Ethosomes and organogels for cutaneous administration of crocin. *Biomedical microdevices*, 18: 1-12.
- Fagot D, Pham DM, Laboureau J, Planel E, Guerin L, Nègre C, Donovan M, Bernard BA. Crocin, a natural molecule with potentially beneficial effects against skin ageing. *Int J Cosmet Sci*. 2018 Aug; 40(4):388-400. Doi: 10.1111/ics.12472.
- Fujii, S., Morita, Y., Ohta, T., Uto, T., & Shoyama, Y. (2022). Saffron (Crocus sativus L.) as a valuable spice and food product: a narrative review. *Longhua Chinese Medicine*, 5: 18. <https://doi.org/10.21037/lcm-22-1>.
- Garavand, F., Rahaee, S., Vahedikia, N., & Jafari, S. M. (2019). Different techniques for extraction and micro/nanoencapsulation of saffron bioactive ingredients. *Trends in Food Science & Technology*, 89: 26-44.
- Goli, M., Samare Mousavi, S., Rahbarian, R., & Rajabiyani, M. (2022). The Effect Of Crocin and Safranal Components of Saffron on Skin Wound Healing in Streptozotocin-Induced Diabetic Rat. *Jundishapur Scientific Medical Journal*, 21(1): 42-53. Doi: 10.32598/JSMJ.21.1.2358
- Golmohammadzadeh S, Jaafari MR, Hosseinzadeh H. Does saffron have antisolar and moisturizing effects? *Iran J Pharm Res*. 2010 spring; 9(2):۴۰-۱۳۳.
- Habibi, Z., Hoormand, M., Banimohammad, M., Ajami, M., Amin, G., Amin, M., & Pazoki-Toroudi, H. (2022). The novel role of Crocus sativus L. in enhancing skin flap survival by affecting apoptosis independent of mTOR: A data-virtualized study. *Aesthetic Plastic Surgery*, 46(6): 3047-3062.
- Hashemi-Shahri, S. H., Golshan, A., Mohajeri, S. A., Baharara, J., Amini, E., Salek, F., Tayarani-Najaran, Z. (2018). ROS-scavenging and anti-tyrosinase properties of crocetin on B16F10 murine melanoma cells.



- Anti-Cancer Agents in Medicinal Chemistry (Formerly Current Medicinal Chemistry-Anti-Cancer Agents), 18(7), 1064-1069. Doi: 10.2174/1871520618666171213143455.
- Hassani, M. S., Salehi, M., Ehterami, A., Mahami, S., Bitaraf, F. S., & Rahmati, M. (2023). Evaluation of collagen type I and III, TGF- β 1, and VEGF gene expression in rat skin wound healing treated by alginate/chitosan hydrogel containing crocetin. *Biochemical Engineering Journal*, 195, 108895.
- Hermansyah, A., Ming, L. C., Aissa, R., Ibourki, M., Bouzid, H. A., Bijla, L., Oubannin, S., Sakar, E. H., Jadouali, S., Goh, K. W., Bouyahya, A., & Gharby, S. (2023). Phytochemistry, quality control and medicinal uses of Saffron (*Crocus sativus* L.): an updated review. *Journal of Medicine and Life*, 16(6): 822–836. <https://doi.org/10.25122/jml-2022-0353>.
- Hoseiny Rad M, Eskandari Z, and Moayeri A. Efficacy of Saffron Petal by-Product in Treatment of Burn Wounds in Male Rats. (2021): 126-130.
- Hosseinzadeh, H., Abootorabi, A., & Sadeghnia, H. R. (2008). Protective effect of *Crocus sativus* stigma extract and crocin (trans-crocin 4) on methyl methanesulfonate-induced DNA damage in mice organs. *DNA and cell biology*, 27(12): 657-664.
- Hosseinzadeh, H., Sadeghnia, H. R., Ziaee, T., & Danaee, A. (2005). Protective effect of aqueous saffron extract (*Crocus sativus* L.) and crocin, its active constituent, on renal ischemia-reperfusion-induced oxidative damage in rats. *J Pharm Pharm Sci*, 8(3): ۳۸۷-۳۹۳.
- Israyilova, A., Peykova, T. Z., Kittleson, B., Sprowl, P. C., Mohammed, T. O., & Quave, C. (2024). From plant to patient: A historical perspective and review of selected medicinal plants in dermatology. *JID Innovations*, 100321.
- Jadhav S, Momin M, Mohite N, Mohite V, Mudhale P, et al. (2024) Review on Pharmacognostic, Phytochemical and Pharmacological characteristics of Medicinal plants *Crocus sativus* L. *Int J Plant Biol Res* 12(1): 1141.
- Jomehpour N, Ghazvini K, Jomehpour M. Antibacterial Activity of Aqueous and Methanolic Extracts of *Crocus sativus* Stigma and *Cinnamomum cassia* against Clinical Isolates of some Gram-Positive and Gram-Negative Pathogenic Bacteria. *mljgoums* 2019; 13 (3) :31-34.
- Kafi, M., Kamili, A. N., Husaini, A. M., Ozturk, M., & Altay, V. (2018). An expensive spice saffron (*Crocus sativus* L.): a case study from Kashmir, Iran, and Turkey. *Global perspectives on underutilized crops*, 109-149.
- Kazemi-Shahandashti, S. S., Mann, L., El-Nagish, A., Harpke, D., Nemati, Z., Usadel, B., & Heitkam, T. (2022). Ancient artworks and crocus genetics both support saffron's origin in early Greece. *Frontiers in plant science*, 13, 834416.
- Khameneh, B., Halimi, V., Jaafari, M. R., & Golmohammadzadeh, S. (2015). Safranal-loaded solid lipid nanoparticles: evaluation of sunscreen and moisturizing potential for topical applications. *Iranian journal of basic medical sciences*, 18(1):58.
- Khavari, A., Bolhassani, A., Alizadeh, F., Bathaie, S. Z., Balaram, P., Agi, E., & Vahabpour, R. (2015). Chemo-immunotherapy using saffron and its ingredients followed by E7-NT (gp96) DNA vaccine generates different anti-tumor effects against tumors expressing the E7 protein of human papillomavirus. *Archives of virology*, 160: 499-508.
- Khorasani G, Hosseinimehr SJ, Zamani P, Ghasemi M, Ahmadi A. The effect of saffron (*Crocus sativus*) extract for healing of second-degree burn wounds in rats. *Keio J Med*. 2008 Dec; 57(4):5-190. Doi: 10.2302/kjm.57.190.
- Kothari, D., Thakur, R., & Kumar, R. (2021). Saffron (*Crocus sativus* L.): Gold of the spices—A comprehensive review. *Horticulture, Environment, and Biotechnology*, 62(5): 661-677.



- Li, Q., Liu, L., Jiang, S., Xu, Z., Lin, S., Tong, Y., & Wang, P. (2022). Optimization of the saffron compound essence formula and its effect on preventing skin photoaging. *Journal of Cosmetic Dermatology*, 21(3):1251-1262.
- Li, Y., Kakkar, R., & Wang, J. (2018). In vivo and in vitro approach to anti-arthritic and anti-inflammatory effect of crocetin by alteration of nuclear factor-E2-related factor 2/hem oxygenase (HO)-1 and NF-κB expression. *Frontiers in pharmacology*, 9, 1341.
- Liu, W., Chen, Q., & Xia, Y. (2023). New mechanistic insights of melasma. *Clinical, cosmetic and investigational dermatology*, 429-442.
- Malathi, M., Hari, B. V., & Ramyadevi, D. (2020). Polymeric nanocarriers for topical drug delivery in skin cream. In *Nanocosmetics* (pp. 109-126). Elsevier.
- Mall, T. P., & Tripathi, S. C. (2017). Saffron-a Treasure of the Ancient Medicine Chest-an Overview. *World Journal of Pharmaceutical Research*, 6(4): 1604-1623 .
- Maqbool, Z., Arshad, M. S., Ali, A., Aziz, A., Khalid, W., Afzal, M. F., & Lorenzo, J. M. (2022). Potential role of phytochemical extract from saffron in development of functional foods and protection of brain-related disorders. *Oxidative Medicine and Cellular Longevity*, 2022(1), 6480590.
- Mehmeti, A., Candido, V., Canaj, K., Castronuovo, D., Perniola, M., D'Antonio, P., & Cardone, L. (2024). Energy, environmental, and economic sustainability of saffron cultivation: insights from the first European (Italian) case study. *Sustainability*, 16(3): 1179.
- Milani, A., Basirnejad, M., Shahbazi, S., & Bolhassani, A. (2017). Carotenoids: biochemistry, pharmacology and treatment. *British journal of pharmacology*, 174(11):1290-1324.
- Mirhadi, E., Nassirli, H., & Malaekheh-Nikouei, B. (2020). An updated review on therapeutic effects of nanoparticle-based formulations of saffron components (safranal, crocin, and crocetin). *Journal of Pharmaceutical Investigation*, 50(1): 47-58.
- Moshiri, M., Vahabzadeh, M., & Hosseinzadeh, H. (2015). Clinical applications of saffron (*Crocus sativus*) and its constituents: a review. *Drug research*, 65(06): 287-295.
- Mousavi, S. Z., & Bathaie, S. Z. (2011). Historical uses of saffron: Identifying potential new avenues for modern research. *Avicenna Journal of Phytomedicine*, 1(2): 57-66.
- Mzabri, I., Addi, M., & Berrichi, A. (2019). Traditional and modern uses of saffron (*Crocus sativus*). *Cosmetics*, 6(4): 63.
- N. A. Putriana et al (2021). Review: Bioactivities of Saffron as an Active Ingredient in Cosmetics *Indo J Pharm* 3(2):74-81.
- Naeimifar, A., Ahmad Nasrollahi, S., Samadi, A., Talari, R., Sajad Ale-nabi, S., Massoud Hossini, A., & Firooz, A. (2020). Preparation and evaluation of anti-wrinkle cream containing saffron extract and avocado oil. *Journal of cosmetic dermatology*, 19(9): 2366-2373.
- Naim N, Bouymajane A, Oulad El Majdoub Y, Ezrari S, Lahlali R, Tahiri A, Ennahli S, Laganà Vinci R, Cacciola F, Mondello L, Madani I. Flavonoid Composition and Antibacterial Properties of *Crocus sativus* L. Petal Extracts. *Molecules*. 2022 Dec 26; 28(1):186. Doi: 10.3390/molecules28010186.
- Nanda, S., Madan, K. (2021). The role of Safranal and saffron stigma extracts in oxidative stress, diseases and photoaging: A systematic review. *Heliyon*, 7(2).
- Ohba, T., Ishisaka, M., Tsujii, S., Tsuruma, K., Shimazawa, M., Kubo, K., & Hara, H. (2016). Crocetin protects ultraviolet A-induced oxidative stress and cell death in skin in vitro and in vivo. *European Journal of Pharmacology*, 78:244-253 .
- Rigi, H., Mohtashami, L., Asnaashari, M., Emami, S. A., & Tayarani-Najaran, Z. (2021). Dermoprotective effects of saffron: A mini review. *Current Pharmaceutical Design*, 27(46): 4693-4698.
- Roniawati, I., Putriana, N. A., Putri, A. N., & Nur'aini, Y. A. (2021). Saffron's Activity as an Active Ingredient in Cosmetics. *Indonesian Journal of Pharmaceutics*, 3(2):74-81.



- Salomi, M. J., Nair, S. C., & Panikkar, K. R. (1991). Inhibitory effects of *Nigella sativa* and saffron (*Crocus sativus*) on chemical carcinogenesis in mice.
- Samiee, Z. A., Ahamadi, A. H. R., Rezayat, S. M., Soleimani, N., Hosseini, D. S. R., & Heydarzadeh, K. S. (2017). Evaluation of reciprocal pharmaceutical effects and antibacterial activity of silver nanoparticles and methanolic extract of *Crocus sativus* L. (Saffron) on some bacterial strains.
- Shakeri, M., Tayer, A. H., Shakeri, H., Jahromi, A. S., Moradzadeh, M., & Hojjat-Farsangi, M. (2020). Toxicity of saffron extracts on cancer and normal cells: A review article. *Asian Pacific journal of cancer prevention: APJCP*, 21(7): 1867.
- Soheilifar, M. H., Dastan, D., Masoudi-Khoram, N., Keshmiri Neghab, H., Nobari, S., Tabaie, S. M., & Amini, R. (2024). In vitro and in vivo evaluation of the diabetic wound healing properties of Saffron (*Crocus Sativus* L.) petals. *Scientific Reports*, 14(1): 19373.
- Spence, C. (2023). Saffron: The colourful spice. *International Journal of Gastronomy and Food Science*, 100821.
- Srivastava, R., Ahmed, H., Dixit, R. K., & Saraf, S. A. (2010). *Crocus sativus* L.: a comprehensive review. *Pharmacognosy reviews*, 4(8): 200.
- Tavasoli, S., Borjizadeh, Z., Anvar, A., Ahari, H., Moradi, S., & Jafari, S. M. (2023). Crocin-loaded nanocarriers; approaches and applications. *Current Opinion in Food Science*, 101099.
- Tiwari Shashank et al., *Ijppr.Human*, 2024; 30 (3): 224-237.
- Turcov, D., Barna, A. S., Blaga, A. C., Ibanescu, C., Danu, M., Trifan, A., & Suteu, D. (2022). Dermatocosmetic Emulsions Based on Resveratrol, Ferulic Acid and Saffron (*Crocus sativus*) Extract to Combat Skin Oxidative Stress-Trigger Factor of Some Potential Malignant Effects: Stability Studies and Rheological Properties. *Pharmaceutics*, 14(11): 2376.
- Verjee, S., Garo, E., Pelaez, S., Fertig, O., Hamburger, M., & Butterweck, V. (2017). Saffron flower extract promotes scratch wound closure of keratinocytes and enhances VEGF production. *Planta medica*, 83(14/15):1176-1183
- Videira, I. F. D. S., Moura, D. F. L., & Magina, S. (2013). Mechanisms regulating melanogenesis. *Anais brasileiros de dermatologia*, 88: 76-83.
- Vyas, L. K., Tapar, K. K., & Nema, R. K. (2010). Study of *Crocus sativus* as complexion promoter in skin care. *IJPCR*, 2: 76-79.
- Wenger, T. (2022). History of saffron. *Longhua Chinese Medicine*, 5:15. Doi: 10.21037/lcm-21-67
- Xie, M., Jiang, Z., Lin, X., & Wei, X. (2024). Application of plant extracts cosmetics in the field of anti-aging. *Journal of Dermatologic Science and Cosmetic Technology*, 100014.
- Xiong, J., Grace, M. H., Kobayashi, H., & Lila, M. A. (2023). Evaluation of saffron extract bioactivities relevant to skin resilience. *Journal of Herbal Medicine*, 37, 100629.
- Yousef, H., Alhadj, M., & Sharma, S. (2021). Anatomy, skin (integument), epidermis. StatPearls Publishing.
- Zarkogianni, M., & Nikolaidis, N. (2016). Determination of sun protection factor (SPF) and stability of oil-in-water emulsions containing Greek red saffron (*Crocus Sativus* L.) as a main antisolar agent. *International Journal of Advanced Research in Chemical Science*, 3(7):1-7.
- Zeinali M, Zirak MR, Rezaee SA, Karimi G, Hosseinzadeh H. Immunoregulatory and anti-inflammatory properties of *Crocus sativus* (Saffron) and its main active constituents: A review. *Iran J Basic Med Sci*. 2019 Apr; 22(4):334-344. Doi: 10.22038/ijbms.2019.34365.8158.
- Zheng, H., Pei, Q., & Yao, M. (2024). Understanding Melasma: From Pathogenesis to Innovative Treatments. *Dermatologic Therapy*, 2024(1), 2206130.

نقش کودهای زیستی در بهبود عملکرد و کیفیت گیاهان دارویی

محبوبه جلالی^۱

^۱گروه علوم و مهندسی خاک دانشکده کشاورزی، دانشگاه لرستان، خرم آباد، ایران، (jalali.mah@lu.ac.ir)

چکیده

گیاهان دارویی به دلیل اثرات مفید متابولیت‌های ثانویه فعال خود به عنوان جایگزینی برای داروهای شیمیایی، توجه زیادی را به خود جلب کرده‌اند. با این حال، استفاده گسترده از کودها شیمیایی برای افزایش عملکرد، باعث آلودگی جدی محیط زیست شده و توسعه پایدار در زمینه گیاهان دارویی را با مشکل مواجه کرده است. کودهای زیستی حاوی میکروارگانیسم‌های خاص بوده و می‌توانند ساختار میکروبی خاک را بهبود بخشند، مقاومت گیاهان را در برابر تنش‌های زیستی و غیرزیستی افزایش دهند و عملکرد گیاهان دارویی را بالا ببرند. ترشحات ریشه گیاهان دارویی می‌توانند میکروارگانیسم‌های مختلفی را به سمت ریزوسفر جذب کنند که در ادامه به بافت‌های گیاه مهاجرت می‌کنند. این میکروارگانیسم‌ها قادرند سطح مواد مغذی خاک را افزایش دهند و از طریق تثبیت نیتروژن و حل کردن فسفر و پتاسیم، ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک را بهبود بخشند. علاوه بر این، میکروارگانیسم‌های خاک می‌توانند سنتز هورمون‌هایی را که رشد گیاه و تجمع ترکیبات فعال را افزایش می‌دهند، تقویت کرده و در نهایت کیفیت گیاهان دارویی را بهبود بخشند. در این مقاله، انواع کودهای میکروبی، کلون‌سازی و مهاجرت میکروارگانیسم‌ها به بافت‌های گیاهی و اثرات مفید کودهای زیستی خلاصه شده است. علاوه بر این، چشم‌انداز توسعه کودهای زیستی و کاربرد آن‌ها برای گیاهان دارویی نیز مورد بحث قرار گرفته است.

واژگان کلیدی: اثرات مفید، بهبود رشد گیاه، کودهای زیستی، میکروارگانیسم‌های ریزوسفر



۱. مقدمه

گیاهان دارویی از منابع طبیعی ارزشمند هستند که شناسایی علمی، کشت، توسعه و استفاده صحیح از آن‌ها می‌تواند نقش بسیار مهمی در سلامت جامعه، اشتغال‌زایی و صادرات غیرنفتی داشته باشد. کیفیت گیاهان دارویی نسبت به سایر محصولات کشاورزی اهمیت بیشتری دارد. عوامل محیطی تأثیر قابل توجهی بر کیفیت و کمیت گیاهان دارویی دارند. در میان این عوامل، مدیریت کود دهی از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. فعالیت‌های آنزیمی میکروارگانیسم‌ها می‌تواند عرضه مواد مغذی به گیاهان را افزایش داده و به این ترتیب رشد گیاه، عملکرد محصولات کشاورزی و کیفیت آن‌ها را بهبود بخشد. همچنین، این فرآیند تعادل زیست محیطی را تقویت می‌کند. کودهای زیستی علاوه بر بهبود ساختمان خاک و خواص فیزیکی و شیمیایی آن و افزایش کارایی کودها، می‌توانند مقاومت گیاهان در برابر بیماری‌ها و آفات و همچنین کیفیت محصولات را ارتقا دهند. از این رو، کودهای زیستی به عنوان یک راهبرد پایدار برای تولید سبز گیاهان دارویی شناخته می‌شوند. کودهای زیستی توانایی تغییر ترکیب گونه‌های میکروبی در ریزوسفر (ریزوسفر خاک) و اندوفیت‌های گیاهان دارویی را دارند و می‌توانند باعث افزایش جمعیت میکروارگانیسم‌های مفید شوند (Li et al., 2023). این امر رشد گیاه، تجمع ترکیبات فعال و در نهایت عملکرد و کیفیت گیاهان دارویی را بهبود می‌بخشد.

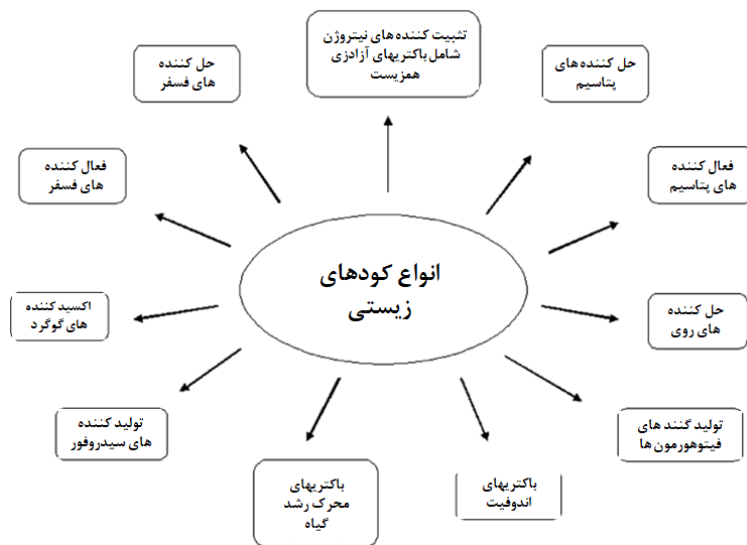
۲. مواد و روش‌ها

برای انجام این مطالعه، از منابع علمی معتبر شامل مقالات پژوهشی، کتاب‌ها و گزارش‌های بین‌المللی مرتبط با کودهای زیستی و گیاهان دارویی استفاده شد. مقالات مورد نظر از پایگاه‌های داده معتبر نظیر Google Scholar، PubMed، Scopus جمع‌آوری شدند. همچنین، گزارش‌های به روز از سازمان‌های بین‌المللی نظیر FAO و Research and Markets مورد بررسی قرار گرفتند.

۳. نتایج

۳-۱. انواع کودهای زیستی

کودهای زیستی عمدتاً بر اساس نوع میکروارگانیسم‌ها دسته‌بندی می‌شوند. در حال حاضر سه نوع کود زیستی استفاده می‌شود: (۱) تلقیح‌های میکروبی: شامل یک یا چند میکروارگانیسم هدف و مقدار کمی حامل (۲) کودهای ترکیبی: شامل میکروارگانیسم‌های زنده همراه با مواد مغذی اضافی (۳) کودهای آلی: متشکل از میکروارگانیسم‌های هدف و مواد آلی به دست آمده از بقایای حیوانی و گیاهی (مانند کود حیوانی و کاه و کلش). بر طبق دسته‌بندی دیگر انواع کودهای زیستی به انواع تقسیم می‌شوند (شکل ۱)



شکل ۱- انواع کودهای زیستی

رشد جمعیت جهان نیاز به تولید مواد غذایی را افزایش داده است. اگرچه کودهای شیمیایی به کشورها کمک کرده اند تا به خودکفایی در تولید غذا دست یابند، اثرات زیان بار آن ها بر محیط زیست و تعادل اکولوژیکی، کشاورزی ارگانیک را برای بهبود بازده و کیفیت محصولات به عنوان جایگزین مطرح کرده است. بر اساس گزارش «بررسی و پیش بینی بازار جهانی کودهای زیستی» منتشر شده در سال ۲۰۲۳، کودهای باکتریایی ۴۲/۹ درصد از بازار کودهای زیستی را به خود اختصاص داده اند و نسبت به کودهای قارچی، جلبکی و سایر انواع کودها پیشتاز هستند (Research and Markets, 2024).

۳-۲. اثرات مفید کودهای میکروبی بر گیاهان دارویی

۳-۲-۱. بهبود رشد گیاه

یکی از اهداف اصلی استفاده از کودهای زیستی، بهبود رشد گیاه است. میکروارگانیسم ها با سنتز اسید ایندول استیک از طریق مسیر وابسته به لیزین، رشد گیاه را تحریک می کنند. به همین ترتیب، میکروارگانیسم های حل کننده فسفات می توانند به طور قابل توجهی وزن تر، وزن خشک، ارتفاع گیاه، طول ریشه و اندام هوایی و سایر پارامترهای رشد گیاهانی مانند نعنای را افزایش دهند. همچنین این میکروارگانیسم ها با منابع مختلف فسفر ترکیب می شوند تا عملکرد کود را بهبود بخشند (شکل ۲) باکتری های محرک رشد ریشه گیاه که گروه بزرگی از باکتری های ریشه مانند ریزوبیوم، برادی ریزوبیوم، باسیلوس و ازتوباکتر هستند می توانند با حل کردن فسفات های نامحلول، تثبیت نیتروژن جوی و ترشح هورمون های رشد، رشد گیاه را تقویت کنند. کودهای زیستی نه تنها رشد و کیفیت گیاهان دارویی را بهبود می بخشند، بلکه می توانند به حفظ سلامت خاک و استفاده پایدار از منابع کشاورزی کمک کنند (Tariq et al., 2022).

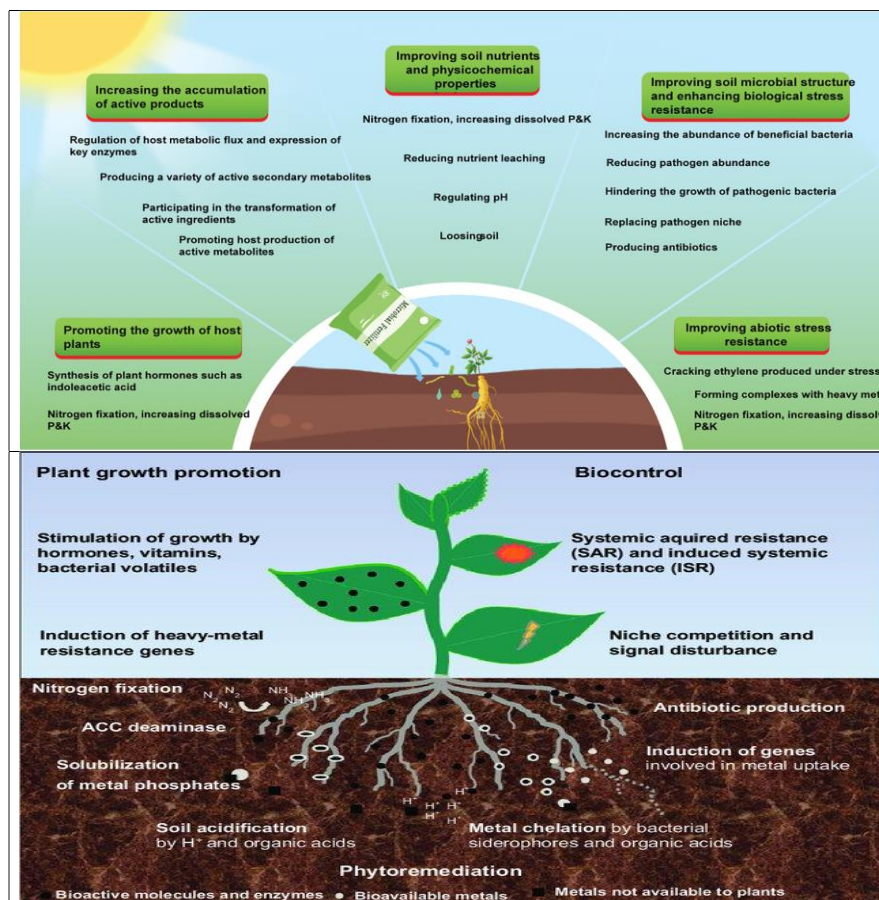
۳-۲-۲. افزایش تجمع ترکیبات فعال زیستی در گیاهان

ترکیبات فعال زیستی در گیاهان دارویی طی یک دوره طولانی انباشته می شوند. به عنوان مثال، فاصله زمانی بین کاشت تا برداشت جینسینگ معمولاً ۴ تا ۶ سال است تا محتوای جینسنوزید به سطح دارویی برسد. استفاده از کودهای زیستی مناسب

می تواند به طور مؤثری میزان تجمع و تبدیل این ترکیبات را افزایش دهد. اندوفیت های میکروبی همچنین می توانند انواع مختلفی از متابولیت های ثانویه فعال مانند آلکالوئیدها، اسیدهای آلی، سسکوئی ترپن ها، لاکتون ها و ساپونین ها تولید کنند و با تنظیم مسیرهای متابولیکی، سنتز این متابولیت ها را در سلول های میزبان تقویت کنند (Bodede et al, 2022).

۳-۲-۳. بهبود ویژگی های تغذیه ای، فیزیکی و شیمیایی خاک

کاهش تدریجی عناصر غذایی خاک، فرآیندی اجتناب ناپذیر در کشاورزی است. این مواد علاوه بر جذب توسط گیاهان، به دلیل بارندگی نیز از بین می روند. ورود عناصر غذایی به منابع آبی باعث پدیده اوتریفیکاسیون و آلودگی می شود که تهدیدی برای اکوسیستم به شمار می رود. کودهای زیستی که حاوی میکروارگانیسم های تثبیت کننده نیتروژن و حل کننده پتاسیم و فسفر هستند، می توانند مواد مغذی خاک را بازیابی کرده و رشد، عملکرد و کیفیت گیاهان دارویی را بهبود بخشند. تأثیرات مفید این کودها با افزودن بیوچار، که حامل متخلخلی است و سطح و انرژی لازم برای رشد میکروارگانیسم ها را فراهم می کند، بیشتر می شود. کودهای زیستی بر پایه بیوچار که حاوی باسیلوس و کود شیمیایی N-P-K خارجی است، به طور قابل توجهی از شستشوی عناصر غذایی خاک جلوگیری می کند. علاوه بر این، کودهای زیستی به طور چشمگیری ویژگی های فیزیکی و شیمیایی مانند میزان رطوبت، ماده آلی، نیتروژن قابل هیدرولیز و فسفر قابل دسترس را بهبود می بخشد که به حفظ سلامت اکولوژیکی خاک کمک می کند (Liu et al., 2023).





شکل ۲- تاثیر مفید کودهای زیستی بر بهبود رشد گیاه

۴-۲-۳. تنظیم میکروبیوم خاک و افزایش مقاومت زیستی

گیاهان دارویی غالباً به صورت محصولات پیوسته کشت می شوند، زیرا بسیاری از آن‌ها نمی توانند در یک سال رشد کرده و به بلوغ برسند، به ویژه گیاهان چندساله‌ای که میوه یا ریزوم تولید می کنند. علاوه بر این، بسیاری از ترکیبات فعال یا در گیاهان نابالغ سنتز نمی شوند یا در غلظت‌های پایین وجود دارند. ترشحات ریشه گیاهان دارویی می توانند میکروارگانیسم‌های خاصی را جذب کنند. با توجه به چندساله بودن اکثر گیاهان دارویی، روش‌های کشت آن‌ها تأثیر قابل توجهی بر ساختار جامعه میکروبی ناحیه ریزوسفر (خاک اطراف ریشه) دارند. بیماری‌ها و آفات می توانند به طور قابل توجهی عملکرد و کیفیت گیاهان دارویی را کاهش دهند، به ویژه انواع چندساله‌ای که به طور مداوم در یک زمین کشت می شوند. مطالعات نشان داده‌اند که کشت پیوسته می تواند جامعه میکروبی خاک را مختل کرده و خاک باکتریایی حاصلخیز را به خاک قارچی کمتر حاصلخیز تبدیل کند. کاهش تعداد باکتری‌های مفید و افزایش باکتری‌های مضر نیز خطر ابتلا به بیماری‌ها را افزایش می دهد. استفاده از کودهای زیستی سازگار با محیط زیست می تواند تنوع میکروبی خاک را بهبود بخشد. علاوه بر این، تناوب زراعی نیز به بهبود جامعه میکروبی خاک کمک کرده و باعث افزایش تعداد باکتری‌هایی مانند باسیلوس و لیزوباکتریوم می شود. علاوه بر این، برخی باکتری‌های اندوفیتیک ممکن است از طریق مکانیسم‌های مختلف، از جمله جایگزینی با عوامل بیماری‌زا در بافت‌های گیاهی و تولید آنتی‌بیوتیک‌هایی که به طور مستقیم رشد آن‌ها را مهار می کنند، از گیاهان در برابر عوامل بیماری‌زا محافظت کنند. برخی گونه‌های سودوموناس نیز می توانند رشد عوامل بیماری‌زای خاک را مهار کنند. کودهای زیستی حاوی پروبیوتیک‌های مرتبط و حامل‌های مناسب می توانند مقاومت زیستی گیاهان دارویی را افزایش داده و خطر بیماری‌ها را کاهش دهند.

۵-۲-۳. افزایش مقاومت به تنش‌های غیرزیستی

تنش‌های غیرزیستی شامل خشکی، شوری، کمبود مواد معدنی، آلودگی فلزات سنگین و موارد مشابه است. گیاهان اغلب با تولید هورمون‌ها به این تنش‌های محیطی پاسخ می دهند. مطالعات نشان داده‌اند که تنش‌های غیرزیستی می توانند سنتز و تجمع اتیلن را در گیاهان تحریک کنند که این امر منجر به واکنش‌های فیزیولوژیکی مختلف و مهار رشد گیاه می شود. برخی میکروارگانیسم‌ها آنزیمی به نام 1-آمینوسیکلوپروپان-1-کربوکسیلات (ACC) دآمیناز تولید می کنند که می تواند پیش‌ماده اتیلن (ACC) را به آمونیاک و α -کتوبوتیرات تجزیه کرده و سطح اتیلن را در گیاهان تحت تنش کاهش دهد. این فرایند با بهبود سیستم ریشه‌ای گیاه، جذب آب و مواد مغذی از عمق خاک را افزایش داده و رشد گیاه را تقویت کرده و بقای آن را در شرایط تنش افزایش می دهد. تاکنون چندین باکتری تولیدکننده ACC دآمیناز از زیستگاه‌های مختلف جداسازی شده‌اند (Waadt et al., 2022).

همچنین، باکتری‌های تثبیت کننده نیتروژن، چه همزیست و چه غیرهمزیست، می توانند نیتروژن اتمسفری را به آمونیاک تبدیل کنند که برای گیاهان قابل استفاده است. این میکروارگانیسم‌ها با معدنی سازی آمونیاک آلی در خاک یا تحریک تولید هورمون‌ها، جذب نیتروژن توسط ریشه‌های گیاه را بیشتر می کنند. علاوه بر این، ریزجانداران محرک رشد گیاه مانند باکتری‌های



حل کننده فسفات و پتاسیم، می توانند جذب پتاسیم و فسفر را از طریق کلاته سازی، تولید لیگاند های آلی، واکنش تبدیلی و دیمیرالیزاسیون افزایش دهند. مقادیر زیاد فلزات سنگین در خاک می تواند به طور مستقیم رشد، متابولیسم و پیری گیاه را تحت تأثیر قرار دهد و منجر به آپوپتوز سلول های گیاهی شود. گیاهان مکانیسم هایی برای کاهش جذب فلزات سنگین تکامل داده اند. برخی از ریزجانداران محرک رشد گیاه می توانند شکل های زیست دسترس فلزات سنگین را به شکل های غیر قابل دسترس تبدیل کنند. به عنوان مثال، فسفر محلول آزاد شده توسط باکتری های حل کننده فسفات می تواند با فلزات سنگین ترکیب شده و فسفات های نامحلول تشکیل دهد. علاوه بر این، برخی میکروارگانیسم ها قادر به تولید مواد پلیمری خارج سلولی هستند که فلزات سنگین را جذب می کنند. اسید های آلی تولید شده توسط میکروارگانیسم های خاک مانند اسید سوکسینیک و اسید اگزالیک نیز با فلزات سنگین کمپلکس هایی تشکیل می دهند که به راحتی توسط ریشه های گیاه جذب نمی شوند. در مجموع، این راهبردها می توانند جذب فلزات سنگین را کاهش داده و تنش گیاه را به حداقل برسانند. بنابراین، میکروارگانیسم های مناسب می توانند در کود های میکروبی استفاده شوند تا گیاهان دارویی را از تنش های غیر زیستی نجات دهند (Gamalero et al., 2023).

۴. بحث و نتیجه گیری

به طور خلاصه، از مطالب گفته شده می توان نتیجه گرفت که کود های زیستی می توانند عملکرد و کیفیت گیاهان دارویی را بهبود بخشند و تأثیر نامطلوب کمی بر محیط زیست دارند. این یک استراتژی پایدار برای تولید گیاهان دارویی است. در این مقاله، اثرات متقابل کود های زیستی و گیاهان دارویی و اثرات آنها بر عملکرد و کیفیت گیاهان دارویی مورد بررسی قرار گرفت.

منابع

- Bodede, O., Kualim, Prinsloo G., Moodley, R., and Govinden, R. (2022). Anti-Pseudomonas aeruginosa activity of a C16-terpene dilactone isolated from the endophytic fungus Neofusicoccum luteum of Kigelia africana (Lam.). Scientific Reports, 12(1):780.
- Gamalero, E., Lingua, G., and Glick, BR. (2023). Ethylene, ACC, and the plant growth-promoting enzyme ACC deaminase. Biology, 12(8):1043.
- Liu, Y., Yang, S.Q., Zhang, W.F., and Lou, S. (2022). Effects of microbial fertilizer on physicochemical properties and bacterial communities of saline soil under brackish water irrigation. Huanjing Kexue, 44(8):4585–98 .
- Li, S., Fan, W., Xu, G., Cao, Y., Zhao, X., and Hao, S. (2023). Bio-organic fertilizers improve Dendrocalamus farinosus growth by remodeling the soil microbiome and metabolome. Frontiers in Microbiology, 14:1117355.
- Research and Markets. Available from: <https://www.researchandmarkets.com/> [Accessed 2024].
- Tariq, M.R., Shaheen, F., Mustafa, S., Ali, S., Fatima, A., and Shafiq, M. (2022). Phosphate solubilizing microorganisms isolated from medicinal plants improve growth of mint. Peer-reviewed journal, 10:e13782.
- Waadt, R., Seller, C.A., Hsu, P.K., Takahashi, Y., Munemasa, S., and Schroeder, J.I. (2022). Plant hormone regulation of abiotic stress responses. Nature Reviews Molecular Cell Biology, 23(10):۹۴-۶۸۰ .



بررسی اثر بخشی اسانس پوست لیموترش به عنوان یک عامل ضدباکتری طبیعی علیه باکتری اشریشیا کولی

غزاله حسین ثابت^۱، اشکان حاجی نورمحمدی^۱

گروه زیست شناسی، واحد علوم و تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی، دانشکده علوم و فناوری های همگرا، تهران، ایران

(Ashkan.genetics@gmail.com)

چکیده

اهداف: انسانها در طول تاریخ جهت درمان بیماریها از گیاهان استفاده می کردند و همواره سلامت بشر به نحوی در گرو استفاده از گیاهان دارویی بوده است. تحقیقات نشان می دهد که تمایل به استفاده از داروهای گیاهی به دلیل عوارض پایین تر این ترکیبات نسبت به داروهای شیمیایی است. استفاده بی رویه از آنتی بیوتیک ها و نگهدارنده های شیمیایی منجر به افزایش مقاومت در بیشتر باکتری ها گردیده است بنابراین یافتن ترکیبات ضد میکروبی جدید با کمترین اثرات جانبی امری مهم و ضروری به نظر می رسد یکی از این ترکیبات گیاهان دارویی می باشد. روش کار: مواد و روش ها: استخراج عصاره پوست لیموترش با روش سوکسله انجام و سپس استخراج اسانس آن با روش تقطیر با آب به وسیله دستگاه کلونجر انجام شد. در مرحله بعدی تعیین میزان حداقل غلظت بازدارندگی MIC و حداقل غلظت کشندگی MBC بر علیه باکتری مدل گرم منفی (اشریشیا کولی) بررسی شد. نتایج تحقیق: نتایج بررسی سنجش MIC اسانس مستخرج از پوست لیموترش نشان داد که این اسانس در غلظت ۴ mg/ml حداقل غلظت مهار بر علیه باکتری مورد مطالعه را نشان داد و نتایج بررسی سنجش MBC آن نشان داد که این اسانس در غلظت ۸ mg/ml حداقل غلظت کشنده بر علیه باکتری مورد مطالعه را از خود نشان داد. در یک جمع بندی کلی می توان گفت، اسانس لیمو به عنوان عامل ضدباکتریایی در برابر باکتری گرم منفی اشریشیاکولی مورد بررسی قرار گرفت که نتایج مهار عامل باکتریایی را نشان داد بنابراین از این ترکیب گیاهی می توان در داروهای ضد باکتریایی استفاده نمود.

واژگان کلیدی: اسانس های دارویی، خواص ضد باکتریایی، Citrus limon



۱. مقدمه

یکی از مهم ترین چالش های معاصر در درمان بیماری ها ، مقابله با عوامل عفونی، مسمومیت زا و همین طور شیوع و گسترش بالای آنها می باشد .

انسانها در طول تاریخ از گیاهان جهت درمان استفاده می کردند و همواره سلامت بشر به نحوی در گرو استفاده از گیاهان دارویی بوده است. (Cowan, 1999). بنابر گزارش سازمان بهداشت جهانی^۱ بیش از ۸۰ درصد مردم جهان (نزدیک به ۵ میلیارد نفر) برای درمان بیماری ها هنوز از داروهای گیاهی استفاده می کنند. تقریباً یک چهارم داروهای تهیه شده در دنیا دارای منشأ گیاهی هستند که یا مستقیماً از گیاهان عصاره گیری شده اند و یا بر اساس ترکیبات گیاهی، سنتز گردیده اند. تحقیقات نشان می دهد که تمایل به استفاده از داروهای گیاهی به دلیل عوارض پایین تر این ترکیبات نسبت به داروهای شیمیایی است (Voravuthikunchai and Kitpipit, 2005). در کنار این روند رو به افزایش استفاده از گیاهان دارویی، کمبود اطلاعات دارویی و درمانی در گروه بزرگی از فراورده های طب گیاهی، مشکلی بزرگ می باشد (Fong et al., 2000).

استفاده بی رویه از آنتی بیوتیک ها و نگهدارنده های شیمیایی منجر به افزایش مقاومت در بیشتر باکتری ها گردیده است بنابراین یافتن ترکیبات ضد میکروبی جدید با کمترین اثرات جانبی امری مهم و ضروری به نظر می رسد (Trick et al., 2001). آنتی بیوتیکها یا مانع تکثیر میکروارگانیسم ها شده و یا در نهایت آنها را از بین می برند. (Voravuthikunchai and Kitpipit, 2005). با توجه به این که بیماریهای عفونی و مسمومیت زا طیف وسیعی از بیماری ها را تشکیل می دهند و از سویی شمار سوش های میکروبی مقاوم به آنتی بیوتیک ها در بدن انسان هر روز بیشتر می شوند، لذا مواد ضد میکروبی جدید با منشأ طبیعی و با اثرات جانبی کمتر به شدت مورد نیاز می باشد. از این رو، بررسی اثر ضد میکروبی فراورده های گیاهی و جانوری می تواند دریچه ای برای به دست آوردن داروهای ضد باکتریایی باشد (Cowan, 1999).

خصوصیت آنتی میکروبی عصاره های گیاهی همانند آنتی بیوتیکهای مرسوم، توجه زیادی را به خود معطوف کرده است (Alviano, 2009 و Zaidan et al., 2005). میکروبیولوژیست های بالینی و غذایی به دو دلیل به خاصیت ضد میکروبی عصاره های گیاهی توجه دارند. اولاً این احتمال وجود دارد که چنین ترکیبات فیتوشیمیایی، راهی برای ورود به منابع دارویی آنتی



میکروبی تهیه شده توسط پزشکان باشد. به این دلیل تعداد زیادی از آنها بر روی انسان آزمایش شده است. ثانیاً، بیشتر مردم تمایل به استفاده ترکیبات طبیعی داشته تا اینکه در معرض مواد شیمیایی مضر قرار گیرند (Cowan, 1999).

در سالهای اخیر، عصاره ها و به ویژه اسانس های گیاهی به دلیل داشتن مقادیر فراوان از ترکیبات زیست فعال با عملکرد مؤثر دارویی مورد توجه زیادی قرار گرفته اند. اسانس ها از گیاهان معطر به دست می آیند و به دلیل داشتن گلیکوزیدها، الکالوئیدها، سترئوئیدها، ترکیبات فنولی دارای فعالیتهای بیولوژیک عمده از جمله فعالیت ضد میکروبی و آنتی اکسیدانی هستند که آنها را به گزینه های جذاب و پر کاربرد جهت استفاده در صنایع مختلف از جمله آرایشی-بهداشتی، صنایع غذایی و دارویی و عطرسازی تبدیل کرده ست (El Asbahani et al., 2015).

لیمو ترش مازندرانی با نام علمی *Citrus limon* می باشد که منشأ آن آرژانتین، اسپانیا و آمریکا می باشد. سالانه حدود ۱۴ میلیون تن لیموترش در جهان تولید می شود که ایران با تولید ۷۰۰ هزار تن ششمین تولید کننده این محصول به شمار می رود. هند اولین تولید کننده و مکزیک نیز دومین تولید کننده این محصول در جهان است.

سیسیلیان یک گروه مهم از لیموترش مازندرانی بوده که در نواحی جنوبی ایران نیز کاشته شده که به آن در این ناحیه لیمو سنگی نیز می گویند (انصاری، ۱۳۹۸). لیمو سنگی به دلیل داشتن ترکیبات فنولی سلامت زا بوده و سرشار از فیبر رژیمی، ویتامین، مواد معدنی، اسانس و کاروتنوئید ها می باشد (Gonzalez et al., 2010). پوست مرکبات به عنوان ضایعات (محصول جانبی) آبیگری از مرکبات مطرح بوده و از سه لایه آگزوکارپ (فلاودو)، مزوکارپ (آلبیدو) و اندوکارپ تشکیل شده است. در لایه بیرونی یا همان آگزوکارپ گروهی از سلول ها به شکل غده های تورفته حاوی روغن های اسانس فراوان هستند (Bennici and Tani, 2004).

۲. مواد و روش ها

۱-۲. روش تحقیق

۱-۱-۲: آماده سازی نمونه :

ابتدا لیمو ترش تهیه و سپس پوست میوه در آزمایشگاه به صورت دقیق با چاقو تیز جدا شد و پس از خرد کردن، در دمای اتاق جهت خشک شدن قرار داده شد سپس با استفاده از هاون و مخلوط کن برقی به خوبی پوست ها به صورت پودر درآورده شد و نهایتاً در ظرف در بسته و در دمای ۴ درجه سانتی گراد نگهداری شد.

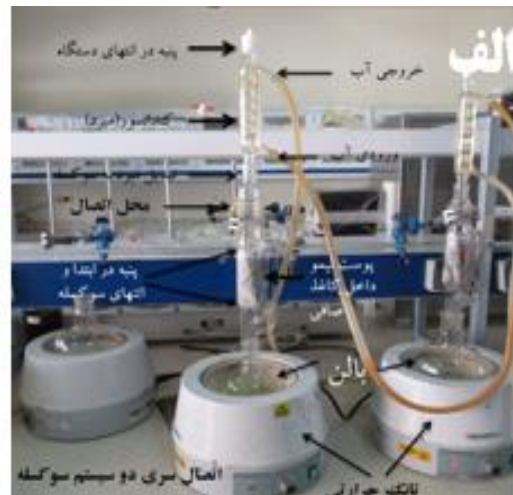


۲-۱-۲. استخراج عصاره پوست لیموترش با روش سوکسله

در این روش مقدار ۱۰ گرم از پودر پوست لیمو درون انگشتانه دستگاه سوکسله قرار داده شد (شکل ۱). بعد ۱۲۰ میلی لیتر متانول ۹۶ درصد درون بالن ریخته و سپس بالن درون حمام روغن و تحت شرایط رفلاکس قرار داده شد و عمل عصاره گیری به مدت ۳ ساعت ادامه یافت. بعد از اتمام این فرآیند، عصاره به دست آمده روتاری شد و در آون با دمای ۶۰ درجه سانتی گراد قرار گرفت (Zetterstorm, 2012).

۲-۱-۳. استخراج اسانس پوست لیموترش با روش تقطیر با آب به وسیله کلونجر

روش تقطیر با آب به وسیله کلونجر یکی از روش های رایج و متداول استخراج اسانس است. این دستگاه شامل بالن محتوی آب و نمونه، کندانسور، قسمت جمع کننده، قسمت برگشت دهنده و الکترومنتل می باشد (شکل ۱). در این روش انتقال حرارت فقط به صورت هدایت و جابه جایی صورت پذیرفته و نمونه و آب با حرارت تولید شده به وسیله انرژی الکتریکی گرم می شوند. عصاره به همراه آب درون بالن به نقطه جوش رسید، کم کم بخار شده و اسانس به سمت کندانسور حرکت کرده و این عمل تا زمانی که استخراج اسانس تکمیل گردد، ادامه می یابد. بخار آب به دلیل فراریتی که دارد هنگام خروج از بالن مقداری از ترکیبات فرار (اسانس) موجود در بالن را نیز همراه خود به سمت کندانسور می برد. در کندانسور بخار آب و اسانس به وسیله برودت غیر مستقیم آب سرد، تقطیر شده و وارد قسمت جمع کننده می شوند. در قسمت جمع کننده بر اثر اختلاف چگالی آب با اسانس، عمل جداسازی انجام می شود. در قسمت بالایی یک فاز مجزا تشکیل داده و آب که سنگین تر است نیز در پایین قرار گرفته و به وسیله قسمت برگشت دهنده مجددا وارد بالن حاوی آب و نمونه گردیده و این چرخه مجددا ادامه پیدا می کند.



شکل ۱: الف) دستگاه سوکسله: جهت استخراج عصاره های مختلف گیاهی. ب) دستگاه کلونجر: جهت استخراج اسانس با استفاده از بخار

۴-۱-۲. تهیه سوش میکروبی

سوش میکروبی باکتری گرم منفی غیربیماریزا /شرشیاکولی (*Escherichia coli* ATCC25922) به صورت لیوفیلیزه از سازمان پژوهش های علمی و صنعتی ایران تهیه گردید و تا زمان انجام آزمایش در فریزر ۲۰- درجه سلسیوس نگهداری شد. پس از تهیه کلنی خالص از ویال ها، از این کلنی برای تهیه سوسپانسیون استاندارد استفاده گردید. برای تهیه سوسپانسیون میکروبی استاندارد از کلنی های رشد یافته ۲۴ ساعته بر روی محیط نوترینت آگار استفاده گردید. سوسپانسیون حاصل برای مطابقت با نیم مک فارلند توسط اسپکتوفتومتر در طول ۶۲۵ نانومتر سنجیده شد. بدین ترتیب در هر بار آزمایش (تعیین لگاریتم درصد احتمال رشد)، با مشخص شدن جذب نوری که معادل تقریباً 10^8 log cfu/g باکتری در هر میلی لیتر بود، لوله کووت حاوی تقریباً 10^8 log cfu/g باکتری در میلی لیتر مشخص گردید به میزان 10^6 cfu/ml از شرشیاکولی به محیط مولر هیلتون آگار جهت تشخیص باقیمانده آنتی باکتریال تلقیح شدند (محیط کشت مولر هیلتون مایع شرکت کیولب^۱ خریداری شد).

¹ Quetlab



۲-۱-۵. تعیین میزان حداقل غلظت بازدارندگی MIC و حداقل غلظت کشندگی MBC

آزمایشات MIC و MBC با استفاده از روش مرجع (Alipour et al., 2022) صورت گرفت. در این روش از میکرو چاهکها برای تعیین اثر ضدباکتریایی غلظتهای مختلف استفاده گردید. یک چاهک شاهد برای کنترل مثبت و یک چاهک شاهد برای کنترل منفی استفاده شد. شاهد مثبت حاوی محیط کشت مولر هیتون براث و باکتری که ماده ضد باکتریایی به آن اضافه شده است. همچنین شاهد منفی فقط حاوی محیط کشت بود. برای تعیین میزان دقیق MIC و MBC نمونه‌ها در مقابل هر باکتری، آزمایشات با رقتهای مختلف ۰/۵، ۱، ۲، ۴، ۶ درصد انجام داده شد. سپس ۵-۲ میکرولیتر از محلول باکتری با غلظت نیم مک فارلند به همه چاهکها (به جزء کنترل منفی) اضافه گردید. سپس میکروپلیت به مدت ۲۴-۱۸ ساعت در دمای ۳۷ درجه سانتی گراد در گرمخانه قرار نگهداری شد. پس از طی زمان گرماگذاری، چاهکها از نظر کدورت ناشی از رشد باکتری تلقیح شده بررسی شدند. چاهکی با کمترین غلظت از آزمون که رشد باکتری در آن مشاهده، به عنوان MIC تعیین گردید. برای تعیین MBC، از چاهک هایی که رشد در آنها مشاهده نشده بود ۱۰ میکرولیتر بر روی محیط کشت مولر هیتون آگار کشت داده شدند و در گرمخانه در دمای ۳۷ درجه سانتی گراد به مدت ۲۴ ساعت گرماگذاری شدند. بعد از گرماگذاری پلیت مربوط به چاهکی که حاوی کمترین غلظت از آزمون در آن بود و رشد باکتری برابر یا کمتر از ۱۱ کلنی در آن مشاهده شد، به عنوان MBC در نظر گرفته شد. تمامی این فرایندها در زیر هود استریل انجام گردید.

۳. نتایج

۳-۱. نتایج بررسی اثرات ضدباکتریایی اسانس مستخرج از پوست لیموترش:

۳-۱-۱. نتایج سنجش MIC:

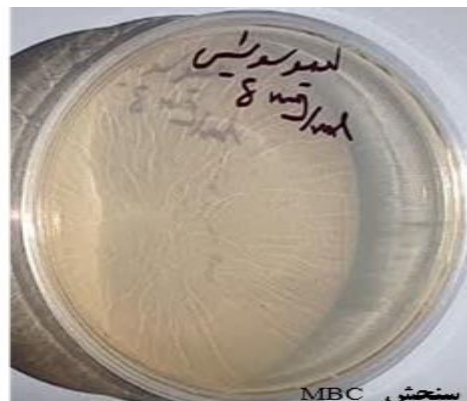
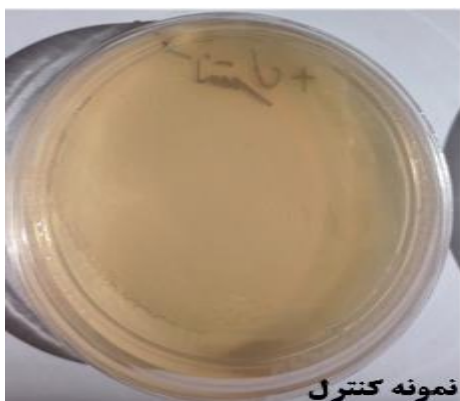
نتایج بررسی سنجش MIC اسانس مستخرج از پوست لیموترش نشان داد که این اسانس در غلظت ۴ mg/ml در محیط کشت باکتریایی حداقل غلظت مهاری بر علیه باکتری مورد مطالعه را نشان داد (شکل ۲).



شکل ۲: سنجش MIC بر علیه باکتری *اشریشیا کولی* در غلظت های مختلف اسانس لیمو در محیط کشت

۳-۱-۲. نتایج سنجش MBC:

نتایج بررسی سنجش MBC اسانس مستخرج از پوست لیموترش نشان داد که این اسانس در غلظت ۸ mg/ml حداقل غلظت کشنده بر علیه باکتری مورد مطالعه را از خود نشان داد (شکل ۳).



شکل ۳: نتایج سنجش MBC بر علیه باکتری *اشریشیا کولی* در نمونه های کنترل و ۸mg/ml اسانس لیمو ترش

۴. بحث و نتیجه گیری

ترکیبات گیاهی سال ها است در پیشگیری از بیماری ها، درمان های طبیعی و داروسازی مورد استفاده قرار میگیرد (Jones, 1996). یکی از این ترکیبات اسانس های مستخرج از گیاهان می باشند که منابع احتمالی ترکیبات ضدباکتریایی مدرن به ویژه در برابر باکتری های بیماریزا هستند (Mitscher et al., 1987). فعالیت ضد میکروبی بسیاری از اسانس ها به سه دسته ضعیف، متوسط و قوی طبقه بندی می شوند (Zaika, 1988).

در این تحقیق، اسانس لیمو به عنوان عامل ضدباکتریایی در برابر باکتری گرم منفی /شریشیاکولی مورد بررسی قرار گرفت که نتایج، مهار عامل باکتریایی را نشان داد (Baratta et al., 1998). پس از انجام مراحل ذکر شده، تهیه عصاره و اسانس پوست لیموترش و گرفتن تست MIC و MBC مشاهده شد که اسانس پوست لیموترش در غلظت های مذکور دارای خاصیت ضدباکتریایی است.

Matan و همکارانش در سال ۲۰۰۶ تایید کردند که اسانس لیمو فعالیت قوی در برابر سویه های باکتری های مختلف دارد که با نتایج این تحقیق همخوانی دارد (Matan et al., 2006). همچنین Xin Gao و همکارانش تایید کردن که اسانس لیمو، دیواره سلولی را از بین برده، نفوذپذیری غشای سلولی را افزایش می دهد و این کار باعث خروج محتوای سلولی و در نتیجه مرگ سلولی می شود و همینطور Maruti و همکارانش در سال ۲۰۱۱ نشان دادند که پوست لیمو یک عامل ضدباکتریایی خوب می باشد که این یافته ها نتایج ما را تایید میکنند. این مطالعه تاثیر ضد میکروبی اسانس لیمو در غلظت های مختلف را نسبت به میکروارگانیزم مورد مطالعه در رقت های مختلف نشان داد که موید نظر Bagic و Digrak در سال ۱۹۹۶ در مقایسه با سایر روغن های فرار می باشد.

نتیجه کلی که می توان از این مطالعه گرفت این است که با توجه به مقاوم شدن باکتری های بیماریزا به آنتی بیوتیک های رایج، دست یابی به ترکیبات ضد باکتریایی جدید در دستور کار موسسات تحقیقاتی قرار دارد. با در نظر گرفتن فعالیت ضد باکتریایی اسانس لیمو در این تحقیق، می توان از این اسانس در ترکیبات دارویی جدید ضد باکتریایی استفاده نمود.

منابع

انصاری، خ. ۱۳۹۸. میوه های گرمسیری و نیمه گرمسیری. انتشارات برگ فردوس، قم.

Alipour Y, Zargan J, Hajinourmohammadi A. Antibacterial effects of crude venom and their protein fractions of Hottentotta saulcyi scorpion. Koomesh. 2022 Jan 1;24(3):376-87.

Alviano D., Alviano, C. Plant extracts: search for new alternatives to treat microbial diseases. Curr. Pharm. Biotechnol. 2009. 10:106-121.



Baratta MT, Damien HJD, Dean SG, Figueiredo AC, Barroso JG, Ruberto G (1998) Antimicrobial and antioxidant properties of some commercial essential oils. *Flavor Fragr J* 13:235–244

Bennici, A. & Tani, C. (2004). Anatomical and ultrastructural study of the secretory cavity development of *Citrus sinensis* and *Citrus limon*: evaluation of schizolysigenous ontogeny. *Flora*, 199, 464–475.

Cowan MM. Plant products as antimicrobial agents. *Clin. Microbiol. Rev.* 1999.12:564–582.

El Asbahani A, Miladi K, Badri W, Sala M, Addi EA, Casabianca H, et al. Essential oils: from extraction to encapsulation. *Int J Pharm.* 2015; 483 (1-2): 220–43.

Fong WG, Liston P, Rajcan-Separovic E, Jean, MS, Craig C, Komeluk RG. Expression and genetic analysis of XIAP-associated factor 1 (XAF1) in cancer cell lines. *Genomics.* 2000.

Gonzalez-Molina, E., Dominguez-Perles, R., Moreno, D. A. & Garcia-Viguera, C. (2010). Natural bioactive compounds of *Citrus limon* for food and health. *Journal of Pharmaceutical and Biomedical Analysis*, 51, 327–345.

Jones FA (1996) Herbs useful plants. Their role in history and today. *Euro J Gastroenterol Hepatol* 8:1227–1231

Matan N, Rimkeeree H, Mawson AJ, Chompreeda P, Haruthaithanasan V, Parker M: Antimicrobial activity of cinnamon and clove oils under modified atmosphere conditions. *Int J Food Microbiol* 2006 107:180–185.

Mitscher LA, Drake S, Gollapudi SR, Okwute SK (1987) A modern look at folk-lore use of anti-infective agents. *J Nat Prod* 50:1025–1040

Trick WE, Weinstein RA, DeMarais PL, Kuehnert, MJ, Tomaska W, Nathan C, Rice TW, McAllister SK, Carson LA, Jarvis WR. Colonization of skilled-care facility residents with antimicrobial-resistant pathogens. *J. Am. Geriatr. Soc.* 2001. 49:270–276.

Voravuthikunchai S, Kitpipit L. Activity of quality control: determination of chemical composition and geographical origin. *Journal of agricultural and food chemistry*. 2005. 53:9337–9341

Zaidan M, Noor Rain A, Badrul A, Adlin A, Norazah A, Zakiah I. In vitro screening of five local medicinal plants for antibacterial activity using disc diffusion method. *Trop Biomed.* 2005. 22:165–170

Zaika LL (1988) Spices and herbs: their antibacterial activity and its determination. *J Food Saf* 23:97–118

Zetterstorm S. Isolation and synthesis of curcumin. Bachelors thesis Link Uni Dept Phys Chem Biol. 2012.

تأثیر نانوذرات دی اکسید تیتانیوم بر رشد گیاه نعنا فلفلی در شرایط تنش کادمیم

طلا نیک بین^۱، فاطمه نژاد حبیب و ش^{۱*}

^۱گروه زیست شناسی، دانشکده علوم، دانشگاه ارومیه، ارومیه، ایران دانشکده f.nejadhabibvash@urmia.ac.ir

چکیده

به منظور بررسی تأثیر نانوذرات دی اکسید تیتانیوم بر پارامترهای رشد گیاه دارویی نعنا فلفلی در شرایط تنش کادمیم، آزمایش به صورت فاکتوریل و در قالب طرح کاملاً تصادفی در تابستان ۱۴۰۳ اجرا شد. آزمایش شامل ۲ فاکتور می باشد. فاکتور اول نانو دی اکسید تیتانیوم (صفر، ۲۰۰ و ۳۰۰ میلی گرم در کیلوگرم) و فاکتور دوم شامل غلظت ۵۰ میلی گرم در کیلوگرم کادمیم می باشد که به خاک افزوده شد. نتایج نشان دهنده تأثیر کاهشی کادمیم بر شاخص های رشد نعنا فلفلی بود که محلول پاشی نانو دی اکسید تیتانیوم، باعث بهبود این ویژگی های رشدی شد.

واژگان کلیدی: شاخص های رشد، کادمیم، نانو دی اکسید تیتانیوم



۱. مقدمه

نعناع فلفلی یکی از گیاهان دارویی معروف از خانواده نعنائیان (Lamiaceae) است که به دلیل خواص دارویی، طعم و رایحه‌ی منحصر به فرد خود شهرت یافته است. این گیاه هیبریدی بین دو گونه نعناع آبی (*Mentha aquatica*) و نعناع سبز (*Mentha picata*) است. از برگ‌ها و گل‌های نعناع فلفلی برای تهیه اسانس، دمنوش، داروهای گیاهی و طعم‌دهنده‌ها در صنایع مختلف استفاده می‌شود. اسانس این گیاه سرشار از ترکیبات فعال مانند منتول (Menthol) و منتون است که به دلیل خواص ضدالتهابی، ضد میکروبی، آنتی‌اکسیدانی و ضد نفخ مورد استفاده قرار می‌گیرند (Clark and Kameron, 2002). فلزات سنگین یکی از آلاینده‌های محیطی جدی به شمار می‌آیند که می‌تواند به شدت بر رشد و سلامت گیاهان تأثیرگذار باشند. کادمیوم (Cd) یکی از فلزات سنگینی است که به طور گسترده در محیط‌های آلوده یافت می‌شود و می‌تواند از طریق جذب توسط ریشه‌ها به گیاهان منتقل شود. تنش کادمیوم باعث کاهش رشد گیاه، اختلال در فرآیندهای فیزیولوژیکی مانند فتوسنتز و تنفس، و ایجاد تنش اکسیداتیو در سلول‌ها می‌شود (Kabata and Mukherjee, 2007). بهره‌برداری از معادن فلزهای سنگین، استفاده از فاضلاب‌های صنعتی و شهری، مصرف بی‌رویه حشره‌کش‌ها و استفاده زیاد از کودهای شیمیایی و بویژه کودهای فسفاته از عامل‌های آلودگی خاک به کادمیوم است (Saremi rad et al., 2014). آلودگی خاک به فلزات سنگین به دلیل ورود به زنجیره غذایی می‌تواند سبب به خطر افتادن سلامتی انسان، مختل شدن فرآیندهای رشد و نمو گیاهان و کاهش کیفیت و حاصلخیزی خاک شود (Ogundola et al., 2022). نیترات کادمیوم به عنوان یک ترکیب سمی می‌تواند به راحتی در محیط‌های آلوده به فلزات سنگین تجمع یابد و جذب گیاه شود. افزایش غلظت کادمیوم در گیاه منجر به آسیب به غشاهای سلولی، کاهش فعالیت آنزیم‌ها، و تولید رادیکال‌های آزاد می‌شود که نهایتاً منجر به مرگ سلول‌ها و کاهش رشد گیاه می‌شود. علاوه بر این، کادمیوم می‌تواند جایگزین عناصر ضروری مانند کلسیم، آهن و روی شود که باعث کاهش جذب این عناصر و در نتیجه کمبود مواد مغذی در گیاه می‌شود (Singh et al., 2019).

دی‌اکسید تیتانیوم (TiO_2) یکی از نانوذرات معدنی است که به دلیل خواص منحصر به فرد خود، در کشاورزی و علوم گیاهی مورد استفاده قرار می‌گیرد. این ترکیب به عنوان یک ماده فوتوکاتالیست می‌تواند اثرات مفیدی بر گیاهان داشته باشد. تحقیقات نشان داده است که دی‌اکسید تیتانیوم می‌تواند باعث افزایش فتوسنتز، افزایش جذب آب و مواد مغذی و بهبود عملکرد گیاه شود (Ahmad et al., 2018). به طور خاص، نانوذرات دی‌اکسید تیتانیوم می‌تواند از طریق افزایش فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی به کاهش اثرات منفی ناشی از تنش‌های محیطی مانند تنش فلزات سنگین کمک کند. همچنین این نانوذره می‌تواند باعث تقویت سیستم دفاعی گیاه و کاهش تنش اکسیداتیو ناشی از تجمع فلزات سنگین شود. در گیاه نعناع فلفلی، استفاده از دی‌اکسید تیتانیوم می‌تواند به کاهش اثرات منفی ناشی از تجمع فلزات سنگین مانند کادمیوم کمک کند. همچنین این نانوذره می‌تواند با بهبود جذب نور خورشید و افزایش فعالیت فتوسنتزی، رشد و عملکرد گیاه را بهبود بخشد (Ahmad et al., 2018). نتایج به دست آمده در آزمایش کائو و همکاران (2004) نشان داد که وزن خشک برگ‌ها در گیاه *Arabidopsis halleri* که با غلظت ۲ میلی گرم در لیتر کادمیوم تیمار شده بود به میزان ۲۶ درصد نسبت به شاهد کاهش پیدا کرد.



مینکشی و همکاران (۲۰۱۲) در مطالعه‌ای اثر غلظت‌های ۰، ۵۰، ۱۰۰ و ۲۰۰ میلی گرم در لیتر کادمیم را بر روی گیاه ریحان (*Ocimum tenuifolium* L.) بررسی کردند. بیشترین تجمع کادمیم در ریشه‌ها در غلظت ۲۰۰ میلی گرم در لیتر کادمیم مشاهده شد. تجمع عنصر در ریشه‌ها بیشتر از اندام هوایی بود که منجر به کاهش بیشتر طول ریشه و وزن تر آن نسبت به اندام هوایی شد. وزدن (۲۰۱۱) گزارش کرد که هم وزن تر و هم وزن خشک ساقه و ریشه گیاه گل ماهور (*Verbascum wiedemannianum* L.) با افزایش میزان کادمیم کاهش یافت.

مطالعه Sardar و همکاران (۲۰۲۲) نشان داد که تیمار نانودی اکسید تیتانیوم در گیاه *Coriandrum sativum* رشد یافته در خاک آلوده به کادمیم، از طریق کاهش جذب کادمیم باعث بهبود شاخص‌های رشدی در گیاهان شد.

با توجه به بررسی‌های انجام شده، تاثیر نانوذره دی اکسید تیتانیوم بر شاخص‌های رشدی خاک آلوده به کادمیم تاکنون گزارش نشده است. در این راستا مطالعه حاضر با هدف بررسی تاثیر این عوامل بر رشد گیاه نعناقلی در شرایط رویش این گیاه در خاک آلوده به کادمیم انجام شد.

۲. مواد و روش‌ها

این تحقیق به صورت فاکتوریل و در قالب طرح کاملاً تصادفی در تابستان ۱۴۰۳ در گلخانه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه ارومیه اجرا شد. آزمایش شامل ۲ فاکتور می باشد. فاکتور اول نانودی اکسید تیتانیوم (صفر، ۳۰۰ و ۲۰۰ میلی گرم در کیلوگرم) و فاکتور دوم شامل غلظت ۵۰ میلی گرم در کیلوگرم کادمیم می باشد که به خاک افزوده شد.

۱-۲. آماده سازی بستر آزمایشی

خاک انتخاب شده بدون حضور فلزات سنگین بود و ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک مورد آزمایش در آزمایشگاه تجزیه خاک مورد بررسی قرار گرفت و نتایج آن گزارش شد. برای به دست آوردن خاک نهایی، شن، خاک باغچه، پرلیت و پیت ماس باهم ترکیب شده و در نهایت به گلدان‌ها منتقل شده و آماده کشت گردید. عنصر کادمیم به شکل نترات کادمیم و همچنین نانودی اکسید تیتانیوم به خاک هر گلدان اضافه شد.

برداشت محصول:

بعد از ۸ هفته از تاریخ کاشت، عملیات برداشت صورت خواهد گرفت. گیاهان با دقت برداشت شده و خاک ریشه‌ها شستشو داده شد. اندازه گیری فاکتورهای رشد: شاخص‌های رشدی (طول ریشه و اندام هوایی، وزن تر برگ، اندام هوایی و ریشه؛ همچنین وزن خشک برگ، اندام هوایی و ریشه) محاسبه شد. برای به دست آوردن وزن خشک زیست توده، گیاهان در دمای ۷۰ °C در آون به مدت ۴۸ ساعت خشک شدند. پس از به دست آوردن داده‌ها، در نرم افزار اکسل وارد شده و بعد از فراخوانی داده‌ها به نرم افزار SPSS آنالیزهای آماری انجام گرفته و نتایج مطالعه حاضر بدست آمد.

۳. نتایج

جدول ۱ مقایسات میانگین اثر کادمیم، نانودی اکسید تیتانیوم و برهم کنش کادمیم - نانودی اکسید تیتانیوم را نشان می‌دهد. بیشترین میزان طول ریشه مربوط به تیمار ۳۰۰ میلی گرم در کیلوگرم نانودی اکسید تیتانیوم بود که نسبت به تیمار شاهد ۲۰ درصد افزایش نشان داد (جدول ۱). میانگین طول ریشه در گیاهان شاهد (بدون کادمیم و نانودی اکسید تیتانیوم) و کشت شده در خاک آلوده به کادمیم که با غلظت‌های ۲۰۰ و ۳۰۰ میلی گرم در کیلوگرم نانودی اکسید تیتانیوم تیمار شدند، با هم تفاوت معنی‌دار آماری در سطح احتمال ۵ درصد نداشتند ولی با گیاهانی که صرفاً در خاک آلوده به کادمیم بدون نانوذرات



رشد یافتند تفاوت معنی دار داشت (جدول ۱). میانگین طول اندام هوایی در بین تیمارهای مختلف مورد مطالعه تفاوت معنی دار آماری نشان نداد (جدول ۱). کمترین میزان طول ریشه مربوط به تیمار ۵۰ میلی گرم کادمیوم بود که نسبت به شاهد ۷ درصد کاهش داشت. بیشترین میزان طول اندام هوایی مربوط به تیمارهای ۲۰۰ و ۳۰۰ میلی گرم در کیلوگرم نانو دی اکسید تیتانیوم (به ترتیب، ۳۳/۳۳ و ۳۴/۰۶ سانتی متر) بود. بیشترین میزان وزن خشک اندام هوایی و ریشه به تیمار ۳۰۰ میلی گرم در کیلوگرم تیتانیوم تعلق داشت (به ترتیب، ۲/۳ و ۱/۲۹ گرم). کادمیم باعث کاهش معنی دار وزن تر و خشک برگ (به ترتیب، ۴۷ و ۵۷ درصد کاهش) نسبت به تیمار شاهد شد (جدول ۱). گیاهان تحت تنش کادمیم که با ۲۰۰ و ۳۰۰ میلی گرم در کیلوگرم نانو دی اکسید تیتانیوم تیمار شدند، میانگین وزن خشک و وزن تر برگ، اندام هوایی و ریشه تفاوت معنی دار آماری با هم نداشتند.

طول اندام هوایی و وزن خشک اندام هوایی در گیاهان تحت تنش کادمیم در مقایسه با گیاهان شاهد، تفاوت معنی دار آماری نداشتند (جدول ۱).

جدول ۱: مقایسات میانگین صفات مورد مطالعه تعاقباً تحت شرایط کادمیم و در حضور نانو دی اکسید تیتانیوم				
پارامتر	تیمار	Titanium (300 mg/kg)	Titanium (200 mg/kg)	Titanium (0 mg/kg)
طول ریشه	0 mg/kg cadmium	18.30±0.15a	06b.17.13±0	15.13±0.08c
	50 mg/kg cadmium	15.10±0.05c	06c.15.06±0	11d.14.20±0
	0 mg/kg cadmium	34.06±0.06a	27.00±0.06a	27.00±0.00a
طول اندام هوایی	50 mg/kg cadmium	26.40±0.05a	11a.26.20±0	26.13±0.08a
	0 mg/kg cadmium	2.31±0.22a	05c.1.52±0	1.37±0.013d
	50 mg/kg cadmium	1.33±0.003cd	010cd.1.31±0	1.18±0.02d
وزن خشک اندام هوایی	0 mg/kg cadmium	1.29±0.005a	060c.1.14±	1.10±0.00033c
	50 mg/kg cadmium	1.11±0.003c	00333c.1.10±0	0.98±0.007d
	0 mg/kg cadmium	0.04±0.001a	00f.0.04±0	0.03±0.0003e
وزن خشک برگ	50 mg/kg cadmium	0.02±0.0003b	0008c.0.02±0	0.01±0.001d
	0 mg/kg cadmium	10.43±0.150a	8.93±0.27b	6.41±0.36c
	50 mg/kg cadmium	6.29±0.006c	006c.6.20±0	5.30±0.054d
وزن تر اندام هوایی	0 mg/kg cadmium	3.31±0.013a	11b.2.66±0	2.36±0.05c
	50 mg/kg cadmium	2.13±0.033d	005d.1.99±0	2.17±0.037d
وزن تر ریشه	0 mg/kg cadmium	0.15±0.003a	003b.0.13±0	0.13±0.015b
	50 mg/kg cadmium	0.10±0.00c	00cd.0.09±0	0.07±0.006d

۴. بحث و نتیجه گیری

کادمیوم با اختلال در فتوسنتز، تنفس و متابولیسم نیتروژن در گیاهان منجر به کاهش رشد می شود که به دنبال آن توده ی زنده نیز کاهش می یابد. مطابق نتایج این تحقیق تجمع کادمیوم سبب کاهش وزن خشک ریشه و اندام هوایی و نیز طول این اندام ها در گیاه یونجه گردیده است. در تحقیقی که روی گیاهان لوبیا انجام شد دلیل کاهش وزن ریشه و اندام هوایی تحت تنش کادمیوم به ایجاد اختلال در جذب عناصر غذایی و آب توسط کادمیوم نسبت داده شد (Gouia et al., 2001). مطالعه روی گیاه جو نشان داد که افزایش سطح کادمیوم سبب کاهش معنی داری در ارتفاع و وزن تر گیاه شده است (Wu et al. 2007). در تحقیق دیگری نیز که روی گیاه جو انجام شده است، مشخص شد که افزایش سطح کادمیوم از صفر تا 120 میکرومولار در محلول غذایی سبب کاهش وزن ریشه و اندام هوایی دو رقم جو شد. همچنین در تحقیق دیگری مشخص شده است که با افزایش سطح کادمیوم از صفر تا ۲۵۰ میکرومولار، وزن تر و خشک اندام هوایی گیاه ذرت کاهش می یابد (Taji and Golchin, 2011). قرار گرفتن در معرض کادمیوم به طور قابل توجهی باعث کاهش بیوماس ریشه، ساقه و برگ رامی در مقایسه با شاهد بدون کادمیوم شد. این مهار رشد، یک اثر فیتوتوکسیک رایج کادمیوم



است که در نتیجه آسیب اکسیداتیو و همچنین تداخل با مواد مغذی ضروری و هورمون‌ها ایجاد می‌شود (Deng et al., 2024). نتایج مطالعه حاضر در تطابق با یافته‌های این محققان نشان دهنده تاثیر کادمیم در کاهش رشد نعنا فلفلی می‌باشد. با افزودن ۵۰۰ میلی گرم بر کیلوگرم نانوذرات TiO_2 به خاک آلوده به کادمیم، زیست توده ریشه، ساقه و برگ در مقایسه با تیمار کادمیم افزایش معنی داری داشت. کاربرد نانوذره TiO_2 به طور کامل کاهش زیست توده ریشه و برگ ناشی از تنش Cd را اصلاح کرد. زیست توده ساقه نیز بازیابی شد اما کمی کمتر از شاهد بدون کادمیم باقی ماند. به طور کلی، مکمل سازی با نانوذرات TiO_2 بسیاری از سمیت گیاهی کادمیم را کاهش داد و به گیاهان رامی اجازه داد تولید زیست توده بالاتری را حفظ کنند (Deng et al., 2024). یافته‌های ما در تطابق با یافته‌های این محققان نشان دهنده تاثیر نانودی اکسید تیتانیوم در بهبود ویژگی‌های رشدی گیاه نعنا فلفلی تحت تنش کادمیم بود.

منابع

غازانشاهی، ج. ۱۳۸۵، آنالیز خاک و گیاه، انتشارات هما.

- Ahmad, B., et al. (2018). Efficacy of titanium dioxide nanoparticles in modulating photosynthesis, peltate glandular trichomes and essential oil production and quality in *Mentha piperita* L. Current Plant Biology, 13: 6-15.
- Allison, L.E. (1965). Organic carbon. In: Black, C.A., Evans, D.D., White, L.J., Ensminger, L.E., Clark, F.E. (Eds.), Methods of Soil Analysis. American Society of Agronomy, Madison, WI.
- Arango, M.C., et al. (2012). Mycorrhizal fungi inoculation and phosphorus fertilizer on growth, essential oil production and nutrient uptake in peppermint (*Mentha piperita* L.). Revista brasileira de Plantas Medicinai, 14: 692-699.
- Cao, X., Ma, L.Q., Rhue, D.R. and Apple, C.S. (2004). Mechanisms of Lead, Copper, and Zinc Retention by Phosphate Rock. Environmental Pollution, 131: 435-444.
- Chen, B.D., Liu, Y., Shen, H., Li, X.L. and Christie, P. (2004). Uptake of cadmium from an experimentally contaminated calcareous soil by arbuscular mycorrhizal maize (*Zea mays* L.). Mycorrhiza, 14: 347-354.
- Clark, I. V. and Cameron, G. C. (2002). An aroma chemical profile menthol. Perfumer & Flavorist, 23(4), 33-46.
- Deng, H., Lei, H., Luo, Y., Cheng Huan, C., Li, J., Li, H., He, F., Zhang, B., Yi, K. and Sun, A. (2024). The effects of titanium dioxide nanoparticles on cadmium bioaccumulation in ramie and its application in remediation of cadmium-contaminated soil. Alexandria Engineering Journal, 86: 663-668.
- Embrandiri, A., Rupani, P., Shahadat, M., Singh, R., Ismail, S., Ibrahim, M. and Abd Kadir, M.O. (2017). The phytoextraction potential of selected vegetable plants from soil amended with oil palm decanter cake. International Journal of Recycling of Organic Waste in Agriculture, 6 (1): 37-45.
- Gaur, A., and Adholeya, A. (2004). Prospects of arbuscular mycorrhizal fungi in phytoremediation of heavy metal contaminated soils. Current Science, 86:528-534.
- Joner, E.J., and Leyval, C. (1997). Uptake of Cd by roots and hyphae of a *Glomus mosseae*/Trifolium *subterraneum* mycorrhiza from soil amended with high and low concentration of cadmium. New Phytology, 135:353-360.
- Khan Ag. (2005). Role of soil microbes in the rhizospheres of plant growing on trace metal contaminated soils in phytoremediation. Journal of Trace Element and Biology, 18:355-364.
- Lindsay, W.L. and Norvell, W.A. (1987). Development of DTPA Soil test for Zinc, Iron, Manganese and Copper. Soil Science Society of American Journal, 42: 421-428.
- Minakshi D., Singh A, K., Singh V.P., Mishra P.K. and Singh (2012). Studies on different concentration of Lead (Pb) and Cadmium (Cd) on growth and accumulation in different parts of Tulsi (*Ocimum tenuifolium*), International Journal of environmental Sciences, 3.189-196.



- Novak, J.M., Busscher, W.J., Laird, D.L., Ahmedna, M., Watts, D.W. and Niandou, M.A.S. (2009). Impact of biochar amendment on fertility of a southeastern coastal plain soil. *Soil Science*, 174: 105-112.
- Ogundola A.F., Adebayo E.A. and Ajao S.O. (2022). Phytoremediation: The ultimate technique for reinstating soil contaminated with heavy metals and other pollutants. In *Phytoremediation Technology for the Removal of Heavy Metals and Other Contaminants from Soil and Water*. Elsevier. pp: 19-49.
- Olsen, S.R., Cole, C.V., Watanabe, F.S. and Dean, L.A. (1954). Estimation of available phosphorus in soils by extraction with sodium bicarbonate. USDA Circular 939, US Gov. Printing Office, Washington, DC.
- Page, A.L., Miller, R.H. and Keeney, D.R. (1982). Methods of soil analysis. Part 2. 2nd ed. ASA and SSSA. Madison, WI.
- Sardar R., Ahmed S. and Ahmad Yasin N. (2022). Titanium dioxide nanoparticles mitigate cadmium toxicity in *Coriandrum sativum* L. through modulating antioxidant system, stress markers and reducing cadmium uptake. *Environmental Pollution*. (In Press).
- Safarizadeh shirazi, S., Ronaghi, A. Karimian, N. Yasrebi J. and Imam, Y. (2012). The effect of cadmium toxicity on nitrogen and phosphorus uptake and some of the vegetative characteristics of shoots of seven rice cultivars. *Journal of Science and Technology of Greenhouse Culture*, 9:107-117. (In Persian)
- Shah, K. and R.S. Dubey. (1998). Cadmium suppresses phosphate level and inhibits the activity of phosphatases in growing rice seedlings. *Journal of Agronomy Crop Science*, 180: 223-231.
- Singh, P., Singh, I. and Shah, K. (2019). Reduced activity of nitrate reductase under heavy metal cadmium stress in rice: an in silico answer. *Frontiers in Plant Science*, 9: 1948
- Veleshkolaii, F.R., et al. (2024). Studying the impact of titanium dioxide nanoparticles on the expression of pivotal genes related to menthol biosynthesis and certain biochemical parameters in peppermint plants (*Mentha Piperita* L.). *BMC Plant Biology*, 24(1): 531.
- Weissenhorn, I., Leyval, C., Belguy, G. and Berthelin, J. (1995). Arbuscular mycorrhizal contribution to heavy metal uptake by maize (*Zea mays* L.) in pot culture with contaminated soil. *Mycorrhiza*, 5: 245-251.



مطالعه مروری بر گیاهان دارویی با تاکید بر فواید و عوارض مصرف آن‌ها در دوران بارداری

فاطمه نژاد حبیب‌وش^۱، زهرا یاسین^۱

^۱گروه زیست شناسی، دانشکده علوم، دانشگاه ارومیه، ارومیه، ایران (f.nejadhabibvash@urmia.ac.ir)

چکیده

شناخت خواص درمانی گیاهان دارویی و همچنین مضرات درمان‌های نوین منجر به تشویق مردم به استفاده از گیاهان دارویی شده است. مطالعات بسیاری در زمینه گیاهان دارویی خاص و کارایی آنها در درمان بیماریهای مشخص انجام و مقالات زیادی در این زمینه منتشر شده است. لذا هدف از این مطالعه، مروری بر گیاهان دارویی با تاکید بر فواید و عوارض مصرف آن‌ها در دوران بارداری می باشد. در این مطالعه مقالات معتبر علمی نمایه شده در بانکهای اطلاعاتی مختلف، با استفاده از واژه‌های کلیدی فارسی، انگلیسی مورد بررسی و همچنین کتب مختلف مورد استفاده قرار گرفت. سپس گونه‌هایی که خواص دارویی آن‌ها به اثبات رسیده انتخاب، مرور و مطالب گردآوری شدند. در ادامه لازم به ذکر است که به دلیل اهمیت حیاتی اثرات جانبی و نیاز مبرم به وجود آگاهی کافی از مضرات احتمالی استفاده از برخی از گیاهان در درمان بیماری‌ها توجه ویژه‌ای به ارزیابی اثرات جانبی گیاهان دارویی مبذول گردید. شایع‌ترین بیماری‌های مورد بررسی در این تحقیق، سقط جنین، ازدیاد قاعدگی و تحریک رحم است. دمنوش‌های گیاهی از جمله بابونه (*Chamaemelum*)، شیرین بیان (*Glycyrrhiza glabra*)، زنیان (*Trachyspermum ammi*)، گل گاوزبان (*Borago officinalis*) و غیره که معمولاً مورد استفاده عموم مردم قرار میگیرند، علاوه بر خواص ویژه دارویی خود می‌توانند عوارض ناخواسته و جبران‌ناپذیری در دوران بارداری داشته باشند. لذا لازم است از مصرف خودسرانه گیاهان دارویی به خصوص در زمان بارداری خودداری کرده و قبل از استفاده از آنها با پزشک معالج یا متخصص طب سنتی مشورت کرد.

واژگان کلیدی: اثرات فارماکولوژیک، خواص دارویی، گیاه دارویی، دوران بارداری



۱. مقدمه

هزاران سال است که ساکنین مناطق مختلف جهان از گیاهان برای درمان بیماری‌ها و حفظ سلامتی استفاده می‌کنند؛ بسیاری از داروهایی که امروز تجویز می‌شوند از گیاهان دارویی مشتق شده‌اند (اهوازی و همکاران، ۲۰۰۷). به همین دلیل است که گیاهان همواره مورد توجه مراکز علمی و تحقیقاتی هستند. ارائه فهرست گیاهان دارویی در نقاط مختلف جهان اولین گام در جهت کاربرد آنها با استفاده از علوم و فنون جدید تلقی می‌شود و تاکنون فهرست‌های زیادی از این گیاهان گزارش شده است (دولت خواهی و همکاران، ۲۰۱۲). امروزه داروهای فرآوری شده از گیاهان دارویی به عنوان نوآوری‌های زیستی در عرصه پزشکی جایگزینی شایسته برای داروهای شیمیایی هستند؛ یکی از علل مهم این جایگزینی عوارض جانبی کمتر داروهای گیاهی نسبت به داروهای شیمیایی است (Bibak and Moghbeli, 2017).

بسیاری از دانشمندان، پژوهشگران، کارخانجات و شرکت‌های داروسازی در سراسر دنیا، تحقیق و پژوهش بر روی گیاهان دارویی را در اولویت برنامه‌های خود قرار داده‌اند. تمایل روزافزون به مصرف این قبیل فرآورده‌ها سبب گردیده که بازار تجارت گیاهان دارویی و داروهای گیاهی در برخی کشورها نظیر آلمان، آمریکا، فرانسه، هند و چین از رونق ویژه‌ای برخوردار باشد (قاسمی دهکردی و همکاران، ۲۰۰۳).

بارداری مرحله مهمی از زندگی زنان می‌باشد که نیاز مبرم به مراقبت و پیشگیری از عوامل تهدید کننده بارداری می‌باشد (Moradi and Meshkat, 2016). بررسی مطالعات نشان می‌دهند که اغلب زنان در دوران بارداری از گیاهان دارویی استفاده می‌کنند و چنان تصور می‌شود که مواد گیاهی به دلیل طبیعی بودن آسیب جدی در بدن زنان باردار ایجاد نمی‌کنند (Neldher, 2000). در مطالعه همینکی (۱۹۹۱) که در فنلاند در بین سال‌های ۱۹۸۵-۱۹۸۸ بر روی زنان باردار انجام گرفت، نشان دهنده افزایش مصرف گیاهان دارویی توسط زنان باردار از ۴٪ تا ۱۵٪ بود (Hemminki et al., 1991). در ایران نیز طی یک مطالعه توصیفی که بر روی ۱۴۳ نفر از زنان زایمان کرده انجام شد، ۱۲۹ نفر (۹۰/۲٪) از افراد در دوران بارداری خود از گیاهان دارویی مختلف استفاده کرده بودند (Dabirifard et al., 2017). مطالعه مروری حاضر با هدف بررسی خواص دارویی گیاهان متداول مورد مصرف در دوران بارداری با هدف تاکید بر عوارض مصرف آن‌ها انجام گرفت.

۲. مواد و روش‌ها

این مطالعه مقالات معتبر علمی نمایه شده در بانکهای اطلاعاتی ISI، Web of Science، PubMed، SID، Scopus با استفاده از واژه‌های کلیدی فارسی گیاهان دارویی، خاصیت دارویی و عوارض مصرف و واژه‌های کلیدی انگلیسی 'Medicinal plants، pharmacological effect' و side effect of using medicinal plants مورد بررسی قرار گرفت. همچنین کتب مختلف چون کتاب گیاهان دارویی زرگری مورد استفاده قرار گرفتند. سپس گونه‌هایی که خواص دارویی آن‌ها به اثبات رسیده انتخاب، مرور و مطالب گردآوری شدند. در ادامه لازم به ذکر است که به دلیل اهمیت حیاتی اثرات جانبی و نیاز مبرم به وجود آگاهی کافی از مضرات احتمالی استفاده از برخی از گیاهان در درمان بیماری‌ها توجه ویژه‌ای به ارزیابی اثرات جانبی گیاهان دارویی مبذول گردید.



۳. نتایج

نتایج مطالعه مروری حاضر در جدول ۱ آورده شده است. در مطالعه حاضر، لیست مختصری از گیاهان دارویی دارای عوارض سوء در دوران بارداری، به همراه خواص دارویی، عوارض و اطلاعات علمی کامل این گیاهان ارائه شده است. به طور کل، تعداد ۱۸۸ نمونه گیاه دارویی از ۶۴ خانواده گیاهی لیست شده است که از این بین خانواده کاسنی (Asteraceae) با ۲۴ نمونه دارای بیشترین نمونه و خانواده‌های Amaryllidaceae (خانواده نرگس)، Aquifoliaceae (خانواده خاسیان) و Aliliaceae (خانواده زنبق) و ۳۶ خانواده دیگر با داشتن یک نمونه دارای کمترین نمونه هستند.

جدول ۱: مثالهایی از گیاهان دارویی ایران به همراه نام تیره، خواص دارویی و عوارض آن‌ها در دوران بارداری					
نام علمی	نام فارسی	نام خانواده	خواص دارویی	عوارض	منبع
<i>Acanthophyllum squarrosum</i>	چوبک	Caryophyllaceae	دارای خواص آنتی اکسیدانی و ضد میکروبی	جوز داروهای گیاهی سقط آور ممنوع در دوران بارداری	1,3
<i>Acorus calamus</i>	وج، سوسن اصغر	Liliaceae	ریزوم معطر گیاه که در سطح تحتانی دارای ریشه‌های متعدد است، مصارف درمانی دارد و از آن به عنوان تیزدهنده، مقوی، مقوی معده و ازبین بردن نفخ استفاده می‌شود.	قاعدگی آور و سقط دهنده	1,5
<i>Agni castifrutctus</i>	عود	Euphorbiaceae	این گیاه برای تنظیم هورمون‌ها، کاهش علائم یائسگی، بهبود باروری، کاهش آکنه و ضدالتهاب و افسردگی کاربرد دارد.	قاعد آور	1
<i>Allium sativum</i>	سیر	Alliaceae	از جنبه درمانی برای تصلب شرایین، فشار خون، سرطان، دیابت، چربی خون، پیری، تجمع پلاک‌ها و ... مورد توجه است	ازدیاد قاعدگی	1,5
<i>Aloe vera</i>	آلوئه ورا	Asphodelaceae	دارای خاصیت آنتی اکسیدانی و ترمیم زخم و سوختگی، مورد استفاده برای درمان سرطان، تبخال و آسم، ضد دیابت	تحریک فعالیت عضله رحم ممکن است باعث سقط و ازدیاد قاعدگی شود.	2,5
<i>Ammi visnaga</i>	خله شیطانی / خلال دندان	Apiaceae	میوه این گیاه، مدتها در نواحی مشرق زمین، به صورت جوشانده، جهت رفع سرفه و به عنوان مدر و ضدکرم مورد استفاده قرار می‌گرفته است، بررسی‌های علمی دقیق، اثر بازدارندگی مجرای شریان‌های قلب را که پس از مصرف میوه گیاه ظاهر می‌شود تایید نمود، همچنین از میوه آن به عنوان اشتهاآور و مدر نیز استفاده به عمل می‌آید، پزشکان غرب و مردم مشرق زمین برای آن اثر کننده قاعدگی، دفع سنگ کلیه و در استعمال خارج، اثر رفع ورم لثه و کرم خوردگی دندان، همچنین تسکین دردهای روماتیسمی قائل اند.	ازدیاد قاعدگی، تحریک رحم / افزایشقباض رحمی	1,5
<i>Amygdalus vommunis</i>	بادام تلخ	Rosaceae	مغز بادام تلخ، در تهیه بعضی شربت‌ها، امولسیون‌ها و روغن بادام به کار می‌رود از بادام تلخ با رعایت احتیاط می‌توان در سرفه‌های منشا عصبی، سیاه سرفه، گریب، عوارض آسم، قات الجنب، ترشحات مهبلی، ابتلا به کرم کدو، درمان دانه‌های جدلی دردناک و غیره استفاده به عمل آورد، در استعمال خارج، له شده مغز بادام تلخ که کمی بدان آب افزوده باشند، به صورت ضمد در تسکین دردهای عصبی، قولنج‌های کبدی و کلیوی، سردردهای یکطرفه (میگرن) و درهای روماتیسمی اثر مفید ظاهر می‌کند.	قاعدگی آور و سقط دهنده	2,5
<i>Anemone pulsatilla</i>	شقایق نعمانی (بادل‌رزان)	Ranunculaceae	اثر آرام کننده دردهای رحمی و ورم پیسه دارد، به علاوه منظم کننده دردهای قاعدگی است از این نظر در قاعدگی‌های دردناک و رتاج و قطع قاعدگی در زنان جوان مورد استفاده قرار می‌گیرد در آسم، سیاه سرفه و دردهای عصبی مصرف گردیده اثر ضدانزله و آرام کننده سرفه‌های تشنج آور دارد.	قاعدگی آور و سقط دهنده	1,2,5
<i>Anethum graveolens L.</i>	شوید	Apiaceae	میوه شویید دارای اثر درمانی مشابه رازیانه، آلیس سبز و زیره سیاه است، اثر تیزدهنده، مقوی معده، هضم کننده غذا، بادشکن، مدر، ضد تشنج، رفع استفراغ، آرام کننده و زیاده‌کننده ترشحات شیر دارد، در استعمال خارج اثر نرم کننده و التیام دهنده دارد، دم کرده شویید، اثر تسکین درد معده، رفع استفراغ، آرام کننده دل پیچه‌های اطفال، رفع سکسکه و غیره دارد به علاوه در مواقع عدم دفع ادرار، کم شدن شیرزنان شیرده، نرله‌های ششی، یخزوبی و غیره کاربرد می‌رود اثرات مفید ظاهر می‌کند (گیاهان دارویی زرگری) (اداری) خاصیت ضد اکسیدانی، ضد میکروبی، اثرات محافظتی بر روی مخاط معده، اثرات ضد سرطانی، ضد دیابتی و ضد کلسترولی می‌باشد.	استفاده از تخم شویید در طول دوره بارداری، به دلیل افزایش اقباضات رحمی توصیه نمی‌شود.	1,5
<i>Angelica</i>	گلپر، آنژلیک	Apiaceae	ریشه آنژلیک، به علت دارا بودن اساس و مواد موثره مختلف اثر تیزدهنده، مقوی، ضد تشنج، بادشکن، معرق، خلط آور و قاعده آور دارد و از قدیم ایلام چنین شهرت داشته که با جویدن ریشه آن بعضی مردان تاریخی طول عمر یافته اند.	ازدیاد قاعدگی، قاعده آور	1,5
<i>Angelica archangelica</i>	سنبل ختایی	Apiaceae	به کاهش التهاب و درد، بهبود هضم و کاهش نفخ کمک می‌کند، ممکن است در کاهش اضطراب و استرس موثر باشد. برخی از ترکیبات آن خاصیت ضدباکتریایی دارند.	قاعدگی آور	1,41
<i>Angelica sinensis</i>	آنژلیک چینی	Apiaceae	کاهش دیستوز، قاعدگی نامنظم و آسمی	باعث تحریکات رحمی و کاهش میزان سرمی هورمون LH، باعث کاهش دوره سیکل‌های قاعدگی، به دلیل اثرات استروژنیک و تحریکات رحمی و عروقی نباید در دوران بارداری استفاده شود.	1,5
<i>Apium graveolens</i>	کرفس	Apiaceae	مدر، مقوی معده، ضد اسهال، تیزدهنده، بادشکن، صفرابر و حتی تب بر است، از ریشه آن قرن‌هاست که در آب آورده اساج و رفع بیماری قفس، روماتیسم و حالات مربوط به زیادی اسید اوریک، خیز عمومی بدن، سنگ کلیه، پرفان، نرله‌ها ششی، آسم مربوط، ضعف‌های منشا عصبی، ضعف اعمال معده و دستگاه هضم، نفخ، بیماریهای مثانه و آلبومینوزی استفاده به عمل می‌آید و فقط در مواردی که التهاب ورم کلیه درین باشد، نباید آن را به مصرف رسانید، شربت حاصله از جوشانده آن اثر مفید در رفع سرفه دارد.	تحریک رحم، قاعده آور، سقط جنین	1,5
<i>Arctium lappa</i>	بابا آدم، اراقلطون	Asteraceae	در بعضی نواحی، از برگ‌های گیاه استفاده به عمل می‌آید و حتی از نوع تازه‌ی آنها به مقادیر کم در تغذیه استفاده می‌شود مصرف ریشه بابا آدم در ایران چندان معمول نیست.	تحریک رحم، اکسی توکیک، ژنوتوکیک، هپاتوتوکیک / افزایش اقباض رحمی	2,5
<i>Arctostaphylos ursi</i>	زغال اخته خرسی (کوهی)	Ericaceae	برگ این گیاه به علت دارا بودن اثر قابضی، در درمان بیماری‌های مختلف مورد استفاده قرار می‌گیرد ضمناً چون خاصیت ضد عفونی کردن مجاری دفع ادرار دارد در درمان بیماریهای مختلف مجاری تناسلی-ادراری، نرله و التهاب مثانه و همچنین در بی اختیاری دفع ادرار مصرف می‌شود.	فعالیت شبیه اکسی توکسین	1,5
<i>Amoracia rusticana</i>	ترب کوهی	Brassicaceae	به عنوان یک ضد عفونی کننده طبیعی عمل میکند، ممکن است به تقویت سیستم ایمنی و تسهیل فرآیند هضم کمک کند خاصیت ادرارآوری دارد و به دفع سموم از بدن کمک می‌کند.	سقط جنین	2,9
<i>Artemisia absinthium</i>	افستین	Asteraceae	دارای اثر مقوی، مقوی قلب، تب بر، مدر، قاعده آور، ضد کرم و ضد عفونی کننده است، افسنتین از مقوی‌های مهم دستگاه هضم به شمار می‌آید زیرا با مصرف آن، اشتها زیاد می‌گردد، اقباضات الیاف مایعچه‌های معده و روده تقویت می‌یابد و پیوست‌های ناشی از ضعف عمل دستگاه هضم نیز برطرف می‌شود، از افسنتین نتایج خوب در رفع اسهالهای مزمن، نفخ و تب‌های نوبه گرفته شده است.	قاعدگی آور و سقط دهنده	1,5



<i>Artemisia diffusa</i>	درمنه	Asteraceae	خواص ضدانگل و ضدالتهاب دارد که می تواند در درمان عفونت های انگلی و بیماری های التهابی مفید باشد همچنین ممکن است در تسهیل فرآیند هضم و کاهش نفخ موثر باشد.	سقط دهنده	1,2,17
<i>Artemisia maritima</i>	برنجاسف پیروزن (افستین بحری)	Asteraceae	ضدکرم، مقوی معده و التیام دهنده است. از نظر اختصاصات درمانی می تواند به مصارفی شبیه افستین برسد کاپیتول های آن اگرچه از نظر خاصیت گرم کشی به پایه سمن کمتر است ولی اثر قاطع آن در دفع اسکاریدها و کرمک(در حالت اخیر به صورت تهیه ظاهر می نمایند، ضمناً در دفع بیماری هایی نظیر صرع، دیابت و تسکین دردهای ناگهانی در تالپس کمک موثر می کنند.	سقط دهنده	2,5
<i>Artemisia vulgaris herba</i>	برنجاسف	Asteraceae	مقوی، مقوی معده، مدر، ضد تشنج، قاعده آور و ضدکرم است ولی اگر بیش از ۶۰ گرم درروز مصرف گردد، ممکن است عوارض مسمومیت ظاهر نماید، فرآورده های این گیاه در برقراری قاعدگی و رفع حالات مانند دخران در زمان بلوغ، رفع سرگیجه و درمان حالات اضطرابی که در موارد بروز یک هیجان پیش می آید و با بی حالی و عرق سرد همراه است و همچنین رفع سوء هضم اثرات مفید ظاهر می کند.دم کرده ریشه این گیاه، اثر مقوی دستگاه هضم دارد و در کم غوئی و ضعف عمومی، اثر مفید ظاهر می نماید.	قاعدگی آور و سقط دهنده	2,5
<i>Asarum canadense</i>	زنجبیل وحشی	Aristolochiaceae	برای این گیاه اثر تب بر قائل اند و از آن اسانسی به نام اساسن آزاروم استخراج می کنند	قاعدگی آور و سقط دهنده	1,5
<i>Asclepias tuberosa</i>	علف پروانه	Apocynaceae	از ریشه گیاه به عنوان یک داروی معالج بواسیر و رفع کتنده التهاب مجاری ادراری استفاده می شود، ریشه و شیره آن، قی آور و دارای اثر مسهل است، مصرف شیره برگ گیاه، جهت رفع کرم توصیه شده است به علاوه در پندآوردن خون اثر مفید ظاهر می کند، جوشانده ریشه گیاه اثر قابض دارد و معمولاً به صورت واردکردن در دستگاه تناسلی، جهت شست و شو و رفع ترشحات زنلگی مورد استفاده قرار می گیرد، شیره گیاه برای ازبین بردن میخچه پا مصرف دارد، گرد برگ و گلهای خشک شده آن، بروزی زخم جهت التیام و درمان آنها اثر داده می شود.	تحریک رحم افزایش قیاض رحمی	1,5
<i>Basiliciae theroleum</i>	روغن ریحان	Lamiaceae	روغن ریحان معمولاً برای آرامش ذهنی و کاهش اضطراب استفاده می شود، خواص ضدباکتریایی و ضدقارچی دارد که می تواند در درمان عفونت ها موثر باشد و ممکن است به تقویت سیستم ایمنی بدن کمک کند.	در دوران بارداری، نباید مصرف شود.	2,14
<i>Berberis vulgaris</i>	زرشک	Berberidaceae	پوست ریشه و ساقه زرشک را در بنظمی های دستگاه گوارش که متشابه کیدی یا کلیوی داشته باشند، همچنین در سوء هضم های مزمن، امتلا معده، یبوست، قولنج های کیدی و کلیوی، یرقان، تب های صفراوی، قرص «روماتسم» تب های عفونی، تیغیاید و خونریزی های دوران قاعدگی به کار می برند.	در دوران بارداری منع مصرف دارد، تحریک رحم / افزایش قیاض رحمی	2,1,5
<i>Borago officinalis</i>	گل گاو زبان	Boraginaceae	گل و برگ گاو زبان، اثر نرم کننده، معرق، مدر، آرام کننده و تصفیه کننده خون دارد، مصرف آن در تمام مواردی که احتیاج به تقویت اعمال کلیه، پرونش ها و پوست باشد مانند زکام، سرفه، برونشیت، نزله، ذات الریه، بی اختیاری دفع ادرار، سوء، خنازیر، حالات تحریکی و احتقانی افسانائی مانند کلیه کید و طحال و همچنین خیزندامها توصیه گردیده است. برطرف کردن مشکلات سیستم تنفسی، باعث تقویت روح و حواس پنجگانه، مفید برای کبسه صفرا و دستگاه گوارش	تازگیدار بر خلطت هورمون پروژسترون، عصاره آن می تواند بر پارمترهای تولیدمثل اعم از فاکتورهای تولیدمثلی و اندامهای تغذیه کننده جنین اثر سوء بگذارد، آنکالیزهای پرولیزینی آن باعث اثر سعی مهلک بروی کید نوزاد / باعث ناهنجاری در جنین می شود	2,5
<i>Bryoniae radix</i>	باریون(فاشرا)	Cucurbitaceae	ریشه فاشرا از مسهل های قوی ولی سعی و دارویی خطرناک است، ریشه فاشرا به علت دارا بودن خواص توام مسهل و مدر، اثر خوب در دفع بیماری های مختلف مانند آب آوردن اسحاق، روماتسم مزمن، تب های مخاطی، صرع، سکنه نفص و ... داده است به علاوه به علت اثر خلط آور که دارد، در آسم های مرطوب، سیاه سرفه یا بیماریهای نزله ای و بیماریهای سینه به کار رفته است، برای آن اثر پایین آورنده فشارخون نیز ذکر شده است.	خطر سقط دارد	1,5
<i>Calendula officinalis</i>	گل همیشه بهار، گل اشرقی	Asteraceae	دارای خاصیت معرق یا اثر قوی، تصفیه کننده خون، قاعده آور و التیام دهنده است و از آن به عنوان نیرودهنده، ضد تشنج و رفع قی، استفاده به عمل می آورند، اثر قاعده آور آن مخصوصاً در مبتلایان به ضعف اعصاب و کم غوئی، قطعی است، اختلالات کیدی و زردی نیز با مصرف گل همیشه بهار، از بین می رود زیرا دارای اثر قطعی بروی کید و ترشحات صفرا است ضمناً اثر کم کننده فشارخون به علت اتساع عروق سطحی دارد.	قاعده آور، سقط جنین	1,5
<i>Capparis spinosa</i>	علف مار یا خاورک	Capparaceae	از آن در موارد ضروری به عنوان مدر، قابض و مقوی استفاده به عمل می آید، مصارف آن در رفع آب آوردن، کم غوئی و رنگ پردیگی دختران جوان، ضعف عمومی همراه با ضعف اعصاب و همچنین در قرص معمول بوده است.	قاعدگی آور	6,2,5
<i>Capsella bursa-pastoris</i>	کیسه کشیش	Brassicaceae	به طور کلی کیسه کشیش از مقوی های قابض است و تنوس ماهیچه ای رحم را زیاد می کند، از آن می توان در موارد دفع، وقوع قاعدگی و همچنین بی نظمی های وقوع آن و در التهاب رحم همراه با خونریزی، استفاده به عمل می آورد، کیسه کشیش در زمان صرع و ناراحتی های عصبی نیز مفید واقع می گردد، اثر ضدخونریزی آن از قدیم (ایام مورد تایید بوده است.	قاعدگی آور و سقط دهنده	1,5
<i>Carica papaya</i>	پاپایا/خربزه درختی	Cariacaceae	دارای آنزیم های مانند پاپائین است که به کاهش التهاب کمک می کند، این میوه به هضم غذا کمک کرده و می تواند در درمان مشکلات گوارشی موثر باشد همین طور ویتامین C موجود در پاپایا به تقویت سیستم ایمنی بدن کمک می کند.	ازدیاد قاعدگی، سقط جنین	1,20
<i>Carthamus tinctorius</i>	گل رنگ یا کاجیره	Asteraceae	گل رنگ و دانه آن اثر مسهل دارد و سابقاً به عنوان مجلل، خلط آور، قاعده آور و نیرو دهنده اعصاب مصرف زیاد داشته اند.	ازدیاد قاعدگی، سقط جنین	2,5
<i>Caulophyllum thalictroides</i>	کوهوش آبی	Berberidaceae	به دلیل داشتن خاصیت شل کنندگی عضلات، جهت تسریع زایمان کاربرد دارد	باعت تاثيرات تراتوژنيک بر سلول های جنینی، اختلالات ميوکاردی قلب که منجر به نارسایی قلب و شوك کارديو واسکولار می شود، مشکلات قلبی عروقی، دارای اثر سوء بر عروق کرونر، افزایش قیاض رحمی / علائم دستگاه گوارش، تحریک قیاض منفصله رحم، باعث قیاض شریانی، مانع لانه گزینی(در موش)، القا قاعدگی و سقط جنین	1,5
<i>Centella asiatica</i>	گیاه آب بشقابی یا قدح مریم	Apiaceae	مقدار کم این گیاه اثر نیرودهنده بافتهای جلدی دارد به طوری که در بعضی نواحی هند برای درمان جزام، اولسرها، خنازیر و غیره از آن استفاده می شود، برگ گیاه اثر مقوی دارد و در تقویت حافظه موثر واقع می شود، مقادیر زیاد آن اثر مخدر دارد.	ازدیاد قاعدگی	1,5
<i>Cephalis ipeacacuanha</i>	ایپکا	Rubiaceae	این گیاه به عنوان یک داروی استفراغ آور برای درمان مسمومیت ها و برخی بیماری ها استفاده می شود و عصاره آن در درمان سرفه های مزمن موثر است.	قاعدگی آور و سقط دهنده	1,31
<i>Chamaemelum</i>	بابونه	Asteraceae	مدر، معرق، مقوی معده، بادشکن، اشتهاآور، هضم کننده غذای صفراوی، قاعده آور و التیام دهنده است، اثر ضد عفونی کننده ضعیف ولی قاطع دارد به علاوه مسکن درد و تشنج نیز می باشد، اسانس آن، اثر ضد تشنج، یحس کننده و ضد عفونی کننده دارد یا مصرف آن تعداد کبکلهای سفید خون نیز زیاد می گردد همچنین به کاربرد آن در دفع یبوست ها، اثر مفید ظاهر می کند. دارای تأثیر مثبت بر بهبود تهوع استفراغ بارداری و دردها و اضطراب حین زایمان .	قاعده آور، سقط جنین، جوی داروهای گیاهی سقط آور ممنوع در دوران بارداری / اختلال در جذب آهن	2,5,7
<i>Chelidonium majus</i>	مامیران	Papaveraceae	مامیران به مقادیر درمانی، اثر مدر، مسهل، آرام کننده، مخدر، ضد تشنج، پایین آورنده فشارخون، تصفیه کننده خون و دفع کرم در مصارف داخلی دارد، در استعمال خارجی قرص کننده پوست بدن، تاؤل آور و بهبود دهنده زخم های سطحی بدن است، مقدار زیاد مامیران در مصارف داخلی سعی می باشد و ممکن است حتی موجبات مرگ را فراهم سازد.	قاعدگی آور و سقط دهنده	1,5
<i>Chenopodium ambrosioides</i>	آبازو ته یا چای مکزیکي	Amaranthaceae	اساس آن اثر گرم کمی قوی دارد که مصرف آن باید در کمال دقت در انسان صورت گیرد.	قاعدگی آور و سقط دهنده	2,5
<i>Chondodendron tomentosum</i>	---	Menispermaceae	ریشه آن دارای اثر آرام کننده و ضد تشنج است، در تسکین وقوع درد و قولنج های کیدی یا قولنج های ناشی از التهاب کلیه، از بین دواترین، آسم، قاعدگی های دردناک، زایمان، التهاب مثانه ناشی از هیپوتروفی پروستات و درهای روماتیسمی مصرف می شود.	قاعدگی آور و سقط دهنده	1,2,5



1,35	ازدیاد قاعدگی، سقط جنین	گل داوودی دارای خواص ضدالتهابی و ضدباکتریایی است همین طور این گیاه در طب سنتی برای کاهش تب استفاده می شود.	Asteraceae	کاستنی بری تلخ (گل داوودی)	<i>Chrysanthemi vulgaris flos</i>
1,2,5	قاعدگی آبر و سقط دهنده	با مصرف آن آن مدر، قاعده آور و ضدسکرم ظاهر می شود، از آن می توان برای رفع آب آوردن، قرائح های کلیوی، دفع رسوبات ادراری و درمان زردی، استفاده به عمل آورد.	Fabaceae	نخود	<i>Cicer arietinum</i>
1,5	قاعد آور، سقط جنین	کلیه قسمت های گیاه مخصوصا ریشه و برگهای آن، اثر مقوی، مقوی معده، مدر، تصفیه خون، ملین صفرابر و تب بر دارد و از آن به عنوان اشتهاآور(درضعف عمل دستگاه هضم)، درمان قوائج های کبدی، زردی، نارسائی اعمال کبد و هیستری، وجود خون در ادرار، اعطال خونی، آب آوردن انساج، نههای نویه، تب های مخاطی و بیماریهای مزمن پوست در حالات خفیفه استفاده به عمل می آورند، کاستنی در دفع رسوبات ادراری، عفونت مجاری ادرار، کم خونی و درمان تقرس و روماتیسم اثر معالج دارد.	Asteraceae	کاستنی تلخ	<i>Cichorium intybus</i>
1,2,5	قاعدگی آبر و سقط دهنده	در کانادا و انگلستان، از آن برای درمان سرفه، دابالرقص، سل ربوی، هیستری و روماتیسم استفاده به عمل می آید، دارای اثر قابض و زیادکننده فشار خون است، مصرف کم آن ترشحات پرونش، معده، روده، کلیه و عروق را زیاد می کند.مصرف زیاد آن موجب مسمومیت دستگاه عصبی را فراهم ساخته، سرگیجه، استفراغ و اختلالات بینایی به وجود می آورد.	Ranunculaceae	کهوش سیاه	<i>Cimicifuga racemosa</i>
1,45	قاعدگی آبر و سقط دهنده	پوست آن به عنوان منع اصلی کینین، دارویی موثر در درمان مالاریا شناخته شده است این گیاه همچنین به تقویت سیستم ایمنی بدن کمک می کند.	Rubiaceae	درخت گنه گنه	<i>Cinchona cortex</i>
6,46	قاعدگی آبر و سقط دهنده	گل دارچین دارای خواص ضدعفونی کننده و ضدباکتریایی است مصرف آن ممکن است به بهبود گردش خون کمک مؤثری کند.	Lauraceae	گل دارچین	<i>Cinnamomi flos</i>
1,5	قاعدگی آبر و سقط دهنده	کافور دارای اثر ضدعفونی کننده، محرک مراکز عصبی، حرکتی و تنفسی به کار می رود، تاثیر آن برروی قلب سالم چندان محسوس نیست ولی درموارد نارسائی میوکارد، موجب تنظیم ضربان قلب و افزایش دامنه نوسان آن می شود، از کافور به عنوان مقوی قلب، ضعف مغز، پایین آوردن درجه ی گرمای بدن در موارد تب و همچنین کاهش اشتهای جنسی استفاده می گردد.	Lauraceae	کافور	<i>Cinnamomum camphora</i>
1,5	قاعدگی آبر و سقط دهنده	به علت داشتن اسانس کاسیا، برای معطر ساختن طعم بعضی اغذیه استفاده می شود	Lauraceae	دارچین چینی	<i>Cinnamomum aromaticum</i>
1,5	قاعدگی آبر و سقط دهنده	دارچین سیلان دارای آمیدون، موسیلا، تانن، یک ماده رنگی، اکسالات کلسیم، قند، مالیت، سینامونین، اسانس و رزین است.	Lauraceae	دارچین سیلان	<i>Cinnamomum verum</i>
1,2,5	قاعدگی آبر و سقط دهنده	اثر فیزیولوژیکی دارچین، مربوط به اسانس و تانن آن است ازاین جهت به علت داربودن این درمواده، اثر محرک و قابض ظاهر می کند، دارچین دارای خاصیت تقویت کننده اعمال هضم و جریان گردش خون است و از آن برای رفع سوء هضم ها مخصوصا درمواردی که با یخ همراه باشد و به عنوان بادشکن استفاده می شود، دارچین به علت دارا بودن تانن، برای رفع اسهال، ضغف عمومی بدن و همچنین پندآوردن خون مصرف می گردد مانند آنکه به پوسیون های پندآورنده خون افزوده می شود و به علاوه برای درمان خونریزی در فواصل قاعدگی و غیره مورد استفاده قرار می گیرد.	Lauraceae	دارچین	<i>Cinnamomum zeylanicum</i>
1,5	قاعدگی آبر	میوه این گیاه دارای خاصیت مسهل قوی با اثر قاطع است، در موارد ضعف اعمال روده، فلج ناحیه اعما و احتشاء، آب آوردن انساج و پیداریهای کبدی و گاهی نیز به عنوان قاعده آور به کار می رود، میوه این گیاه در اسحاق مغزی، به منظور دورکردن خون از مغز و توجه آن به قسمت های دیگر بدن مصرف می شود.	Cucurbitaceae	هندوانه (حتفل)	<i>Citrullus colocynthis</i>
1,5	قاعدگی آبر و سقط دهنده	پوست نارنج دارای اثر مقوی معده، کم کننده ترشحات معده، ضدخونریزی و به طور خفیف صفرابر است همچنین پوست آن برای جمع شدن منافذ پوست و تامین لطافت و نرمی آن موثر است.	Rutaceae	بهار نارنج(درخت نارنج)	<i>Citrus bigaralia</i>
2,5	قاعدگی آبر و سقط دهنده	مصرف خارج از حد کولا در آفریقا، بدین جهت است که با جویدن آن، خستگی به طور محسوس کم می گردد، ادرار زیاد می شود، سلسله اعصاب و عمل دستگاه هضم تقویت می گردد، از خواب جلوگیری به عمل می آورد و نیروی کارکردن را افزایش می دهد و چوم متابولیت از نفس نفس زدن پس از فعالیت شاید بدنی می نماید، از این جهت در مسابقات دو، دوچرخه سواری و غیره برای جلوگیری از نفس نفس زدن، از آن استفاده به عمل می آورند.	Sterculiaceae	کولا	<i>Cola nitida</i>
1,2,5	ازدیاد قاعدگی، سقط جنین	میر دارای اثر خلط آور، قاعده آور و ضدشنج است ولی کمتر به معارف داخلی می رسد.	Burseraceae	گیاه میر	<i>Commiphora myrrha</i>
1,5	جو داروهای گیاهی سقط آبر منوع در دوران بارداری	رزین آن از مهسل های قوی است، با مصرف آن دفع مدفوع، به حالت روان و به مقادیر زیاد صورت می گیرد ولی منافسه همیشه با دل پیچه و احساس گرما در ناحیه مقعد همراه است، مصرف مقادیر زیادتر از حد درمانی آن بی فایده می باشد، زیرا بدون بازداشتن در روده، از آن می گذرد، از اسکاومه در پیوست های مزمن، اورمی و هیدروپیزی متشاقلی نیز استفاده به عمل می آید.	Convolvulaceae	سقمونیا، محموده	<i>Convolvulus scammonia</i>
1,2,43	قاعدگی آبر و سقط دهنده	این گیاه به عنوان یک تقویت کننده قلب شناخته می شود و می تواند به بهبود عملکرد قلب و عروق کمک کند، همچنین ممکن است در کاهش فشارخون و درمان اضطراب موثر باشد.	Rosaceae	زالزالک	<i>Crataegus</i>
1,2,5	ازدیاد قاعدگی، سقط جنین	از طرفی به علت دارا بودن مواد تلخ، مویجات سهولت هضم را فراهم می سازد و ازطرف دیگر به علت داشتن اسانس، اثر محرک برروی سلسله اعصاب دارد، از نظر درمانی دارای اثر مسکن برروی اعصاب سطحی بدن است، در طب عوام برای آن اثر قاعده آور قائل اند و معتقدند با مصرف آن مویجات خونریزی در فواصل قاعدگی و حتی سقط جنین فراهم می شود.	Iridaceae	زعفران	<i>Crocus sativum</i>
2,5	قاعدگی آبر و سقط دهنده	دارای اثر محرک اعمال هضم، اثر مقوی اعمال روده و بادشکن است.	Zingiberaceae	زرد چوبه	<i>Curcuma longa</i>
1,6,5	دارای اسپارتین(یک ترکیب قدرتمند اکسی توکسیک، به طور معمول قابل استفاده برای اقای زایمان)/ افزایش انقباض رحمی و سقط دهنده	فرآورده های گلهای این گیاه به علت دارا بودن رزین و اسکوپارین، اثر مدر و مسهل دارند از این جهت در موارد آب آوردن، روماتیسم مزمن و همچنین در تقرس از آنها استفاده به عمل می آید، در مصارف درمانی بیشتر آکالوئید موثر آن که اسپارتین است به صورت ملح سولفات به کار میرود.	Fabaceae	طاووسی (گیاه جارو)	<i>Cytisus scoparius</i>
1,2,5	ازدیاد قاعدگی، سقط جنین	مصرف میوه هویج و حبشی، برای علاج بیماریهای مختلف مانند آب آوردن انساج، قرائح های کلیوی، هیستری و به عنوان مدر، مقوی معده، بادشکن، رفع نفخ و پادزهر سم مار توصیه شده است، میوه هویج به طوری که بررسی گردیده دارای ترکیبی بالتر بازکننده مجرای شراین قلب است، از این جهت در ردیف داروهای مفید در درمان آژرین صمدری قرار داده شده است.	Apiaceae	هویج، زردک، گزر	<i>Daucus carota</i>
1,5	قاعدگی آبر و سقط دهنده	فرآورده های فوزرمار با باید بهترین قاع کرم کدو دانست زیرا برروی هردو نوع آن، یعنی کرم کدوی مسلح و غیرمسلح و همچنین بوتریوسفال و آنکی لوسوم موثر اند ولی درهرحال باید توجه داشت که برای بیداران مبتلا به ناراحتی های قلبی و کبدی تجویز نشوند.	Dryopteridaceae	سرخس تر	<i>Dryopteris filix-mas</i>
2,5	اثرات اکسی توکسیک ضعیف/ افزایش انقباض رحمی	از ریشه آن در نواحی محل رویش گیاه، جهت درمان گوش مار به عنوان پادزهر، استفاده می شود، به صورت دم کرده و به عنوان تب بر و تصفیه کننده خون نیز مورد استفاده قرار می گیرد، از دیگر خواص آن می توان به تصفیه کننده خون، ضد طیفی ها، ضدعفونی کننده، زیادکننده ترشحات آب دهان، آرام کننده اشاره کرد.	Asteraceae	سرخارگل	<i>Echinacea angustifolia or E. purpurea</i>
1,2,19	اثرات اکسی توکسیک ضعیف	این گیاه معمولا برای تقویت سیستم ایمنی بدن و پیشگیری از سرماخوردگی و آنفولانزا استفاده می شود همچنین ممکن است خواص ضدالتهابی داشته باشد.	Asteraceae	ریشه اکتیانسه	<i>Echinacea epallidae radix</i>
1,2,36	اثرات اکسی توکسیک ضعیف	مشابه با ریشه، برگ های این گیاه نیز برای تقویت سیستم ایمنی و کاهش علائم سرماخوردگی استفاده می شوند همچنین ممکن است در درمان عفونت های تنفسی موثر باشد.	Asteraceae	برگ اکتیانسه برگ باریک	<i>Echinacea angustifoliae</i>
2,5	شامل افدرین واکتالونیدهای مرتبط، افزایش فشار خون و ضربان قلب، سبب فعالیت سیستم اعصاب مرکزی، تحریک عضله رحم/ گزارش هایی از حالات و سسکه های قلبی/ افزایش انقباض رحمی	از سلفه افادهای دارویی کمتر برای مصارف درمانی استفاده به عمل می آید به طوری که ممکن است گاهی از آنها به صورت جوشانده، به منظور رفع عوارض روماتیسم استفاده شود، افدرین و املاح آن اثری مشابه آدرنالین دارند از این جهت به آدرنالین گیاهی موسوم گردیده اند، مصرف افدرین موجب تنگ شدن مجاری عروق بالارفتن فشارخون، بازشدن مردمک چشم و مخصوصا رفع عوارض آسم به نحو قطعی می گردد.	Ephedraceae	افدرا سینیکا(هوانگ MA)	<i>Ephedra sinica, E. equisetina (and others)</i>
2,42	قاعدگی آبر	این گیاه به عنوان یک داروی سنتی برای درمان مشکلات تنفسی، سرفه و التهاب استفاده می شود، همچنین ممکن است خواص ضدعفونی داشته باشد.	Brassicaceae	خیری(گل زرد)	<i>Erysimum cheiri</i>



<i>Eschscholzia California</i>	لاله باغی(خشخاش کالیفرنایی)	Papaveraceae	شیرینده، ضداسپاسم، شل کننده عضلاتی، ضد درد، محرک تعریق، ملد و ادرار آور، مسکن دندان درد	1,5	قاعده‌گی آور و سقط دهنده
<i>Eupatorium cannabinum</i>	غافلی کتف	Asteraceae	ریشه و تمام قسمت های هوایی گیاه اثر اشتهاآور، مدر، مقوی و معرق دارد و اگر به مقدار زیاد مصرف شود، اثر زیادکننده ترشحات صفرا، مسهل، قی آور، دفع کرم و تب برابه طور خفیف/ظاهر می کند.	1,5	ازدیاد قاعده‌گی، سقط جنین
<i>Eupatorium perfoliatum</i>	چای کوهی(اذان الجمار)	Asteraceae	این گیاه معمولاً برای درمان تب، آنفولانزا و عفونت های تنفسی استفاده می شود همچنین ممکن است در تسکین دردهای عضلانی موثر باشد.	1,28	سقط جنین
<i>Eupatorium purpureum</i>	علف تب بر شیرین	Asteraceae	از ریشه آن به عنوان مدر استفاده می شود.	1,21	سقط دهنده
<i>Farfarae folium</i>	حشیشة السعال(گیاه پاخری)	Asteraceae	برگ های قارقرابه به عنوان یک داروی طبیعی برای درمان مشکلات تنفسی مانند سرفه و برونشیت استفاده می شود، این گیاه دارای خاصیت خلط آور و ضد التهاب است.	2,24	حاری آنکالژیکهای پیرولیزیدین، هپاتوتوکسیک، سقط جنین
<i>Fenula asa-foetida</i>	آقغوزه	Apiaceae	آقغوزه دارای اثر ضد تشنج، قاعده آور و ضد کرم است، در رفع بیماری های منشا عصبی دستگاه تنفسی، اسهاسم خنجره و دستگاه هضم، آسم و رفع یبوست افراد مسن به کار می رود، از نظر دفع کرم بر روی بعضی از انواع آنها مانند کرمبک و لومبریک ها اثر دارد به علاوه در دفع کرم و دود کیدی اثر قاطع ظاهر می سازد.	2,5	ازدیاد قاعده‌گی، قاعده آور
<i>Fenula galbaniflua(F.gumosa)</i>	باریجه	Apiaceae	باریجه اثر نیرودهنده، ضدناله و ضد تشنج دارد ولی امروزه کمتر در مصارف داخلی به کار می رود، در آلمان سابقاً به عنوان قاعده آور و دفع بیماری های رحنی مصرف داشته است، در ایران به عنوان رفع درد معده از آن استفاده به عمل می آید.	2,5	جرو داروهای گیاهی سقط آور منعی در دوران بارداری
<i>Ferula persica</i>	سکبینج	Apiaceae	سکبینج سابقاً در سوء هضم های همراه با نفخ و یبوست ها مصرف داشته است ولی امروزه مورد استفاده قرار نمی گیرد، برای آن اثر ضد یبوستی و دفع بیماری های منشا عصبی نیز قائل اند.	2,5	جرو داروهای گیاهی سقط آور منعی در دوران بارداری
<i>Foeniculi theroleum</i>	دانه رازیانه	Apiaceae	میوه رازیانه(دانه) اثر نیرودهنده، مقوی معده، اشتهاآور، آرام کننده، قاعده آور، زیادکننده ترشحات شیر و بادشکن دارد، اثر نیرودهنده و مقوی معده میوه رازیانه، از سایر گیاهان تیره چتریان، زیادتار است و بر آنها مزیت دارد.	2,1,6,5	در دوران بارداری منع مصرف دارد
<i>Foeniculiae theroleum</i>	روغن رازیانه	Apiaceae	روغن رازیانه دارای خواص ضداسپاسم، ضد التهاب و آنتی اکسیدانی است همچنین به عنوان یک محرک هضم و تسکین دهنده دردهای قاعده‌گی شناخته می شود.	2,14	در دوران بارداری منع مصرف دارد
<i>Foeniculum vulgare</i>	رازیانه	Apiaceae	ریشه رازیانه اثر ملد قوی دارد اوره و اسید اوریک را دفع می کند، به علاوه اشتهاآور و قاعده آور است، ریشه رازیانه به علت مدروبودن، در موارد کمی دفع ادرار، سنگ کلیه، تقریب و بیماری های نظیر آن مصرف می شود(گیاهان دارویی زگرگی)، به عنوان داروی اشتهاآور، ضد تشنج، آرام بخش، خلط آور، محرک ترشح شیر و قاعده‌گی شناخته می شود و می تواند با تاثیر بر روی سیستم اعصاب مرکزی و گیرنده های دوپامینرژیک و سروتونرژیک موجب تاثیرات مشخصی در بدن شود	1,5	رازیانه اثرات مشخص تروتنیک دارد و نباید در دوران بارداری مصرف شود/ ازدیاد قاعده‌گی / القاضی رحم
<i>Glycyrrhiza glabra</i>	شیرین بیان	Fabaceae	شیرین بیان علاوه بر آنکه در داروسازی، جهت مخفی ساختن طعم ناپسند بعضی داروها، نظیر سولفات کپتین، آلوسن، کاسیا و غیره به کار می رود، با مسهل های قوی نیز که مصرف آنها معمولاً پیش از نراحتی به وجود می آورند، مخلوط می گردد زیرا مصرف آن، موجب کم شدن القیاضات روده می شود، شیرین بیان اثر رفع سرفه های عصبی، برونشیت و التهاب نای دارد، مصرف آن در موارد التهاب معده، زخم معده و اثنی عشر اثر درمانی ظاهر می نماید.	1,2,5	ازدیاد قاعده‌گی / القیاضی رحم، مصرف زیاد آن شانس زایمان زود رس را دو تا سه برابر افزایش داده و مصرف آن در دوران بارداری موجب سقط یا زایمان زود رس گردد
<i>Gossypium herbaceum</i>	پنبه دانه	Malvaceae	اثر زیادکننده شیر، تب بر ورم کننده دارد، پوست ریشه گیاه دارای اثر قاعده آور است ضمناً چون با مصرف آن القیاضات رحنی مشابه القیاضات رحنی وضع حمل به وجود می آید، از این جهت دارای اثر بند آورنده خون رحنی نیز می باشد، مغز دانه پنبه در ازدیاد اسپرم موثر ذکر شده است.	6,5	قاعده‌گی آور و سقط دهنده
<i>Hedeomapulegioides or Mentha pulegium</i>	پونه	Lamiaceae	دارای اثر بادشکن، محلل، مسفرار، خلط آور، ضدناله و ضد عفونی کننده است، در طب عوام از آن اختصاصاً برای رفع سرفه، آسم، هیستری، نفخ، قریس و به عنوان قاعده آور استفاده به عمل می آید(گیاهان دارویی زگرگی)، به منظور ویژگی آرام بخشی، درمان سوء هاضمه، کاهش عوارض عادت ماهانه و همچنین برای تسریع سقط جنین استفاده می شود	1,5	سقط جنین، هپاتوتوکسیک و تروتنیک / جرو داروهای گیاهی سقط آور منعی در دوران بارداری، یونه می تواند تاثیر مهای مشخصی بر روی عضلات رحنی داشته باشد، قاعده‌گی آور
<i>Helleborus niger</i>	خریق سیاه	Ranunculaceae	سابقاً به عنوان مسهل قوی و ضد کرم به مقدار کم مصرف می گردید، اثر قی آور، عطسه آور و آرام کننده دردهای عصبی دارد. استفاده از آن چه در مصارف داخلی و یا در استعمال خارج، خطرناک است زیرا در هر دو حالت مسمومیت شدید منجر به مرگ یا عوارض شدید مسمومیت می شود.	1,2,5	قاعده‌گی آور و سقط دهنده
<i>Heracleum lanatum</i>	شوید کوهی(شوید وحشی)	Apiaceae	گرد میوه آن را به غذای جهت معطر ساختن آنها، وارد می نمایند به علاوه آن را به علت اسانسی که دارد، جهت دفع نفخ و ناراحتی های سوء هضم ناشی از نفخ به کار می برند.	1,5	ازدیاد قاعده‌گی
<i>Hibiscus rosa-sinensis</i>	ختمی چینی	Malvaceae	غشیه های گیاه اثر قیاضی دارد و در رشد جنین موثر است؛ ریشه اش سرفه را دفع می کند، گلهای آن نرم کننده است و دم کرده گلبرگهای آن به عنوان مایعی مسکن و خنک کننده به بیماران تب دار داده می شود، ضمناً در استعمال خارج، از گلها جهت رفع التهاب استفاده می شود، چوبشده گلها در مصارف داخلی، جهت رفع سرفه و همچنین ناله های بروشی به کار می رود.	1,5	قاعده‌گی آور و سقط دهنده
<i>Hydrastis canadensis</i>	ختم ذهبی(خوک طلائی)	Ranunculaceae	دارای اثر تنگ کننده مجاری عروقی و بنادآورده خون همچنین در خونریزی های قاعده‌گی و رحنی و خون آمدن از سینه و بواسیر کاربرد دارد، در استعمال خارجی مع علت دارا بودن اثر قیاضی، در موارد مختلف نظیر ترک و شقاق، پستان، قرص های رازیسی، شکاف و خراش ناحیه مقعدی به کار می رود به عنوان مقوی معده توصیه شده است.	1,2,5	قاعده‌گی آور و سقط دهنده
<i>Hypericum perforatum</i>	گل راعی، علف چای	Hypericaceae	سرشاخه گلدار این گیاه، دارای اثر نیرودهنده، هضم کننده، مسفرار، مسکن اعصاب، ضد عفونی کننده مجاری ادرار، مدر، ضدناله، قیاض و تقویت کننده دستگاه تنفسی و رحنی است، به علاوه به طور محسوس اثر تب بر، رفع التهاب سرخرگها و ضد کرم دارد و در استعمال خارجی، التیام دهنده زخم هاست.	1,5	اختلال در جذب آهن/ قاعده‌گی آور و سقط دهنده
<i>Hyssopus officinalis</i>	زوفا	Lamiaceae	دارای اثر نیرودهنده، آرام کننده سرفه، خلط آور، کم و بیش مدر، مقوی معده و ضد کرم است، در استعمال خارج نیز اثر التیام دهنده دارد، در بیماریهای سینه، جهت رفع عوارض بروشی ها مخصوصاً آسم مرطوب افراد مسن، مورد استفاده قرار می گیرد.	1,5	ازدیاد قاعده‌گی، سقط جنین
<i>Ilex paraguariensis</i>	ماته	Aquifoliaceae	برگ این گیاهان به علت دارا بودن کافئین، دارای اثری مشابه چای و قوه است و معمولاً به صورت دم کرده مصرف می شود، مصرف مقدار کم آن، اثر نیرودهنده و رفع خستگی دارد، معمولاً دم کرده داغ آن که طعمی مطبوع دارد مصرف می شود.	4,5	زایمان زودرس، وزن کم نوزادهنگام تولد، اثرات سمی بروی جنین، قیاض مانورزادی
<i>Juniperus communis</i>	پیرو، اریز	Cupressaceae	میوه این درختچه، اثر مقوی، معرق، تصفیه کننده خون، دفع نرله، نیرودهنده، قاعده آور و مخصوصاً ملد دارد، مصرف مقادیر زیاد آن مجاری ادرار را تحریک نموده موجب پیدایش خون در ادرار می شود، اسانسی آن دارای اثر مخدر و خواب آور است و بلافاصله پس از مصرف، نوعی حالت بی حسی و کرختی و همچنین خواب ایجاد میکند.	1,5	قاعده‌گی آور و سقط دهنده
<i>Juniperus phoenicea</i>	عرعر فینیقی	Cupressaceae	اسانسی حاصل از آن دارای سمیتی مشابه <i>Sabine</i> است و اگر به عنوان تقلب بدان افزوده شود، هیچ گونه تغییر محسوس در خواص و اثرات اسانسی حاصل نمی گردد.	1,5	قاعده‌گی آور
<i>Juniperus sabina</i>	مای مرز یا ایهل	Cupressaceae	دارای اثر تحریک کننده پوست و مخاط های بدن است و اگر بروی آنها اثر داده شود، ایجاد ناراحتی و تاول شدید و حتی زخم می نماید، در مصارف داخلی دم کرده و یا اسانسی آن به مقدار زیاد، ایجاد تحریکات شدید در معده و روده همراه با احتقان شدید دستگاه هضم و تناسلی می نمایند و اگر زیادتیر مصرف گردند، عوارضی نظیر قی و اسهال به وجود می آورده، موجبات مرگ را فراهم می سازند.	2,5	سقط دهنده
<i>Junipery fructus</i>	میوه سرو کوهی	Cupressaceae	میوه های درخت سرو دارای خواص ضد عفونی کننده، ادرار آور و تسکین دهنده هستند، این میوه ها همچنین به تقویت سیستم ایمنی کمک می کنند.	2,40	آلرژی در دوزهای بالا، ملد، مسهل، تون رحم را افزایش میدهد، اثرات احتمالی، ضد لانه گرینی، سقط جنین، ازدیاد قاعده‌گی



1,5	دارای اثر مقوی معده، مدر، معرق، صفرابر، بادشکن، نیرودهنده، ضد تشنج و ضد کرم است در نتیجه مصرف آن برای درمان کمی اشتها، نفخ، قولنج ها، آب آوردن انساج در مراحل اولیه، زردی، اختلالات کبدی و طحال، حالت تهوع، سرگیجه، غلبه جریان خون به ناحیه سر، سردردهای یکطرفه، سردرد، ضعف عمومی، احتقان ها، افعاء، صرع، ضعف اعصاب، پیش قلب متلائیان به ناراحتی های عصبی، لرزش، آسم، گریپ، سیاه سرفه، لقائیس، لازیت، ترشحات مهبلی و غیره توصیه گردیده است. برطرف کردن مشکلات تنفسی، کاهش دادن سردرد	Lamiaceae	اسطوخودوس	<i>Lavendula officinalis</i>	ازدیاد قاعدگی/ سقط دهنده
1,2,35	این گیاه معمولاً برای درمان اختلالات گوارشی و مشکلات کبدی استفاده می شود همچنین ممکن است خاصیت آرام بخش داشته باشد.	Lamiaceae	چای مارش	<i>Ledipalustris herba</i>	سقط آور
2,6,5	برگ و سرشاخه های گلدار گیاه در جهت رفع دیسپتری و نرله ششی استفاده می گردد، بررسی های مختلف نشان داده است که اثر کم و بیش مخدر نیز دارد.	Ericaceae	اکلیل کوهی وحشی	<i>Ledum palustre</i>	سقط دهنده
1,23	این گیاه به عنوان یک داروی طبیعی برای درمان بیماری های قلبی و عروقی استفاده می شود و ممکن است در کاهش اضطراب و استرس موثر باشد.	Lamiaceae	دم شیر	<i>Leonurus cardiaca</i>	ازدیاد قاعدگی/ قاعدگی آور و سقط دهنده
1,5	ریشه این گیاه، دارای اثر قاعده آور، هضم کننده غذا، مقوی معده، بادشکن و تصفیه کننده خون دارد به علاوه مدر است، معصرق آن در موارد دفع ادرار، زردی، نارسانای های کبدی و کلیوی، بیماریهای پوست، قنرس روماتیسم، آب آوردن انساج، آب آوردن فورک پا، آلویومتری، ورم مثانه، ورم مثانه، کم خونی دختران جوان، خضعف عمومی و میگرن موثر ذکر شده است.	Apiaceae	انجدان رومی الگدان	<i>Levisicum officinale</i>	ازدیاد قاعدگی
1,2,5	دانه کتان به علت دارا بودن موسیلاژ فراوان، نرم کننده خوبی است، در رفع یبوست ها، گاستریت، ورم معده و صفق، به علت مدر بودن در موارد عدم ترشح کافی ادرار، ورم مثانه، التهاب های دردناک، منشا سنگ کلیه، سرفه، دردهای زمان قاعدگی و دیابت اران استفاده می شود، دم کرده دانه کتان، اثر قاطع در رفع التهاب مخاط های بدن مخصوصاً مجاری ادرار دارد	Linaceae	درخت کتان	<i>Linum usitatissimum</i>	قاعدگی آور و سقط دهنده
2,5	ریشه شیرین بیان علاوه بر آنکه مصارف فراوان در تهیه حب و یا مخفی کردن طعم بد و ناپسند عده ای از مواد دارویی مختلف دارد، در فرمول بعضی فرآورده های دارویی هنوز هم وارد می گردد.	Fabaceae	ریشه شیرین بیان	<i>Liquiritiae radix</i>	ازدیاد قاعدگی
4,5	فرآورده های این گیاه اثر خلط آور دارند. ولی اگر به مقادیر زیاد مصرف شوند، شدیداً قوی و سمی می گردند، از این گیاه در رفع بیماری های دستگاه تنفسی نظیر آسم و سیاه سرفه استفاده به عمل می آید، مصرف مقادیر کم و درمانی آن ضمن از بین بردن اسپاسم ماهیچه های کوچک بروش ها، ایجاد حالت تهوع خاص می کند که خود موجبات سهولت خروج ترشحات بروش ها را فراهم می سازد.	Campanulaceae	برگ توتون هندی	<i>Lobelia infata</i>	کاهش توان رحم / از دست رفتن رتم رحم
1,29	لوبیا سفید منبع خوبی از پروتئین، فیبر و ویتامین ها است، این گیاه به کاهش کلسترول، کنترل قندخون و بهبود سلامت قلب کمک می کند.	Fabaceae	ترمس (لوبیا سفید)	<i>Lupinus albus</i>	قاعدگی آور
1,2,5	گل باقلا اثر مدر و ضد تشنج دارد از دم کرده آن در طی سالیهای متمادی به عنوان دفع سنگ کلیه در قولنج های کلیوی استفاده به عمل می آمده است، در بعضی نواحی هنوز هم مصرف آن به منظور رفع روماتیسم، قنرس آب آوردن بدن و- در بین مردم معمول است.	Fabaceae	باقلا	<i>Lupinus termis</i> - <i>L. angustifolius</i>	قاعدگی آور و سقط دهنده
1,2,5	از تمام قسمت های گیاه به عنوان پندآورنده خون و مقوی قلب استفاده می شود.	Lamiaceae	آجوگا یا پ دیسی (فراسیون آبی)	<i>Lycopus virginicus</i>	فعالیت ضد تیروتروپ وضد ترشح غدد جنسی / سرکوب کننده هورمونی و موجب کاهش قدرت باروری میشود
1,2,5	از آنها به عنوان مقوی معده، مدر، خلط آور، نیرودهنده، مقوی قلب و قاعده آور استفاده می شود.	Lamiaceae	فراسیون سفید، گندنای کوهی	<i>Marrubium vulgare</i>	ازدیاد قاعدگی، سقط جنین
1,2,5	پولنجه از لحاظ داروینود مواد از ته ویتامین های مختلفه، جاذب اعیت فراوان در تغلیبه اطفال است، به علاوه به علت داروینود مواد هکی نسبتاً زیاد در راشیتسم و تامین استخوان بندی مخصوصاً در حیوانان جوان، اثر مفید دارد.	Fabaceae	یونجه	<i>Medicago sativa</i>	تحریک رحم، اثرات موزاتیک و ژنوتوکسیک / افزایش قیاض رحمی
2,5	سرشاخه گلدار و برگ تازه گیاه، اثر نیرودهنده، مقوی معده، بادشکن و ضد تشنج دارد.	Lamiaceae	نعناع فلفلی	<i>Mentha piperina</i>	قاعدگی آور و سقط دهنده
2,5	میوه آن دارای طعم تلخ و اثر اشتهاآور، ملین و ضد کرم، مقوی و مقوی معده است و از آن در کم خونی، آسم و بروشیت استفاده می شود. شیره حاصل از گیاه، مخلوط بامواد دیگر به مصارف درمان آفت می رسد، به علاوه از شیره آن در موارد اشکال وقوع قاعدگی، به منظور باز شدن قاعدگی استفاده می گردد، ریشه اش اثر قاطع دارد و در درمان بواسیر می تواند موثر واقع شود.	Cucurbitaceae	خیار چنبر تلخ (لیموی تلخ)	<i>Momordica charantia</i>	سقط جنین، قاعده آور
1,2,5	باعث کرامپ های شبه قاعدگی و اتساع دهانه رحم می شود، تولد نوزادانی با عوارض قلبی- تنفسی، دارای ترکیبات سمی سیمتیک یا ترکیبات تحریک کننده رحمی مشابه اکی توکسین و آلتکلونید آرگوت	Asteraceae	متائوا تممتسا	<i>Montanoa tomentosa</i>	برای سقط، القای زایمان و کاهش عوارض قاعدگی استفاده می شود.
1,5	دانه این گیاه و همچنین پوششش خارجی آن از مواد محرک و موثراند که در تهیه بعضی لیکوره های مقوی قلب هضم کننده استفاده می شود ولی ادامه مصرف آنها خطرناک می باشد، مصرف بی رویه این اسانس، ایجاد نوعی رخت و خواب- عقیق همراه با کاهش عمل رفلكس ها می کند.	Myristicaceae	جوز هندی	<i>Myristica fragrans</i>	قاعدگی آور و سقط دهنده
1,26	دانه های این گیاه دارای خواص ضد التهابی و آنتی اکسیدانی هستند همچنین برای تسکین دردهای معده و بهبود هضم مفیدند.	Myristicaceae	درخت جوز	<i>Myristicea semen aril</i>	قاعدگی آور و سقط دهنده
1,5	گل نرگس دارای پیازی باثر قوی آور است، اهراب بدین منظور و رفع سوختگی ها به کار می برند	Amarylidaceae	پیاز نرگس	<i>Narcissus orientalis</i>	جرو داروهای گیاهی سقط آور / معنی در دوران بارداری
2,5	علف چشمه دارای اثر ضد اسکوریوت قوی است به طوری که مصرف آن، عوارض ناشی از فقدان ویتامین C را در مدت کوتاهی رفع می نماید، برای آن اثر تصفیه کننده خون، نیرودهنده، مدر، اشتهاآور، مقوی معده، آرام کننده در های عصبی، خلط آور، تب بر و کرم کش قائل اند، مصرف آن در بیماری قند اثر مفید دارد.	Brassicaceae	علف چشمه (گیاه آب تره)	<i>Nasturtium officinale</i>	قاعدگی آور و سقط دهنده
2,5	مقوی، مقوی معده، محرک، ضد تشنج، کم ریش ضد نرله، قاعده آور و ضد کرم است، اثر درمانی آن در رفع ضعف عمل دستگاه هضم، درد معده، نفخ، نرله های ششی و سرفه های مقاوم و در رفع سیاه سرفه و سکسکه و همچنین در دفع کم خونی دختران جوان، هیستری، تاخیر وقوع قاعدگی ناشی از ضعف یا بروز حالات تشنجی مورد بررسی و تأیید قرار گرفته است.	Laminaceae	نعنای گریه ای (سبل بری)	<i>Nepeta cataria</i>	قاعدگی آور و سقط دهنده
1,2,5	برگ خرزهره دارای خاصیت مقوی قلب نظیر استروفاکتوس ولی با اثر کمتر و ناپایدارتر است، به علاوه دارای اثر مدرتر از دیویتال می باشد، باین اختلاف که مانند آن در بدن جمع نمی گردد، از برگ خرزهره با همه خطرانی که به کاربردن آن در مصارف داخلی دارد، می توان در خیز اندام های بدن و تنگی نفس استفاده به عمل آورد.	Apocynaceae	خرزهره	<i>Nerium indicum</i>	سقط دهنده
2,5	دانه اش دارای اثر قاعده آور، ضد کرم، مسهل و زیاد کننده ترشحات شیر است، از دانه های آن هنوز هم برای مصارف مذکور و دفع گلوله های معده و بیماری نرله ای دستگاه تنفسی استفاده به عمل می آید.	Ranunculaceae	سیاه دانه	<i>Nigella sativa</i>	قاعدگی آور و سقط دهنده
2,1,5	سرشاخه های برگدار آن به عنوان مقوی معده مصرف می شود.	Lamiaceae	ریحان	<i>Ocimum basilicum</i>	قاعده آور، سقط جنین، جهش زا / اثرات سمی پرووی جنین، نقایض مادرزادی
1,2,5	این روغن دارای فاکتورهایی است که موجبات تسهیل در رشد و نمو را فراهم می سازد که خود باعث می شود مصرف آن در نارسانای تغذیه، توصیه گردد، به علاوه دارای اثر رفع التهاب های مزمن در آرتریت روماتوئید می باشد، همچنین این روغن در تصاب مغز و نخاع، مفید واقع می شود. (گیاهان دارویی زکری) / درمان بیماریهای التهابی مانند درد پستان، درد های قاعدگی، آرتریت و القای زایمان شناخته می شود	Onagraceae	روغن گل مغربی	<i>Oenothera bennis</i>	قاعدگی آور و سقط دهنده



1,5	ممکن است دوز بالای عصاره مرزنجوش باعث ناهنجاری جینی و سقط در مادران باردار شود/ ازدیاد قاعدگی	دارای اثر آرام کننده، نیرودهنده، ملر، معرق و مقوی معده نظیر سایر گیاهان این تیره است، در استعمال خارج دارای اثر التیام دهنده زخم هاست(گیاهان دارویی زرگری)/ آرام بخش، ملر، ضدسرطان، ضد عفونی کننده و التیام بخش زخم می باشد، همچنین در درمان دیابت پیمانه‌های گوارشی و دیسموره استفاده می شود.	Lamiaceae	مرزنجوش	<i>Origanum majorana</i>
1,5	قاعدگی آور و سقط دهنده	سرشاخه های گلدار این گیاه، دارای اثر نیرودهنده است و دردیف مقوی های تلخ قرار دارد به علاوه چون دارای خاصیت ملر، مقوی معده، مسکن اعصاب، قاعده آور(استفاده از آن به صورت حمام)، و ملین است و در درمان بیماری های مختلف از آن استفاده می گردد، مصرف دم کرده آن برای درمان نوله های مومن، آسم، زردی، یرقان، دردکلو، سرفه، دردهای عصبی، آب آوردن انساج، تاخیر وقوع قاعدگی یا تسکین دردهای قاعدگی این حالت توصیه شده است.	Lamiaceae	مرزنجوش وحشی	<i>Origanum vulgare</i>
2,5	قاعدگی آور و سقط دهنده	ضد اسکوربوت، ملر، ضد عفونی کننده، نسبتاً قابض و در استعمال خارج دارای اثر باز کننده ممل و جراحات است، در مصارف داخلی نباید برای مبتلایان به سنگ کلیه، ققرس و ورم مفاصل، به علت دارا بودن مقادیر زیاد اسکالات پتاسیم تجویز گردد، برای آن اثر قاعده آور قائل اند و به علاوه آن را پانزهر مناسبی برای آرتیتیک و جیوه می دانند.	Oxalidaceae	شبدر ترشک جنگلی	<i>Oxalis acetosella</i>
2,47	قاعدگی آور و سقط دهنده	پتونیای دارای خواص ضد التهابی و آرام بخش است، از آن در طب سنتی برای درمان اختلالات قاعدگی و مشکلات کبد استفاده می شود.	Paeoniaceae	گل صد تومانی	<i>Paeonia officinalis</i>
1,2,5	قاعدگی آور و سقط دهنده	برگ و گل آن اثر خواب آور ملایم و خفیف دارد، کیسول همه واریته های خشخاش در مواقع بروز دردهای روده، اسهال ساده، دیسنتری، تحریک مخاط، ها، استفراغ های تشنجی، سرفه های عصبی، درد های سرطانی و غیره اثر مسکن و آرام کننده ظاهر می کند.	Papaveraceae	شقایق(خشخاش)	<i>Papaver somniferum</i>
1,5	قاعدگی آور و سقط دهنده	قسمت های مختلف گیاه، دارای اثر آرام کننده و ضد تشنج است و از آن در رفع یخوبای ها، ضعف اعصاب، میستری و رفع عوارض پاناسگی، نتایج خوب به دست آمده است، مصرف آن در اختلالات قاعدگی منشا عصبی، موثر ذکر شده است.	Passifloraceae	گل ساعت	<i>Passiflora incarnata</i>
1,6,5	قاعدگی آور و سقط دهنده	قابض و دارای اثر مقوی و آرام کننده درد های عصبی و رفع اسهال است، مصرف آن در رفع سردردهای یکطرفه میگرنی موثر ذکر شده است.	Sapindaceae	گوارانا	<i>Paullinia cupana</i>
1,2,25	ژنوتوکسیک، هپاتوتوکسیک، اثرات سرطان زا قاعده آور/ اثرات سمی بیرونی جین نقایص مادر زادی	این گیاه معمولاً برای درمان سردردهای میگرنی و مشکلات تنفسی استفاده می شود همچنین دارای خواص ضد التهابی است.	Asteraceae	سایبان	<i>Petasites hybridus</i>
1,2,5	ازدیاد قاعدگی، سقط جین	ریشه جعفری اثر ملر و اشتها آور دارد، چوشانده ریشه به طور کلی تمام قسمت های گیاه، در موارد آب آوردن انساج، خیر عمومی بدن، سنگ کلیه، اختلالات دستگاه هضم، نفخ، زردی، بیماری های کبد و طحال، تنگی نفس، ترشحات معده(زنانگی)، قطع حالت قاعدگی در زنان ناشی از ضعف پیمانه‌های جلدی و همچنین قاعدگی های دردناک به کار می رود، مصرف آن در سرخک باعث می گردد که ظاهر شدن دانه ها به وضع سهلتر صورت گیرد؛ میوه جعفری(دانه)، صفات درمانی شبیه ریشه آن دارد به علاوه اثر در رفع تب های توبه و باز شدن قاعدگی، قطعی است.	Apiaceae	جعفری	<i>Petroselinum sativum</i>
1,5	قاعدگی آور و سقط دهنده	نیرو دهنده، تسکین دهنده سرفه، ملر و ضد نوله است از آن برای رفع نوله های مومن مخاط های دستگاه تنفسی و مجاری ادرار استفاده می شود.	Pinaceae	کاج	<i>Pinus</i>
1,5	قاعدگی آور و سقط دهنده	ریشه گیاه دارای علم تند و اثر مقوی معده، ملین و اشتها آور است میوه نارس آن طعم ملایم دارد و در نارسائی های هضمی منشا ضرا که با تلخی دهان، سردرد و تهوع همراه است، اثر مفید ظاهر می کند، میوه رسیده آن مقوی معده، مقوی باء، تب بر، زیاد کننده ترشحات ادرار، رفع کننده یخوبای و غیره است.	Piperaceae	فلفل دراز(دارفلفل)	<i>Piper longum</i>
1,2,5	قاعدگی آور و سقط دهنده	ریشه این گیاه اثر ضد عفونی کننده و ملر دارد و سابقاً نیز به مصارف درمان بیماری های تناسلی-اداری مانند التهاب ادرار و ورم مثانه می رسیده است. برای درمان اضطراب، یخوبای و علائم پاناسگی به کار میروند.	Piperaceae	کاواکاوا	<i>Piper methysticum forst</i>
6,5	قاعدگی آور و سقط دهنده	ریشه، برگ و دانه این گیاهان اثر قابض و نرم کننده دارد و از آنها به عنوان تصفیه کننده خون، آرام کننده و رفع تحریکات در نوله های مومن بروزن ها، نوله مجاری ادرار و دستگاه هضم، رفع ناراحتی های آسم مطروب، اسهال های ساده، روم مخاط دهان، درد دندان و حتی درد گیش استفاده می گردد.	Plantaginaceae	بارهنگ	<i>Plantago major</i>
6,5	قاعدگی آور و سقط دهنده	دانه گیاه دارای اثر نرم کننده و رفع التهاب است، در درمان دیسنتری و رفع اختلالات صفراوی دستگاه هضم موثر واقع می گردد، با وارد کردن دانه گیاه در آب، خمصاد خوبی با اثر نرم کننده تهیه می شود، اگر دانه گیاه در مقدار زیادتری آب وارد شود، براثر باز شدن، میوسلای فراوان در آن وارد می سازد که می توان از آن به عنوان نرم کننده در تمام موارد التهابی استفاده به عمل آورد.	Plantaginaceae	بارهنگ تخم مرغی	<i>Plantago ovata Forsk</i>
2,5	قاعدگی آور و سقط دهنده	ریشه گیاه و پوست آن، مقوی، بادشکن، قابض و ضد کرم است از آن برای رفع ناراحتی های روده، دیسنتری، التهاب، آب آوردن شکم و تسکین عارض استفاده می شود، برای برگ آن اثر محرک، تاول آور و مقوی ذکر شده است.	Plumbaginaceae	علف سری	<i>Plumbago zeylanica</i>
2,5	قاعدگی آور و سقط دهنده	اثر قابض قوی، قاعده دهنده دارد، چوشانده آن جهت رفع اسهال و دیسنتری به کار می رود و حتی در اسهال هایی که با مصرف داروهای قابض دیگر، نتیجه گرفته نمی شود، از آن غالباً نتایج مثبت به دست می آید، عده ای از پزشکان قدیم آنرا در رفع ورم روده بزرگ، حتی در مواردی که با خونریزی هم همراه باشد و همچنین در دفع ترشحات معده موثر ذکر نموده اند.	Polygonaceae	علف گره	<i>Polygonum aviculare</i>
1,2,5	قاعدگی آور و سقط دهنده	در کشورهای آسیایی به عنوان یک ماده تقویتی و ضدیری استفاده می شود.	Polygonaceae	علف هفت بند	<i>Polygonum multiflorum</i>
1,22	جود داروهای گیاهی سقط آور ممنوع در دوران بارداری/ قاعدگی آور	این گیاه در طب سنتی برای درمان بیماری های گوارشی، عفونت ها و التهاب ها استفاده می شود.	Apiaceae	جاوشیر	<i>Prangus ferulacea</i>
2,5	قاعدگی آور و سقط دهنده	علاوه بر خاصیت مسهلی، آرام کننده و تب بر، مصرف مداوم مغز هسته، به علت دارا بودن آمیگدالین و آزاد شدن اسید سیانیدریک، ممکن است مسمومیت ایجاد کند.	Rosaceae	هسته هلو	<i>Prunus persica</i>
2,5	قاعدگی آور و سقط دهنده	گل هلو و برگ آن، اثر مسهلی ملایم، ملر، آرام کننده و کم و بیش تب بر دارند، برای پوست درخت نیز، اثر تب بر و ضد کرم قائل اند.	Rosaceae	هلو	<i>Prunus persica</i>
6,34	قاعدگی آور و سقط دهنده	این گیاه دارای خواص آنتی اکسیدانی و ضد باکتریایی است و در طب سنتی برای درمان بیماری های پوستی استفاده می شود.	Rosaceae	گیلاس سیاه	<i>Prunus scrotina</i>
1,8	قاعدگی آور و سقط دهنده	اثار غنی از آنتی اکسیدان، ویتامین C و فیر است که به کاهش التهاب، بهبود سلامت قلب و پیشگیری از سرطان کمک می کند.	Punicaceae	انار	<i>Punica granatum</i>
1,2,5	قاعدگی آور و سقط دهنده	سابقاً در نواحی ملایم، برای رفع تب های توبه به کار می رفته است و برای این کار، له شده آن را بر روی مع دست قرار می دادند، استفاده از این گیاه منحصر به زمانهای خیلی قبل بوده است به طوری که امروزه به علت سمیتی که دارد، اصولاً مصرف نمی گردد.	Ranunculaceae	آلاله	<i>Ramunculus</i>
2,5	در دوران بارداری منع مصرف دارد	ریشه این گیاه، به علت داشتن آکالوئید های موثر، جهت پایین آوردن فشار خون، تسکین عصبی و رفع اختلالات روحی مورد استفاده قرار می گیرد.	Apocynaceae	انجیر هندی	<i>Ranwolfiae radix</i>
2,10	قاعدگی آور و سقط دهنده	این گیاه به عنوان ملین و برای درمان یبوست استفاده می شود همچنین ممکن است در درمان مشکلات کبدی و صفراوی موثر باشد.	Rhamnaceae	پوست درخت زردآلو	<i>Rhamnipurshianae cortex</i>
2,5	قاعدگی آور و سقط دهنده	شیره زبرن، مسهلی است قوی که سابقاً مصارف زیاد در درمان بیماری ها داشته ولی امروزه کمتر به کار می رود، شیره زبرن معمولاً به صورت شربت و غالباً همراه با <i>Eau de vie allemande</i> مصرف می شود، از زبرن، در احتقان معزی(پر دختی) به منظور دور کردن خون از مغز و به علت مدروند، در آب آوردن انساج، می توان استفاده به عمل آورد.	Rhamnaceae	خوشه انگور، آتش نگور	<i>Rhamnus catharticus</i>
2,27	قاعدگی آور و سقط دهنده	این گیاه به عنوان ملین طبیعی شناخته می شود و برای درمان یبوست مزمن استفاده می شود همچنین ممکن است خواص ضد التهابی داشته باشد.	Rhamnaceae	سیاه توسه	<i>Rhamnus frangula</i>
1,5	قاعدگی آور و سقط دهنده	مقادیر کم پوست کاسکارا، اثر ملین و مقادیر زیاد و درمانی آن، اثر مسهلی قوی دارد، به علت قوت تقیاضات روده بیش می آید در دفع یبوست های مزمن مورد استفاده قرار گیرد.	Rhamnaceae	ارجنگ، کاسکارا	<i>Rhamnus purshiana</i>
1,39	قاعدگی آور و سقط دهنده	این دانه معمولاً به عنوان ملین و برای پاکسازی روده ها استفاده می شود همچنین ممکن است در کاهش التهاب موثر باشد.	Rhamnaceae	دانه سنجد تلخ	<i>Rhamnicathartisi fructus</i>



<i>Rhei radix</i>	ریشه ریواس	Polygonaceae	این گیاه به عنوان ملین قوی شناخته می شود و در طب سنتی چینی برای درمان یبوست و مشکلات گوارشی استفاده می شود.	قاعده گی اور و سقط دهنده	2,12
<i>Rheum palmatum</i>	ریواس	Polygonaceae	اگر به مقدار کم مصرف شود، اثر مقوی تلخ، اشتهاآور، محلل و محرک اعمال هضم ظاهر می کند، مقادیر زیادتر و درمی آن، اثر ملین و مسهل ملایم دارد.	قاعده گی اور و سقط دهنده	1,5
<i>Ricinus communis</i>	دانه کرچک	Ephorbiaceae	روغن دانه این گیاه به عنوان ملین طبیعی شناخته می شود و در درمان یبوست استفاده می شود همچنین دارای خواص ضدالتهابی است.	قاعده اور، سقط جین	1,6,2,16
<i>Ricinus communis</i>	روغن کرچک	Ephorbiaceae	روغن کرچک دارای اثر ملین و مسهل است، مصرف آن با تحریکات روده همراه نیست و به علاوه می توان آن را مناسب ترین مسهل در دوره آبستنی دانست به عنوان رفع یبوست عادی نیز می توان روغن کرچک را مورد استفاده قرار داد. عمدتاً به عنوان یک ماده ملین مورد استفاده قرار می گیرد، همچنین در القای زایمان موثر است.	سوزاین باید انجام شود، قاعده گی اور و سقط دهنده/ می تولد موجب ناهنجاری در جبین شود	1,5
<i>Rosmarinus officinalis</i>	رزماری	Lamiaceae	دارای اثر مدر، ضد تشنج، صرغبر، مقوی معده و نیرودهنده بسیار قوی است، در استعمال خارج نیاز اثر التیام دهنده و قابض دارد، مصرف رزماری چون موجب سهولت ترشح و دفع صغرا می شود از این جهت از آن در بیماریهای یرقان و نارسائی اعمال کبد استفاده به عمل می آورند.	ازدیاد قاعده گی، سقط جین/ قاعده گی اور و سقط دهنده	1,5
<i>Rubia tinctorum</i>	روناس	Rubiaceae	این گیاه به عنوان رنگ را مورد استفاده قرار می گیرد و همچنین دارای خواص ضدباکتری و ضد التهابی است.	قاعده گی اور و سقط دهنده	1,2,18
<i>Rubus idaeus</i>	تمشک قرمز	Rosaceae	مصرف میوه آن برای بیماران مبتلا به مرض قند، مبتلایان به روماتیسم و یا سوء هضم، مشروط بر آنکه ایجاد تخمیرانی در دستگاه گوارش نشاند، توصیه گردیده است، فستاد در موارد وجود التهاب انقباضی داخلی بدن، تب های صغراوی، التهاب مجاری ادرار، آنزیم و اسکوربوت، اثر مفید ظاهر می نماید به علاوه مدر است، دم کرده گل آن اثر معرق دارد و در سرماخوردگی، تب های دانه ای، قفرس و روماتیسم می تولد مصرف گردد، برگ آن اثر قابض دارد.	قاعده گی اور و سقط دهنده	2,5
<i>Ruta graveolens</i>	سداب	Rutaceae	بررسی های متعدد اثر قاعده اور سداب را به اثبات رسانیده است: مقادیر درمانی سداب، اثر نیرودهنده، ضد تشنج، قاعده اور و ضدخونریزی دارد در استعمال خارج التیام دهنده زخم ها و حشره کش است	قاعده گی اور و سقط دهنده	1,5
<i>Rutae folium</i>	برگ روتا	Rutaceae	برگ ک ششده روتا، اثر قمرزکننده و التیام دهنده زخم ها دارد، تقیه آن در موارد عدم تکفایت اعمال روده، رفع نفخ و تاخیر وقوع قاعده گی کمک موثر می نماید.	قاعده گی اور و سقط دهنده	1,2,5
<i>Salvia officinalis</i>	مریم گلی	Lamiaceae	این گیاه با ارزش ترین نوع دارویی تیره نعناع و دارای اختصاصات درمانی مهم بالشی قاطع است، برگ آن به علت دارا بودن اسانس، دارای اثر نیرودهنده و به مناسبت واجد بودن تانن مقوی است، به علاوه دارای خاصیت تسهیل کننده عمل هضم، مدر، ضد تشنج، تب بر، ضد عفونی کننده، کم کننده مقدار قند خون و قاعده اور می باشد، اثر رفع عرق ششانه نیز دارا می باشد در استعمال خارج از آن جهت التیام و ضد عفونی کردن زخمها و جراحات استفاده به عمل می آید.	قاعده گی اور و سقط دهنده	1,5
<i>Sanguinaria canadensis</i>	سرخ بن (عرق الدم)	Papaveraceae	مقادیر زیاد آن سمی و خطرناک است به طوریکه عوارضی نظیر سرگیجه، اختلالات بینایی، تهوع، فی، دل پیچه، ضعف کلی و از بین رفتن قوا، همراه با سرد شدن کلی بدن به وجود می آورد.	قاعده گی اور و سقط دهنده	1,5
<i>Santalum album</i>	گیاه صندل هندی	Santalaceae	چوب صندل، دارای اثر قابض، مقوی قلب و اسانس آن دارای اثر رفع ورم مجرای بول و ترشحات غیر طبیعی آن است، اسانس صندل، از راه دستگاه گوارش به سهولت جذب و تسهیل آن نیز که از راه کلیه و شش ها دفع می گردد در این اعضاء ضد عفونی به عمل می آورد در این موقع، بوی آن در ادرار و بخار دهان احساس می شود، مصرف مقادیر زیاد آن، ایجاد احساس سوزش و گرما در ناحیه معده و گاهی تهوع و استفراغ می کند، مصرف آن در التهاب مجاری ادرار و ورم مثانه ناشی از ابتلا به سوزاک و همچنین پروتشت مزمن که با ترشحات فراوان همراه باشد و گاهی به عنوان قابض در اسهال های سخت، توصیه شده است.	قاعده گی اور و سقط دهنده	1,5
<i>Sassafras albidum</i>	ساسافراس سفید (رازایانه بو)	Lauraceae	ساسافراس دارای اثر معرق و بادشکن است، پزشکان آمریکا پوست آن را برای رفع بیماریهای جلدی، روماتیسم و عوارض سیفیس های کهنه و مزمن مورد استفاده های درمانی قرار می داده اند، برای آن اثر تصفیه کننده خون و رفع قفرس نیز قائل اند.	قاعده گی اور و سقط دهنده	1,5
<i>Scilla maritima</i>	پیاز دشتی	Asparagaceae	این گیاه معمولاً برای درمان بیماری های قلبی و مشکلات تنفسی مورد استفاده قرار می گیرد اما باید با احتیاط مصرف شود زیرا ممکن است سمی باشد.	جوز داروهای گیاهی سقط اور منع در دوران بارداری	1,38
<i>Seasamum indicum</i>	کنجد	Pedaliaceae	اثر ملین دارد و مصارف تغذیه ای و آرایشی بهداشتی دارد.	قاعده گی اور و سقط دهنده	1,5
<i>Secalecomutum</i>	ارجوت (گندم سیاه)	Claviciaceae	این گیاه معمولاً در طب سنتی برای درمان اختلالات گوارشی و مشکلات کبدی مورد استفاده قرار می گیرد.	قبل و بعد از سقط استفاده میشود.	2,30
<i>Seidlitzia rosmarinus</i>	اشنان	Amaranthaceae	اشنان دارای خواص آنی اکسیدانی، ضد التهابی و تقویت کننده حافظه است همچنین ممکن است در تسکین دردهای عضلانی موثر باشد.	جوز داروهای گیاهی سقط اور منع در دوران بارداری	1,13
<i>Senecio vulgaris</i>	بابونج الطیور	Asteraceae	تمام قسمت های این گیاه، اثر قاعده اور قوی، پندآورنده خون و کمی ملین دارد، با مصرف فرآورده های آن، چون از طرفی وقوع قاعده گی و نظم آن برقرار می شود و از طرفی دیگر دردهای قبل و بعد از قاعده گی برطرف می گردد، از این جهت در مورد اشکال و وقوع قاعده گی و یا قطع آن حالت در زنان و دختران جوان، می تولد مورد استفاده قرار گیرد، با مصرف مقدار کم فرآورده های این گیاه، فشار خون بالا می رود و قیاسات مایعجه قلب ضعیف می گردد، در حالی که اگر در مقادیر زیادتر به کار رود چون موجب تقیاض را در عروق فراهم می سازد، از این جهت اثر پندآورنده خون ظاهر می کند.	قاعده گی اور	1,6,5
<i>Senica aureus</i>	ریشه زندگی	Asteraceae	به عنوان یک ملین طبیعی شناخته می شود و برای درمان یبوست استفاده می شود همچنین ممکن است در کاهش وزن و سم زدایی بدن موثر باشد.	ازدیاد قاعده گی، اثرات تراژوتیک/ اثرات سمی بر روی جین، تقایض مادرزادی	1,44
<i>Senna</i>	سنا	Fabaceae	مشابه ریشه زندگی، سنا به عنوان یک ملین قوی عمل می کند و برای درمان یبوست های حاد و مزمن استفاده می شود همچنین ممکن است در تسکین دردهای شکمی موثر باشد.	قاعده گی اور و سقط دهنده	1,27
<i>Senna folium</i>	برگ سنا	Fabaceae	برگ های سنا دارای ترکیبات آنتراکینون هستند که باعث تحریک روده ها و افزایش حرکات روده ای می شوند.	قاعده گی اور و سقط دهنده	4,11
<i>Senna fructus</i>	پوست سنا	Fabaceae	میوه های سنا نیز خاصیت ملینی دارند و معمولاً در ترکیب با دیگر گیاهان دارویی برای تقویت اثرات ملینی استفاده می شوند.	قاعده گی اور و سقط دهنده	6,2,23
<i>Symphytum herba folium</i>	برگ سفیتون	Boraginaceae	از ریشه، برگ و ریزوم آن استفاده درمانی به عمل می آید ولی ریشه اش به علت دارا بودن مواد موثره مختلف کونسولیدین و اثرات درمانی مهمتر، بیشتر مورد توجه می باشد.	حای آلکالوئیدهای پیرولیزیدین، هیاتوتوکسیک، سقط جین	1,5
<i>Symphytum officinale</i>	هماور طی (سفیتون)	Boraginaceae	ریشه این گیاه اثر نرم کننده، تسکین دهنده، آرام کننده درد و ضدخونریزی دارد به علاوه دارای خاصیت التیام دهنده به نحو قاطع است به طوری که از این نظر برسیاری از گیاهان و داروهای مختلف مزیت دارد همچنین اطباء مصرف آن را در بیماری های مختلف مانند اخلاط خونی، بیماری های سینه، سرفه های مداوم، وجود خون در ادرار، خونریزی در فواصل قاعده گی، اسهال، ایلر معده و روده توصیه نموده اند.	اثرات سمی بر روی جین، تقایض مادر زادی	1,5
<i>Symphytum radix</i>	ریشه سفیتون	Boraginaceae	ریشه اش علاوه بر دارا بودن اثر نرم کننده و مدر، خاصیت التیام دهنده به نحو قاطع دارد.	در دوران بارداری منع مصرف دارد	2,1,5
<i>Tanacetum parthenium</i>	اقحوان	Asteraceae	این گیاه به عنوان مسکن طبیعی شناخته می شود و در کاهش سردردهای میگرنی، التهاب و درهای مفصلی موثر است.	افزایش قاعده گی و سقط جین	1,32
<i>Tanacetum vulgare</i>	گیاه دکمه طلایی (حشیشه الملوک)	Asteraceae	مقادیر کم آن، اثر مقوی، هضم کننده، مدر، ضد کرم، قاعده اور، تب بر و ضد عفونی کننده دارد ولی اگر به مقادیر زیاد مصرف شود، اثرات سمی (به علت دارا بودن اسانس) ظاهر می کند و عوارض تشنجی پیش می آورد از این جهت مصرف آن باید در نهایت دقت صورت گیرد، خاصیت حشره کشی گیاه نیز قوی است.	قاعده گی اور و سقط دهنده	2,5
<i>Taxus wallichiana</i>	سرخدار هیمالیا	Taxaceae	میوه عاری از دانه گیاه، اثر نرم کننده، رفع سرفه و ملین دارد.	قاعده گی اور و سقط دهنده	1,5
<i>Thuja occidentalis</i>	سدر زرد	Cupressaceae	برگ و شاخه های گندار این گیاه دارای اثر قاعده اور، خلط آور، معرق، نرم کننده مدر و ضد روماتیسم می باشند و از آنها جهت از بین بردن زگیل و درمان بواسیر استفاده به عمل می آید.	قاعده گی اور و سقط دهنده	1,5
<i>Thymus vulgaris</i>	آویشن	Lamiaceae	مواد موثره انقباضی این گیاه، بر روی دستگاه گردش خون و مراکز عصبی اثر دارد مانند آنکه دامنه ضربان نفس را بالا می برد، قوای جسمانی را بالا می برد و عمل دستگاه هضم را تقویت می کند، مصرف فرآورده های این گیاه در رفع زردی، ضعف	قاعده گی اور	1,2,5



			قوا که منشأ عصبی داشته باشند، اثر مفیدی ظاهر می نمایند، علاوه بر این، خواص ضدعفونی کننده و ضد تشنج دارد و از آن در بیماریهای دستگاه تنفسی، به منظور تعدیل تشنجات و تاثیر مفید بروی ترشحات آن می توان استفاده به عمل آورد.		
1,5	قاعده گی آور	Apiaceae	زنیان	<i>Trachyspermum ammi</i>	میوه این گیاه دارای اثر بادشکن و ضد نفوع است، برای آن اثر مقوی، ضد کرم و مدر نیز قائل اند، از میوه آن برای استخراج تیمول استفاده به عمل می آید.
1,5	جود داروهای گیاهی سقط آور منبت در دوران بارداری / قاعده گی آور	Fabaceae	شنبلیله	<i>Trigonella foenum graecum</i>	دانه شنبلیله نه تنها اثر نرم کننده و رفع تحریکات جلدی دارد بلکه دارویی است است نیروبخش که دارای اثر ترمیم کننده قوای از دست رفته می باشد، از این نظر مصرف آن اختصاصا در بیماران مبتلا به سلو افراد لاغر و لطیف، به منظور فراهم آوردن ذخایر لازم در بدن اثر مفید ظاهر می کند.
2,5	ایجاد اختلالات بروش، لوله عصبی تکامل و عدم تشکیل بخش حرکتی قدامی بدن جنین، در غلظت های بالاتر اختلالات شدیدتری مانند اختلالات بینایی و شنوایی، پیش محور بدن و میکروسفالی و غیر طبیعی بودن جنین و نوزاد می شود.	Celastereae	تریپتریگیوم ویلفردی	<i>Tripterygium wilfordii</i>	به منظور درمان آرتروزهای روماتوئیدی، تقریب مرمین و جلوگیری از باروری مردان استفاده می شود.
1,5	اثرات سمی بروی جنین، نقایص مادر زادی	Asteraceae	پای خر یا پای کره آسی	<i>Tussilago farfara</i>	کاپیتول های این گیاه اثر خلط آور و نرم کننده دارد از این جهت به منظور رفع سرفه، گریپ و بیماریهای مختلف مسینه مصرف می شود، ضمد حاصل از له شده برگ گیاه، جهت سرباز کردن دمل به کار می رود.
2,5	قاعده گی آور و سقط دهنده	Ultricaceae	گزرنه	<i>Ultrica dioica</i>	این گیاه در تقویت اعمال هضم، ازدیاد ادرار، رفع تله، پتادوردن خون، علاج بیماری قند، مسهل، ضد کرم، قاعده آور و احتمالا ازدیاد ترشح شیر و بازکردن قاعده گی اثر مفید دارد
2,33	در دوران بارداری منع مصرف دارد	Ericaceae	برگ انگور خرس	<i>Uva ursi folium</i>	این گیاه به عنوان یک ضد عفونی کننده ادراری شناخته شده است و در درمان عفونت های ادراری کاربرد دارد.
6,2,5	اختلال در جذب آهن / افزایش اقتباس رحنی	Valeriaceae	سنبل الطیب، علف گربه	<i>Valeriana officinalis</i>	ریشه سنبل الطیب دارای اثر ضد تشنج قوی است و از آن در رفع ناراحتی های منشأ عصبی، هستری و به عنوان کاهش دهنده مقدار دفع ادرار در مبتلایان به بیماری قند، استفاده می گردد غسمنان در تمام مواردی که تحریکات رحنی در بیمار شدت پیدا می کند، فرآورده های ریشه سنبل الطیب به عنوان یک داروی کمک، در معالجه مبتلایان به صرع می تواند کمک موثر بنماید، از ریشه سنبل الطیب در طب عوام، برای رفع یخولی و به عنوان بادشکن و ضد کرم نیز استفاده به عمل می آورند.
2,5	قاعده گی آور و سقط دهنده	Scrophulariaceae	---	<i>Veronicastrum virginicum</i>	از نظر درمانی دارای اثر مسهل قوی است.
1,2,5	سقط جنین	Apocynaceae	گل نیلوفر (گل وینکا)	<i>Vinca rosa</i>	برای این گیاه اثر کم کننده مقدار قند غیر طبیعی خون قائل اند ولی هنوز این اثر از نظر درمانی محقق نشده است، استفاده از آن در بعضی فرم های لوسمی، به علت تاثیر آنکالوئیدیهای گیاه، مفید ذکر شده است، چون غالب آنکالوئیدیهای این گیاه اثرات ضد توموری و ارزش درمانی قابل توجه دارند.
1,5	قاعده گی آور و سقط دهنده	Loranthaceae	داروایش	<i>Viscum album</i>	داروایش اثر پایین آورنده فشار خون دارد و از این نظر می توان به مقادیر کم و درمانی به منظور کم کردن فشار خون، رفع تصلب شرائین و عوارض ناشی از آن به کاربرد، داروایش درعین حال شتاب ضربان قلب و حجم دفع ادرار را زیاد می کند.
2,5	استفاده از این گیاه باعث افزایش هورمون های گنادوتروپین و هورمون های تخمدانی شده که خود می تواند باعث افزایش تحریکات رحنی و افزایش خطر سقط شود، قاعده گی آور	Lamiaceae	اثلج، پنج انگشت	<i>Vites agnus-castus</i>	عصاره آن اثر ضد آندروژنی داشته و میوه آن در درمان تب، سردرد، نفخ و پیوست استفاده می شود همچنین مستقیما بر محور هیپوفیز هیپوتالاموس تاثیر مستقیم دارد.
1,5	قاعده گی آور و سقط دهنده	Solanaceae	پنیرباد خواب آور	<i>Withamia somnifera</i>	از میوه این گیاه، گاهی، در طب عوام، به عنوان خواب آور استفاده به عمل می آید، دانه اش دارای اثر ملز و میوه اش دارای اثر معتدکنده شبیر است از این جهت در بعضی نواحی آفریقا مانند سودان، به این مصرف می رسد از نظر درمانی اثر ضد تشنج و ضد تومورهای سرطانی دارد.
2,15	قاعده گی آور و سقط دهنده	Rutaceae	خاکستر خاردار	<i>Zanthoxylum americanum</i>	این گیاه دارای خواص ضد التهابی و ضد عفونی کننده است و ممکن است در درمان مشکلات گوارشی موثر باشد.
1,4,2,5	قاعده گی آور و سقط دهنده	Zingiberaceae	زنجبیل	<i>Zingiber officinale</i>	زنجبیل دارای اثر نیرو دهنده، مقوی معده، بادشکن و ضد اسهال و یبوست است و اگر بروی پوست بدن مالش داده شود، ایجاد تحریک و قرمزی می کند، دارای خواص ضد سرطانی، ضد آلرژی و ضد التهاب برای درمان بیماری های ایمنی، گوارشی، قلبی عروقی و...
1,37	قاعده گی آور و سقط دهنده	Zingiberaceae	ریشه زنجبیل	<i>Zingiberis rhizome</i>	زنجبیل به عنوان یک ضد التهاب طبیعی شناخته شده است و در تسکین حالت تهوع، درد عضلانی و مشکلات گوارشی کاربرد دارد.
1,5	قاعده گی آور و سقط دهنده	Rhamnaceae	رملیک	<i>Ziziphus nummularia</i>	استهپاور و مقوی معده است برگهای تازه آن اگر بروی جوش و دانه های جلدی قرار داده شود، آن را درمان می کند. جوشانده برگهای آن به صورت حمام موضعی، جهت رفع درد مفاصل به کار میرود و اگر این جوشانده قرقره شود خونریزی لته ها و در دگلو را برطرف می سازد.

۴. بحث و نتیجه گیری

علاوه بر اثرات درمانی گیاهان دارویی، برخی گیاهان دارویی دارای اثرات سوء بر زنان باردار هستند. برخی از این گیاهان با تاثیر بر محور هیپوتالاموس – هیپوفیز باعث تغییر در هورمون های زنانه و قاعده گی می شوند. برخی گیاهان دارویی دارای ماده ان متیل – سایتوزین هستند که دارای اثرات ترانوژنیک هستند و برخی دارای ماده ای مانند تاپسین هستند که اثرات سمی ولی غیر ترانوژنیک بر روی جنین دارند (Kennelly et al., 1999). بعضی از گیاهان دارویی باعث انقباضات شدید رحنی شده و سقط دهنده هستند. آنچه در این مورد بسیار حائز اهمیت است این است که گیاهانی که به صورت معمول به عنوان طعم دهنده در غذاها استفاده میشوند مثل شنبلیله (*Trigonella foenum graecum*)، ریحان (*Ocimum basihicum*)، آویشن (*Thymus vulgaris*)، زردچوبه (*Curcuma longa*) و غیره و همین طور گیاهانی که به صورت خوراکی معمول استفاده می شوند مثل ریواس (*Rheum palmatum*)، بادام تلخ (*Amygdalus vommunis*)، بهار نارنج (*Citrus bigaralia*) و غیره باعث ازدیاد قاعده گی و در مواردی موجب سقط جنین می شوند که این امر توجه به ویژگی های دارویی این گیاهان را



حائز اهمیت میکند. همین طور دمنوش های گیاهی از جمله بابونه (*Chamaemelum*)، شیرین بیان (*Glycyrrhiza glabra*)، زنیان (*Trachyspermum ammi*)، گل گاوزبان (*Borago officinalis*) و غیره که معمولاً مورد استفاده عموم مردم قرار میگیرند علاوه بر خواص ویژه دارویی خود می توانند عوارض ناخواسته و جبران ناپذیری در دوران بارداری داشته باشند. لذا لازم است از مصرف خودسرانه گیاهان دارویی به خصوص در زمان بارداری خودداری کرده و قبل از استفاده از آنها با پزشک معالج یا متخصص طب سنتی مشورت کرد.

منابع

- اردکانی، م.، جمالی، ف.، مومنی، م.، رضایت، آ.، یآوری، م. ۱۳۹۲. تغذیه در دوران بارداری: از طب سنتی تا پزشکی رایج. مجله طب سنتی اسلام و ایران. ۴(۴): ۳۵۹-۳۴۴.
- اسماعیلی زاده، م.، مرادی، ب. ۱۳۹۶. گیاهان دارای عوارض سوء در بارداری- یک مطالعه مروری مبتنی بر شواهد. مجله زنان، مامایی و نازایی ایران. ۲۰: ۲۵-۹.
- انتظاری، ب.، کاراژیان، ح.، شریفی، ا. ۱۳۹۵. بررسی اثر عصاره چوبک بر خواص آنتی اکسیدانی و ماندگاری دونات. نشریه ی نوآوری در علوم و فناوری غذایی. ۹(۱): ۲۷-۳۹.
- خونساری، آ.، گرجی، ک.، موسوی، آ.، عبدالله پور، ف. ۱۳۸۸. مرور سیستماتیک بر مهمترین گیاهان دارویی و جایگاه بین المللی استفاده از آنها در درمان بیماریها. فصلنامه علمی - پژوهشی دانشگاه علوم پزشکی لرستان. ۱۱(۵): ۵۶-۴۵.
- زرگری، ع. ۱۳۷۰. گیاهان دارویی. تهران: انتشارات دانشگاه تهران.
- سرشتی، م.، آذری، پ.، رفیعیان، م.، خیری، س. ۱۳۸۵. میزان مصرف داروهای گیاهی در زنان باردار شهرکرد. فصلنامه باروری و ناباروری ۱۳۱-۱۲۵.
- عابدیان، س.، عامری، ز. ۱۴۰۲. گیاه بابونه و نقش آن در اختلالات دوران بارداری و زایمان: یک مطالعه مروری. مجله پرستاری و مامایی. ۲۱(۱۲): ۹۸۹-۹۷۸.
- Afaq, F., & Zaid, M.A.(2020). Pomegranate: A comprehensive review on its health benefits. *Nutrients*, 12(11), 3456-3470 .
- Ahmad, I., & Khan, M. A. S. (2011). *Herbal Medicine: Biomolecular and Clinical Aspects*. CRC Press.
- Barnes, J., Anderson, L.A., & Phillipson, J.D. (2011). *Herbal Medicine: Biomolecular and Clinical Aspects*. CRC Press.
- Benet, J. A. E., & others (2009). *Pharmacognosy*. Elsevier.
- Bensky, D., & Gamble, A. (1993). *Chinese Herbal Medicine: Formulas & Strategies*. Eastland Press.
- Bremness, L. (1988). *The Complete Book of Herbs: A Practical Guide to Growing and Using Herbs*. Viking Studio Books.
- Burt, S. (2016). *Essential Oils in Food Preservation, Flavor and Safety*.
- Chevallier, A. (1996). *Medicinal Plants of North America*. The Healing Arts Press.
- Chevallier, A. (1996). *Medicinal Plants: A Compendium*. Dorling Kindersley.
- Chevallier, A. (1996). *The Encyclopedia of Medicinal Plants*. DK Publishing.
- Chevallier, A. (1996). *The Encyclopedia of Medicinal Plants*. Dorling Kindersley.
- Cohen, P. A., & Kauffman, H. (2005). Echinacea: A Comprehensive Review of the Literature. *Journal of Alternative and Complementary Medicine*, 11(3), 491-500.
- Dabirifard M, Maghsoudi Z, Dabirifard S, Salmani N. (2017). Frequency, causes and how to use medicinal herbs during pregnancy. *Iran J Obstet Gynecol Infertil*. 20(4):66-75.
- Deshpande, M & others (2021). *The Health Benefits of Papaya*. Healthline.
- Foster, S., & Duke, J. (2000). *by American Herbal Products Association's Botanical Safety Handbook*.



- Ghaffari-Moghaddam, M., & Mohammadi-Khorsand, T. (2019). Ethnobotanical study of *Prangos ferulacea* in traditional medicine. *Journal of Ethnopharmacology*, 245, 112155-112162.
- Green, J. (2000). *The Herbal Medicine-Maker's Handbook*.
- Hemminki E, Mäntyranta T, Malin M, Koponen P. (1991). A survey on the use of alternative drugs during pregnancy. *Scand J Soc Med*. 19(3):199-204.
- Hoffmann, D. (2011). *Herbal Medicine: Biomolecular and Clinical Aspects*.
- Kennelly EJ, Flynn TJ, Mazzola EP, Roach JA, McCloud TG, Danford DE, et al. (1999). Detecting potential teratogenic alkaloids from blue cohosh rhizomes using an in vitro rat embryo culture. *J Nat Prod*. 62(10):1385-9.
- Klein, P., & Huber, R. (2018). *Petasites hybridus*: A review of its pharmacological properties. *Journal of Ethnopharmacology*, 224, 1-10.
- Kumar, A., & Sharma, A. (2016). Nutmeg: A review of its medicinal properties. *Journal of Medicinal Plants Research*, 10(12), 145-150.
- Levy, J. de Bairacli (1991). *The Complete Herbal Handbook for Farm and Stable*.
- Levy, J.D.B., & de Bairacli Levy, J.D.B. (1984). *The Complete Herbal Handbook for Farm and Stable*.
- Moradi B, Meshkat Z. (2016). Evaluation of tuberculosis infection in pregnant women and its effects on newborns: an overview. *Iran J Obstet Gynecol Infertil*. 18(178):21-36. (Persian).
- Mason, S. C., & McKenzie, K. S. (2015). Nutritional and health benefits of lupin seeds. *Journal of Food Science*, 80(3), R563-R570.
- McIntyre, M. (1996). *Herbal Medicine: A Guide for Healthcare Professionals*. Churchill Livingstone.
- Mondal, S. & Moktan, S. (2020). *Ipecacuanha*. National Center for Biotechnology Information (NCBI).
- Moore, M. (1998). *Herbal Medicine: A Guide for Healthcare Professionals*. Thorsons.
- Neldner KH. Complementary and alternative medicine. *Dermatol Clin* 2000; 18(1):189-93.
- Ody, P. (1993). *The Complete Medicinal Herbal*. Dorling Kindersley.
- Okwuosa, V., & Nwodo, U.U. (2020). Phytochemical and pharmacological properties of *Prunus* species. *African Journal of Pharmacy and Pharmacology*, 14(1), 1-10.
- Shafiei, M., & et al. (2019). *Chrysanthemum*. WebMD.
- Shah, S. A., & Kumar, S. (2007). The Efficacy of Echinacea in Treating Upper Respiratory Tract Infections. *American Journal of Medicine*, 120(12), 1030-1036.
- Sharma, R.K., & others (2010). *Ginger: The Genus Zingiber*. CRC Press.
- Simmonds, M.A., & Howes, M.-J.R. (2018). *Medicinal Plants of the Mediterranean Basin*. CRC Press.
- Van Wyk, B.-E. (2004). *Medicinal Plants of the World*. Timber Press.
- Van Wyk, B.-E., & Wink, M. (2005). *Medicinal Plants of the World*.
- Van Wyk, B.-E., & Wink, M. (2015). *Medicinal Plants of the World*. CABI.
- Van Wyk, B.-E., & Wink, M. (2015). *Medicinal Plants of the World*.
- Wang, J., & Zhang, A. (2011). *Herbal Medicine: Biomolecular and Clinical Aspects*.
- Williamson, E. M., & Evans, F. J. (2011). *Herbal Medicine: Biomolecular and Clinical Aspects*. CRC Press.
- XT, Li & others (2018). *Cinchona*. National Center for Biotechnology Information (NCBI).
- Yanakiev, S. (2020). *Cinnamon*. WebMD.
- Zhang, Y., & Wang, Y. (2017). Phytochemistry and pharmacology of *Paeonia* species. *Phytotherapy Research*, 31(4), 543-556.



تأثیر نانوذرات دی اکسید تیتانیوم بر شاخص‌های رشد گیاه دارویی فیسالیس (*Physalis officinalis* L.)

فاطمه نژاد حبیب‌وش^{۱*}، ناصر عباسپور^۱

^۱گروه زیست شناسی، دانشکده علوم، دانشگاه ارومیه، ارومیه (f.nejadhbabivash@urmia.ac.ir)

چکیده

بررسی تغییرات رشد گیاه دارویی فیسالیس (*Physalis officinalis* L.) با خواص دارویی متعدد تحت تأثیر نانوذرات دی اکسید تیتانیوم در سه سطح (۰، ۴۰ و ۹۰ میلی گرم در لیتر) اجرا گردید. تیمارهای ۴۰ و ۹۰ میلی گرم در لیتر دی اکسید تیتانیوم باعث افزایش ۱۹ و ۴۷ درصدی وزن تر میوه فیسالیس نسبت به تیمار شاهد شدند. طول اندام هوایی در تیمارهای ۴۰ و ۹۰ میلی گرم در لیتر به ترتیب ۱۱ و ۲۱ درصد نسبت به شاهد افزایش نشان داد. قطر میوه در تیمارهای ۴۰ و ۹۰ میلی گرم در لیتر به ترتیب ۹ و ۱۷ درصد نسبت به شاهد افزایش نشان داد. بنابراین نتایج مطالعه حاضر توصیه می کند که استفاده از نانوذرات دی اکسید تیتانیوم در تولید اقتصادی این گیاه دارویی باارزش می تواند مفید باشد.

واژگان کلیدی: فناوری نانو، وزن تر میوه، قطر میوه



۱. مقدمه

فیسالیس زرد (*Physalis peruviana* L.) گیاهی با کاربردهای درمانی متعدد و از خانواده Solanaceae می باشد. ترکیب فیتوشیمیایی این گیاه حاوی آلکالوئیدها، ترکیبات فنلی، گلوکوکورتیکوئیدها، لیکوپن، ترکیبات الکلی و ویتامین C می باشد (Namjoyan et al., 2015). همچنین کاربرد درمانی این گیاه در درمان انواع بیماری ها از اهمیت ویژه ای برخوردار است (Fischer and Miranda, 2012). فناوری نانو دارای موارد استفاده ی گستردهای در بخش کشاورزی است. نانوذرات مجموعه ای اتمی یا ملکولی با حداقل ابعاد بین ۱-۱۰۰ نانومتر هستند که خواص فیزیکیوشیمیایی متفاوتی در مقایسه با توده مواد خود دارند (Castiglione and Cremonini, 2009). بدون شک با بهره گیری از مزایای فناوری نانو به عنوان یک فناوری پیشرفته نوظهور در بخش کشاورزی، می توان به نتایج مطلوبی از جمله تضمین امنیت غذایی و توسعه کشاورزی پایدار و سازگار با محیط زیست در کشورها و نواحی در حال توسعه جهان دست یافت (Chinnamuthu and Boopathi 2009). دی اکسید تیتانیوم (TiO_2) یکی از نانوذرات معدنی است که به دلیل خواص منحصر به فرد خود، در کشاورزی و علوم گیاهی مورد استفاده قرار می گیرد. این ترکیب به عنوان یک ماده فوتوکاتالیست می تواند اثرات مفیدی بر گیاهان داشته باشد. تحقیقات نشان داده است که دی اکسید تیتانیوم می تواند باعث افزایش فتوسنتز، افزایش جذب آب و مواد مغذی و بهبود عملکرد گیاه شود (Ahmad et al., 2018). در بین نانو ذرات، نانو ذره دی اکسید تیتانیوم کاربرد بیشتری دارد. برتری این ترکیب نسبت به سایر ذرات شامل مقاومت شیمیایی بالا، غیر سمی بودن آن، طول عمر بالای این ماده، در دسترس بودن و هزینه کم آن می باشد (Sungkaworn et al., 2007). (Ze و همکاران، ۲۰۱۶) گزارش دادند که نانوذره تیتانیوم باعث افزایش جذب نور توسط کلروپلاستها می شود که در نتیجه آن کمپلکس برداشت کننده نوری فعال می گردد. این فعال شدن، ظرفیت فتوسنتزی را افزایش می دهد. (Gorbani و همکاران، ۲۰۲۱) نشان دادند که مصرف نانو ذرات دی اکسید تیتانیوم سبب بهبود ویژگی های مورفولوژیکی و فیزیولوژیکی نخود شده است. هدف از مطالعه حاضر بررسی تاثیر غلظت های مختلف نانودی اکسید تیتانیوم بر شاخص های رشد گیاه دارویی فیسالیس در شرایط مزرعه می باشد.

۲. مواد و روش ها

این پژوهش در قالب طرح کاملاً تصادفی با ۳ تکرار به صورت کشت مزرعه ای گیاه فیسالیس اجرا شد. نشاها در مرحله ۸ برگی به مزرعه منتقل شدند. نانوذرات دی اکسید تیتانیوم در سه سطح ۴۰، ۹۰ و ۱۴۰ میلی گرم در لیتر به صورت محلول پاشی مورد استفاده قرار گرفت. بعد از ۱۶ هفته از تاریخ کاشت، عملیات برداشت در مرحله میوه دهی صورت گرفت. اندازه گیری شاخص های رشدی (طول اندام هوایی، وزن تر برگ و میوه و قطر میوه) محاسبه شد. پس از به دست آوردن داده ها، در نرم افزار اکسل وارد شده و بعد از فراخوانی داده ها به نرم افزار SPSS Ver. 23 آنالیزهای آماری انجام گرفته و نتایج مطالعه حاضر بدست آمد.

۳. نتایج



نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان دهنده تاثیر معنی‌دار غلظت‌های مختلف نانودی اکسید تیتانیوم بر شاخص‌های رشد گیاه فیسالیس بود. کمترین میزان وزن تر برگ مربوط به تیمار شاهد (۱/۲۴ گرم) و بیشترین میزان آن به تیمار ۹۰ میلی گرم در لیتر نانودی اکسید تیتانیوم اختصاص داشت (۲/۳۸ گرم) (جدول ۱). تیمارهای ۴۰ و ۹۰ میلی گرم در لیتر دی اکسید تیتانیوم باعث افزایش ۱۹ و ۴۷ درصدی وزن تر میوه فیسالیس نسبت به تیمار شاهد شدند (جدول ۱). طول اندام هوایی در تیمارهای ۴۰ و ۹۰ میلی گرم در لیتر به ترتیب ۱۱ و ۲۱ درصد نسبت به شاهد افزایش نشان داد (جدول ۱). قطر میوه در تیمارهای ۴۰ و ۹۰ میلی گرم در لیتر به ترتیب ۹ و ۱۷ درصد نسبت به شاهد افزایش نشان داد (جدول ۱).

جدول ۱: مقایسات میانگین اثر نانوذرات دی اکسید تیتانیوم بر شاخص‌های رشد فیسالیس

تیمارها	وزن تر برگ (g)	وزن تر میوه (g)	طول اندام هوایی (cm)	قطر میوه (mm)
شاهد	۱/۲۴c	۳/۹۹c	۹۰/۲۳c	۱۸/۳۱c
۴۰ میلی گرم در لیتر نانو دی اکسید تیتانیوم	۲/۱۴b	۴/۷۶b	۱۰۰/۴۰b	۲۰/۱۳b
۹۰ میلی گرم در لیتر نانو دی اکسید تیتانیوم	۲/۳۸a	۵/۸۷a	۱۱۰/۰۶a	۲۱/۴۳a



برگ‌های شاهد



مرحله شروع میوه‌دهی در گیاهان شاهد



میوه تیمار ۹۰ میلی گرم در لیتر



میوه شاهد



میوه تیمار ۴۰ میلی گرم در لیتر

قطر میوه در تیمار ۴۰ میلی گرم در لیتر نانوذرات دی اکسید
تیتانیوم

شکل ۱: تصاویری از برگ و میوه فیسالیس در تیمارهای مختلف

۴. بحث و نتیجه گیری

نتایج تحقیقات دیگر نشان داد که مصرف نانو ذره دی اکسید تیتانیوم با تحریک ریشه سبب افزایش توانایی جذب آب و مواد غذایی شده است که به دنبال آن ارتفاع، وزن تر و خشک گیاه آویشن و گل گاوزبان افزایش یافته است (Nasab-



(Heydari et al., 2017; Fazeli et al., 2018). نانوذرات دی اکسید تیتانیوم سبب افزایش جذب و متابولیسم نیتروژن و فعالیت آنزیم نیترات ردوکتاز شده و همین موضوع موجب تسریع مصرف نیتروژن برای ساخت ترکیبهای آلی مانند پروتئین، اسیدهای آمینه و کلروفیل شده و در اثر تحریک ریشه ای و افزایش جذب مواد غذایی و رشد گیاه را در پی داشته است (Lu et al., 2017). افزایش رشد طولی گیاه، وزن تر میوه و برگ و همچنین افزایش قطر میوه گیاه دارویی فیسالیس در مطالعه حاضر در تطابق با یافته های این محققین می باشد. بنابراین استفاده از نانوذرات دی اکسید تیتانیوم در تولید اقتصادی این گیاه دارویی با ارزش می تواند مفید باشد.

منابع

- Chinnamuthu C.R. and Murugesu Boopathi P. (2009). Nanotechnology and Agroecosystem. The Moadras Agricultural Journal, 96 (1-6): 17-31.
- Fazeli-Nasab, B., Sirousmehr, A.R. and Azad, H. (2018). Effect of titanium dioxide nanoparticles on essential oil quantity and quality in *Thymus vulgaris* under water deficit. Journal of Medicinal Plants and By-product, 7: 125-133.
- Fischer G., Miranda D., (2012). Uchuva (*Physalis peruviana* L.), In Fischer, G. (ed.). *Manual para el cultivo de frutales en el trópico. Produmedios*, Bogotá, Chapter 4.22, pp. 851-873.
- Ghorbani, R., Movafeghi, A., Gangeali, A. and Nabati, J. (2021). Effects of TiO₂ nanoparticles on morphological characteristics of chickpea (*Cicer arietinum* L.) under drought stress. Environmental Stresses in Crop Sciences, 14(1): 85-98.
- Heydari, R.R., Moaveni, P., Hoseinpour, D.H. and Arefrad, M. (2017). Response of some morphophysiological characteristics of *Borago officinalis* to nano particles of titanium spraying. Journal of Crop Ecophysiology, 10: 875-890.
- Namjoyan, F., Jahangiri, A., Azemi, M. E., Arkian, E. and Mousavi, H. (2015). Inhibitory effects of *Physalis alkekengi* L., *Alcea rosea* L., *Bunium persicum* B. Fedtsch. and *Marrubium vulgare* L. on *Mushroom Tyrosinase*. *Jundishapur Journal of Natural Pharmaceutical Products*, 10: e23356.
- Ruffini Castiglione M. and Cremonini R. (2009). Nanoparticles and higher plants. *Caryologia*. 2: 161-165.
- Chinnamuthu C.R. and Murugesu Boopathi P. (2009). Nanotechnology and Agroecosystem. The Madras Agricultural Journal, 96 (1-6): 17-31.
- Sungkaworn, T., Triampo, W., Nalakarn, P., Triampo, D., Tang, I.M. and Lenbury, Y. (2007). The effects of TiO₂ nanoparticles on tumor cell colonies: fractal dimension and morphological properties. *International Journal of Biomedical Science*, 2(1): 67-74.
- Ze, Y, Liu, C, Wang, L, Hong, M, & Hong, F. (2011). The regulation of TiO₂ nanoparticles on the expression of light harvesting complex II and photosynthesis of chloroplasts of *Arabidopsis thaliana*. *Biological Trace Element Research*, 143: 1131-1141.



بررسی اثر عصاره انار بر میزان آدیپونکتین در موشهای تحت محدودیت کالری

صفر محسنی بندپی^{*۱}

^۱گروه زیست شناسی، دانشکده علوم، دانشگاه گلستان، گرگان. (smbmohseni@gmail.com)

چکیده

استفاده از گیاهان دارویی یکی از راهکارهای قابل توجه در زمینه پیشگیری و درمان بیماری‌ها می‌باشد. انار یکی از گیاهان مهم بوده و به واسطه غنی بودن از آنتی اکسیدان، پتاسیم و ویتامین C جهت درمان بیماری‌های مختلف مورد مطالعه قرار گرفته است. محدودیت کالری یعنی مصرف ۲۰ تا ۴۰ درصد از کالری معمول روزانه در حالی که دریافت مواد مغذی کافی باشد و باعث افزایش طول عمر و به تعویق افتادن بیماری‌هایی مانند سرطان، دیابت، بیماری‌های قلبی -عروقی و کلیوی می‌شود. از آنجا که دسترسی به گیاهان از لحاظ هزینه مقرون به صرفه تر است، تصمیم گرفته شد نقش عصاره انار بر میزان آدیپونکتین در حیوانات تحت محدودیت کالری مورد بررسی قرار گیرد. آدیپونکتین در بافت چربی سفید ساخته می‌شود و موجب افزایش اکسایش چربی، کاهش سطح اسیدهای چرب و محتوی تری-گلیسرید شده و حساسیت به انسولین را افزایش می‌دهد. حیوانات مورد استفاده، موش‌های سوری نر بالغ با وزن ۳۰ گرم بودند که با رعایت توصیه‌های پژوهشی در شرایط مناسب نگهداری شدند. سپس به ۵ گروه کنترل، گروه دریافت کننده عصاره انار با دوز ۲۰۰، گروه عصاره انار با دوز ۴۰۰، گروه محدودیت کالری و گروه محدودیت کالری با عصاره انار تقسیم شدند. با توجه به موارد یاد شده بر آن شدیم تا اثرات عصاره انار را در حیوانات دارای محدودیت کالری بر آدیپونکتین مورد بررسی قرار دهیم. نتایج این تحقیق نشان می‌دهد، عصاره انار به شکل معنی داری باعث افزایش آدیپونکتین شده و همراه با محدودیت کالری میزان افزایش آدیپونکتین بیشتر شده است ($p < 0.01$).

واژگان کلیدی: آدیپونکتین، عصاره‌ی انار، محدودیت کالری



۱. مقدمه

در سال های اخیر با توجه به نقش رژیم غذایی در سلامتی انسان ها و پیوستگی تنگاتنگ آن با دیگر بیماریهای التهابی مزمن همچون چاقی، بیماریهای قلبی عروقی، دیابت و پرفشاری خونی توجه زیادی را به خود جلب نموده است. فرایندهای التهابی نقش اساسی در شروع و پیشرفت بسیاری از بیماریهای مزمن ناتوان کننده همچون آترواسکلروز، دیابت نوع دو، سرطان، بیماریهای قلبی عروقی دارند. در افراد چاق، بافت چربی اضافی بیشترین سهم را در سندرم متابولیک، دیابت نوع ۲، حوادث قلبی-عروقی و آسم دارد، و چاقی یک عامل خطر دیابت و آسم بوده و ارتباط مثبتی بین چاقی و گسترش آسم، بیماریهای قلبی - عروقی و دیابت در آینده وجود دارد. از نظر بیولوژی، بافت چربی فراتر از یک ذخیره انرژی بوده و بافتی فعال است که آدیپوسایتوکاین های متعددی را ترشح می کند (Han, 2024). اینوتاکسین، آدیپونکتین، ویسفاتین، اینترلوکین ۶-IL، $TNF-\alpha$ ، لپتین، رسیستین و آدیپسین از جمله کموکاین ها و سایتوکاین های مترشح از بافت چربی هستند که آثار بیولوژیکی متعددی دارند. بافت چربی، یک اندام درونریز و ترشح کننده انواع آدیپوسیتوکاین ها است آدیپونکتین یکی از آدیپوسیتوکاین ها می باشد که طی تمایز سلول های چربی در بافت چربی سفید ساخته می شود و برداشت گلوکز و مصرف انرژی را توسط عضلات افزایش می دهد (بافت چربی سفید به عنوان یک منبع عظیم ذخایر چربی، همچنین اهمیت زیادی در هموستاز انرژی دارد. به طوری که چربی های بدن را به شکل تری گلیسرید (TG) ذخیره نموده و به هنگام نیاز آن را در شکل اسیدهای چرب آزاد (FFA) به درون جریان خون رها می کند. آدیپونکتین یکی از فراوان ترین هورمون های پپتیدی مترشح از بافت چربی است، اما سطوح آن در افراد چاق که از ذخایر چربی بالایی برخوردارند به مراتب پایین تر از افراد لاغر است و دارای همبستگی منفی قوی با شاخص توده بدن (BMI) در انسان ها و حیوانات است. سطح آن در طول روز در پلاسما نسبتاً ثابت باقی می ماند و تحت تاثیر مصرف غذا قرار نمی گیرد. آدیپونکتین اکسایش چربی ها را بالا می برد و باعث کاهش سطح اسیدهای چرب، تری گلیسریدها شده حساسیت انسولین را افزایش می دهد (علی علی نیا، ۱۴۰۲). علت کاهش آدیپونکتین در افراد چاق مشخص نیست اما این کاهش ممکن است ناشی از افزایش $TNF-\alpha$ باشد که موجب مهار نسخه برداری یا کاهش ترشح آدیپونکتین از سلول های چربی می شود (Engin 2017).

۱-۱. انار

انار (Punica granat) از گیاهان خانواده Punicaceae است. میوه این گیاه چرمی و تا اندازه ای ضخیم است که تعداد زیادی دانه های گوشتی موسوم به اریل را در بر می گیرد. درخت انار ساقه ای ناهموار با چوب محکم، گل هایی درشت به رنگ قرمز مایل به ارغوانی و برگ هایی صاف و ساده دارد. منشأ این گیاه را ایران ذکر کرده اند و اکنون در نواحی مختلف اروپا، شمال آفریقا و مدیترانه یافت می شود. انار در زبان عربی رمان، در انگلیسی Punice apple یا Pomegranate و در فرانسه Grenadier نامیده می شود (خالدی، ۱۳۹۹). تحقیقات نشان می دهد که آب انار و عصاره گل های آن برای کنترل دیابت مفید



است. برخی از ترکیبات موجود در آب انار عبارتند از: آنتوسیانین ها^۱، گلوکز، ویتامین C، اسید الاجیک^۲، اسید گالیک^۳، اسید کافئیک^۴، کاتچین^۵، کرسستین^۶، روتین^۷، مواد معدنی متعدد (به ویژه آهن) و اسید های آمینه. در گل های درخت انار موادی نظیر اسید گالیک، اسید اورسولیک^۸ و تری ترپنئوئید هایی^۹ نظیر اسید ماسلینیک^{۱۰} و اسید آسیاتیک^{۱۱} یافت می شوند. اسید گالیک از جمله ترکیباتی است که بخشی از اثرات ضد دیابتی انار را ایجاد می کند (تقوی اصل، ۱۳۹۹).

۱-۲. محدودیت کالری

محدودیت کالری یعنی مصرف ۲۰ تا ۴۰ درصد از کالری معمول روزانه در حالی که دریافت سایر مواد مغذی کافی باشد. (Liu, 2022) در بیشتر مطالعات نشان داده شده است که CR (Calorie restriction) درموش ها باعث افزایش طول عمر و به تعویق افتادن محدوده وسیعی از بیماری های مانند سرطان، دیابت، آترواسکلروز، بیماری های قلبی -عروقی و بیماری های تحلیلی عصبی، بیماری های کلیوی، بیماری های خودایمنی و بیماری های تنفسی در پستانداران بالاتر مانند گونه های غیرانسانی و انسان ها می شود. چاقی و افزایش وزن در جهان یک مشکل اصلی بوده و گسترش وسیعی دارد. در کشورهای پیشرفته تر، توسعه بیشتری دارد نیاز برای درمان توسط داروهای جدیدتر و قویتر بسیار شدید است. افزایش وزن با برخی از بیماری های مزمن نظیر بیماری های قلبی -عروقی، دیابت و برخی از سرطان ها همراه است. چاقی با افزایش هیپر تروفی بطن چپ، نقص قلبی و آترواسکلروزیس همراه است. (Liu, 2022). از طرفی محدودیت کالری باعث افزایش طول عمر در موجودات مختلف و کاهش بیماری های وابسته به سن می گردد که هنوز مکانیسم های دقیق آن مشخص نشده است. مطالعات مشخص کرده که بافت چربی در کنترل طول عمر نقش دارد. بافت چربی به عنوان منبع سوخت بدن نقش مهمی در تنظیم موازنه انرژی و هوموستازی گلوکز دارد. علاوه بر آن پروتئین هایی از بافت چربی ترشح می شوند که بعضی از آنها با مقاومت انسولین در ارتباط هستند. چاقی با تولید آدیپونکتین هایی همراه است که التهاب و مقاومت انسولین را زیاد می کند (Khoramipour, 2021). بافت چربی نه تنها یک محل ذخیره انرژی است بلکه بافت آندوکرین فعال است. اکثر این محصولات ترشحی از بافت چربی نقش

۳-Anthocyanin

۴-Ellagic acid

۵-Gallic acid

۶-Caffeic acid

۷-Catechin

۸-Quercetin

۹-Rutin

۱۰-Ursolic acid

۱۱-Triterpenoids

۱۲-Maslinic acid

۱۳-Asiatic acid



پیش التهابی دارند و یا در قلب و عروق اثرات مضر دارند. استثناء مهم در این زمینه آدیپونکتین است که بعنوان یک عامل محافظ قلبی مطرح بوده و ترشح آن با توده چربی رابطه عکس دارد و در افرادی که توده چربی کمی دارند، بیان آن زیاد است (Rouch, 2018). آدیپونکتین یک هورمون پپتیدی ضدالتهاب است و به مقدار فراوان در گردش خون وجود دارد همچنین فراوان ترین پروتئین ویژه بافت چربی است. کاهش آن باعث افزایش مقاومت انسولین می گردد. در چاقی و دیابت تیپ دو بیان آن کم می شود، با وزن بدن رابطه معکوس دارد، در افزایش وزن و نقص آندوتلیومی و آترواسکلروزیس مقدارش کم می گردد. این ماده با فاکتورهای مثل فشار خون، LDL، کلسترول و تری گلیسرید رابطه معکوس داشته در حالی که با عواملی مثل HDL رابطه مستقیم دارد و با افزایش مقدار آدیپونکتین پلاسما مقدار HDL نیز بالا می رود. مقالات متعددی اعمال ضدالتهاب آدیپونکتین را نشان دادند. از آنجا که افزایش بافت چربی با التهاب با درجاتی کم همراه است و فاکتورهای پیش التهابی نیز تولید آدیپونکتین را مهار می کند، نظریه جدید بیان می کند که چاقی احشایی تولید آدیپونکتین را مهار کرده و التهاب را تحریک می کند (Akshav, 2013). با توجه به موارد یاد شده بر آن شدیم تا اثرات عصاره انار در حیوانات دارای محدودیت کالری بر آدیپونکتین مورد بررسی قرار دهیم.

۲. مواد و روش ها

حیوانات مورد استفاده در این پژوهش موش های سوری بودند. ۵۰ عدد (سر) موش سوری نر در محدوده وزنی ۳۰-۵۰ گرم از انستیتو پاستور شمال واقع در شهرستان آمل خریداری شد. موش ها با رعایت توصیه های پژوهشی در شرایط مناسب و کنترل شده حیوان خانه دانشگاه از جمله دوره های ۱۲ ساعت روشنایی و ۱۲ ساعت تاریکی، تهویه مناسب و درجه حرارت ۱۸-۲۲ درجه سانتیگراد و اقدامات بهداشتی لازم نگهداری شدند. دسترسی حیوان به آب و غذا در مدت پرورش به صورت آزاد بود. دو روز در آزمایشگاه نگهداری شدند تا با محیط جدید سازگاری حاصل کنند. پس از سازگاری به ۵ گروه کنترل (C)، گروه تحت محدودیت کالری (CR)، گروه عصاره انار ۲۰۰ و ۴۰۰ میلی گرم بر دسی لیتر (قاسم زاده، ۱۳۹۴)، گروه محدودیت کالری همراه با عصاره انار تقسیم شدند هر گروه شامل ده حیوان بود.

۲-۱. روش تحقیق

نحوه ایجاد محدودیت کالری بدین شرح بود که موش های این گروه بصورت یک روز در میان به غذا دسترسی داشتند. به این ترتیب که به مدت ۲۴ ساعت آزادانه به آب و غذا دسترسی داشته و سپس در طی ۲۴ ساعت بعد دسترسی به غذا متوقف می گشت ولی آب کماکان در اختیار آنها قرار می گرفت. این عمل به مدت ۴ هفته ادامه می یافت. در همین هنگام و طی این مدت موش های گروه کنترل آزادانه به آب و غذا دسترسی داشتند. شرایط چهار گروه یکسان بود جز در مورد غذا. قفس حیوانات هر روز تمیز می شد پس از طی ۴ هفته، ابتدا از موش ها اندازه گیری وزن به عمل آمده، سپس حیوانات برای انجام آزمایش مورد استفاده قرار می گیرند. عصاره گیری از دانه های انار به صورت آبی - الکلی حاصل شد (Jahromi, 2018). ابتدا میوه های سالم از منطقه گرگان انتخاب شده بعد دانه ها به شکلی جدا شدند که کمترین آسیب به دانه ها وارد شود. در مرحله خشک کردن دانه ها را در سینی ریخته و در دمای پایین در فر گذاشته تا خشک شود دانه های خشک شده بعد از آن با آسیاب پودر شدند و از یک صافی ریز عبور داده شده تا پودری یکنواخت بدست آید. سپس ۲۰ گرم از آن در یک لیتر الکل و آب به



نسبت ۷۰ به ۳۰ خیسانده شد و ۴۸ ساعت در دمای اتاق قرار گرفت. سپس حلال در دمای کمتر از ۴۰ درجه سانتیگراد، توسط دستگاه روتاری اوپوریتور تبخیر گردید و برای انجام آزمایشات در یخچال نگهداری شد. برای تعیین غلظت مناسب در حلال مناسب یعنی اب رقیق میشد. آدیپونکتین به وسیله کیت Mercoia upsala و روش الایزا و بر اساس دستورالعمل مربوطه توسط الایزا اندازه گیری شد.

۳. نتایج

پس از اتمام آزمایش میزان آدیپونکتین در نمونه خون تمام موش ها اندازه گیری شد. و با استفاده از میانگین اعداد مربوط به گروه های مختلف نمودار زیر رسم شد. با توجه به نمودار ۱، میزان آدیپونکتین در گروه عصاره انار نسبت به کنترل افزایش معنی داری داشت ($P < 0.05$). اما تفاوت بین گروه ۲۰۰ و ۴۰۰ معنی دار نبود (نمودار ۱). همچنین میزان آدیپونکتین در گروه محدودیت کالری نسبت به گروه کنترل بطور معنی داری افزایش یافت ($P < 0.05$). همچنین تفاوت میزان آدیپونکتین در گروه عصاره انار همراه با محدودیت کالری نسبت به گروه کنترل معنی دار بود ($p < 0.01$). (نمودار ۲).

نمودار ۱. میزان آدیپونکتین در گروه کنترل و گروه های ۲۰۰ و ۴۰۰ میلی گرم عصاره انار.



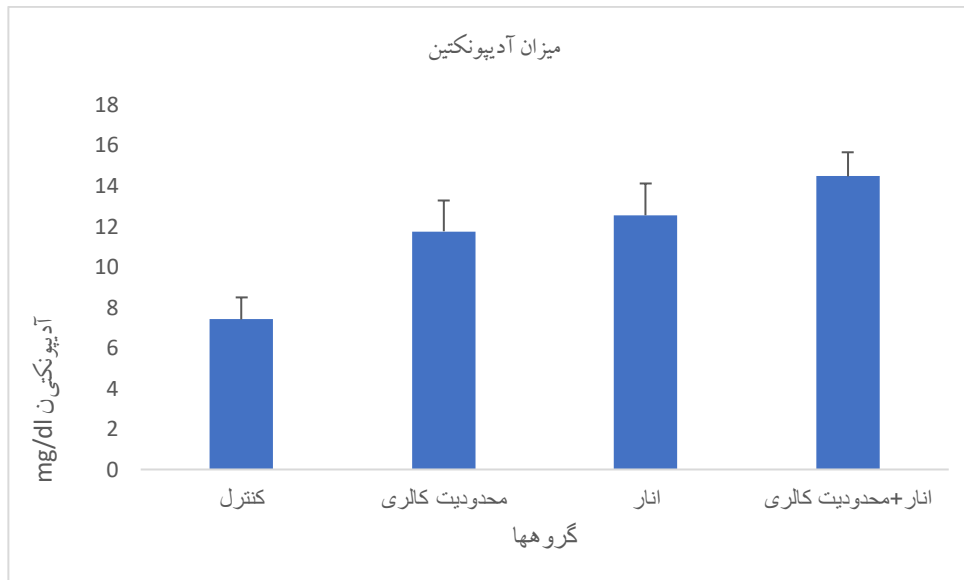
نمودار ۱-۳. مقایسه میانگین میزان آدیپونکتین در بین گروه ها.

نتایج بصورت $\text{Mean} \pm \text{S.E.M}$ بیان گردیده است.

انار ۲۰۰ = گروه دریافت کننده عصاره ۲۰۰ میلی گرم، انار ۴۰۰ = گروه دریافت کننده عصاره ۴۰۰.



نمودار ۲. میزان آدیپونکتین در گروه کنترل و گروه های انار، محدودیت کالری و گروه عصاره انار همراه با محدودیت کالری



نمودار ۲-۳. مقایسه میانگین میزان آدیپونکتین در بین گروه ها.

نتایج بصورت $\text{Mean} \pm \text{S.E.M}$ بیان گردیده است.

انار = گروه دریافت کننده عصاره ۴۰۰ میلی گرم، محدودیت کالری = گروه با جیره دارای محدودیت کالری.

۴. بحث و نتیجه گیری

امروزه تمایل افراد به استفاده از روشهای درمانی کم عارضه تر و همچنین استفاده از طب سنتی و گیاهان دارویی جهت درمان بیماری ها افزایش پیدا کرده است و رویکرد قابل توجهی به داروهای جدید با منشأ طبیعی از جمله گیاهان دارویی نیز افزایش یافته است. یکی از این گیاهان میوه انار می باشد که دارای خاصیت ضد التهابی و انتی اکسیدانی قوی است. در تحقیق حاضر پس از اتمام آزمایش میزان آدیپونکتین در نمونه خون تمام موش ها اندازه گیری شد، و مشخص شده که میزان آدیپونکتین در گروه عصاره انار نسبت به کنترل افزایش معنی داری داشت اما تفاوت بین گروه ۲۰۰ و ۴۰۰ معنی دار نبود (نمودار ۱). همچنین میزان آدیپونکتین در گروه محدودیت کالری نسبت به گروه کنترل بطور معنی داری افزایش یافت ($P < 0.05$). همچنین تفاوت میزان آدیپونکتین در گروه عصاره انار همراه با محدودیت کالری نسبت به گروه کنترل معنی دار بود ($p < 0.01$). میزان افزایش آدیپونکتین در گروه محدودیت کالری همراه با انار نسبت به گروه محدودیت کالری معنی دار نبود (نمودار ۲).

با توسعه سریع کاربرد داروهای سنتتیک (مصنوعی) در سالیان اخیر، استفاده از گیاهان دارویی تا حدود زیادی منسوخ شده بود؛ ولی به دلیل بروز عوارض نامطلوب جانبی ترکیبات سنتتیک و عدم سازگاری آن با طبیعت انسان، بار دیگر توجه دانشمندان و محققان به گیاه درمانی و مواد موثر موجود در گیاهان دارویی معطوف گردید. در طب سنتی نیز گیاهان دارویی مختلفی جهت



مقابله با این بیماری مورد استفاده قرار گرفته است (Najafzadeh, 2010)، از جمله این گیاهان می‌توان به انار اشاره نمود که اثرات درمانی آن در بیماری‌های گوناگون به اثبات رسیده است. انار منبع مهم آنتی اکسیدان‌ها، پتاسیم و ویتامین C است در واقع انار یکی از غنی‌ترین منابع پلی‌فنل‌هاست، که گروهی از آنتی اکسیدان‌های قوی هستند. عمل آنتی اکسیدان‌ها کاهش یا جلوگیری از صدمات سلولی است که در بسیاری از بیماری‌ها رخ می‌دهد (Najafzadeh, 2010). انار علاوه بر آنتی اکسیدان‌ها، حاوی مواد دیگری همچون تانن‌ها و آنتی‌سیانین‌هاست. همچنین انار دارای مقدار قابل ملاحظه‌ای فیبر، نیاسین و پتاسیم است. میوه انار دارای خواص متعددی است به‌طوری که قسمت‌های مختلف آن اعم از دانه، پوست و گل هر کدام اثرات دارویی متنوعی دارند. انار می‌تواند اثرات ضد انعقادی، ضد سرطانی، کاهندگی کلسترول خون و آرام‌بخشی اعصاب داشته باشد (Wang, 2018). پوست انار حاوی ترکیبات متعددی از جمله پلی‌فنل‌ها است که این ترکیبات دارای خواص آنتی اکسیدانی می‌باشد. (Hasani Moghadam, 2019).

انار شامل انواع قندها اسیدهای الی الکالوئیدها فلاونوئیدها آنتوسیانین‌ها اسیدهای چرب و ویتامین‌ها است. عوامل متعددی نظیر شرایط تغذیه انواع آنتی اکسیدان‌ها بر میزان آدیپونکتین سرمی موثر هستند. به نظر میرسد تعادل منفی انرژی درافزایش سایتوکاین‌هایی مثل آدیپونکتین بیشتر موثر باشد. با اینحال با توجه به یافته‌های دیگر مطالعات به نظر می‌رسد که تغییرات در سایر عوامل مداخله‌گر مانند دیگر سایتوکاین‌ها و تغییرات حجم پلازما ممکن است در افزایش آدیپونکتین موثر باشد. از طرفی بنظر می‌رسد عصاره انار دارای مقدار زیادی اسید لینولیک باشد که بر میزان آدیپونکتین تاثیر داشته باشد. در مطالعه‌ای وزیری و همکاران در سال ۱۳۹۸ بر روی روغن دانه انار کار کرده و اثر آنرا بر بیان ژن متالوپروتئاز که باعث بیماری مفاصل میشود بررسی کردند و مشاهده نمودند که بیان ژن MMP-1 را مهار می‌کند و در پیشگیری ضعف و درد مفاصل عملکرد مفیدی دارد (وزیری و همکاران، ۱۳۹۸).

در زمینه اثر CR به عنوان یک عامل غیر دارویی بر فشار خون مطالعاتی صورت گرفته و برای روشن شدن مکتسب‌های احتمالی، عوامل مختلفی مورد بررسی قرار گرفته است. در این پژوهش برای روشن شدن بیشتر اثرات CR و مکانیسم‌های آن، حیوانات ۴ هفته تحت تاثیر CR بودند، تا بهتر بتوان به مکانیسم‌های احتمالی CR به تنهایی و همراه با عصاره انار بر میزان آدیپونکتین پی‌برد و شاید حتی بتوان راهکاری مناسب برای ممانعت از برخی اختلالات در نظر گرفت. بطور کلی محدودیت انرژی باعث افزایش حساسیت انسولین، کاهش غلظت انسولین گرسنگی و در بعضی موارد ولی نه همه موارد کاهش غلظت گلوکز متوسط ۲۴ ساعته یا گرسنگی می‌گردد (Gresl et al, 2001). هانگ و همکاران در سال ۲۰۰۰ اثبات کردند که مصرف خوراکی عصاره گل انار با دوز ۵۰۰ میلی گرم به مدت شش هفته، باعث کاهش سطح پلاسمایی گلوکز در موش‌های دیابتی می‌شود (Dorling, 2021). هانتسیلاس و همکاران در سال ۲۰۰۹ نشان دادند که پونیسیک اسید (Punicic acid) که ایزومر لینولیک اسید در انار است می‌تواند فعالیت و بیان ژن Proxisome Proliferator Activated و Gamma (PPAR) gamma receptor را افزایش دهد (Hontecillas et al, 2009). صمدلویی و همکاران در سال ۱۳۸۶ در مطالعه‌ای اثر آنتی اکسیدانی ترکیبات فنولیک هسته انار را بررسی کردند و نشان دادند که ترکیبات فنولیک انار قوی‌ترین اثر آنتی اکسیدانی



را دارند در مطالعه‌ای دیگر مشخص شد که پلی‌فنل‌های انار دارای خاصیت آنتی‌اکسیدانی و آنتی‌آتروژنیک در انسان و موش دچار آترواسکروز می‌باشد (Samadloi, 2007). برخی گیاهان با فعال کردن مسیر PPar-Y باعث افزایش آدیپونکتین می‌شوند به نظر میرسد عصاره انار نیز از همین طریق بر میزان آدیپونکتین اثر بگذارد (وزیری، ۱۳۹۸).

با توجه به هزینه زیاد درمان بیماریهای مختلف تدابیر تغذیه‌ای می‌تواند نقش مهمی در کنترل این بیماریها داشته باشد. به همین دلیل توجه به گیاهان دارویی در این زمینه می‌نواند مورد توجه قرار گیرد. نتایج پژوهش حاضر نشان داد که عصاره انار با تزریق درون صفاقی اثر قابل ملاحظه و معنی داری در افزایش آدیپونکتین خون دارد. انار علاوه بر آنتی‌اکسیدانها، حاوی مواد دیگری همچون تانن‌ها و آنتی‌سیانین و مقدار قابل ملاحظه‌ای فیبر، نیاسین و پتاسیم است. میوه انار دارای خواص متعددی است به‌طوری که قسمت‌های مختلف آن اعم از دانه، پوست و گل هر کدام اثرات دارویی متنوعی دارند. انار می‌تواند اثرات ضد انعقادی، ضد سرطانی، کاهندگی کلسترول خون و آرام‌بخشی اعصاب داشته باشد. بنابراین عصاره انار اثر هیپوگلاسمیک داشته و می‌تواند در پیشگیری و کاهش اثرات دیابت مورد توجه قرار گیرد.

منابع

- تقوی اصل، ف.، علیپور، م.، بررسی تاثیر عصاره های آبی و اتانولی پوست انار بر رشد باکتری اشیریشیاکلی تلقیح شده در گوشت چرخ شده کپور معمولی. شیلات، مجله منابع طبیعی ایران. ۷۳ (۳): ۹۴-۳۸۳.
- خالدی، ن.، آشنایی با خواص ضد قارچی اسانس پوست میوه رقم شیشه کب انار و شناسایی ترکیبات آن. مجله ترویجی. (۲۰۳): ۵۳-۶۱.
- علی نیا، ع.، معین، ا.، ۱۴۰۲. تاثیر یک دوره فعالیت ورزشی هوازی به همراه رژیم غذایی پر چرب بر سطوح سرمی استراحتی رزیستین و نسبت لپتین به آدیپونکتین در رتهای نر. فصل نامه علمی- پژوهشی دانشکده علوم دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی. ۴۷ (۴): ۳۳-۴۸.
- قاسم زاده، خ.، رفیعی رادم، ۱۳۹۴. بررسی اثر عصاره هسته انار بر استرس اکسیداتیو ناشی از ایسکمی/ هیپوپرفیوژن در بافت هیپوکامپ موش. ۲۳ (۵): ۹-۱۶.
- وزیری جاوید، ر.، مقصودی، ح.، حاجی حسینی، ر.، ۱۳۹۸. بررسی اثر پانیسیک اسید روغن هسته انار بر بیان ژن متالوپروتئیناز یک و سه در سلولهای THP-1 تحریک شده با لیوپولی ساکارید در مقایسه با ترکیبات دارویی استروئیدی و غیر استروئیدی. مجله پژوهشهای سلولی و مولکولی (مجله زیست شناسی ایران). ۳۲ (۴): ۵۱۲-۵۲۳.
- Akshay, S. Stephanie, A., S., (2013). Adiponectin, Leptin and Resistin in asthma: Basic mechanisms through population studies. Journal of allergy, 30: 1-15.
- Dorling, J. L., Van vlied, S. H. 2021. Effect of caloric restriction on human physiology, psychology and behavioral outcome. Nutrition, 79: 98-113.
- Engin, A. B., The pathogenesis of obesity- associated adipose tissue inflammation. (2017). 6: 229-245.
- Gresl, T. A., Colman, R. J., Roecker, E. B., (2001). Dietary restriction and glucose regulation in aging rhesus monkeys. Am. J. Physiol. Endocrinol. Metab. 281: 757-765.
- Han, Y., Sun, Q., Chen, W., 2024. New advances of adiponectin in regulating obesity and related metabolic syndrome. 14(5): 1-16.
- Hasani Moghadam, E., Shaaban, M., 2019. Medical property of pomegranate. Herbal medicines journal. 4(3): 127-34.
- Hontecillas, R., O'Shea, M., Einerhand, A., Diguado, M., Bassaganya, R. J., (2009). Activation of PPAR gamma and alpha by punical acid ameliorates glucose tolerance and suppresses obesity-related inflammation. Journal of the American College Nutrition, 28(2): 184-95.



- Jahromi, S.B., Pourshafei, M.R., 2018. In vivo comparative evaluation of the Pomegranate peel extract as an alternative agent to nystatin against oral candidiasis. National library of medicine. 43(3): 296-304.
- Liu, D., Huang, Y., 2022. Caloric restriction with or without time-restricted in weight loss. Nat, Eng, J, med. 16: 1495-1504.
- Khorampour, K., Chamari, K., 2021. Adiponectin: Structure, physiological function, role in diseases and effect of nutrition. Nutrient. 13: 1-15.
- Najafzadeh H. Aghel, N. Hemmati, A.A. Oulapour, S. 2011. Effect of Hydro Alcoholic extract of peel of Punica granatum on experimental diabetes mellitus by streptozotocin in rats. Pharmaceutical sciences. 16(4): 239-248.
- Rouch, L.K., Hofer, M., 2018. Adiponectin, leptin, and visfatin in hypoxia and its effect for weight loss in obesity. 9: 1-18.
- Samadlouy H.R., Azizi M.H., Barzegar M. 2007. Antioxidative effect of pomegranate seed phenolic components on soybean oil, J. Agric. Sci. Natur. Resour., 14 (4): www.sid.ir.
- Wang, Dm. Ozen, C., 2018. Vascular property effect of pomegranate Punica granatum L). Front Pharmacology. 9: 1-5.

ارزیابی اثرات مخرب برخی از گونه‌های گیاهی بر دستگاه تناسلی نر

راضیه کوشکی^{*۱}

^{*۱} گروه زیست شناسی، دانشکده علوم پایه، دانشگاه لرستان، خرم آباد (Kooshki.r@lu.ac.ir)

چکیده

در طول قرن‌ها فرهنگ‌های مختلف از انواع ترکیبات گیاهی برای افزایش باروری، با ادعای بهبود کیفیت اسپرم و توانایی جنسی استفاده کرده‌اند. با این وجود، تحقیقات در مورد داروهای گیاهی نتایج متفاوتی را نشان داده است. برخی از پژوهش‌ها نشان دهنده اثرات مثبت درمان‌های گیاهی بر سطح تستوسترون و تحرک اسپرم است، در حالی که برخی دیگر عدم کارایی و یا اثرات نامطلوب برخی گیاهان خاص را بر عملکرد بیضه و باروری نشان می‌دهند. تنوع در نتایج مطالعات نشان می‌دهند با وجود کاربردهای سنتی طولانی مدت، کارایی و ایمنی داروهای گیاهی همچنان بحث برانگیز است. در این خصوص، فقدان استانداردسازی و استفاده محصولات گیاهی در دوزها و دوره‌های درمان نامتعارف می‌تواند با سمیت بالقوه و اختلال عملکرد ارگان‌ها همراه باشد. در این راستا، مطالعه حاضر اثرات ضد تولید مثلی برخی درمان‌های گیاهی در جنس نر مورد ارزیابی قرار می‌گیرد. در مجموع، به نظر می‌رسد استفاده ایمن از داروهای گیاهی در درمان اختلالات تولید مثلی نیازمند مطالعات دقیق و تعیین مکانیسم اثربخشی این ترکیبات است.

واژگان کلیدی: داروهای گیاهی، تولید مثل، بیضه، ناباروری



۱. مقدمه

داروهای با منشا گیاهی از دیرباز برای تقویت سلامت باروری مردان و مشکلات ناباروری در جوامع و فرهنگ های مختلف مورد استفاده قرار گرفته است (Petrovska 2012; Singh 2015). بسیاری از مطالعات تجربی نشان می دهند استفاده از عصاره های گیاهی اثرات مثبتی بر میل جنسی و پارامترهای مختلف اسپرم مانند تحرک و زنده ماندن دارند. همچنین، تحقیقات خواص آنتی اکسیدانی و توانایی های تنظیم هورمون بسیاری از گیاهان را برجسته می کند و پتانسیل آنها را به عنوان درمان های مکمل برای باروری مردان نشان می دهد (Hifnawy et al. 2021; Leisegang and Finelli 2021). بنابراین، در سال های اخیر، علاقه روزافزون به درمان های گیاهی در راهبردهای بهداشت باروری به ویژه به عنوان جایگزینی برای درمان های مرسوم که اغلب می تواند پرهزینه باشد و میزان موفقیت کمتری داشته باشد به وجود آمده است. با این حال، علی رغم اثر بخشی در درمان برخی مشکلات تولید مثلی، خطرات اختلال در سیستم تولید مثل مردان به دنبال درمان با ترکیبات گیاهی نیز مورد توجه می باشد (Okaiyeto and Oguntibeju 2021; Ramgir et al. 2022; Toyin, Olakunle, and Adewunmi 2014). در این مطالعه، اثرات نامطلوب گزارش شده برخی ترکیبات گیاهی بر سیستم تولید مثل در جنس نر مورد ارزیابی قرار می گیرد.

۲. مواد و روش ها

در این پژوهش از روش تحقیق کیفی مبتنی بر تحلیل و بررسی مقالات دانشگاهی استفاده شده است. در ابتدا، یک جستجوی جامع در میان پایگاه های اطلاعاتی دانشگاهی مانند Google Scholar، Science Direct، Semantic Scholar، ProQuest، Scopus و Springer برای جمع آوری متون مرتبط انجام شد. برای این جستجو از کلیدواژه هایی مانند «درمان های گیاهی و تولید مثل»، «ناباروری و گیاهان دارویی» و «ترکیبات گیاهی و تستوسترون» استفاده شد. معیارهای ورود به مقالات بر روی مقالات منتشر شده بین سال های ۲۰۰۰ و ۲۰۲۵ متمرکز بود که به زبان انگلیسی نوشته شده بودند و مستقیماً به بررسی ارتباط بین درمان های گیاهی و تولید مثل در جنس نر پرداخته شده بود. براین اساس، در مجموع ۲۷ مقاله انتخاب شدند. یافته های کلیدی مقالات استخراج و سازماندهی شد که در بخش های بعدی ارائه شده است.

۳. نتایج

3-1. گیاه تریپتیریگیوم وولگاره (*Tripterygium wilfordii*)

قرص گلیکوزید تریپتیریگیوم (TGT) رایج ترین شکل مورد استفاده گیاه *Tripterygium wilfordii* است که به طور گسترده در درمان بیماری آرتریت روماتوئید و سایر بیماری های خود ایمنی استفاده می شود. با این حال، سمیت تولید مثلی جدی آن، کاربرد آن را محدود می کند. مشخص شده استفاده TGT وزن بیضه و اپیدیدیم را کاهش می دهد و منجر به کاهش و آتروفی تعداد زیادی از توبول های اسپرماتوزنیک می گردد. مسیرهای کلیدی مسئول سمیت تولید مثلی ناشی از TGT شامل اختلال در متابولیسم گلیسروفسفولیپید، متابولیسم لیپید اتر و متابولیسم گلوکوتایون گزارش شده است. همچنین، استفاده از TGT فعالیت آنزیم آروماتاز (Cyp19 1a) را مختل و اسپرماتوژنز را کاهش می دهد (Ge et al. 2023).



3-2. گیاه علف چای (*Hypericum perforatum*)

گونه *Hypericum perforatum*، که معمولاً به عنوان چای کوهی یا گل شهنواز شناخته می شود، از داروهای گیاهی است که به ویژه از نظر کاربرد آن در درمان افسردگی، علائم یائسگی، اختلال کم توجهی بیش فعالی (ADHD)، اختلال علائم جسمی، اختلال وسواس فکری-اجباری و بیماری های پوستی مانند زخم ها و دردهای عضلانی استفاده می شود. با این حال، مطالعات اختلال عملکرد جنسی بالقوه ناشی از *Hypericum perforatum* شامل کاهش میل جنسی، تاخیر در انزال، تاخیر در ارگاسم و اختلال نعوظ را نشان می دهند. علاوه بر این، استفاده از این گیاه اثرات اسپرم کش از طریق مهار تحرک اسپرم، اسپرم غیر طبیعی، انحرافات کروموزومی و دنا توره شدن DNA ایجاد می کند که نشان دهنده سمیت بالقوه آن بر باروری می باشد (Alzahrani et al. 2023).

3-3. خربزه تلخ (*Momordica charantia*)

در مطالعه ای روی موش های صحرایی نژاد ویستار، عصاره برگ *Momordica charantia* اثرات ضد باروری شامل کاهش تعداد اسپرم زنده، کاهش مورفولوژی طبیعی اسپرم، و کاهش تحرک اسپرم را ایجاد کرده است. علاوه بر این، این عصاره باعث کاهش سطح تستوسترون پلازما می شود که نشان دهنده یک اثر سمی مستقیم بر لوله های منی ساز و به طور بالقوه آسیب رساندن به سلول های ترشح کننده تستوسترون است. بنابراین، این گیاه بر تولید و سلامت کلی اسپرم تأثیر منفی می گذارد (Toson et al. 2014).

3-4. بریدلیا فروجینه (*Bridelia ferruginea*)

اثرات سمی عصاره متانولی آبی پوست ساقه بریدلیا فروجینه را بر روی سیستم تولید مثل مردان مورد بررسی قرار گرفته است. گزارش شده تجویز عصاره این گیاه در دوزهای مختلف منجر به کاهش قابل توجه وزن کلی بدن و میانگین وزن اندام های تولید مثلی از جمله بیضه ها، اپیدیدیم، مجرای دفران، وزیکول های منی و غده پروستات می گردد. همچنین، بررسی بافت شناسی بیضه، تخریب و کاهش ذخیره اسپرم در دم اپیدیدیم به عنوان منبعی برای تجزیه و تحلیل اسپرم نشان داد که تایید کننده اثرات نامطلوب قابل توجه این ترکیب بر سلامت باروری مردان می باشد (Yeboah et al. 2022).

3-5. قشطه صدفی (*Annona squamosa*)

مطالعه دیگر به بررسی اثرات عصاره اتانولی *Annona squamosa* که به دلیل خواص دارویی مختلف آن معروف است، بر ویژگی های تولید مثلی مردانه پرداخت است. این بررسی کاهش سطح فروکتوز را در بیضه، مجرای دفران، و وزیکول های منی، و همچنین کاهش تعداد و تحرک اسپرم در موش های تحت درمان را نشان داد. این یافته ها نشان می دهد که در حالی که *Annona squamosa* به طور سنتی به دلیل اثرات دارویی آن ارزشمند است، ممکن است دارای سمیت تولید مثلی نیز باشد، بنابراین ضرورت احتیاط در کاربرد آن وجود دارد (Hidayati et al. 2018).



3-6. استبرق (*Calotropisprocera*)

مشخص شده استفاده از عصاره گیاه *Calotropisprocera* به مدت ۲۰ روز دارای اثرات سمیت کبدی-کلیوی و آسیب به بافت بیضه هستند. علاوه بر این، این عصاره حاوی ترکیبات سمی از جمله آلكالوئیدها، گلیکوزیدها، آنتراکینونها، فلاونیدها، تانینها، اسیدهای آلی و مواد معدنی سمی است که فرآیند اسپرم‌زایی را که منجر به ناباروری موش می‌شود، مهار یا متوقف می‌کنند (Toson et al. 2014).

3-7. چای سبز (*Green tea*)

در مطالعه دیگر، اثرات استفاده از عصاره برگ چای سبز بر عملکرد و ویژگی‌های مورفولوژیکی سیستم تولید مثل در موش‌های صحرایی نر مورد بررسی قرار گرفته است. در حیوانات درمان شده با عصاره به مدت ۲۶ روز وزن بیضه و تعداد و تحرک اسپرم در مقایسه با گروه کنترل کاهش یافته است. همچنین، سطح تستوسترون و سطوح FSH و LH در گروه‌های تحت درمان با عصاره تغییر یافته است. بررسی بافت شناسی مهار اسپرماتوژنز و متلاشی شدن لوله‌های اسپرم ساز بیضه را نشان داده است. نتایج این مطالعه نشان داده است که درمان با عصاره چای سبز به صورت وابسته به دوز اثر اخته‌ای قوی بر دستگاه تناسلی مردان دارد (Das and Karmakar 2015).

3-8. *Fadogia agrestis*

نشان داده شده استفاده از عصاره آبی ساقه *Fadogia agrestis* (Schweinf. Ex Hiern) می‌تواند بر توانایی عملکردی بیضه موش‌ها به‌ویژه در دوزهای بالاتر ۵۰ و ۱۰۰ میلی گرم بر کیلوگرم وزن بدن تأثیر منفی بگذارد. با این حال، اعمال عصاره در دوز ۱۸ میلی گرم بر کیلوگرم وزن بدن همان‌طور که در طب سنتی استفاده می‌شود سمیت قابل توجه ایجاد نکرده است (Yakubu, Akanji, and Oladiji 2008).

3-9. پانیکوم (*Panicum capillare*)

درمان با عصاره برگ پانیکوم منجر به کاهش وزن بدن موش‌ها و همچنین کاهش وزن بیضه در مقایسه با گروه شاهد در دوره درمان شده است. تجزیه و تحلیل اسپرم کاهش معنی دار در سلول‌های اسپرم طبیعی، تنوع اسپرم، سلول‌های اسپرم فعال و تعداد اسپرم در تمام گروه‌هایی که حداکثر عصاره برگ پانیکوم را نشان داده است. افزایش قابل توجهی در سلول‌های اسپرم غیر طبیعی و مرده و کاهش معنی دار سطح هورمون محرک فولیکول (FSH) و تستوسترون نشان داده شده است. بافت شناسی بیضه نیز سمیت وابسته به دوز عصاره را نشان داده است (Iyanyi, Ehigiator, and Ifedigbo 2024).

3-10. زیتون (*Olive leaves*)

اثرات درمان با عصاره برگ زیتون بر بیضه، کیفیت اسپرم و آپوپتوز سلول‌های زایای بیضه در موش‌های صحرایی نر در معرض بوسولفان بررسی شده است. نتایج کاهش قابل توجه در زنده ماندن اسپرم، تعداد اسپرماتوسیت اولیه و سلول‌های لیدینگ در گروه بوسولفان را نشان داده است. مشخص شده تجویز خوراکی عصاره برگ زیتون در دوزهای ۲۵۰ و ۵۰۰ میلی گرم بر کیلوگرم می‌تواند در بهبود سمیت ناشی از بوسولفان در بیضه موش مفید باشد، در حالی که غلظت ۷۵۰ میلی گرم بر کیلوگرم نه تنها اثرات مثبتی ایجاد نکرد، بلکه می‌تواند اثرات مضر را نیز تشدید کند (Hakemi et al. 2019).



3-11. زیره سبز (Cumin)

با توجه به نتایج تحقیقات می توان بیان کرد که عصاره الکلی زیره سبز به میزان ۱۰۰ میلی گرم بر کیلوگرم موش صحرایی احتمالاً با تأثیر مستقیم بر بافت های بیضه باعث تضعیف عملکرد و کاهش سطح تستوسترون و تولید اسپرم می گردد (Shariati, Mokhtari, and Shahidian 2005).

3-12. *Phyllanthus niruri* L.

مطالعه ای به منظور تعیین اثر *Phyllanthus niruri* L. (Euphorbiaceae) بر برخی از هورمون های مردانه و سایر ویژگی های سم شناسی صورت گرفته است. براساس نتایج مطالعه ای ذکر شده این گیاه دارویی که به طور سنتی برای دفع سنگ کلیه و همچنین به عنوان یک عامل ضد مالاریا شناخته می شود اثرات بازدارنده بر سطح هورمون های استروژن، پروژسترون و تستوسترون دارد. همچنین، تغییرات نامطلوب از نظر بافت شناسی بیضه به دنبال درمان با این گیاه گزارش شده است (Asare et al. 2013).

3-13. *Vitex agnus castus* L. (Vit.)

اثرات عصاره میوه *Vitex agnus castus* L. (Vit.) بر فعالیت محور هیپوفیز-گناد در موش های نر Balb/C مطالعه شده است. درمان با عصاره به مدت ۳۰ روز به صورت داخل صفاقی کاهش سطح هورمون LH, FSH و تستوسترون را ایجاد نموده است که نشان دهنده اثرات ضد آندروژنی گیاه فوق است که احتمالاً از طریق محور هیپوتالاموس-هیپوفیز-گناد (HPG) عمل می کند (Nasri et al. 2004).

۴. بحث و نتیجه گیری

گیاهان به عنوان منابع غنی از ترکیبات زیست فعال همواره نقش مهمی در درمان و پیشگیری از بیماری ها ایفا کرده اند. خواص ضد التهابی، آنتی اکسیدانی، ضد میکروبی و سایر مزایای شناخته شده بسیاری از گیاهان، توجه زیادی را به خود جلب کرده است. با این حال، علی رغم سودمندی های متعدد، برخی ترکیبات گیاهی ممکن است اثرات نامطلوبی بر سیستم تولید مثل نر داشته باشند. این موضوع نشان دهنده نیاز به بررسی دقیق تر و مدیریت محتاطانه استفاده از گیاهان دارویی است (Toyin, Olakunle, and Adewunmi 2014; Ramgir et al. 2022).

براساس مستندات مورد بررسی قرار گرفته در مطالعه حاضر، یکی از اثرات مخرب ترکیبات گیاهی بر سیستم تولید مثل نر، کاهش کیفیت و کمیت اسپرم ها است. برخی از مطالعات نشان داده اند که مصرف بیش از حد یا نامناسب ترکیبات خاصی مانند آلکالوئیدها، ساپونین ها و فلاونوئیدها ممکن است باعث ایجاد استرس اکسیداتیو در بافت های بیضه شود. این وضعیت می تواند منجر به کاهش تولید تستوسترون، آسیب به سلول های اسپرماتوژنیک و در نتیجه کاهش باروری گردد (D'cruz et al. 2010; Ye et al. 2020). به علاوه، برخی ترکیبات گیاهی می توانند تعادل هورمونی را مختل کرده و عملکرد محور هیپوتالاموس-هیپوفیز-گناد را تحت تأثیر قرار دهند (Smith et al. 2021; Roozbeh et al. 2021).

از سوی دیگر، استفاده از گیاهان در درمان بیماری های تولید مثلی نیز چالش های خاص خود را به همراه دارد. یکی از این چالش ها، تنوع ترکیبات شیمیایی موجود در گیاهان و تأثیرات متغیر آن ها بر افراد مختلف است. این تنوع می تواند منجر به عدم



پیش‌بینی‌پذیری اثرات درمانی و یا حتی ایجاد عوارض جانبی ناخواسته شود. به علاوه، نبود استانداردسازی دقیق در تولید و مصرف فرآورده‌های گیاهی، خطر مسمومیت یا تداخلات دارویی را افزایش می‌دهد (Kuralkar and Kuralkar 2021; Ramgir et al. 2022).

راهکارهای پیشنهادی برای کاهش اثرات منفی و بهبود استفاده از گیاهان دارویی شامل تحقیقات بیشتر برای شناسایی ترکیبات فعال و تعیین دوزهای ایمن و مؤثر است. همچنین، استانداردسازی تولید فرآورده‌های گیاهی و آموزش به مصرف‌کنندگان و متخصصان در مورد نحوه استفاده صحیح از این محصولات ضروری به نظر می‌رسد. مطالعات بالینی بیشتر با طراحی دقیق نیز می‌تواند نقش مهمی در شناسایی اثرات درازمدت و کوتاه‌مدت ترکیبات گیاهی بر سیستم تولیدمثل داشته باشد. در مجموع، بهره‌برداری مسئولانه و علمی از گیاهان دارویی می‌تواند زمینه‌ای برای کاهش عوارض نامطلوب و استفاده بهینه از پتانسیل‌های این منابع طبیعی در درمان بیماری‌های تولیدمثلی باشد.

منابع

- Alzahrani, Meshari A, Salman Bin Ofisan, Nasser I Alshumaymiri, Muath Alghuwainem, Muath Altamimi, Ali Y Alali, Muhammad Rabie, Ahmed K AboSkena, Khalid Almaymuni, and Raed Almannie. 2023. 'Effect of St. John's Wort (*Hypericum perforatum* L.) on Male Sexual and Reproductive Health: A Narrative Review', *Biomedicines*, 11: 2800.
- Asare, George Awuku, Kwasi Bugyei, Irene Fiawoyi, Isaac Julius Asiedu-Gyekye, Ben Gyan, Samuel Adjei, Phyllis Addo, Lydia Otu-Nyarko, and Alexander Nyarko. 2013. 'Male rat hormone imbalance, testicular changes and toxicity associated with aqueous leaf extract of an antimalarial plant: *Phyllanthus niruri*', *Pharmaceutical Biology*, 51: 691-99.
- D'Cruz, Shereen Cynthia, Selvaraju Vaithinathan, Rajamanickam Jubendradass, and Premendu Prakash Mathur. 2010. 'Effects of plants and plant products on the testis', *Asian Journal of Andrology*, 12: 468.
- Das, Shyamal Kanti, and Soumendra Nath Karmakar. 2015. 'Effect of green tea (*camellia sinensis* L.) leaf extract on reproductive system of adult male albino rats', *International journal of physiology, pathophysiology and pharmacology*, 7: 178.
- Ge, Jia-Chen, Qi Qian, Yan-Hua Gao, Yi-Fan Zhang, Ying-Xuan Li, Xu Wang, Yan Fu, Yu-Mei Ma, and Qiao Wang. 2023. 'Toxic effects of Tripterygium glycoside tablets on the reproductive system of male rats by metabolomics, cytotoxicity, and molecular docking', *Phytomedicine*, 114: 154813.
- Hakemi, Sepideh Ganjalikhan, Fariba Sharififar, Tahereh Haghpanah, Abdolreza Babae, and Seyed Hassan Eftekhari-Vaghefi. 2019. 'The effects of olive leaf extract on the testis, sperm quality and testicular germ cell apoptosis in male rats exposed to busulfan', *International journal of fertility & sterility*, 13: 57.
- Hidayati, Nur Laili Dwi, Tita Nopianti, Nur Rahayuningsih, Yuliana Dewi, and Yani Suryani. 2018. 'Antifertility activities of ethanol extract of sugar apple leaves (*Annona squamosa* L.) in the reproductive system: spermatogenesis and sperm quality study', *Pharmaciana*, 8: 339-48.
- Hifnawy, Mohammed S, Mahmoud A Aboseada, Hossam M Hassan, Adel F Tohamy, El Moataz B El Naggat, and Usama Ramadan Abdelmohsen. 2021. 'Nature-inspired male contraceptive and spermicidal products', *Phytochemistry Reviews*, 20: 797-843.
- Iyanyi, Uchechukwu, Ben Ehigior, and Emmanuel Ifedigbo. 2024. 'Panicum maximum leaf extract induces reproductive toxicity in adult male Wistar rats', *Journal of Clinical and Basic Research*, 8: 12-15.
- Kuralkar, Prajakta, and SV Kuralkar. 2021. 'Role of herbal products in animal production—An updated review', *Journal of Ethnopharmacology*, 278: 114246.
- Leisegang, Kristian, and Renata Finelli. 2021. 'Alternative medicine and herbal remedies in the treatment of erectile dysfunction: a systematic review', *Arab journal of urology*, 19: 323-39.
- Nasri, S, S Oryan, A Haeri Rohani, GH Amin, and H Yahyavi. 2004. 'The effects of vitex agnus castus L. extract on gonadotrophins and testosterone in male mice', *Iran Int J Sci*, 5: 25-31. Okaiyeto, Kunle, and



- Oluwafemi O Oguntibeju. 2021. 'African herbal medicines: Adverse effects and cytotoxic potentials with different therapeutic applications', *International journal of environmental research and public health*, 18: 5988.
- Petrovska, Biljana Bauer. 2012. 'Historical review of medicinal plants' usage', *Pharmacognosy reviews*, 6: 1.
- Ramgir, Shalaka S, Kaviyarasi Renu, Balachandar Vellingiri, Alex George, Damodaran Tirupapuliur, Padma Thiagarajan, and Abilash Valsala Gopalakrishnan. 2022. 'Phytomedicinal therapeutics for male infertility: critical insights and scientific updates', *Journal of Natural Medicines*, 76: 546-73.
- Roozbeh, Nasibeh, Azam Amirian, Fatemeh Abdi, and Simin Haghdooost. 2021. 'A systematic review on use of medicinal plants for male infertility treatment', *Journal of Family & Reproductive Health*, 15: 74.
- Shariati, Mehrdad, Mokhtar Mokhtari, and Sheyda Shahidian. 2005. 'The Effect of Cuminum Cyminum Alcoholic Extract on Serum Testosterone Level and Its Contraceptive Effects on Adult Male Rats', *Journal of Advances in Medical and Biomedical Research*, 13: 8-13.
- Singh, Rajinder. ۲۰۱۵. 'Medicinal plants: A review', *Journal of plant sciences*, 8: 50-55.
- Smith, Stephen J, Adrian L Lopresti, Shaun YM Teo, and Timothy J Fairchild. 2021. 'Examining the effects of herbs on testosterone concentrations in men: A systematic review', *Advances in nutrition*, 12: 744-65.
- Toson, EA, Salem A Habib, Entsar A Saad, and Nahla H Harraz. 2014. 'Toxic and anti-fertility effects of Alocasia macrorrhiza and Calotropis procera ethanolic extracts on male mice', *Int J Biochem Photon*, 195: 328-38.
- Toyin, Yakubu Musa, Ajiboye Taofeek Olakunle, and Akanji Musbau Adewunmi. 2014. 'Toxicity and beneficial effects of some african plants on the reproductive system', *Toxicological survey of African medicinal plants*: 445-92.
- Yakubu, Musa Toyin, Musbau Adewumi Akanji ,and Adenike Temidayo Oladiji. 2008. 'Effects of oral administration of aqueous extract of Fadogia agrestis (Schweinf. Ex Hiern) stem on some testicular function indices of male rats', *Journal of Ethnopharmacology*, 115: 288-92.
- Ye, Rui-Juan, Jia-Mei Yang ,Dong-Mei Hai, Ning Liu, Lin Ma, Xiao-Bing Lan, Jian-Guo Niu, Ping Zheng, and Jian-Qiang Yu. 2020. 'Interplay between male reproductive system dysfunction and the therapeutic effect of flavonoids', *Fitoterapia*, 147: 104756.
- Yeboah, Genevieve Naana, Frederick William Akuffo Owusu, Mary-Ann Archer, Michael Odoi Kyene, Doris Kumadoh, Frederick Ayertey, Susana Oteng Mintah, Peter Atta-Adjei Junior, and Alfred Ampomah Appiah. 2022. 'Bridelia ferruginea Benth.; An ethnomedicinal, phytochemical, pharmacological and toxicological review', *Heliyon*, 8.



اثر عصاره فلفل و منابع مختلف کربن و نیتروژن بر تولید کوآنزیم Q10 توسط زیموموناس موبیلیس

فوزیه مقدمی^{*۱}

^{*۱} گروه زیست شناسی، دانشکده علوم پایه، دانشگاه پیام نور، صندوق پستی: ۴۶۹۷-۱۹۳۹۵، تهران، ایران. (fmoghadami@pnu.ac.ir)

چکیده

در این پژوهش اثر عصاره فلفل دولمه ای حاوی کارتنوئید استخراج شده و منابع مختلف کربن و نیتروژن بر تولید کوآنزیم Q10 توسط زیموموناس موبیلیس مورد بررسی قرار گرفته است. بدین منظور، ابتدا کارتنوئید کل موجود در چهار رنگ فلفل دولمه ای استخراج شد. در مرحله بعد، اثر عصاره ها بر تولید کوآنزیم Q10 بررسی شد. منابع مختلف کربن شامل گلوکز، سوکرز، فروکتوز، لاکتوز و مانیتول و منابع نیتروژن شامل عصاره مخمر، پیتون، آمونیوم نترات، پتاسیم نترات و کازئین بود. میزان تولید کوآنزیم Q10 با کمک دستگاه HPLC سنجش شد. نتایج این بررسی نشان داد که تولید کوآنزیم Q10 در حضور عصاره فلفل دولمه ای افزایش پیدا کرد (6/1 میلی گرم در لیتر در حضور عصاره فلفل دولمه ای قرمز). درواقع 0/7 برابر بیش از زمانی که هیچ عصاره ای افزوده نشد. بهترین منبع کربن و نیتروژن نیز به ترتیب سوکرز با غلظت ۹۰ گرم بر لیتر و عصاره مخمر با غلظت ۳۰ گرم بر لیتر گزارش شد که سبب تولید ۱۲/۸ میلی گرم بر لیتر کوآنزیم Q10 تولید شدند.

واژگان کلیدی: زیموموناس، فلفل، کربن، کوآنزیم Q10، نیتروژن



۱. مقدمه

فلفل دولمه ای با نام علمی *Capsicum annuum* شامل ترکیبات شیمیایی مختلفی است که به طور عمده از سه گروه اسانسهای روغنی، مومها و رنگدانه ها تشکیل شده اند. در میان آنها برخی از ترکیبات ساختار ایزوپرنوئیدی داشته و برای تشکیل آنها نیاز به واحدهای ایزوپرنی هست. این ترکیبات شامل سولانسل، ویتامینهای A و E و کارتئونیدها هستند. کارتئونیدها ترکیبات ترپنوئیدی هستند که از واحدهای ایزوپرنی ساخته شده اند و انواع مختلفی دارند که هر کدام مسبب ایجاد رنگ زرد، نارنجی و قرمز در میوه ها و سبزیجات می باشند. فلفل دولمه ای دارای مقادیر قابل توجهی از کارتئونیدها می باشد و به همین دلیل به رنگهای مختلف سبز، زرد، نارنجی، قرمز و گاهی نیز به رنگ بادمجانی یافت می شود. از جمله کارتئونیدهای موجود در فلفل دولمه ای می توان از لوتئین، کپسانتین، بتاکاروتن، زئازانتین، ویالوزانتین و غیره نام برد. همه کارتئونیدهای موجود در یک میوه با اصطلاح کارتئونید کل خوانده می شود. میزان کارتئونید کل در رنگهای مختلف فلفل دولمه ای متفاوت است. گزارش شده است که فلفل دولمه ای زرد دارای بیشترین و فلفل دولمه ای سبز دارای کمترین میزان کارتئونید کل می باشند. محتوای کارتئونید کل در فلفل قرمز بین ۱۰۰-۳۲۰۰ mg DW⁻¹ گزارش شده است.

زیموموناس موبیلیس (*Z. mobilis*) یک باکتری گرم منفی، بی هوازی اختیاری، غیر اسپورزا، تاژکدار قطبی و میله ای شکل است و تنها گونه ای است که در جنس زیموموناس یافت می شود. این باکتری بیشتر برای تولید اتانول مورد توجه می باشد. به دلیل ویژگی های منحصر به فرد این باکتری به عنوان یک پلت فرم میکروبی بسیار امیدوار کننده برای تولید سوخت های زیستی از مواد اولیه تجدید پذیر شناخته شده است. در واقع، تولید اتانول سلولزی با استفاده از زیموموناس موبیلیس در حال حاضر در مقیاس تجاری اجرا شده است. از آنجایی که در زنجیره انتقال الکترون خود دارای کوآنزیم Q از نوع کوآنزیم Q₁₀ می باشد می تواند از نظر تولید این ماده نیز مورد توجه قرار گیرد.

کوآنزیم Q₁₀ در ۱۹۵۷ همزمان توسط دو گروه تحقیقاتی کشف شد و با دو نام کوآنزیم Q₁₀ و ابی کوئینون نامگذاری شد. رایج ترین نوع کوآنزیم Q که در میتوکندری انسان نیز وجود دارد کوآنزیم Q₁₀ می باشد دارای ۱۰ ایزوپرن در زنجیره ایزوپرنوئیدی است. از اینرو میکروارگانیسمهای حاوی کوآنزیم Q₁₀ مورد توجه قرار گرفته اند. تولید کوآنزیم Q₁₀ در حال حاضر عمدتاً به سه روش سنتز شیمیایی، سنتز نیمه شیمیایی (استخراج از گیاهان و اصلاح ساختار) و فرآیند تخمیر میکروبی انجام می گیرد ولی از آنجایی که این ملکول از پیچیدگی ساختاری خاصی برخوردار بوده و مسیر بیوسنتز آن نیز پیچیده است، هزینه سنتز شیمیایی و نیمه شیمیایی آن بالا است و از طرفی ایزومر نوری هم تولید می شود. بنابراین فرآیند تخمیر میکروبی به دلیل ارزانتر بودن و عدم تولید ایزومر نوری بیشتر مورد توجه می باشد. تحقیقات محققان نشان داده است که باکتری ها هم می توانند منابع خوبی جهت تولید کوآنزیم Q₁₀ باشند. مطالعات فراوانی بر روی طیف وسیعی از باکتری های مولد کوآنزیم Q₁₀ جهت تولید هرچه بیشتر انجام گرفته است که برخی از آنها نیز برای تولید صنعتی امیدوار کننده بوده اند.

تولید کوآنزیم Q₁₀ تا کنون توسط باکتریهای مختلفی مورد بررسی قرار گرفته است. این پژوهش مطالعه ای است که میزان تولید کوآنزیم Q₁₀ را در حضور منابع مختلف کربن و نیتروژن توسط زیموموناس موبیلیس نشان می دهد.



۲. مواد و روش ها

۲-۱. میکروارگانیزم و محیطهای کشت

در این پژوهش از سویه استاندارد Zymomonas Mobilis PTCC ۱۷۱۸ استفاده شد. محیط پیش کشت حاوی ۵۰ گلوکز، ۱۰ عصاره مخمر، ۲۰ پپتون، ۲۰ زایلوز و ۲ پتاسیم دی هیدروژن فسفات (گرم بر لیتر) بود. محیط کشت تولید نیز حاوی ۷۰ منبع کربن، ۲۰ منبع نیتروژن، ۲ پتاسیم دی هیدروژن فسفات و ۱ سولفات منیزیم (گرم بر لیتر) بود. پس از تلقیح، فلاسکها به مدت ۴۰ ساعت در دمای ۳۰ درجه سانتیگراد با سرعت ۱۸۰ rpm در انکوباتور نگهداری شدند. کوآنزیم Q۱۰ بعد از ۴۰ ساعت استخراج شد.

۲-۲. استخراج و سنجش کارتنوئید

جهت استخراج و سنجش رنگدانه های کارتنوئیدی موجود در فلفل دولمه ای، از روش استخراج متانولی و سنجش با دستگاه اسپکتروفتومتر استفاده شد. بدین منظور ۰/۵ گرم از هر رنگ از پودر فلفل وزن شده و ۲۵ میلی لیتر متانول به آن افزوده شد و به مدت ۱۰ دقیقه با استفاده از استیرر به طور مکانیکی همزده شد. محتوای فلاسکها با سرعت ۱۰۰۰ rpm به مدت ۵ دقیقه سانتریفوژ شد. سپس ۲ میلی لیتر از آن برداشته شده و به ۸ میلی لیتر متانول خالص افزوده شد. جذب محلول حاصل در سه طول موج ۴۷۰ نانومتر برای ترکیبات کارتنوئید، ۶۵۳ نانومتر برای کلروفیل a و ۶۶۶ نانومتر برای کلروفیل b توسط دستگاه اسپکتروفتومتر خوانده شد. مقدار کارتنوئید از طریق فرمولهای زیر محاسبه و میزان کارتنوئید موجود بر حسب میلی گرم بر گرم وزن خشک فلفل به دست آمد که نهایتاً بر حسب میلی گرم بر ۱۰۰ گرم وزن خشک گزارش شد.

$$\text{Chlorophyll a} = 15/65A_{666} - 7/34A_{653}$$

$$\text{Chlorophyll b} = 27/05A_{653} - 11/21A_{666}$$

$$\text{Total Carotenoid} = (1000A_{470} - 2/86\text{Chla} - 12/92\text{Chlb})/245$$

۲-۳. اثر عصاره های فلفل بر تولید کوآنزیم Q۱۰

در مرحله بعد به فلاسکهای محیط کشت تلقیح شده با کدورت نیم مک فارلند، میزان ۲۰۰ میکروگرم بر میلی لیتر از هر کدام از عصاره های فلفل سبز، زرد، نارنجی و قرمز به طور جداگانه اضافه شد. فلاسکها در گرمخانه ۳۰ درجه سانتیگراد با سرعت ۱۸۰ rpm به مدت ۴۰ ساعت گرماگذاری شدند و سپس میزان وزن خشک سلولی و کوآنزیم Q۱۰ تولیدی مورد سنجش قرار گرفت.

۲-۴. منبع کربن و نیتروژن

منابع مختلف کربن استفاده شده در این پژوهش شامل گلوکز، سوکرز، فروکتوز، لاکتوز و مانیتول و منابع نیتروژن شامل عصاره مخمر، پپتون، آمونیوم نترات، پتاسیم نترات و کازئین بود. پس از یافتن بهترین منبع کربن و نیتروژن، اثر درصدهای مختلف سوکرز و عصاره مخمر نیز بر تولید کوآنزیم Q۱۰ مورد بررسی قرار گرفت.

۲-۵. استخراج و سنجش کوآنزیم Q۱۰

جهت استخراج کوآنزیم Q10 پس از جداسازی سلولها با سرعت ۱۲۰۰۰rpm به مدت ۲۰ دقیقه، ۴۵۰ میکرولیتر از محلول cell lytic B افزوده شد. سپس ۹۰۰ میکرولیتر از حلال هگزان-۲ پروپانول با نسبت ۵-۳ به پلت حاصل از سانتریفوژ افزوده و پس از سانتریفوژ، بخش بالایی حاوی کوآنزیم Q10 به تیوبهای تمیز منتقل شد. جهت سنجش کوآنزیم Q10، از دستگاه HPLC (Agilent ۱۱۲۰ USA)، استفاده شد. ستون مورد استفاده Thermo scientist C (۱۸) ۲۵۰×۴.۵mm×۵ μm متصل شده به دتکتور UV بود و فاز متحرک اتانول: متانول (۷۰:۳۰) با سرعت جریان ۱ میلی لیتر بر دقیقه بود. کوآنزیم Q10 در طول موج ۲۷۵ نانومتر شناسایی شد. جهت تعیین وزن خشک سلولی هم، سلولهای جداسازی شده از محیط کشت پس از شستشو، درون آون با دمای ۶۰ درجه سانتیگراد به مدت ۲۴ ساعت قرار گرفتند.

۳. نتایج

سنجش کارتنوئیدهای موجود در فلفل دولمه ای: جهت استخراج و آنالیز رنگدانه های کارتنوئیدی موجود در فلفل دولمه ای، از روش استخراج متانولی و سنجش با دستگاه اسپکتروفتومتر استفاده شد. پس از به دست آوردن اعداد جذب توسط دستگاه اسپکتروفتومتر، میزان کارتنوئید کل موجود در هر رنگ از فلفل دولمه ای به دست آمد. (شکل ۱) فلاسکهای حاوی کارتنوئید استخراج شده از فلفل دولمه ای سبز، زرد، نارنجی و قرمز که با استفاده از حلال متانول انجام گرفت نشان می دهد.



شکل ۱. فلاسکهای حاوی کارتنوئید استخراج شده از فلفل دولمه ای سبز، زرد، نارنجی و قرمز با استفاده از حلال متانول

از راست به چپ: عصاره فلفل زرد، سبز، قرمز، نارنجی

مقدار کارتنوئید موجود در فلفل دولمه ای ۱۲۹-۴۱۷ mg/100g Dry Matter بود. (جدول ۱) مقدار کارتنوئید کل در ۱۰۰ گرم از پودر فلفل سبز، زرد، نارنجی و قرمز را نشان می دهد. طبق این جدول بیشترین مقدار کارتنوئید در فلفل دولمه ای قرمز وجود داشت (۴۱۷ mg/100g DW). پس از آن در فلفل نارنجی و بعد در فلفل سبز و کمترین مقدار کارتنوئید در فلفل دولمه ای زرد مشاهده شد.

جدول ۱. مقدار کارتنوئید کل موجود در ۱۰۰ گرم از پودر فلفل دولمه ای سبز، زرد، نارنجی و قرمز

فلفل دولمه ای	کارتنوئید کل (mg/100g dry matter)
سبز	۱۲۹±۳



۱۰۷ ± ۱۲

زرد

۳۹۰ ± ۲۱

نارنجی

۴۱۷ ± ۳۴

قرمز

3-1. تولید کوآنزیم Q₁₀ در حضور عصاره فلفل

در این مرحله به فلاسکهای حاوی ۵۰ میلی لیتر محیط کشت، میزان ۲۰۰ میکروگرم بر میلی لیتر از هر کدام از عصاره های فلفل سبز، زرد، نارنجی و قرمز به طور جداگانه اضافه شد و با کدورت نیم مک فارلند تلقیح انجام گرفت. بعد از ۴۰ ساعت میزان وزن خشک سلولی و کوآنزیم Q₁₀ مورد بررسی قرار گرفت. نتایج نشان داد که بیشترین میزان تولید کوآنزیم Q₁₀ در حضور عصاره فلفل قرمز تولید شد و مقدار آن برابر بود با ۶/۱ میلی گرم در لیتر. بعد از آن، عصاره فلفل نارنجی بیشترین افزایش را در تولید کوآنزیم Q₁₀ سبب شد و عصاره فلفل سبز و زرد در مقامهای سوم و چهارم قرار داشتند. (جدول ۲) میزان کوآنزیم Q₁₀ و وزن خشک سلولی را در حضور ۲۰۰ میکروگرم بر میلی لیتر از عصاره فلفل های سبز، زرد، نارنجی و قرمز را نشان می دهد. ضریب همبستگی بین میزان تولید کوآنزیم Q₁₀ در حضور رنگهای مختلف عصاره های فلفل و میزان کارتنوئید در رنگهای مختلف عصاره های فلفل به دست آمد و برابر با ۰/۹۶ بود.

جدول ۲. میزان کوآنزیم Q₁₀ و وزن خشک سلولی را در حضور ۲۰۰ میکروگرم بر میلی لیتر از عصاره فلفل دولمه ای سبز، زرد، نارنجی و قرمز

فلفل دولمه ای	کوآنزیم Q ₁₀ (mg/l)	وزن خشک سلولی (g/l)
سبز	4/5 ± ۰/۰۹	۵/1 ± ۰/۰۳
زرد	3/4 ± ۰/۱	۵/1 ± ۰/۰۹
نارنجی	5/2 ± ۰/۰۷	۵/1 ± ۰/۰۴
قرمز	6/۱ ± ۰/۰۴	5/8 ± ۰/۰۳

۳-۲. تاثیر منبع کربن بر تولید کوآنزیم Q₁₀

اثر منابع کربن بر تولید کوآنزیم Q₁₀ و وزن خشک سلولی توسط زیموموناس موبیلیس مورد ارزیابی قرار گرفت. نتایج نشان داد که سوکروز منبع کربن مطلوب برای رشد سلولی و تولید کوآنزیم Q₁₀ توسط باکتری زیموموناس است. گلوکز و مانیتول به ترتیب دومین و سومین منبع کربن مطلوب برای کوآنزیم Q₁₀ و وزن خشک سلولی بودند (جدول ۳). اثر غلظت های مختلف سوربیتول بر تولید کوآنزیم Q₁₀ و وزن خشک سلولی در (جدول ۴) نشان داده شده است. میزان کوآنزیم Q₁₀ و وزن خشک سلولی در حضور غلظتهای مختلف سوکروز نیز مورد بررسی قرار گرفت و نتایج نشان داد که تولید کوآنزیم Q₁₀ و وزن خشک سلولی در غلظت ۹۰ گرم بر لیتر به بیشترین مقدار خود رسید و با بالا رفتن غلظت افزایشی در تولید کوآنزیم Q₁₀ و وزن خشک سلولی مشاهده نشد. نتایج در جدول ۴ قابل مشاهده است.

جدول ۳. میزان کوآنزیم Q₁₀ و وزن خشک سلولی در حضور منابع مختلف کربن

منبع کربن	میزان کوآنزیم Q ₁₀	وزن خشک سلولی
گلوکز	۵/۸ ± ۰/۰۲	۵/۱ ± ۰/۰۳
سوکروز	۶/۲ ± ۰/۰۱	۵/۵ ± ۰/۰۹
فروکتوز	۴/۱ ± ۰/۰۳	۵/۳ ± ۰/۰۳
لاکتوز	۵/۱ ± ۰/۰۶	۵/۲ ± ۰/۰۴
مانیتول	۵/۷ ± ۰/۰۳	۵/۱ ± ۰/۰۳

جدول ۴. میزان کوآنزیم Q₁₀ و وزن خشک سلولی در حضور غلظت‌های مختلف سوکروز

غلظت سوکروز	میزان کوآنزیم Q ₁₀	وزن خشک سلولی
۷۰	۶/۲ ± ۰/۰۵	۵/۱ ± ۰/۰۳
۸۰	۸/۷ ± ۰/۰۵	۵/۴ ± ۰/۰۶
۹۰	۹/۷ ± ۰/۰۳	۵/۹ ± ۰/۰۴
۱۰۰	۹/۷ ± ۰/۰۴	۶/۰ ± ۰/۰۵
۱۱۰	۹/۶ ± ۰/۰۷	۵/۳ ± ۰/۰۸

۳-۳. تأثیر منبع نیتروژن بر تولید کوآنزیم Q₁₀

اثر منابع نیتروژن شامل عصاره مخمر، پیتون، نیترات آمونیوم، پتاسیم نیترات و کازئین کوآنزیم Q₁₀ و وزن خشک سلولی مورد بررسی قرار گرفت. در میان منابع مختلف نیتروژن، عصاره مخمر بیشترین تأثیر را بر تولید کوآنزیم Q₁₀ و وزن خشک سلولی نشان داد. (جدول ۵). میزان کوآنزیم Q₁₀ و وزن خشک سلولی در حضور غلظت‌های مختلف عصاره مخمر نیز مورد بررسی قرار گرفت و نتایج نشان داد که تولید کوآنزیم Q₁₀ و وزن خشک سلولی در غلظت ۳۰ گرم بر لیتر از عصاره مخمر، به بیشترین مقدار خود رسید و با بالا رفتن غلظت، افزایشی در تولید کوآنزیم Q₁₀ و وزن خشک سلولی مشاهده نشد. نتایج در (جدول ۶) قابل مشاهده است.

جدول ۵. میزان کوآنزیم Q₁₀ و وزن خشک سلولی در حضور منابع مختلف نیتروژن

منبع نیتروژن	میزان کوآنزیم Q ₁₀	وزن خشک سلولی
عصاره مخمر	۱۰/۵ ± ۰/۰۴	۵/۵ ± ۰/۰۷
پیتون	۹/۷ ± ۰/۰۱	۵/۴ ± ۰/۰۱
آمونیم نیترات	۹/۱ ± ۰/۰۳	۴/۹ ± ۰/۰۴
پتاسیم نیترات	۷/۱ ± ۰/۰۴	۴/۲ ± ۰/۰۱
کازئین	۶/۷ ± ۰/۰۱	۴/۳ ± ۰/۰۹

جدول ۶. میزان کوآنزیم Q₁₀ و وزن خشک سلولی در حضور غلظت‌های مختلف عصاره مخمر

غلظت عصاره مخمر	میزان کوآنزیم Q ₁₀	وزن خشک سلولی
۱۵	۶/۸ ± ۰/۰۶	۵/۵ ± ۰/۰۷



۵/۹ ± ۰/۰۴	۱۰/۵ ± ۰/۰۵	۲۰
۵/۹ ± ۰/۰۴	۱۱/۶ ± ۰/۰۳	۲۵
۶/۲ ± ۰/۰۱	۱۲/۸ ± ۰/۰۷	۳۰
۶/۳ ± ۰/۰۸	۱۲/۷ ± ۰/۰۳	۳۵

۴. بحث و نتیجه گیری

در این پژوهش از فلفل دولمه ای به عنوان پیش سازی جهت سنتز کوآنزیم Q10 استفاده شد. در پژوهشی که در ۲۰۰۹ انجام گرفت افزودن آبمیوه هویج و گوجه فرنگی به محیط کشت باکتری *Pseudomonas diminuta* به ترتیب سبب افزایش تولید کوآنزیم Q10 از ۶ به ۲۹ و ۲۴ میلی گرم بر لیتر شد. در این مقاله ذکر شده که احتمالاً دلیل افزایش تولید کوآنزیم Q10 می تواند وجود پیش سازهای کارتنوئیدها باشد که در هویج و گوجه فرنگی به میزان زیادی مشاهده می شود. زیرا مسیر تولید کوآنزیم Q10 و کارتنوئیدها یک مسیر مشترک است. گزارش شده است که افزودن عصاره تنباکو به محیط کشت *Rhodospirillum rubrum* سبب افزایش تولید کوآنزیم Q10 تا ۲ برابر شد. در سویه *Sphingomonas sp. ZUTE03* هم که در شرایط معمولی ۴۳ میلی گرم بر لیتر کوآنزیم Q10 تولید می کرد، افزودن پیش ساز سولانسل و پلی هیدروکسی بنزوئیک اسید تولید را به ۴۴۲ میلی گرم بر لیتر رساند. نتایج پژوهش حاضر نشان داد تولید کوآنزیم Q10 در حضور عصاره کارتنوئیدی فلفل تا ۱/۵ برابر افزایش یافت. بیشترین مقدار کوآنزیم Q10 در حضور عصاره فلفل قرمز (۶/۱ میلی گرم بر لیتر) تولید شد و کمترین مقدار زمانی به دست آمد که عصاره فلفل زرد به محیط کشت افزوده شد و این افزایش به طور معنی داری در ارتباط با میزان کارتنوئید بود. به طوریکه ضریب همبستگی بین میزان تولید کوآنزیم Q10 در حضور رنگهای مختلف عصاره های فلفل و میزان کارتنوئید در رنگهای مختلف عصاره های فلفل برابر با ۰/۹۶ بود. این بدین معناست که تغییرات میزان کوآنزیم Q10 در حضور عصاره فلفل می تواند مربوط به میزان کارتنوئید و پیش سازهای آن باشد که با استفاده از متانول استخراج شده اند. این عصاره بر افزایش رشد سلولی نیز تاثیر گذار بود و سبب افزایش وزن خشک سلولی شد. مقدمی و همکاران نشان دادند که در بین منابع مختلف کربن، سوربیتول برای تولید کوآنزیم Q10 و وزن خشک سلولی موثرترین بود. همینطور نشان دادند که ظرفیت ویژه تولید کوآنزیم Q10 سویه *Gluconobacter japonicus* FM10 در حضور قند الکلهای بیشتر از سایر قندها بود. در پژوهشی، Ha و همکاران افزایش مداوم ظرفیت ویژه تولید کوآنزیم Q10 را در *Agrobacterium tumefaciens* مستقل از منبع کربن خاص گزارش کرد. در مطالعه ای که بر روی سویه *Gluconobacter oxydans* H621 انجام شد، نتایج نشان داد که در حضور عصاره مخمر به عنوان منبع نیتروژن بیشترین مقدار کوآنزیم Q10 تولید شد. هنگامی که از دو منبع نیتروژن به صورت ترکیبی استفاده شد، تولید کوآنزیم Q10 افزایش یافت. در حضور عصاره مخمر و سولفات آمونیوم، تولید کوآنزیم Q10 به ۳/۴ میلی گرم در لیتر رسید. تاکنون مطالعات زیادی در مورد تأثیر منابع مختلف بر رشد و تولید محصولات مختلف در باکتری ها انجام شده است. عصاره مخمر به دلیل داشتن ترکیبات غنی و مغذی، برای اکثر باکتریها منبع نیتروژن مناسبی محسوب می شود. مطالعه حاضر، اولین مطالعه ای است که میزان تولید کوآنزیم Q10 را در حضور منابع مختلف کربن و نیتروژن توسط *Zymomonas Mobilis* نشان می دهد. تولید کوآنزیم Q10 تا کنون توسط باکتریهای مختلفی مورد بررسی قرار گرفته است ولی در باکتری *Zymomonas* تا کنون مورد بررسی قرار نگرفته است. نتایج مطالعه حاضر نشان داد که منابع کربن و نیتروژن نقش



مهمی در رشد سلولی و تولید کوآنزیم Q10 ایفا می کنند. با توجه به نتایج این مطالعه می توان نتیجه گرفت که سوکروز و عصاره مخمر و پیتون به ترتیب موثرترین منابع کربن و نیتروژن برای تولید کوآنزیم Q10 توسط زیموناس موبیلیس بودند.

منابع

- Arimpoor R, Natarajan R, Menon K (2015) Red pepper (*Capsicum annuum*) carotenoids as a source of natural food colors: analysis and stability. *J Food Sci Technol* 52(3):1258–1271
- Bule M, Singhal R (2009) use of carrot juice and tomato juice as natural precursors for enhanced production of ubiquinone-10 by *Pseudomonas diminuta* NCIM2865 *Food Chemistry* 116: 302-305
- Campos M, Gomez K, Ordonez Y (2013) Polyphenols, Ascorbic Acid and Carotenoids Contents and Antioxidant Properties of Habanero Pepper (*Capsicum chinense*) Fruit. *Food Nutrition Sci* 4: 47-54
- Choi JH, Ryu YW, Seo JH. Biotechnological production and applications of coenzyme Q₁₀. *Appl Microbiol Biotechnol*. 2005. 68:9-15. Doi: 10.1007/s00253-005-1946-x
- Ha SJ, Kim SY, Seo JH, Moon DK, Lee JK. Optimization of Culture Conditions and Scale-up to Pilot and Plant Scales for Coenzyme Q10 Production by *Agrobacterium tumefaciens*. *Appl Microbiol Biotechnol*. 2007; Vol. 74: pp. 974-980. <https://doi.org/10.1007/s00253-007-0995-8>.
- Jeya M, Moon HJ, Lee JL, Kim IW, Lee JK. Current State of Coenzyme Q₁₀ Production and its Application. *Appl Microbiol Biotechnol*. 2010; Vol. 85: pp. 1653-1663. Doi: 10.1007/s00253-009-2380-2.
- Lee SA, Choi Y, Jung, Kim S (2002) Effect of initial carbon sources on the electrochemical detection of glucose by *Gluconobacter oxydans*. *Bioelectrochemistry* 57: 173– 178
- Li Y, Zhai R, Jiang X, Chen X, Yuan X, Liu Z and Jin M .Boosting Ethanol Productivity of *Zymomonas mobilis* 8b in Enzymatic Hydrolysate of Dilute Acid and Ammonia Pretreated Corn Stover Through Medium Optimization, High Cell Density Fermentation and Cell Recycling. *Front. Microbiol*. 2019. 10:2316. doi: 10.3389/fmicb.2019.02316
- Moghadami F, Fooladi J, Hosseini R. Introducing a thermotolerant *Gluconobacter japonicus* strain, potentially useful for coenzyme Q 10 production. *Folia microbiologica*. 2019 Jul 15;64:471-9.
- Ndikubwimana JD, Lee BH. Enhanced Production Techniques, Properties and Uses of Coenzyme Q10. *Biotechnol Let*. 2014; Vol. 36: pp. 1917-1926. DOI: 10.1007/s10529-014-1587-1
- Qiu L, Wang W, Zhong W, Zhong L, Fang J, Li X, Wu S, Chen J (2011) Coenzyme Q10 production by *Sphingomonas* sp. ZUTE03 with novel precursors isolated from tobacco waste in a two-phase conversion system *J Microbiol Biotechnol* 21(5):494-502
- Soleymani Sh., Faezi Ghasemi M., Shojaei Arani A.A.F. Optimization Of Ethanol Production By *Zymomonas Mobilis* Ptcc 1718 Using Low Cost Substrates. *Journal of biology science*. 2008, 2(3 (SERIES NO. 6)), 23-39. <https://www.sid.ir/en/journal/ViewPaper.aspx?id=182528>
- Tian Y, Yue T, Pei J, Yuan Y, Li J, Lo YM (2010) Effects of Cell Lysis Treatments on the Yield of Coenzyme Q10 Following *Agrobacterium tumefaciens* Fermentation. *Food Sci Tech Int*; 16(2):195–199



فعالیت ضد باکتریایی عصاره مر بر باکتری های بیماری زا و غیر بیماری زا

فوزیه مقدمی^{۱*}

^{۱*} گروه زیست شناسی، دانشکده علوم پایه، دانشگاه پیام نور، صندوق پستی: ۴۶۹۷-۱۹۳۹۵، تهران، ایران. (fmoghadami@pnu.ac.ir)

چکیده

صمغ مر برای قرن ها در بسیاری از فرهنگ ها به دلیل خواص دارویی آن مورد استفاده قرار گرفته است. هدف از این مطالعه بررسی فعالیت ضدباکتریایی عصاره مر در باکتری های بیماری زا و غیر بیماری زا می باشد. برای تعیین فعالیت ضدباکتریایی عصاره صمغ مر، از روش حداقل غلظت بازدارنده، حداقل غلظت باکتری کشی و انتشار چاهک آگار بر روی باکتری های بیماریزا شامل سودوموناس آئروژینوزا و اشیریشیا کلی، استافیلوکوکوس اورئوس و باسیلوس سوبتیلیس و دو سویه غیربیماریزا شامل گلوکونوباکتر اکسیدانس و گلوکونوباکتر ژاپونیکوس انجام شد. نتایج این مطالعه نشان داد که حداقل غلظت بازدارندگی و حداقل غلظت کشندگی عصاره مر برای باکتری های غیر بیماری زا (گلوکونوباکتر اکسیدانس و گلوکونوباکتر ژاپونیکوس) کمتر از سایرین بود. بیشترین هاله عدم رشد نیز متعلق به باکتری های غیر بیماری زا برای عصاره مر بود (۱۶.۳ و ۱۵.۷ میلی متر). بدین معنا که اثر ضد باکتریایی عصاره مر بر باکتری های بیماریزا بیشتر بود. از نتایج این پژوهش می توان نتیجه گیری کرد که فعالیت ضد باکتریایی عصاره مر می تواند در برابر باکتری های بیماری زا و غیر بیماری زا متفاوت باشد.

واژگان کلیدی: مر، ضد میکروبی، بیماریزا، غیربیماریزا



۱. مقدمه

امروزه عفونت های باکتریایی یکی از علل اصلی مرگ و میر هستند. ستفاده از آنتی بیوتیک ها به دلیل مقرون به صرفه بودن و نتایج موثر روز به روز در حال افزایش است، زیرا آنتی بیوتیک ها یکی از درمانهای مطلوب برای عفونت های باکتریایی به شمار می آیند. این روزها مقاومت باکتریایی به آنتی بیوتیک ها به یک مشکل جهانی تبدیل شده است. افزایش استفاده از آنتی بیوتیک ها سبب افزایش مقاومت باکتریایی شده و بنابراین مقاومت آنتی بیوتیکی باعث شده که محققان به دنبال جایگزین های مناسب باشند. یکی از کاندیداهای مناسب داروهای گیاهی است. گیاهان به طور سنتی در سراسر جهان برای درمان بسیاری از بیماری ها به ویژه بیماری های عفونی استفاده می شوند. به این ترتیب می توان گیاهان را منبع مواد شیمیایی بالقوه مفیدی دانست که تنها بخشی از آن مورد بهره برداری قرار گرفته است. این مواد شیمیایی بالقوه مفید را می توان نه تنها در قالب دارو، بلکه به عنوان یک مدل منحصر به فرد و نقطه شروع برای ساخت آنالوگ های دارویی استفاده کرد. عصاره ها و اسانس های گیاهی قدرت بالایی در ساخت ترکیبات دارویی در زمینه بهداشت و درمان بیماری های انسان و حیوان دارند و با داشتن عوامل ضد میکروبی، آنتی اکسیدانی، پاک کننده رادیکال های آزاد و ضد سرطان یکی از منابع طبیعی دارویی هستند.

مر با نام انگلیسی Myrrh و با نام علمی *Commiphora myrrha* (Nees) Engl از خانواده Burseraceae یکی از قدیمی ترین گیاهان در درمان بیماری ها است. این گیاه در جنوب عربستان، سومالی، کنیا و برخی از کشورهای آسیایی یافت می شود. مر از ۷-۱۷ درصد روغن فرار، ۴۰-۲۵ درصد رزین، ۶۱-۵۷ درصد صمغ و ۴-۳ درصد ناخالصی تشکیل شده است. درباره استفاده از مر در درمان زخم، شیستوزوم، آب مروارید تنفسی و دیابت مطالعات متعددی صورت گرفته است. استفاده خام از مر به دلیل سمیت احتمالی آن محدود است، اما می توان از آن به صورت محلول استفاده کرد. مطالعات نشان داده است که دهانشویه حاوی عصاره مر برای بهبود بهداشت دهان و دندان موثر است. نتایج حاکی از اثربخشی بالینی این دهانشویه در کاهش پلاک دندان و التهاب لثه در کوتاه مدت با حداقل عوارض جانبی است. مر مرکب از رزین محلول در الکل، صمغ محلول در آب حاوی پلی ساکاریدها و پروتئین ها و روغن فرار که از استروئیدها، استرول ها و ترپن ها تشکیل شده است. روغن فرار مر به روش تقطیر آبی استخراج می شود. ترکیبات نوع فورانو به عنوان اجزای اصلی گزارش شده است. اجزای دیگر نیز فورانودین، ۱۹/۷٪، فورانودسما ۳۴/۰٪ و لیندسترن، ۱۲/۰٪ به عنوان اجزای اصلی گونه های اتیوپی گزارش شده است.

مطالعه حاضر به منظور بررسی فعالیت ضد میکروبی عصاره مر در برابر باکتری های بیماری زا و غیر بیماری زا انجام شد. برای این منظور از شش سویه باکتریایی استفاده شد. باکتری های بیماری زا گرم منفی: سودوموناس آئروژینوزا و اشریشیا کلی، باکتری های بیماری زا گرم مثبت: استافیلوکوکوس اورئوس و باسیلوس سوبتیلیس و باکتری های گرم منفی غیر بیماری زا: گلوکونوباکتر اکسیدانس و گلوکونوباکتر ژاپونیکوس.

۲. مواد و روش ها

۲-۱. میکروارگانیزم ها و محیط کشت

فعالیت ضد باکتریایی عصاره مر روی چهار باکتری به دست آمده از نمونه های بالینی شامل سودوموناس آئروژینوزا و اشریشیا کلی (باکتری های بیماری زا گرم منفی)، استافیلوکوکوس اورئوس و باسیلوس سوبتیلیس (باکتری های بیماری زا گرم



مثبت) و دو باکتری گرم منفی غیر بیماری زا انجام شد. گلوکونوباکتر اکسیدانس و گلوکونوباکتر ژاپونیکوس. این سویه ها برای مطالعات بعدی روی محیط کشت نوترینت آگار در دمای ۴ درجه سانتی گراد نگهداری شدند.

۲-۲. جمع آوری نمونه و استخراج

به منظور بررسی خواص ضد میکروبی عصاره مر بر روی باکتری ها، صمغ مر به صورت خشک شده از خواربار فروشی تهران تهیه شد. صمغ را آسیاب و پودر کرده و از الک با سایز مش ۴۰ عبور داده و ۶۰ گرم از پودر صمغ را با ۳۰۰ میلی لیتر متانول به عنوان حلال مخلوط کردند. سپس فلاسک های حاوی حلال و پودر صمغ در دستگاه سوکسله قرار داده و به مدت ۸ ساعت جوشانده شد. در نهایت حلال به آرامی در دمای ۴۰ درجه سانتی گراد تبخیر شد تا عصاره صمغ خشک به دست آید. پودر عصاره به دست آمده در حلال DMSO حل و با فیلتر ۰.۲۲ میکرونی استریل شد.

۲-۳. تعیین حداقل غلظت بازدارندگی و حداقل غلظت کشندگی

برای تعیین حداقل غلظت بازدارندگی عصاره مر از روش میکروتیتر پلیت استفاده شد. عصاره الکلی صمغ مرم به طور جداگانه با غلظت های ۴۰۰، ۲۰۰، ۱۰۰، ۵۰، ۲۵، ۱۲ و ۶ میلی گرم در میلی لیتر استفاده شد. سوسپانسیون هر باکتری در نرمال سالین با غلظت ۰.۵ مک فارلند (1.5×10^8 CFU/ml) تهیه شد. پلیت ها به مدت ۲۴ ساعت در انکوباتور شیکر در دمای ۳۷ درجه سانتیگراد قرار داده شدند. در نهایت کمترین غلظتی که در آن کدورت ناشی از رشد میکروارگانیسم ها مشاهده نشد، به عنوان حداقل غلظت بازدارندگی یا MIC تعیین شد. برای تعیین حداقل غلظت کشندگی یا MBC، ۵ میکرولیتر از تمام چاهک های بدون کدورت گرفته شد و با استفاده از سوآپ استریل روی محیط کشت مولر هینتون آگار کشت داده شد. پلیت ها در دمای ۳۷ درجه سانتی گراد به مدت ۲۴ ساعت انکوبه شدند. کمترین غلظتی که باکتری در آن رشد نکرد به عنوان MBC گزارش شد.

۲-۴. روش انتشار چاهک آگار

فعالیت ضد باکتریایی عصاره مر با استفاده از روش انتشار چاهک آگار مورد بررسی قرار گرفت. پتری دیش های حاوی مولر هینتون آگار نیمه جامد با سوسپانسیون 1.5×10^8 CFU/mL از باکتری ها کشت داده شدند. غلظت های مختلف عصاره مر (از ۰/۰۵ تا ۱۲/۸ میلی گرم بر میلی لیتر) در چاهک ها (قطر ۶ میلی متر) تلقیح شد. پلیت ها به مدت ۲۴ ساعت در دمای ۳۷ درجه سانتی گراد انکوبه شدند. فعالیت ضد میکروبی بر اساس قطر منطقه مهار بر حسب میلی متر اندازه گیری شد.

۳. نتایج

۳-۱. حداقل غلظت بازدارندگی و حداقل غلظت کشندگی عصاره مر

نتایج MIC و MBC عصاره مر روی باکتری های مورد آزمایش در جدول ۱ نشان داده شده است. حداکثر مقادیر MIC و MBC عصاره مر متعلق به استافیلوکوکوس اورئوس (۲۰۰ و ۴۰۰ میلی گرم در میلی لیتر) و سپس اشیریشیا کلی (۵۰ و ۱۰۰) بود. حداقل مقادیر MIC و MBC عصاره مر نیز مربوط به گلوکونوباکتر اکسیدانس و گلوکونوباکتر ژاپونیکوس (۱۲ و ۲۵ میلی گرم در میلی لیتر) بود.

جدول ۱. حداقل غلظت بازدارنده و حداقل غلظت کشندگی عصاره مر



	عصاره (mg/ml)	6	12	25	50	100	200	400
Gram-negative pathogenic bacteria	<i>P.aeruginosa</i>	+	+	+	+	+	MIC	MBC
	<i>E.coli</i>	+	+	+	MIC	MBC	-	-
Gram-positive pathogenic bacteria	<i>S.aureus</i>	+	MIC	MBC	-	-	-	-
	<i>B.subtilis</i>	+	+	MIC	MBC	-	-	-
Gram-negative non-pathogenic bacteria	<i>G.oxydans</i>		MIC	MBC	-	-	-	-
	<i>G.japonicus</i>	+	MIC	MBC	-	-	-	-

۳-۲. فعالیت ضد باکتریایی عصاره مر

در این مطالعه، فعالیت ضد میکروبی عصاره مر با رشد کلنی های سودوموناس آئروژینوزا و اشیریشیا کلی، استافیلوکوکوس اورئوس، باسیلوس سوبتیلیس، گلوکونوباکتر اکسیدانس و گلوکونوباکتر ژاپونیکوس بر روی پلیتهای مولر هینتون آگار همراه با غلظت های مختلف عصاره مر بررسی شد. مناطق بازدارندگی باکتری با عصاره مر نشان داد که بیشترین میزان بازدارندگی مربوط به گلوکونوباکتر اکسیدانس و گلوکونوباکتر ژاپونیکوس با غلظت ۴۰۰ میلی گرم در میلی لیتر با ۱۶.۳ میلی متر و ۱۵.۸ میلی متر بود. کمترین میزان مهار نیز مربوط به استافیلوکوکوس اورئوس و اشیریشیا کلی با دوز ۶ میلی گرم بر میلی لیتر با ۷/۲ میلی متر و ۷/۹ میلی متر بود. نتایج قطر ناحیه مهار عصاره مر بر حسب میلی متر در جدول ۲ نشان داده شده است.

جدول ۲. قطر ناحیه مهار (میلی متر) عصاره مر

عصاره (mg/ml)	<i>P.aeruginosa</i>	<i>E.coli</i>	<i>S.aureus</i>	<i>B.subtilis</i>	<i>G.oxydans</i>	<i>G.japonicus</i>
6	7.9 ± 0.3	8.7 ± 0.9	7.2 ± 0.6	8.9 ± 0.8	12.7 ± 0.5	12.6 ± 1.1
12	8.1 ± 0.5	9.1 ± 0.7	7.8 ± 0.5	11.1 ± 0.9	13.2 ± 0.9	13.5 ± 0.2
25	8.7 ± 0.1	11.5 ± 0.1	8.0 ± 0.5	11.8 ± 0.4	13.9 ± 0.2	13.6 ± 0.9
50	10.8 ± 0.7	12 ± 0.5	11.8 ± 0.5	12.5 ± 0.3	14.5 ± 0.5	13.9 ± 0.6
100	11.4 ± 0.4	12.7 ± 0.2	12.4 ± 0.4	13.0 ± 0.2	14.8 ± 0.6	14.4 ± 0.5
200	12.0 ± 0.4	13.5 ± 0.6	13.1 ± 0.4	13.8 ± 0.4	15.5 ± 0.7	14.8 ± 0.5
400	12.5 ± 0.4	14 ± 0.3	13.5 ± 0.7	14.6 ± 0.7	15.8 ± 0.3	16.3 ± 0.6

۴. بحث و نتیجه گیری

هدف از این مطالعه بررسی تفاوت فعالیت ضدباکتریایی عصاره مر در باکتری های بیماری زا و غیر بیماری زا بود. نتایج این مطالعه نشان داد که حداقل غلظت بازدارندگی و حداقل غلظت کشندگی عصاره مر برای باکتری های غیر بیماری زا (گلوکونوباکتر اکسیدانس و گلوکونوباکتر ژاپونیکوس) کمتر از سایرین بود. بیشترین مناطق بازدارندگی (۱۶.۳ و ۱۵.۷ میلی متر) نیز متعلق به باکتری های غیر بیماری زا برای عصاره مر بود. یافته ها نشان می دهد که فعالیت ضد باکتریایی عصاره مر می تواند در برابر باکتری های بیماری زا و غیر بیماری زا متفاوت باشد.



اسانس و عصاره هگزانی مر از محصولات آبگریز هستند. برای فرمولاسیون آنها به شکل مایع پایدار، باید محلول یا امولسیون شوند. عصاره هگزان مر و اسانس ها تا حدودی فعالیت باکتری کشی مشابهی در برابر سودوموناس آئروژینوزا و استافیلوکوکوس اورئوس نشان دادند. نشان داده شد که ترپنوئیدها دارای مجموعه ای از فعالیت های بیولوژیکی از جمله ضدقارچ، ضد قند خون، بی حس کننده موضعی، سیتوتوکسیک و ضد میکروبی هستند. در این مطالعه، عصاره متانولی عصاره مر در برابر برخی از باکتری های گرم مثبت و گرم منفی بالینی و بر علیه چهار ایزوله بالینی و حتی سودوموناس فعالیت باکتری کشی قابل توجهی از خود نشان داد. همچنین نشان داده شد که مر برای درمان گلودرد، خونریزی لثه و فارنژیت مزمن مفید است. عید و همکاران توانایی عصاره مر در کاهش رشد باکتری استرپتوکوک موتانس را نشان داد. قطر هاله بدون رشد در غلظت ۴۲/۵ درصد عصاره مر ۱۱ میلی متر گزارش شده است. عصاره این صمغ همچنین می تواند از تشکیل بیوفیلم استرپتوکوک موتانس جلوگیری کند. (ایزدین و همکاران، ۲۰۲۰) روغن فرار مر بدست آمده با روش تقطیر با آب مقطر در چهار غلظت در برابر استرپتوکوک موتانس را بررسی کرد. نتایج این مطالعه همچنین نشان داد که عصاره مر در تمامی غلظت ها بر روی تمامی سویه های آزمایش شده با حداکثر قطر هاله غیر رویشی $0.16 \pm 1.8/7$ موثر است. این صمغ دارای یک رزین محلول در الکل، یک صمغ محلول در آب شامل پلی ساکاریدها و پروتئین و یک روغن فرار است که شامل استروئیدها، استرول ها و ترپن ها می شود. در مطالعه ای که اثر ضد باکتریایی بیست و سه نوع اسانس ۱۰۰٪ طبیعی بر روی سویه های خوراکی بررسی شده، ۱۷ روغن بر روی استرپتوکوک موتانس مؤثر بودند و عصاره مر بیشترین اثر ضد میکروبی را نشان داد. در مطالعه دیگری، اثر ضد باکتریایی مر عربی را با کلر هگزین گلوکونات بر روی فلور میکروبی دهان مقایسه شد. نتایج نشان داد که عصاره مر دارای فعالیت ضد باکتریایی بر علیه استرپتوکوک موتانس، استافیلوکوکوس اورئوس و کاندیدا آلیکنس است که قابل مقایسه با کلر هگزین گلوکونات است. در مطالعه دیگری، اثر ضد باکتریایی دو فرمول مختلف دهانشویه عصاره مر بر روی استرپتوکوک موتانس مورد آزمایش قرار گرفت. نتایج برای دو فرمول 0.262 ± 32.367 میلی متر و 0.102 ± 22.367 میلی متر را نشان داد. اسانس مرها حاوی ترکیبات زیادی از جمله ترپنوئیدهای نوع فوران و سسکی ترپن ها هستند. ترپنوئیدها دارای خواص ضد میکروبی گزارش شده اند. در مطالعه ما عصاره مر در تمام غلظت ها با حداقل غلظت کشندگی برابر ۶/۲ مؤثر بود. این نشان می دهد که با توجه به افزایش سریع مقاومت آنتی بیوتیکی، می توان از عصاره مر به عنوان یک عامل آنتی باکتریال جایگزین و موثر استفاده کرد که البته نیاز به بررسی های بیشتری دارد. مطالعات قبلی گزارش کردند که مر می تواند باعث آپوپتوز در چندین نوع سرطان (زان، ریه، پانکراس، کبد و پروستات) شود. تجزیه و تحلیل GC/MS روغن های مر شناسایی ۱۷ و ۹ ترکیب را به ترتیب نشان دهنده ۹۲/۰۱ و ۹۹/۹۹ درصد از عصاره هگزان و اسانس می دهد. مونوترپن های اکسیژن دار که توسط اوژنول و کومینالدئید ارائه می شوند تنها در عصاره هگزانی یافت شدند..

منابع

- Abdel-Tawab, M., Werz, O., & Schubert-Zsilavec, M. (2011). *Boswellia serrata*. Clinical Pharmacokinetics, 50(6): 349-369. <https://doi.org/10.2165/11586800-000000000-00000>
- Almekhlafi, S., Thabit, A. A., Alwossabi, A. M., Awadth, N., Thabet, A. A., & Algaadari, Z. (2014). Antimicrobial activity of Yemeni myrrh mouthwash. Journal of Chemical and Pharmaceutical Research, 6(5): 1006-1013.



- Al-Mobeerik, A. (2011). Effects of myrrh on intra-oral mucosal wounds compared with tetracycline- and chlorhexidine-based mouthwashes. *Clinical, Cosmetic and Investigational Dentistry*, 3: 53-58.
- Alotaibi, R. A., Aldahlawi, S., & Alyami, F. M. (2020). The Effects of Commiphora Myrrh Mouthwash Verses Chlorhexidine on Dental Plaque and Gingivitis: A Comparative Study. *Journal of Research in Medical and Dental Science*, 8(4): 65-70.
- Eid, H. A., Assiri, Y. H., Musleh, M. M., Taha, T. H., El-Deeb, N. M., & Hamad, G. M. (2015). An exploration of the effects of Commiphora glileadenis on a Streptococcus mutans biofilm. *Saudi Journal of Oral Sciences*, 2 :74-78. <https://doi.org/10.1016/j.sjos.2015.03.002>
- Gebreyohannes, G., Nyerere, A., Bii, C., & Sbhatu, D. B. (2019). Challenges of intervention, treatment, and antibiotic resistance of biofilm-forming microorganisms. *Heliyon*, 5, e02192. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2019.e02192>
- Gylan EMA, Muharram BA, Al-Kholani AIM, AL-Haddad KA, Al-Akwa AAY, Al-Shamahy HA, Al-Hamzi MA, & Al-labani MA. (2022). In-vitro evaluation of the antimicrobial activity of five herbal extracts against Streptococcus mutans. *Universal Journal of Pharmaceutical Research*, 7(1) :37-44.
- Hanus, L. O., Rezanka, T., Dembitsky, V. M., & Moussaieff, A. (2005). Myrrh – Commiphora chemistry. *Biomedical Papers of the Medical Faculty of the University Palacky, Olomouc, Czech Republic*, 149 :3-27.
- Izzeldien, R., Abdulaziz, S., Ahmed, A., et al. (2020). Impact of Commiphora myrrha on bacteria (Streptococcus mutans and Lactobacillus species) related to dental caries. *BioRxiv*. <https://doi.org/10.1101/2020.10.15.341180>
- Jalayer Naderi, N., Niakan, M., & Mohamadi Motlagh, M. (2015). Determination of antibacterial activity of Pistacia lentiscus methanolic extract on Staphylococcus aureus, Streptococcus mutans, Streptococcus sanguis, Pseudomonas aeruginosa. *Journal title*, 22(7) :67-74. URL: <http://sjimu.medilam.ac.ir/article-1-1500-fa.html>
- Moghadami, F., & Kalantari, M. (2022). The evaluation of antibacterial activity of silver nanoparticle in combination with Lavandula angustifolia extract through response surface methodology. *Journal of Kerman University of Medical Sciences*, 29(1) :1-9. doi: 10.22062/jkmu.2022.91858
- Moghadami, F., Dolatabadi, S., & Nazem, H. (2012). Antimicrobial activity of alcohol and aqueous extract of Lavandula angustifolia leaves and flowers on Streptococcus pyogenes and Staphylococcus aureus. *Journal of Zanjan University of Medical Sciences and Health Services*, 20 :56-63.
- Park, C., & Yoon, H. (2018). Antimicrobial activity of essential oil against oral strain. *International Journal of Clinical Preventive Dentistry*, 14(4) :216-221. <https://doi.org/10.15236/ijcpd.2018.14.4.216>
- Sambawa, Z. M., Alkahtani, F. H., Aleanizy, F. S., & ALqahtani, F. Y. (2016). Comparison of Antibacterial Efficacy Chlorhexidine Gluconate and Saudi Myrrh Mouthwashes in the Oral Cavity. *Oriental Journal of Chemistry*, 32(5) :2711-2716.
- Wayne P. (2011). Performance Standards for Antimicrobial Susceptibility Testing. 20th Informational Supplement. CLSI Document M100S20. USA: Clinical and Laboratory Standards Institute

بررسی خاصیت آنتی اکسیدانی نیتрат روی سنتز شده به روش هیدروترمال

علی اسکندری^۱، سیمین نامور^{۱*}، الهام میرزا محمد^۱، آسان علی پناهی^۱

^۱- گروه زیست شناسی سلولی و مولکولی، دانشکده علوم پایه، دانشگاه شهید مدنی آذربایجان، تبریز (siminnamvar2@gmail.com)

چکیده

نیترات روی اکسید شده $(Zn(NO_3)_2)$ به عنوان یک ماده با ویژگی های آنتی اکسیدانی قابل توجه، در این پژوهش مورد بررسی قرار گرفت. هدف از این مطالعه، سنتز نیترات روی اکسید شده و ارزیابی اثرات آن در برابر آسیب های ناشی از استرس اکسیداتیو بود. نیترات روی از طریق روش سنتز هیدروترمال تولید شد و خصوصیات آن با تکنیک های مختلف اندازه گیری گردید. نتایج نشان داد که اندازه ذرات این ترکیب در دامنه ای بین ۳۰۳ تا ۳۷۳ نانومتر قرار دارد و میزان بار منفی که باعث عدم آگلومره شدن ذرات نیترات روی می شود ۲۲/۴۴- می باشد. علاوه بر این، فعالیت آنتی اکسیدانی آن معادل ۴۶ درصد اندازه گیری شد. یافته ها حاکی از آن است که نیترات روی اکسید شده می تواند به عنوان یک عامل آنتی اکسیدانی عمل بکند.

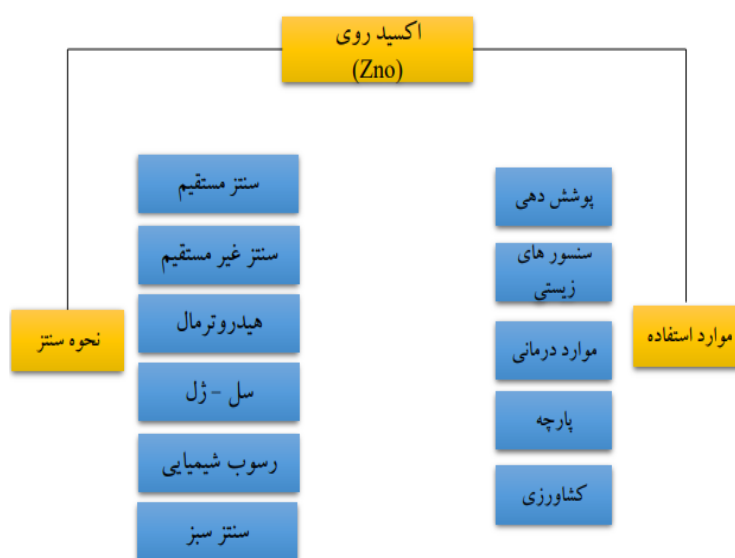
واژگان کلیدی: نیترات روی، نانو دارو، استرس اکسیداتیو



۱. مقدمه

نیترات روی اکسیدشده ($Zn(NO_3)_2$) به عنوان یک ترکیب مهم در علوم دارویی و مواد نانو شناخته می شود که به دلیل ویژگی های منحصر به فرد خود، توجه محققان را به خود جلب کرده است. این ترکیب نه تنها در فرایندهای بیوشیمیایی و متابولیسم نقش دارد، بلکه به عنوان یک عامل مؤثر در کاهش آسیب های اکسیداتیو شناخته می شود. آسیب های اکسیداتیو، یکی از عوامل کلیدی در بروز اختلالات عصبی و ... هستند و شناسایی روش هایی که بتوانند این آسیب ها را کاهش دهند از اهمیت بالایی برخوردار است (Mani R et al., 2024).

بر اساس مطالعه انجام شده که بیانگر این است، اکسید روی به دلیل خصوصیات آنتی اکسیدانی خود می تواند از سلول های عصبی در برابر آسیب های ناشی از استرس اکسیداتیو محافظت کند (Hosseini S et al., 2023). روش های مختلف ساخت اکسید روی را می توان به این صورت شرح داد: مستقیم، غیرمستقیم، هیدروترمال، سل-ژل، رسوب شیمیایی، بر اساس شکل ۱ نحوه سنتز نیترات روی می تواند در زمینه های مختلفی کاربرد داشته باشد (Sharma P et al., 2022).



شکل ۱. انواع سنتز نیترات روی

واقعیت استفاده از ژل آلونه ورا در سنتز نیترات روی شامل طیف گسترده ای از مواد شیمیایی مختلف است که می توانند به عنوان عاملی استفاده شوند که روی سطح عمل کرده و با کاهش انرژی کلی سطح، مانع از تجمع هسته می شوند. بر اساس یافته های مطالعاتی، ساختارهای Ag/ZnO سنتز شده سازگار با محیط زیست هستند و می توانند به عنوان یک نیرو برای فعالیت فوتوکاتالیستی کارآمد استفاده شوند (Ansar N et al., 2024). در این مقاله، روش سنتز نیترات روی و تأثیر آن بر ویژگی های آنتی اکسیدانی مورد بررسی قرار گرفته و نتایج حاصل از تحقیقات انجام شده در این زمینه ارائه خواهد شد. امید است که این تحقیق بتواند به درک بهتر مکانیزم های محافظتی این ترکیب کمک کند و مبنایی برای توسعه درمان های جدید باشد.

۲. مواد و روش ها

۲-۱. سنتز نانوذره اکسید روی

در ابتدا جهت تهیه محلول ۴۵ مولار نیترات روی ۶ آبه در ۱۰ میلی لیتر با جرم مولی ۲۹۷/۴۶ و درصد خلوص ۹۹٪، ۳/۳۸ گرم از نمک $(Zn(NO_3)_2)$ را وزن کرده و داخل بالن ۲۵ میلی لیتر ریخته و با آب مقطر حل و به حجم می رسانیم. در ادامه محلول ۰/۰۲ مولار گلوکز را در حجم ۱۰ میلی لیتر را تهیه کرده، از دو محلول به دست آمده از هر یک ۱۰ میلی لیتر را درون بشر ریخته و روی استایر در دمای محیط هم زده شود. پس از آن برگ های آلوئه ورا را ابتدا با آب جاری و پس از آن با آب مقطر شستشو داده و ژل داخل برگ را به میزان ۵ گرم وزن کرده و به مخلوط داخل بشر اضافه کردیم. بشر را به مدت ۳۰ دقیقه الی یک ساعت روی همزن مغناطیسی در حمام آب یا روغن در دمای ۸۰ درجه سانتی گراد هم زده تا هموژن شود و تغییر رنگ (زرد تیره) دهد. اگر محلول حاوی ذرات معلق باشد، از کاغذ صافی واتمن عبور می دهیم. پس از آن محلول را به داخل کروزه چینی انتقال داده و در کوره در دمای ۵۵۰ درجه سانتی گراد به مدت ۱۰-۲۰ دقیقه قرار داده که در این فاز، ماده اسفنج مانند تولید می شود و در ادامه به مدت ۴۰ دقیقه در دمای ۶۵۰ درجه سانتی گراد قرار می دهیم که در نهایت پودر سفیدرنگی که همان نانوذره اکسید روی است، حاصل می شود.



شکل ۲. نیترات روی سنتز شده

۲-۲. آنالیز DLS نیترات روی

پودر سفیدرنگ نانوذره اکسید روی که طبق روش هیدروترمال سنتز شده بود به صورت پودری در یک میلی لیتر آب مقطر حل شده و با استفاده از حمام اولتراسونیک کامل هموژنایز شد تا توزیع یکنواخت صورت گیرد، در نهایت برای آنالیز DLS و همچنین پتانسیل زتا با استفاده از دستگاه DLS مدل SZ ۱۰۰ تحویل آزمایشگاه مرکزی دانشگاه شهید مدنی آذربایجان شد.

۲-۳. خاصیت آنتی اکسیدانی نیترات روی

DPPH (هیدرات ۲،۲-دی فنیل-۱-پیکریل هیدرازیل) برای تست آنتی اکسیدان غلظت ۰.۱Mm از نمونه تهیه شد. ۰.۰۳۹ گرم DPPH در ۱۰۰ میلی لیتر متانول حل شد. سپس، ۲۰ میکرولیتر نمونه تهیه شد با ۸۰ میکرولیتر محلول DPPH (بنفش رنگ) مخلوط شد و در جای تاریک در دمای ۲۵ درجه سانتی گراد طیف جذبی آن در طول موج ۵۱۷ نانومتر به وسیله دستگاه الیزا ریدر مدل MPRNM96 تعیین شد. برای محاسبه درصد آنتی اکسیدانی از رابطه زیر استفاده شد (Fahimirad S et al., 2021).

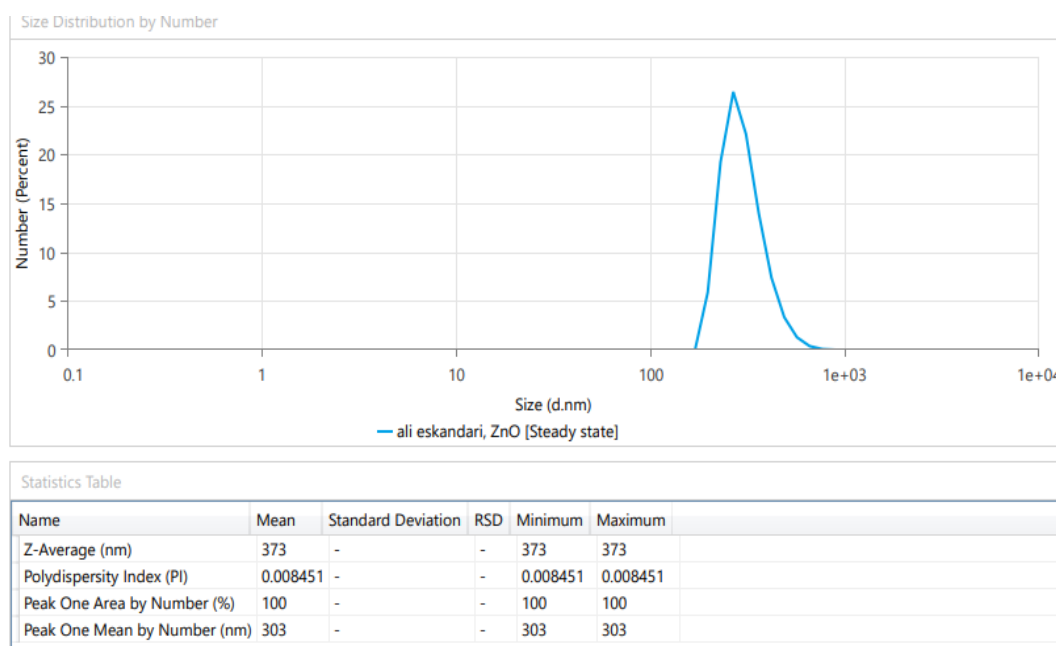


$$\text{Antioxidant\%} = \frac{\text{Abscontrol} - \text{Abssample}}{\text{Abscontrol}} \times 100$$

۳. نتایج

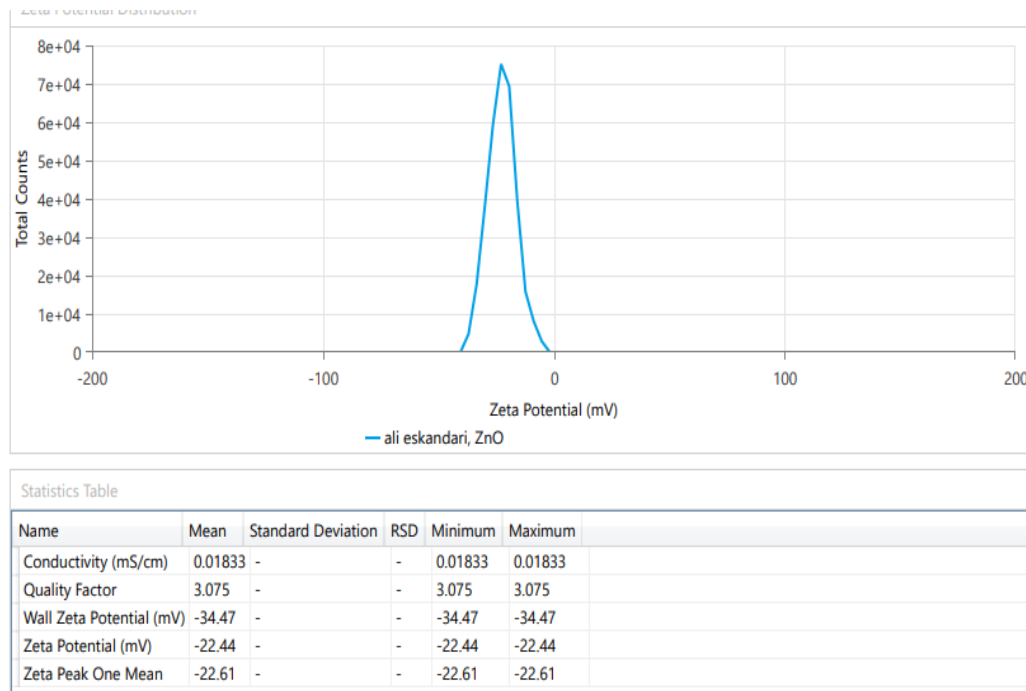
۳-۱. بررسی نتیجه تست فراوانی اندازه ذرات و پتانسیل زتا اکسید روی

برای ارزیابی اندازه نانو ذرات اکسید روی با توجه به نقطه قرارگیری قله پیک می توان فراوانی اندازه نانو ذرات را در ناحیه ۳۰۳ تا ۳۷۳ نانومتر مشاهده کرد.



شکل ۳. آنالیز تست DLS نیترات روی

با توجه به نتایج به دست آمده از این تست، آلونه ورا در طی سنتز نانوذره اکسید روی نقش تثبیت کننده دارد و همچنین مانع به هم چسبیدن این نانو ذرات می شود. پتانسیل زتا عدد ۲۲/۴۴- را نشان می دهد، این عدد به این معنی است که سطح ذرات اکسید روی دارای بار منفی است. هرچقدر عدد قدر مطلق، عدد بزرگ تری باشد بار منفی سبب دفع همدیگر و مانع آگلومره شدن می شود.



شکل ۴. پتانسیل زتا اکسید روی

۳-۲. بررسی نتیجه خاصیت آنتی اکسیدانی نیترات روی

میزان آنتی اکسیدانی بودن اکسید روی با روش میزان مهار رادیکال های آزاد ماده DPPH بررسی شد. نتایج حاصل در معادله (۲-۳) جایگذاری و در جدول شماره ۱ آورده شد.

جدول ۱. میزان خاصیت آنتی اکسیدانی

دارو	جذب پیکریل هیدرازیل	جذب دارو در پیکریل هیدرازیل	میزان درصد به دست آمده
نیترات روی اکسید شده	۰/۸۹۲	۰/۴۷۶	٪۴۶

جذب خود ماده DPPH (پیکریل هیدرازیل) همزمان با چاهک دارای اکسید روی و DPPH گرفته شد، اگر نانو ذره مورد نظر دارای خاصیت آنتی اکسیدانی باشد رنگ چاهک کم رنگ تر می شود که نشان دهنده خنثی سازی رادیکال های آزاد موجود توسط نمونه مورد سنجش می باشد، با توجه به جذب های به دست آمده و جایگذاری در معادله ذکر شده، به عدد ۴۶ می رسیم که نشان دهنده خنثی سازی ۴۶ درصدی رادیکال های آزاد موجود در DPPH توسط اکسید روی می باشد.



4. بحث و نتیجه گیری

در این مطالعه، خاصیت آنتی اکسیدانی نیترات روی سنتز شده به روش هیدروترمال با استفاده از منابع طبیعی نظیر آلوئه ورا و گلوکز بررسی شد. نتایج به دست آمده نشان می دهد که درصد آنتی اکسیدانی نیترات روی، ۴۶ درصد که حاکی از کارایی مناسب این ترکیب در جذب رادیکال های آزاد است. در مقایسه با نتایج دیگر مطالعات، می توان به تحقیقاتی اشاره کرد که از نیترات روی مشابهی استفاده کرده و درصد آنتی اکسیدانی قابل توجهی را گزارش کرده اند. برای مثال در مطالعه ای که توسط (Iqbal M et al., 2022) منتشر شده، درصد آنتی اکسیدانی نیترات روی در شرایط آزمایشگاهی مشابه حدود ۴۶ بوده که نشان دهنده کارایی بالای این ترکیب در کاهش استرس اکسیداتیو است. به علاوه، کارهای قبلی که به بررسی خاصیت آنتی اکسیدانی ترکیبات طبیعی پرداخته اند، مانند (Baali N et al., 2019)، درصدهای آنتی اکسیدانی ۲۰ تا ۶۰ درصدی را گزارش کرده اند. این داده ها نشان می دهد که نیترات روی سنتز شده در این مطالعه نه تنها در محدوده ای مشابه با نتایج قبلی قرار دارد، بلکه به واسطه استفاده از روش هیدروترمال و مواد اولیه جدید، به نظر می رسد که قابلیت های قابل قبولی مانند سازگاری با سلول را نیز ارائه می دهد.

در نهایت، نتیجه گیری از این مطالعه حاکی از آن است که پراکندگی اندازه ذرات نیترات روی اکسید شده در دامنه ای بین ۳۰۳ تا ۳۷۳ نانومتر قرار دارد. این اندازه ها نشان دهنده توزیع اندازه ذرات مناسب برای کاربرد در دستگاه های بیولوژیکی و دارویی هستند. علاوه بر این نیترات روی سنتز شده دارای پتانسیل زتا و بار منفی قابل قبولی است که می تواند نشان دهنده پایداری نسبتاً خوبی برای ذرات باشد، این ویژگی به این معناست که ترکیب می تواند در کاربردهای مختلفی مورد بررسی قرار گیرد، و با توجه به خاصیت آنتی اکسیدانی مناسبی که دارد می تواند به عنوان یک ماده مؤثر در مکمل های آنتی اکسیدانی در نظر گرفته شود. این نتیجه نشان دهنده پتانسیل بالای نیترات روی اکسید شده در محافظت از سلول در برابر استرس اکسیداتیو است و ممکن است به عنوان یک عامل مؤثر در درمان اختلالات سلولی مورد استفاده قرار گیرد. این نتایج به طور آشکاری تأثیر مثبت نیترات روی اکسید شده بر روی سلول ها را تأیید می کند و زمینه های تحقیقاتی بیشتری را برای بررسی مکانیزم های دقیق عملکرد آن فراهم می آورد.

منابع

- Ansar, N., Shahid, W., Irshad, M. A., Shahid, S., Nawaz, R., Irfan, A., and Zaki, M. E. (2024). Aloe-inspired eco-friendly synthesis of Ag/ZnO heterostructures: boosting photocatalytic potential. *Scientific Reports*, 14(1): 12711.
- Baali, N., Khecha, A., Bensouici, A., Speranza, G., and Hamdouni, N. (2019). Assessment of antioxidant activity of pure graphene oxide (GO) and ZnO-decorated reduced graphene oxide (rGO) using DPPH radical and H₂O₂ scavenging assays, 5(4): 75.
- Fahimirad, S., Abtahi, H., Satei, P., Ghaznavi-Rad, E., Moslehi, M., and Ganji, A. (2021). Wound healing performance of PCL/chitosan based electrospun nanofiber electrosprayed with curcumin loaded chitosan nanoparticles. *Carbohydrate polymers*, 259: 117640.
- Hosseini, S.M., Zand, S., Piranejad-Talatapah, A., and Zangeneh, A. (2023). Anti-anxiety and antioxidant properties of the zinc nanoparticles green-formulated by an ethnomedicinal plant in the in vivo condition. *Plant Biotechnology Persa*, 5(2): 131-136.



- Iqbal, M., Ibrar, A., Ali, A., Memon, F.H., Rehman, F., Bhatti, Z., and Thebo, K.H. (2022). Facile synthesis of zinc oxide nanostructures and their antibacterial and antioxidant properties. *International Nano Letters*, 12(2): 205-213.
- Mani, R., Ezhumalai, D., Muthusamy, G., and Namasivayam, E. (2024). Neuroprotective effect of biogenically synthesized ZnO nanoparticles against oxidative stress and β -amyloid toxicity in transgenic *Caenorhabditis elegans*. *Biotechnology and Applied Biochemistry*, 71(1): 132-146.
- Sharma, P., Hasan, M.R., Mehto, N.K., Bishoyi, A., and Narang, J. (2022). 92 years of zinc oxide: has been studied by the scientific community since the 1930s-An overview. *Sensors International*, 3: 100182.

کاربرد گیاهان دارویی در اعصاب و روان (صنعت دارویی)

آرزو آقاسی^{*}

زیست سلولی و مولکولی، علوم زیستی، زیست فناوری، دانشگاه خوارزمی کرج (aghasia57@gmail.com)

چکیده

امروزه افسردگی، بی خوابی، اضطراب و استرس یکی از شایعترین اختلالات روانی و معضل عمومی زندگی بشر است. آمار و ارقام منتشره نمایانگر آن است که هر ساله حداقل یکصد میلیون بیمار مبتلا به افسردگی تشخیص داده می شوند. این رقم روز به روز سیر صعودی را می پیماید و با توجه به اثر سوء داروهای شیمیایی و سنتزی، استفاده از گیاهان دارویی در درمان این بیماری ها به مراتب بهتر از داروهای شیمیایی است. در گذشته ای نه چندان دور در بسیاری از کشورهای کهن به ویژه ایران گیاهان زیادی برای درمان این بیماری ها مورد استفاده قرار می گرفتند. هدف اصلی این پژوهش معرفی گیاهان مفید در درمان بیماری های اعصاب و روان است. با توجه به اینکه کشور ایران به تنهایی به اندازه چهار برابر قاره اروپا دارای شرایط اقلیمی برای تولید گیاهان دارویی است، تولید این گیاهان می تواند در کنار طلای سیاه، نام طلای سبز را در سبد اقلام صادراتی کشورمان قرار دهد و یک روش اقتصادی برای درآمدزایی باشد.

واژگان کلیدی: اختلالات روانی، گیاهان دارویی، داروهای گیاهی، اقتصاد



۱. مقدمه

امروزه استفاده از گیاهان دارویی به صورت جهانی توسعه یافته و زمینه تحقیق، جذب و تأثیر بر نظام سلامت جهان است. (Theodoridis, 2023) سازمان بهداشت جهانی (WHO) بر این باور است که بیش از هشتاد درصد از ساکنان کشورهای در حال توسعه از داروهای گیاهی متعارف استفاده میکنند. (Aziz و همکاران، ۲۰۱۸) دانش بومی یا دانش سنتی به درک مردم ساکن در یک جامعه معین اطلاق می شود. که از راه تجربیات، استفاده مکرر در طول قرن ها و سازگاری با محیط و فرهنگ های محلی حاصل شده است. (Sharma و همکاران، ۲۰۲۴) امروزه افسردگی، بیخوابی، اضطراب و استرس یکی از شایعترین اختلالات روانی و معضل عمومی در بین جوامع است. زندگی های پر استرس سبب شده تا بیشتر افراد از آرامش اعصاب بی بهره بمانند. از آن جایی که بیشتر داروهای شیمیایی و سنتزی اعصاب، عوارض متعددی را به همراه دارند و گاهی نیز فرد را در فعالیت های روزانه با مشکل مواجه می کنند. استفاده از گیاهان دارویی در درمان این بیماری ها به مراتب بهتر از داروهای شیمیایی است. به همین خاطر می توان این داروهای گیاهی را به مدت طولانی مصرف کرد. هرچند بسیاری از این داروها در درازمدت تأثیر خود را بر روی بدن فرد نشان می دهند اما بعضی از این دمنوش های گیاهی ظرف مدت کوتاهی نتیجه بخش خواهند بود. در گذشته ای نه چندان دور در بسیاری از کشورهای کهن به ویژه ایران گیاهان زیادی برای درمان این بیماری ها مورد استفاده قرار می گرفتند. مهمترین بیماری های قابل درمان توسط این گیاهان عبارت اند از انواع سردردهای عصبی و تنشی، تپش قلب و اضطراب، ضعف حافظه، آلزایمر یا زوال عقل، حملات میگرنی، بی خوابی، افسردگی، احساس غم و اندوه و استرس (Zali و همکاران ۲۰۱۰)

۲. مواد و روش ها:

پژوهش حاضر با هدف بررسی تأثیر گیاهان دارویی بر اختلالات اعصاب و روان و جمع آوری آنها صورت گرفته است.

۳. نتایج

در پژوهشی که (Shahinfar و همکاران، ۲۰۱۷) انجام دادند دریافتند که در طب سنتی، سنبل الطیب، اسطوخودوس، خارمریم، فلوس، گل سرخ، صمغ پسته، زیرفون، علف چای، رازیانه، بابونه، اسفناج و بهارنارنج دارای اثرات ضد اضطرابی می باشند. (Saeidi و همکاران، ۲۰۲۰) در بررسی مقایسه اثربخشی بادرنجبویه و اسطوخودوس بر اضطراب کارکنان شرکت نفت ایران دریافتند که گیاه دارویی بادرنجبویه و اسطوخودوس اضطراب کارکنان را کاهش می دهد. (Dabirifard و همکاران، ۲۰۱۷) در مطالعه خود در زمینه مصرف گیاهان دارویی در دوران بارداری، دریافتند بانوان گل گاوزبان را برای برطرف کردن استرس و اضطراب استفاده می کنند. (Nejad Soltani و همکاران، ۲۰۲۰)، در بررسی تأثیر گیاه گل گاوزبان بر اضطراب دانشجویان دریافتند که مصرف گل گاوزبان در کاهش اضطراب می تواند مؤثر واقع شود. همچنین (Shabanian و همکاران، ۲۰۱۶)، در مطالعه ای اثر گیاه دارویی سنبل الطیب و داروی دیازپام را بر کاهش اضطراب قبل از عمل جراحی بررسی کردند. نتایج نشان داد که این گیاه نیز بر کاهش اضطراب اثر گذار است.

یافته ها:

در این بخش به معرفی برخی از گیاهان دارویی موثر بر بیماری های اعصاب و روان می پردازیم .

۱-۳. اسطوخودوس :

گیاه درختچه ای همیشه سبز، پرپشت، چندساله با شاخه های چوبی و عمودی است و پایین شاخه ها بدون برگ است. گل های آن آبی رنگ و بوی بسیار معطر است و به صورت مجتمع در راس ساقه شکفته می شوند (Adam, 2006). گیاه بوی مطبوعی دارد که ناشی از اسانس آن است. اسانس در برگ ها و گل های اسطوخودوس و در کرک های ترشی مخصوص ساخته و ذخیره می شود. (Zheljazkov و همکاران ۲۰۱۳) و (Ghasemi Dehkordi و همکاران ۲۰۰۳)

اسانس اسطوخودوس بیش از ۴۰ نوع ترکیب مختلف دارد که مهمترین آنها شامل لینالیل استات، سینئول، لینالول، لینالیل، کومارین تانن و کافیک اسید است. با این حال، سطوح نسبی هر یک از این ترکیبات در گونه های مختلف متفاوت است (Bikmoradi و همکاران، ۲۰۱۷) لینالول به عنوان یک آرام بخش بر گیرنده های اسید آمینوبوتیریک در سیستم عصبی مرکزی اثر می گذارد. (Rai, 2020) اسانس اسطوخودوس ممکن است استرس را از طریق سیستم لیمبیک، به خصوص آمیگدال و هیپوکامپ کاهش دهد و باعث ایجاد آرامش گردد. (Toda و همکاران، ۲۰۲۰) در پژوهشی که (تینا قوامی و همکاران، ۲۰۲۲) با بررسی سیستماتیک و متاآنالیز برآورد کردند دریافتند که اسطوخودوس به طور قابل توجهی استرس افراد را کاهش می دهد و باعث ایجاد آرامش در افراد می گردد.



اسطوخودوس

۲-۳. گل گاوزبان :

خانواده گل گاوزبان (Boraginaceae) یکی از بزرگترین خانواده های گیاهی دسته بندی شده در گروه نهاندانگان دولپه- ای بوده که بالغ بر ۱۰۰ جنس و ۲۰۰ گونه را تشکیل می دهد. گیاهان این خانواده بیشتر در مناطق معتدل و گرمسیری دنیا پراکنش دارند. گل گاوزبان ایرانی (Echium amoenum) از جمله گیاهان این خانواده بوده است. معمولاً به آن گل ستاره یا گل گاوزبان می گویند. (Gupta و همکاران ۲۰۱۰) و (Kaskoos و همکاران ۲۰۱۲) گل گاوزبان می تواند به طور وحشی در مناطق

مختلف و انواع مختلف خاک رشد کند. قسمت های آن عطر و بوی تازه خیار مانند داشته و از رنگ صورتی تا آبی آن دیده می شود. (Basar و همکاران، ۲۰۱۳) و (Montaner و همکاران، ۲۰۰۱). در طب سنتی ایران از گلبرگ های بنفش متمایل به آبی گل گاوزبان ایرانی به عنوان مسکن، آرامش بخش، نیروبخش، ضد التهاب و برطرف کننده درد به ویژه در سرماخوردگی و ذات الریه استفاده می شود. (Azizi و همکاران، ۲۰۱۸) در بررسی های متعددی اثر محافظتی عصاره این گیاه در برابر اختلال ناشی از اسکوپولامین به اثبات رسیده است (Rabiei و همکاران، ۲۰۱۸). سیانیدین-۳-گلوکوزید از مهمترین آنتوسیانین در گیاهان است که دارای اثرات محافظتی در برابر آسیب مغزی و آپوپتوز ناشی از ایسکمی مغز می باشد. با توجه به وجود این ماده در عصاره گل گاوزبان ایرانی، به نظر می رسد که عصاره این گیاه در برابر اختلالات ناشی از بیماری های تخریب عصبی موثر باشد. (Miraj و همکاران، ۲۰۱۶) عصاره گل گاوزبان درموش های صحرایی باعث کاهش رفتارهای شبه اضطرابی در آنها می شود. (Mahmoudi و همکاران، ۲۰۱۵) و (Komaki و همکاران، ۲۰۱۵).

در تحقیق (Saiiah و همکاران، ۲۰۰۴) بعد از استفاده از گیاه گاوزبان علایم اضطراب در موش کمتر شد. در تحقیق دیگر نشان داده شد، عصاره آبی گل گاوزبان باعث کاهش فشارخون و ضربان قلب می شود. (Masuod-Hamidi و همکاران، ۲۰۱۱) تحقیقی دیگر نشان داد که عصاره آبی گل گاوزبان باعث کاهش اختلال وسواس اجباری در افراد می شود. (Saiiah و همکاران، ۲۰۰۵)



گل گاوزبان

۳-۳. کاوا (نام علمی: *Piper methysticum*):

کاوا- کاوا نامی است که ساکنان جزیره اقیانوس آرام به درختچه ای متعلق به خانواده فلفل و نوشیدنی روان گردان ساخته شده از ریزوم داده اند. (Rudgley, 1998) کاوا- کاوا اولین بار در سال ۱۸۸۶ در سوابق علمی ذکر شد و به عنوان تسکین دهنده اعصاب و القای آرامش و خواب محبوبیت پیدا کرد. (Singh, 1992) و (Kilham, 1996)

بنابراین، در سال ۱۹۹۰ در آلمان کاوا-کاوا برای شرایطی مانند اضطراب، و اختلالات عصبی مانند استرس و بی قراری تایید شد. بنابراین، مطالعات بالینی انجام شده در دهه اخیر نشان داده است که گیاه کاوا-کاوا یک داروی بی خطر غیر اعتیادآور و ضد اضطراب است و به اندازه داروهای ضد اضطراب با نسخه موثر است. علاوه بر این، در حالی که داروهای ضد اضطراب مصنوعی به طور کلی بی حالی و اختلالات ذهنی را تقویت می کنند، کاوا-کاوا تمرکز، حافظه و زمان واکنش را برای افرادی که از اضطراب رنج می برند بهبود می بخشد. (Gessner, Cnota, 1994) و (Johnson, Frauendorf, 1991) و (Monte و همکاران، ۱۹۹۳) گزارش شده است که کاواکاوا در کنترل رفلکس واگی ضربان قلب در اختلال اضطرابی فراگیر سودمند است. (Watkins و همکاران، ۲۰۰۱) و (Connor, Daividsen, 2002) (کوچتا و همکاران، ۲۰۱۸) نیز نشان دادند گیاه کاوا کاوا در افراد سالخورده باعث کاهش اختلالات اضطرابی می شود.



کاوا-کاوا

۳-۴. St. John's wort یا Perforatum (گل راعی):

گیاهی است که در فارسی به «گل راعی» یا «علف چای» معروف است. هایپرین و هایپرفورین از اجزای اصلی تشکیل دهنده عصاره این گیاه می باشند. اجزای عصاره این گیاه به گیرنده های گابا و گیرنده های اپیوئیدی سیگما اتصال می یابند. اثرات فارماکولوژی متعدد آن مانند اثر ضد درد، آرامبخش، تسکین دهنده، ضد اسپاسم، ضد تشنج، ضد افسردگی، ضد باکتری تاکنون مشخص شده است. (Kumar و همکاران، ۲۰۱۰) نتایج حاصله از پژوهش (رضایی و همکاران، ۲۰۱۲) نیز نشان داد که عصاره گل راعی دارای اثرات تسکینی و ضد اضطرابی است.

۳-۵. گیاه بهارنارنج :

گیاه بهار نارنج از خانواده نارنج است. رایج ترین خواص درمانی بهارنارنج اثرات آرامبخشی و آنتی اکسیدانی هستند و در درمان عفونت های ویروسی، التهابی استفاده می شود. (Khakpour و همکاران، ۲۰۱۴) و (Hosseinzadeh و همکاران، ۲۰۰۹) اسانس بهار نارنج دارای اثرات تحریک سیستم عصبی مرکزی، آرام بخشی و تسکین دهنده است. (Salah و همکاران، ۲۰۰۵) مطالعات بالینی (Fugh-Berman, Maers, 2004) نشان داد درمان افسردگی با مکمل بهارنارنج اثرات درمانی شبیه فلوکستین دارد. اثرات شبه ضد افسردگی اسانس بهارنارنج به دلیل وجود فلاونوئیدها با

فعالیت آنتی اکسیدانی و اثرات مثبت بر روی پارامترهای استرس اکسیداتیو نقش مهمی در پاتوژنز ضد افسردگی دارد. (Mannan, 2015)

۳-۶. بادرنجبویه :

بادرنجبویه گیاهی علفی و چند ساله است که به خاطر برگ های معطرش معروف است و دارای مجموعه ای از مواد شیمیایی گیاهی از جمله رزمارینیک اسید، سیترال و اسید اورسولیک است که اعتقاد بر این است که زیربنای این اثرات بر سلامت روانی است. (Sharifi-Rad و همکاران، ۲۰۲۱) و (Swi و همکاران، ۲۰۱۹) یافته ها نشان می دهد که بادرنجبویه ممکن است از علائم مرتبط با اختلالات خواب جلوگیری کرده و به مدیریت اضطراب خلق و خوی پایین کمک کند. (Guu و همکاران، ۲۰۲۲) و (Noguchi-Shinohara و همکاران، ۲۰۲۲) (Haybar و همکاران، ۲۰۱۸) و (Bano و همکاران، ۲۰۲۳) شواهد فارماکولوژیکی حاصل از مدل های حیوانی و سلولی نشان می دهد که بادرنجبویه و اجزاء آن ممکن است چندین مسیر سیگنالینگ مغز را از جمله GABAergic، کولینرژیک و سیستم های سروتونرژیک تعدیل کنند. (Lobach و همکاران، ۲۰۲۴) و (Ruangritchankul و همکاران، ۲۰۲۱) و (Guu و همکاران، ۲۰۲۲) علاوه بر این عصاره گیاه بادرنجبویه دارای ژرانیول با اثرات خواب آوری و کافئیک اسید با اثرات ضد تشنجی (Pierce, 2002) و ترکیبات آروماتیک است که در کاهش اضطراب و تنش های روانی مؤثرند و اثر آرام بخشی بر سیستم عصبی دارند. (Jirovetz و همکاران، ۱۹۹۳) بنابراین اثرات ضد تشنجی عصاره بادرنجبویه ممکن است ناشی از مجموعه ای از ترکیبات موجود در عصاره بادرنجبویه باشد که تعیین سهم هر یک نیازمند تحقیقات بیشتر و جداگانه ای است.



بادرنجبویه

۴. بحث و نتیجه گیری :

مطالعه حاضر به بررسی تعدادی از داروهای گیاهی مؤثر بر اعصاب و روان پرداخته است و اطلاعاتی درباره اثر این دارو ها بر اعصاب و روان بیان نموده است. با توجه به این مقاله و مقاله های مرتبط می توان دریافت که استفاده از گیاهان دارویی با خاصیت آرامش بخشی، ضد استرسی و موارد دیگر می توانند به عنوان جانشین یا مکمل داروهای شیمیایی مورد استفاده قرار گیرند در نتیجه انجام مطالعات گسترده تر به منظور اثر بخشی داروهای گیاهی نام برده بر روی نمونه های انسانی می تواند برای درمان این بیماران مورد استفاده قرار گیرد.



منابع :

- Theodoridis, S., Drakou, E. G., Hickler, T., Thines, M., & Nogues-Bravo, D. (2023). Evaluating natural medicinal resources and their exposure to global change. *Lancet Planet Health*, 7(2), e155–e163.
- Aziz, M. A., Adnan, M., Khan, A. H., Shahat, A. A., Al-Said, M. S., & Ullah, R. (2018). Traditional uses of medicinal plants practiced by the indigenous communities at Mohmand Agency, FATA, Pakistan. *Journal of ethnobiology and ethno medicine*, 14(1), 1–16
- Sharma, A., Sharma, D., Grewal, A. S., Bajaj, H., Yadav, M., Dhingra, A. K., & Chopra, B. (2024). Importance of indigenous knowledge in achieving environmental sustainability. In *Role of Green Chemistry in Ecosystem Restoration to Achieve Environmental Sustainability* (pp. 75-82). Elsevier.
- Zali, S. H., Heshmati, S., Heshmati, S., & Rural, F. (2010). National Conference on Medicinal Plants, Sari University of Agricultural Sciences and Natural Resources. (in Persian)
- Shahinfar, J., Zeraati, H., Nasimi, F., & Shojaei, S. (2017). Effect of Medicinal Plants on anxiety. *jiiitm*, 8(2), 209-222
- Saeidi, J., Khansari, Z., & Tozandejani, H. (2020). The effectiveness of *Melissa officinalis* and *Lavandula angustifolia* in anxiety of oil company employees. *Journal of Sabzevar University of Medical Sciences*, 26(6), 687-694
- Dabirifard, M., Maghsoudi, Z., Dabirifard, S., & Salmani, N. (2017). Frequency, Causes and How to Use Medicinal Herbs during Pregnancy. *The Iranian Journal of Obstetrics, Gynecology and Infertility*, 20(4), 66-75. (in Persian)
- Soltani Nejad, S., Zeighami, M., Beirami, A., & Amirifar, A. (2020). Effect of *Echium Amoenum* on the Anxiety of College Students. *Ceja*, 10(1), 46-55. (in Persian)
- Shabanian, G., Rafieian, M., Shabanian, S., Homaei, S., & Shabanian, M. (2016). The comparative effect of *Valeriana officinalis* versus Diazepam on the state of anxiety before operation in female patients admitted in Kashani hospital. *Journal of Clinical Nursing and Midwifery*, 5(1), 58-66.
- Adam K. (2006) Lavender production, products, markets, and entertainment farms. A Publication of ATTRA – National Sustainable Agriculture Information Service; pp: 1-12
- Zheljzakov VD, Cantrell CL, Astatkie T, Jeliakova E. (2013). Distillation time effect on lavender essential oil yield and composition. *J Oleo Sci*; 62(4):195-9
- Ghassemi Dehkordi N, Sajjadi SE, Ghannadi A, Amanzadeh Y, Azadbakht M, Asghari GR, (2003) et al. *Iranian Herbal Pharmacopoeia (IHP)*. Hakim; 6(3):66-68.
- Bikmoradi A, Khaleghverdi M, Seddighi I, Moradkhani S, Soltanian A, Cheraghi F. (2017) Effect of inhalation aromatherapy with lavender essence on pain associated with intravenous catheter insertion in preschool children: a quasi-experimental study. *Complement Ther Clin Pract*; 28:8591.
- Rai VK, Sinha P, Yadav KS, (2020) et al. Anti-psoriatic effect of *Lavandula angustifolia* essential oil and its major components linalool and linalyl acetate. *J Ethnopharmacol* (۱۳۱۲۷, ۲۶۱;.)
- Toda M, Matsuse R. Endocrinological effect of lavender aromatherapy on stressful visual stimuli. *Contemp Clin Trials Commun*. 2020;17, 100547.
- Tina Ghavami Mohsen Kazeminia Fatemeh Rajati Received 16 March 2022, Revised 18 March 2022, Accepted 11 April 2022, Available online 13 April 2022, Version of Record 26 April 2022
<https://doi.org/10.1016/j.ctim.2022.102832>
- Gupta M, Singh S. *Borago officinalis* linn an important medicinal plant of Mediterranean region: a review. *International Journal of Pharmaceutical Sciences Review and Research*; 2010, 5 (1): 27-34
- Kaskoos RA, Ali M, NaquviKJ. Phytochemical investigation of the leaves of *Borago officinalis* L. *Der Pharmacia Letter*, 2012; 4: 544-548
- Basar SN, Rani S, Farah SA, Zaman R. (2013) Review on *borage officinalis*: a wonder herb. *Int J Biol Pharm Res*; 4: 582-587.



- Montaner C, Floris E, Alvarez JM. Geitonogamy : A mechanism responsible for high selfing rates in borage (*Borago officinalis* L.). *Throe Apple Genet*. 2001; 102 9(2):375 –378
- Azizi, H., Gafari, S., Ghods, R., Shojaei, A., Salmanian, M. and Ghafarzadeh, J. (2018). A review study on pharmacological activities, chemical constituents, and traditional uses of *Echinus ammonium*. *Pharmacognosy Reviews*, 12(24):208-217
- Rabiei, Z. and Setorki, M. 2018. Effect of hydro alcoholic *Echium ammonium* extract on scopolamine-induced learning and memory impairment in rats. *Pharmaceutical Biology*, 56 (1): 672-677.
- Miraj, S. and Kiani, S. 2016. A review study of therapeutic effects of Iranian borage (*Echium amoenum* Fisch). *Der Pharmacia Lettre*, 8(6): 102-109.
- Mahmoudi M, Shahidi S, Golmohammadi H, Mohammadi S. [The effect of *Echium ammonium* hydro-alcoholic extract on blood glucose level, lipid profile and lipoproteins in Streptozotocin-induced diabetic male rats (Persian)]. *Journal of Advances in Medical and Biomedical Research*. 2015. ۷۲-۸۱:(۹۷)۲۳ ; <http://zums.ac.ir/journal/article-1-3089-en.html>
- Komaki AR, Rasouli B, Shahidi S. Anxiolytic effect of *Borago officinalis* (Boraginaceae) extract in male rats. *Avicenna Journal of Neuropsychophysiology*. 2015; 2(1):e27189 [DOI:10.17795/ajnpp-27189]
- Saiah Bargard M, Assadi SM, Amini H, Saiah M, Akhondzadeh Sh, Kamalinejad M. [Efficacy of aqueous extract of *Echium amoenum* L. in the treatment of mild to moderate major depressive disorder: A randomized double blind clinical trial (Persian)]. *Journal of Medicinal Plants*. 2004. ۶۱-۸:(۱۰)۲; <http://jmp.ir/article-1-749-en.html>
- Masuod-Hamidi E, Khaksari M, Hojabri Kh. [The effects of aqueous extracts of *Echium amoenum* and *Citrus aurantifolia* on blood pressure and heart rate before and after phynephrine injection in rat (Persian)]. *Journal of Kerman University of Medical Sciences*. 2011; 18(4):349-57. http://jkmu.kmu.ac.ir/article_16556.html
- Saiah Bargard M, Boostani H, Saiah M, Fazileh F, Kamalinejad M, Akhondzadeh S. [Efficacy of aqueous extract of *Echium ammonium* L. in the treatment of mild to moderate obsessive - compulsive disorder (Persian)]. *Journal of Medicinal Plants*. 2005; 3(15):43-50. <http://jmp.ir/article-1-697-en.html>
- Tyler VE. (1999) Kava from The Encyclopedia of Psychoactive Substances by Richard Rudgley Little, Brown and Company . Herbs affecting the central nervous system. In: Janick J, editor. Perspectives on new crops and new uses. Alexandria, VA: ASHS Press. pp. 442 – 9.
- Singh YN. (1992) An overview. *Journal of Ethno pharmacology*. 37:13 – 45.
- Kilham C. (1996) Kava: medicine hunting in paradise. Rochester, VT: Park Street Press, pp. 60 8.
- Gessner B, Cnota P, Steinbach TS. (1994) Untersuchung der Vigilanz nach Application von Kava Kava-Extract ,Diazepam oder Placebo. *Zeitschrift fur Physiotherapie*; 15 (1):30 – 7.
- Johnson D, Frauendorf A, Stecker K, Stein U. (1991) Neurophysiologists Wirkprofil und Vertra"glichkeit von Kava-Extrakt WS 1490. *Neurologic/Psychiatry* ;5:349 – 54.
- Munte TF, Heinze HJ, Matzke M, Steitz J. (1993) Effects of oxazepam and an extract of kava roots (*Piper methysticum*) on event related potentials in a word recognition task. *Neuro psychobiology* ;27(1):46 – 53
- Watkins LL, Connor KM, Davidson JR. (2001) Effect of kava extract on vagal cardiac control in generalized anxiety disorder: preliminary findings. *J. Psychopharmacology*; 15: 283-6.
- Connor KM, Davidson JR. (2002) A placebo controlled study of Kava kava in generalized anxiety disorder. *Int. Clin. Psychopharmacology*. ۱۷:۱۸۵-۱۹۱
- Kuchta K, de Nicola P, Schmidt M. (2018) Randomized, dose controlled double blind trial: Efficacy of an ethanolic kava (*Piper methysticum* rhizome (extract for the treatment of anxiety in elderly patients. *Traditional& Kampo Medicine*; 5(1):3-10. [DOI:10.1002/tkm2.1079]
- Kumar A, Garg R, Prakash AK. (2010) Effect of St. Jon's Wort (*Hypericum perforatum*) treatment on restraint stress induced behavioral and biochemical alteration in mice. *BMC Complement Altern Med*; 10: 18
- Rezaei A, Rezaei-Dorostkar K, Pashazadeh M, Ahmadizadeh C, Jafari B. (2012)[A comparative study of sedative and anxiolytic effects of the *Hypericum perforatum* and diazepam on rats (Persian)]. *Zahedan*



- Journal of Research in Medical Sciences.; 13(8):e93758.
<https://sites.kowsarpub.com/zjrms/articles/93758.htm>
- Khakpour s, Khosravi m, Mashayekhipour Z Hadipour Jahromy M. Effect of Citrus aurantium L.essential oil and haloperidol on anxiety in malemice. WJNS 2014;4:427-33
- Hosseinzadeh H, Sayadi SKM, Taghiabadi E ,Razavi BM.(2009) Anticonvulsant effect of Citrus bigaradia Duh. leaves extracts in mice.Pharmacology online ;3:412-8
- Salah SM, Jager AK. (2005)Screening of traditionally used Lebanese herbs for neurological activities. J Ethno pharmacology;97 (1):145-9.
- Fugh-Berman A, Myers A.(2004) Citrus aurantium ,an ingredient of dietary supplements marketed for Weight loss: current status of clinical and basic research. Exp Biol Med (Maywood)698-704:(8)229
- Mannan MDA, Abir AB, Rahman. MDR(2015) Antidepressant-like effects of metabolic extract of Bacopa monniera in mice. BMC Complement Altern Med;15 :337.
- Sharifi-Rad, J.; Quispe, C.; Herrera-Bravo, J.; Akram, M.; Abbas W.; Semwal, P.; Calina, D(2021)Phytochemical Constituents ,Biological Activities, and Health-Promoting Effects of the Melissa officinalis. Oxid. Med. Cell. Longev., 6584693
- Swiader, K.; Startek, K.; Wijaya, C.H.(2019)The therapeutic properties of Lemon balm (' Melissa officinalis L.): Reviewing novel findings and medical indications. J. Appl. Bot. Food Qual, 92, 327–335.
- Guu, T.W.; Aarsland, D.; Ffytche, D .(2022) Light, sleep-wake rhythm, and behavioural and psychological symptoms of dementia in care home patients: Revisiting the sundowning syndrome. Int. J. Geriatr. Psychiatry , 37, 1–10
- Noguchi-Shinohara, M.; Ono, K.; Hamaguchi, T.; Nagai, T.; Kobayashi, S.; Komatsu, J.; Yamada, M. . (2020) Safety and efficacy of Melissa officinalis extract containing Rosmarinus acid in the prevention of Alzheimer's disease progression. Sci. Rep, 10, 18627.
- Haybar, H.; Javid, A.Z.; Haghighizadeh, M.H.; Valizadeh, E.; Mohaghegh, S.M.; Mohammadzadeh, A. (2018)The effects of Melissa officinalis supplementation on depression, anxiety, stress, and sleep disorder in patients with chronic stable angina. Clin. Nutr .ESPEN 2018, 26, 47–52.
- Bano, A.; Hepsomali, P.; Rabbani, F.; Farooq, U.; Kanwal, A.; Saleem, A.; Khan, A. (2023) The possible “calming effect” of sub chronic supplementation of a standardized phospholipid carrier-based Melissa officinalis L. extract in healthy adults with emotional distress and poor sleep conditions: Results from a prospective, randomized, double-blinded, placebo-controlled clinical trial .Front. Pharmacologic, 14, 1250560
- Lobach, A.R.; Schmidt, F.; Fedrizzi, D.(2024) Müller, S. Toxicological safety evaluation of an aqueous lemon balm (Melissa officinalis)Extract. Food Chem. Toxicol, 187, 114565
- Ruangritchankul, S.; Chantharit, P.; Srisuma, S.; Gray, L.C. (2021) Adverse drug reactions of acetylcholinesterase inhibitors in older people living with dementia: A comprehensive literature review. Ther. Clin. Risk Manag, 17, 927–949
- Guu, T.W.; Aarsland, D.; Ffytche, D. (2022) Light, sleep-wake rhythm, and behavioral and psychological symptoms of dementia in care home patients: Revisiting the sun downing syndrome. Int. J. Geriatr. Psychiatry, 37, 1–10
- Pierce JMS. A disease once scared. A history of the medical understanding of epilepsy. Brain. (2002): (۲) ۱۲۵ ; ۲ - ۴۴۱
- Jirovetz L, Jager W, Plank C and Dietrich H .(1993) Fragrance compounds and essential oils with sedative effects upon inhalation. J.Pharmaceutical Sci; 82: 660 – 4.

بررسی اکولوژیکی گیاه دارویی بوزیدان (*Withania somnifera* (L.) Dun.) در**زیست بوم های مرتعی شهرستان داراب (استان فارس)**علیرضا محمودی*^۱^۱ گروه مرتع و آبخیزداری، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی داراب، دانشگاه شیراز، (alirezamahmoodi@saadi.shirazu.ac.ir)**چکیده**

گیاه دارویی و چندمنظوره بوزیدان (*Withania somnifera* (L.) Dun.)، از خانواده سبب زمینی یکی از گونه های ارزشمند بومی مراتع شهرستان داراب در استان فارس است که به دلیل ویژگی های اکولوژیکی منحصر به فرد خود، کاربردهای گسترده ای در صنایع دارویی و درمانی دارد. گیاه بوزیدان یک گیاه دارویی مهم در طب سنتی محسوب می شود. این گیاه منبعی غنی از ترکیب های زیست فعال می باشد. این پژوهش به بررسی جنبه های مختلف زیستی و اکولوژیکی این گیاه، از پراکنش جغرافیایی و فنولوژی آن گرفته تا ترکیبات شیمیایی و نقش های درمانی پرداخته است. اقلیم گرم و خشک شهرستان داراب، به همراه خاک های آهکی و شرایط ویژه توپوگرافی، زیستگاهی مناسب برای رویش بوزیدان فراهم کرده است. ترکیبات مؤثره بوزیدان، شامل ویتانولئیدها، خواص ضدسرطانی، کاهش دهنده استرس و تقویت کننده سیستم ایمنی بدن را به این گیاه بخشیده است. قابلیت تکثیر از طریق بذر و سازگاری با شرایط مناطق گرمسیری، امکان توسعه کشت اقتصادی آن را فراهم کرده است. سرمایه گذاری در کشت این گیاه می تواند نه تنها نیاز داخلی را تأمین کند، بلکه با توسعه صادرات و ایجاد فرصت های شغلی، نقشی کلیدی در رشد اقتصادی مناطق محروم ایفا نماید.

واژگان کلیدی: ویتافرن A، متابولیت ثانویه، گیاهان دارویی، آشواگاندا



۱. مقدمه

ایران به واسطه شرایط اقلیمی منحصر به فرد خود، از تنوع بی نظیری برخوردار است. این ویژگی، همراه با عوامل جغرافیایی ویژه، بستری ایده آل برای رویش گونه های متنوع و فراوان گیاهی در نقاط مختلف کشور فراهم کرده است. با توجه به تنوع شرایط آب و هوایی و خاکی، گونه های گیاهی متفاوتی در حدود ۷۵۰۰ الی ۸۵۰۰ گونه گیاهی در فلور ایرانیکا شناسایی شده اند که حدود ۱۸۰۰ گونه آن بومی ایران است (محمودی و جهانتاب، ۱۴۰۳). در ترکیب پوشش گیاهی مراتع ایران انواع گیاهان دارویی، خوراکی، صنعتی، ادویه ای، معطر، علوفه ای، خوراکی وجود دارد، در حال حاضر حدود ۲۰۰ الی ۳۰۰ گونه گیاهی در مراتع شناسایی شده است (محمودی و غلامی پورفرد، ۱۴۰۲). گیاه دارویی بوزیدان (آشواگاندا-کاکنج) در استان فارس در زیست بوم های مرتعی شهرستان های داراب، فسا، کازرون، جهرم، شیراز و زرین دشت به صورت خودرو دیده می شود. این گیاه در زیست بوم های مرتعی شهرستان داراب پراکندگی خوبی دارد.

۲. مواد و روش ها

۲-۱. منطقه مورد مطالعه

شهرستان داراب در جنوب شرقی استان فارس قرار دارد (شکل ۱) و از نظر موقعیت جغرافیایی بین عرض های ۲۸ درجه و ۳۰/۴۵ دقیقه تا ۲۸ درجه و ۳۱/۵۲ دقیقه شمالی و طول های ۵۴ درجه و ۳۰/۳۷ دقیقه تا ۵۴ درجه و ۳۰/۴۵ دقیقه شرقی واقع شده است. این منطقه با میانگین بارندگی سالانه ۲۵۰ میلی متر و میانگین دمای ۲۰ درجه سانتی گراد، اقلیمی معتدل را به نمایش می گذارد. به منظور آگاهی بیشتر از ویژگی های اقلیمی این شهرستان، نمودار آمبروترمیک آن در شکل ۲ ارائه شده است (محمودی و غلامی پورفرد، ۱۴۰۲). خاک های این منطقه عمدتاً از رسوبات آبرفتی آهکی تشکیل شده و شامل دو گروه اصلی خاک های انتی سولز و اینسپتی سولز است که نقش مهمی در قابلیت های کشاورزی منطقه ایفا می کنند. کاربری اراضی در شهرستان داراب نیز متنوع بوده و شامل مراتع، جنگل ها و باغات گل محمدی دیم می شود که هر یک سهم قابل توجهی در اقتصاد و چشم انداز طبیعی منطقه دارند. شرایط توپوگرافی منحصربه فرد این منطقه، بستری مناسب برای رشد و تکثیر انواع گیاهان دارویی فراهم کرده است. در میان این گنجینه ی طبیعی، می توان به گیاه آویشن شیرازی^۱، کاکوتی^۲، مریم نخودی دارابی^۳، بومادران زرد^۴، درمنه دشتی^۵، خار سنبل^۶ اشاره کرد. این تنوع گیاهی، منطقه را به یکی از زیستگاه های غنی گیاهان دارویی تبدیل کرده است (محمودی و مکرم، ۱۴۰۱).

1. *Zataria multiflora*

2. *Ziziphora tenuior*

3. *Teucrium persicum*

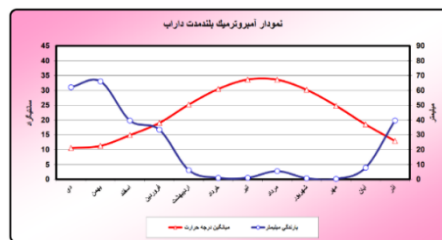
4. *Achillea eriophora*

5. *Artemisia sieberi*

6. *Blepharis persica*



شکل ۱. موقعیت رویشگاه گیاه دارویی بوزیدان در شهرستان داراب



شکل ۲. نمودار آمبروترمیک شهرستان داراب

۲-۲. روش تحقیق

در پژوهش حاضر سعی می‌شود با بررسی مقالات پژوهشی، تجربیات میدانی نگارنده از مراکز و مطالعات کتابخانه‌ای، در ارتباط با شرایط اکولوژیکی گیاه دارویی و چند منظوره بوزیدان در زیست بوم های مرتعی شهرستان داراب صحبت شود. در این پژوهش، محدوده رویشگاه های گیاه بوزیدان در مراکز شهرستان با استفاده از منابع متنوعی شناسایی شد. این منابع شامل فلورا ایرانیکا، مطالعات علمی، جستجوهای اینترنتی، پژوهش های میدانی، گزارش های کارشناسی، مصاحبه با متخصصان و افراد محلی و همچنین بازدیدهای میدانی بودند. در هر منطقه، ارتفاع از سطح دریا و مختصات جغرافیایی (طول و عرض) با استفاده از دستگاه موقعیت یاب GPS مدل Vista، تایوان اندازه گیری شد (جدول ۱).

جدول ۱. خصوصیات جغرافیایی رویشگاه های طبیعی گیاه بوزیدان در شهرستان داراب

ارتفاع از سطح دریا (متر)	طول جغرافیایی	عرض جغرافیایی	محل جمع آوری نمونه های گیاهی
۱۱۶۹	۵۴۴۲۳۰	۲۸۳۷۳۱	فتح آباد
۱۰۸۹	۵۴۲۱۰۰	۲۸۴۷۳۰	کنار حاجی
۱۱۳۵	۵۴۴۰۰۰	۲۸۳۸۳۰	جنت شهر
۱۳۲۹	۵۴۳۵۳۰	۲۸۴۵۳۰	تنگ کتویه
۱۲۹۵	۵۴۱۷۳۰	۲۸۴۸۰۰	تنگه رگز
۱۱۰۵	۵۴۱۶۳۰	۲۸۴۸۳۰	آب باریک



شکل ۳. گیاه بوزیدان در رویشگاه طبیعی در شهرستان داراب (منبع: نویسنده ۱۴۰۳)



شکل ۴. برگ گیاه بوزیدان در رویشگاه طبیعی شهرستان داراب (منبع: نویسنده ۱۴۰۳)



شکل ۵. ریشه گیاه بوزیدان در رویشگاه طبیعی شهرستان داراب (منبع: نویسنده ۱۴۰۳)



شکل ۶. میوه و بذر در گیاه بوزیدان در رویشگاه طبیعی شهرستان داراب

۳. نتایج

۳-۱. پراکنش گیاه در جهان و ایران

بوزیدان یکی از گیاهان دارویی در کشورهای عراق، سوریه، فلسطین، جنوب ایران، افغانستان، پاکستان و هند رویش دارد. این گیاه در استان‌های بوشهر، فارس، هرمزگان، کرمان و سیستان و بلوچستان رشد می‌کند (کیاسالاری و همکاران، ۲۰۰۹). رویشگاه آن اغلب در خاک‌هایی با بافت سبک در مراتع و گاهی در مزارع و باغ‌های میوه دیده شده است و این گیاه در قسمت جنوب شرقی سیستان و بلوچستان، در منطقه ایرانشهر، سراوان، زابل و خاش یافت می‌شود. شهرستان داراب یکی از رویشگاه‌های مهم این گیاه در استان فارس قلمداد می‌شود. بوزیدان به دلیل سازگاری بسیار وسیع نسبت به شرایط دشوار اکولوژیکی از جمله گرما و خشکی می‌تواند در تثبیت شن‌های روان به کار رود.

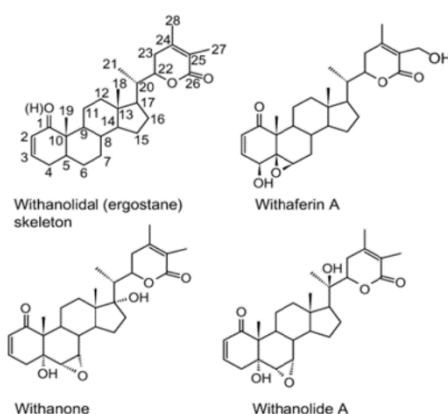
۳-۲. ویژگی‌های گیاه شناسی و فتولوژی

گیاه بوزیدان متعلق به تیره سیب زمینی و بومی نواحی شرقی مدیترانه تا جنوب آسیا می‌باشد. در جنس ویتانیا ۲۳ گونه گیاهی وجود دارد که دو گونه آن شامل *Withania coagulans* (Stocks) Dun. و *Withania somnifera* (L.) Dun. می‌باشد که از نظر دارویی و اقتصادی منحصر به فرد است. این گیاه به صورت بوته ای یا درختچه ای و همیشه سبز به ارتفاع ۱۲۰-۱۳۰ سانتیمتر می‌باشد. برگ‌ها به رنگ سبز کدر و جام گل به رنگ زرد می‌باشد. گیاه پنی‌رید در زمره گیاهان دارویی و چند منظوره است که در ایران پراکنش بسیار محدودی داشته و یکی از گونه‌های اندمیک بلوچستان می‌باشد (ولی زاده و همکاران، ۲۰۱۵). این گیاه از کرک‌های پنبه‌ای پوشیده شده است. برگ‌های آن که به صورت متناوب بر روی ساقه قرار می‌گیرند، بیضی‌شکل و نوک‌تیز هستند. گل‌ها سفیدرنگ بوده و در کنار برگ‌ها و در قسمت‌های بالایی گیاه می‌رویند. بررسی، این گیاه در بیشتر رویشگاه‌ها به صورت همیشه سبز مشاهده می‌گردد. تداوم سر سبزی گیاه بستگی به وضعیت سال از نظر بارندگی‌ها نیز خواهد داشت. بوزیدان دارای ریشه‌های استوانه‌ای باریک و صاف است که به رنگ کرم روشن با قسمت داخلی سفیداست که طعم موسیلاژی تلخ دارد (مظفریان، ۱۳۸۳). این گیاه نسبت به هرس مقاوم بوده و در صورت قطع یا کف بر شدن مجدداً از ناحیه طوقه به راحتی با تشکیل جوانه‌های جانبی رشد مجدد می‌نماید. طبق مطالعات انجام شده گونه بوزیدان بندرت مورد چرای دام قرار می‌گیرد و این امر احتمالاً به دلیل تلخ بودن اندام‌های هوایی و عدم خوشخوراکی برای دام هاست، از این رو این مسئله به بقاء و سازگاری این گونه کمک شایانی می‌نماید. در شرایط متعارف این گیاه

بذر قابل توجهی تولید می کند که در شرایط نامطلوب محیطی از جمله عدم وجود رطوبت کافی برای جوانه زنی تا سالهای متمادی قوه نامیه خود را حفظ می نماید و این امر باعث افزایش قدرت زادآوری این گونه می گردد.

۲-۳. ترکیبات شیمیایی و مواد موثره گیاه

در آنالیزهای شیمیایی این گیاه، وجود کارتوئیدهای محلول در آب، مونوترپن آلدهید، ویتافرین A، ویتانولید ۴، ویتانوزید ۷ نشان داده شده است (کیاسالاری و همکاران، ۲۰۰۹).



شکل ۷. ساختار شیمیایی برخی از ویتانولوئیدها مهم موجود در گیاه (*Withania somnifera*) (روشنایی و کلام نظیف، ۱۳۹۴).

3_3. خواص فارماکولوژیکی گیاه

بوزیدان یک گیاه با خواص دارویی مهم در طب سنتی در دنیا محسوب می شود. از نظر تاریخی این گیاه دارای خواص افزایش دهنده میل جنسی، برقرار کننده عملکرد طبیعی کبد، ضد التهاب و تخفیف دهنده ترشحات مخاطی، خواب آور، مسکن، مخدر، ادرار آور، مقوی و در طی سالیان اخیر کاربرد آن در درمان و یا بهبودی آسم (Dhuley JNet al., 1998) برونشیت، زخم، سل ریوی، رماتیسم، لاغری مفرط، بی خوابی و سکتی مغزی، زوال عقل در سنین بالا، ناباروری، سرفه، سرماخوردگی و دیس کنیزی مورد تایید قرار گرفته است (Shavada ACet al., 1992). بعلاوه نتایج و تحقیقات بالینی و آزمایشگاهی بر روی نمونه های حیوانی نشان می دهد که این گیاه در مورد اضطراب و بیماری های شناختی و برخی اختلالات عصبی نظیر بیماری پارکینسون می تواند سودمند باشد (Ahmad M et al., 2001). همچنین جدیداً استفاده از این گیاه بعنوان یک داروی جانی در ارتباط با شیمی درمانی و رادیوتراپی در بیماران سرطانی مطرح شده است. از طرف دیگر بوزیدان بعنوان یک آداپتوژن (Adaptogen) برای بیماران مبتلا به خستگی مفرط با منشأ (Nervous exhaustion) و ناتوانی های ناشی از استرس فیزیکی و روانی کاربرد دارد و دارای خاصیت محرک سیستم ایمنی در بیماران با کاهش شدید تعداد گلبولهای سفید می باشد (Dhuley JNet al., 1998).



مهمترین خواص دارویی این گیاه به ترکیبات مؤثره ارزشمند آن به نام ویتانولئیدها مربوط می شود و از آنجایی که این گیاه به عنوان یک آداپتوژن عمل می کند از طریق پایین آوردن میزان هورمون کورتیزول (معروف به هورمون استرس و اضطراب) باعث آرام بخشی، کاهش افسردگی، استرس، اضطراب و افزایش هوش و تمرکز می شود. همچنین در سالهای اخیر استفاده از این گیاه به عنوان یک داروی جانبی در ارتباط با شیمی درمانی و رادیوتراپی در بیماری سرطان مطرح شده است. از سوی دیگر به عنوان یک آداپتوژن برای بیماران مبتلا به خستگی مفرط با منشأ عصبی و ناتوانی ناشی از استرس فیزیکی و روانی کاربرد دارد و دارای خاصیت محرک سیستم ایمنی در بیماران با کاهش شدید تعداد گلبول سفید میباشد (Roghani et al., 2004). بررسی اثر ضد میکروبی فلاونوئیدهای گونه بوزیدان نیز توانمندی قابل توجهی علیه پاتوژنهای بیماریزای انسانی نشان می دهد (Singh & Kumar, 2011). برگ های گیاه به عنوان ضد کرم به کار می رود. قسمت ریشه بوزیدان در طب سنتی به عنوان داروی ضداسپاسم، سم زدای عصبی استفاده شده است؛ همچنین عصاره خام و تصفیه شده آن در جلوگیری از تشکیل تومور، آسیبهای کبدی نقشی بسزا دارد. به طور کلی این گیاه اهمیت زیادی در طب سنتی به خصوص گیاه درمانی، وجود ترکیبهای غنی آنتی اکسیدان در و همچنین گزارشهای متعدد درخصوص تأثیرهای مفید این گیاه در روند حافظه و یادگیری وجود دارد. بوزیدان دارای محرک تیروئید، ضد استرس، ضد تومور، ضد اضطراب، سیستم ایمنی، محافظت کبدی، ضد تشنج، ضد پیری، ادرار آور، آداپتوژن و خواص آنتی اکسیدان است که با داشتن آثار فارماکولوژی و متنوع بر روی سیستم های مختلف این است که برای بسیاری از مزایای درمانی استفاده می شود (روشنایی و کلام نظیف، ۱۳۹۴).

۳-۴. کشت و تکثیر گیاه بوزیدان

یکی از مشکلات اساسی در کشت گسترده گیاهان دارویی عدم جوانه زنی مناسب و در نتیجه عدم استقرار مناسب در شرایط زراعی است. این گیاه بذرهایی زیادی تولید می کند و از طریق همین بذرها قابل تکثیر و گسترش است. البته بذرهایی این گیاه دارای خواب هستند که بعد از شکستن خواب بذر به راحتی جوانه خواهند زد (قهرمانی و همکاران، ۱۳۹۷). تیمارهای سرمادهی عاملی ضروری برای حذف رکود بذر بوزیدان می باشد. همچنین استفاده توأم سرمادهی با جیبرلیک اسید و نترات پتاسیم سبب بهبود درصد و سرعت جوانه زنی بذور این گیاه گردید (قهرمانی و همکاران، ۱۳۹۷). برای برداشت ریشه های بوزیدان با حفاری دقیق و با استفاده از یک ابزار کوچک می توان این کار را انجام داد. پس از برداشت، ریشه ها و موانع از گیاه جدا را می توان جدا کرد. ریشه ها شسته و تمیز کرده و به قطعات کوچک ۱۰-۷ سانتی متری تقسیم می شوند و در آفتاب یا سایه خشک می شوند. بعد از خشک شدن ریشه می توان آن را آسیاب کرد و مورد مصارف دارویی قرار داد (شکل ۷).



شکل ۷. پودر ریشه گیاه بوزیدان در رویشگاه طبیعی شهرستان داراب

سالانه میزان زیادی از ریشه این گیاه جهت عرضه به فروشندگان گیاهان دارویی در کشور وارد می شود که با توجه به قیمت قابل توجه و بالای این محصول، توسعه کشت وسیع و علمی این گیاه می تواند علاوه بر تولید بازار این محصول در داخل کشور زمینه صادرات آن را نیز فراهم کند. با توجه به سازگاری اقلیم مناسب استان های جنوبی کشور برای کشت گیاه آشواگاندا می توان زمینه اشتغال و کارآفرینی را از طریق تولید، خرید و فروش این محصول در این مناطق را افزایش داد.

۴. بحث و نتیجه گیری

پژوهش حاضر بر روی ویژگی های اکولوژیکی و قابلیت های چندمنظوره گیاه بوزیدان (*Withania somnifera* (L.) Dun.)، نشان می دهد که این گیاه دارویی ارزشمند با سازگاری بالای خود به اقلیم های گرم و خشک و خاک های شنی، پتانسیل قابل توجهی برای گسترش کشت در مناطق مرتعی و کم بازده ایران دارد. ترکیبات شیمیایی و مواد مؤثره این گیاه، شامل ویتانولئیدها و ویتافرین A، زمینه ساز کاربردهای گسترده در کاهش استرس، تقویت سیستم ایمنی و درمان بیماری های مزمن مانند سرطان است. افزون بر این، بوزیدان به دلیل مقاومت بالا به خشکی و عدم نیاز به مصرف زیاد کودهای شیمیایی و سموم، از منظر پایداری کشاورزی گزینه ای ایده آل محسوب می شود. این پژوهش همچنین تأکید دارد که توسعه کشت تجاری این گیاه در مناطق گرمسیر کشور، از جمله بلوچستان و استان های جنوبی، علاوه بر تأمین نیاز داخلی و کاهش واردات، می تواند بستر مناسبی برای صادرات و ارزآوری فراهم کند. با توجه به ارزش اقتصادی و کاربردهای درمانی بوزیدان، سرمایه گذاری در زمینه کشت علمی و فرآوری این گیاه، نه تنها به ارتقای سطح اقتصادی و اشتغال زایی در مناطق محروم کمک خواهد کرد، بلکه جایگاه ایران را به عنوان یکی از تولیدکنندگان اصلی این گیاه در بازار جهانی تقویت خواهد نمود. این پژوهش فرصتی مناسب برای ترکیب دانش بومی و فناوری نوین به منظور بهره برداری پایدار از منابع طبیعی فراهم می سازد.

منابع

قهرمانی، آ.، گنجی مقدم، ا.، تارتاری، م.، خسرویاری، س. ۱۳۹۷. تاثیر تیمار سرمایی و شیمیایی بر شکست خواب بذر پنبرباد (*Withania somnifera*). تحقیقات بذر، ۸(۲۶): ۵۹-۴۷.



- محمودی، ع.، جهانتاب، اسفندیار. ۱۴۰۳. بررسی تأثیر عوامل بوم‌شناختی بر پراکنش و صفات مورفولوژیکی گیاه دارویی و صنعتی اسپرک (*Reseda lutea* L) در مراتع شهرستان داراب. مجله خشک بوم، ۱۴(۱): ۷۹-۸۹.
- محمودی، ع.، غلامی پورفرد، کمال. ۱۴۰۲. بررسی فیتوشیمیایی اسانس گیاه دارویی پنج‌انگشت (*Vitex pseudo-negundo*) رشد یافته در رویشگاه‌های طبیعی به روش کروماتوگرافی (استان فارس-شهرستان داراب)، مجله مهندسی اکوسیستم بیابان، ۱۲(۳۹): ۶۴-۷۱.
- محمودی، ع.، غلامی پورفرد، کمال. ۱۴۰۲. مقایسه فیتوشیمیایی نمونه زراعی و مرتعی گیاه دارویی آویشن شیرازی (*Zataria Multiflora* Boiss). مجله مرتع، ۱۷(۲): ۲۴۶-۲۳۲.
- محمودی، ع.، مکرم، م. ۱۴۰۱. تعیین مناسب‌ترین طیف الکترومغناطیس برای پیش‌بینی عناصر غذایی در برخی گونه‌های مرتعی، با استفاده از طیف‌سنجی، نشریه سنجش از دور و GIS ایران ۱۴(۳): ۴۶-۳۱.
- مظفریان، و. ۱۳۸۳. درختان و درختچه‌های ایران، فرهنگ معاصر.

- Ahmad M. Saleem S., A.S., Ansari M .A Yousuf s., Hoda .(2005).Neuroprotective effect of *Withania Somnifera* on 6- hydroxyl - dopamine induced parkinsonism in rat , Human and Experimental Toxicology, 29: 132-147.
- Dhuley JN .(1998). Effect of ashwagandha on lipid peroxidation in stress -induced animals. Journal Ethnopharmacol. 60:173-178.
- Kiasalari Z., Khalili ,M and Aghaei, M. (2009). Effects of *Withania somnifera* on levels of sex hormones in the diabetic male rats. Iranian Journal of Reproductive Medicine. 7(4): 163-68.
- Roghani, M., Balouchnezhad, T., Waezmahdavi, M. and fatemi, M. (2004). The effect of long the *Withania somnifera* roots the amount of glucose and lipids in diabetic rats. Iranian Journal of Basic Medical Sciences, 8(4): 239-245.
- Roshanaei.,K and Nikoklam Nazif, N (2015).Bulletin of Environment, Pharmacology and Life Sciences [BEPLS] Effect of withania somnifera root extract on PTZ- induced seizure threshold in mice.
- Singh, G. and Kumar, P. (2011). Evaluation of antimicrobial efficacy of flavonoids of *Withania somnifera*. Indian Journal of Pharmaceutical Sciences, 73(4): 473-478



استویا (*Stevia rebaudiana Bertoni*): بررسی به روز شده از مزایای سلامتی، کاربردهای صنعتی و ایمنی آن

سمیرا قربانی^{۱*}

^۱گروه بهداشت و کنترل کیفی مواد غذایی، دانشکده پیرا دامپزشکی، دانشگاه اردکان، شهر اردکان. s.ghorbani@ardakan.ac.ir

چکیده

استویا رباودیانا (*Stevia rebaudiana Bertoni*) گیاهی در آمریکای جنوبی است که به دلیل داشتن ترکیبات شیرین زیاد، کشت آن در سراسر جهان رو به افزایش است. ژاپن اولین کشور آسیایی بود که در سال ۱۹۷۰ از استویا به عنوان شیرین کننده در صنایع غذایی و دارویی استفاده کرد. شیرین برگ مناسب مناطق جنوبی ایران یا کشت گلخانه ای است. در اصفهان به روش کشت بافت تکثیر شده و به سرعت وارد صنعت گز سازی گردیده است. در اکثر مناطق مانند ایران مانند استان های تهران، مرکزی، خراسان و به خصوص مناطق گرم و مرطوب جنوب که آب و هوای مساعدتری دارند مانند خوزستان و بندر عباس به شرط آبیاری این گیاه، شرایط مناسبی برای کشت این گیاه وجود دارد. در سایر مناطق مرکزی و شرقی نیز با حفظ فاکتور رطوبت و آب رسانی مورد نیاز، گیاه استویا به راحتی قابل کشت و پرورش است و می تواند بازار خوبی در داخل کشور برای خود ایجاد کند. شیرینی استویا عمدتاً به دلیل گلیکوزیدهای استویول است که ۲۵۰-۳۰۰ برابر شیرین تر از ساکارز هستند. بسیاری از مطالعات فواید عصاره استویا را نسبت به شکر و شیرین کننده های مصنوعی نشان داده اند، اما هنوز هم یک جایگزین شکر بسیار محبوب نیست. در این مطالعه مروری، به بررسی داده های فعلی در مورد فعالیت های بیولوژیکی عصاره *S. rebaudiana* و گلیکوزیدهای منفرد آن، از جمله اثرات ضد فشار خون، ضد چاقی، ضد دیابت، آنتی اکسیدان، ضد سرطان، ضد التهاب و ضد میکروبی و بهبود عملکرد کلیه پرداخته شده است. هم چنین عوارض جانبی احتمالی و سمیت عصاره استویا نیز مورد بحث قرار گرفته است. استویا به دلیل خواص غذایی و فیتوشیمیایی غنی خود، اثرات مفیدی را در برابر بسیاری از شرایط سلامتی ارائه می دهد.

واژگان کلیدی: *Stevia rebaudiana*، شیرین کننده، ایمنی، مزایای سلامتی



۱. مقدمه

S. rebaudiana یک درختچه چند ساله است که در آمریکای جنوبی، به ویژه در برزیل و پاراگوئه رشد می کند، جایی که به نام های "برگ عسل"، "برگ شیرین" یا "SweetHerb" نیز شناخته می شود. فرآورده های استویا به اشکال مختلفی مانند برگ تازه و خشک استویا، پودر برگ استویا، عصاره و کنسانتره مایع استفاده می شود. عصاره استویا یک جایگزین عالی برای شیرین کننده های مصنوعی است که تقریباً ۲۰۰ تا ۳۰۰ برابر شیرین تر از شکر هستند (Singh and Rao, 2005). بسیاری از مطالعات نشان داده اند که آماده سازی برگ استویا به عنوان یک جایگزین قند طبیعی بدون کالری نه تنها برای افراد مبتلا به دیابت، فشار خون بالا و چاقی بی خطر است، بلکه می تواند برای درمان این بیماری ها یا پیشگیری از عوارض آنها نیز استفاده شود (Carrera-Lanestosa et al., 2017). ترکیبات اصلی مسئول شیرینی فرآورده های استویا استویول دی ترپن گلیکوزیدها به نام استویوزید و ریباودیوزید هستند و در صنایع غذایی به عنوان شیرین کننده استفاده می شوند. علاوه بر ترکیبات شیرین، برگ استویا حاوی بسیاری از مواد فعال بیولوژیکی دیگر است که اثرات مفیدی برای سلامت انسان دارد. به طور خاص، اثرات ضد دیابت، ضد فشار خون، ضد تومور، ضد پوسیدگی، ضد التهاب و باکتری کش این گیاه مورد مطالعه قرار گرفته است و این مسائل به طور مفصل در زیر مورد بحث قرار گرفته است. همچنین داده هایی در مورد اثرات محافظتی استویا بر سیستم گوارشی و اختلالات پوستی و همچنین در مورد عوارض شایع مرتبط با سندرم متابولیک وجود دارد (Ranjbar et al., 2020; Sanches Lopes et al., 2016).

۲. ترکیبات فعال بیولوژیکی استویا

برگهای *S. rebaudiana* حاوی بیش از ۳۰ گلیکوزید مختلف استویول است که در میان آنها استویوزید و ربادیوزید A در بالاترین سطح وجود دارند. Stevioside و Rebaudioside A نیز از ترکیبات اصلی شیرین استویا هستند. استویوزید اولین بار در سال ۱۹۳۱ از استویا جدا شد و ساختار شیمیایی آن در سال ۱۹۵۲ ایجاد شد. محتوای استویوزید از ۴٪ تا ۱۳٪ از کل گلیکوزیدهای موجود در استویا است (Marcinek and Krejpcio, 2015). Rebaudioside A استویول دی ترپن گلیکوزید دیگری است. درصد شیرینی آن از ۳۰٪ تا ۴۰٪ در نوسان است که ۱۸۰-۴۰۰ برابر شیرین تر از شکر است (Atteh et al., 2011; Goyal et al., 2010). علاوه بر ترکیبات شیرین، برگ های استویا حاوی پروتئین، کربوهیدرات، لیپید، فیبر غذایی، روغن، ویتامین و ترکیبات فنلی است. ترکیب شیمیایی فرآورده های استویا در برگ های خشک و تازه متفاوت است و به روش پردازش یا استخراج بستگی دارد. علاوه بر این، ترکیب بیوشیمیایی گیاه به منطقه جغرافیایی رشد بستگی دارد. مشخص شد که برگ های استویا حاوی تعدادی ترکیبات فنلی است که خواص آنتی اکسیدانی قوی از خود نشان می دهند (Khiraoui et al., 2017). این گیاه همچنین حاوی روغن هایی است که سرشار از اسیدهای چرب پالمیتیک، پالمیتولیک، استئاریک، اولئیک، لینولئیک و لینولنیک هستند. برگ های استویا همچنین منبع مهمی از ویتامین های محلول در آب از جمله ویتامین C، ویتامین B2، اسید فولیک هستند. علاوه بر این، این گیاه سرشار از عناصر درشت و ریز مانند روی، آهن، کلسیم، پتاسیم، سدیم، منیزیم و سایر مواد معدنی است که برای سلامت انسان ضروری هستند (Kim et al., 2011).

۳. فواید استویا برای سلامتی

۱-۳- خواص آنتی اکسیدانی



رادیکال‌های آزاد که به طور مداوم در هر ارگانیسمی در نتیجه فرآیندهای متابولیک یا قرار گرفتن در معرض استرس‌های مختلف تشکیل می‌شوند، ممکن است در تعداد زیادی از بیماری‌های انسانی از جمله سرطان، چاقی، دیابت و بیماری‌های عصبی دژنراتیو نقش داشته باشند (Bayliak et al., 2019; Vaiserman et al., 2020). در شرایط فیزیولوژیکی، ظرفیت دفاع آنتی اکسیدانی درون‌زا برای خنثی کردن رادیکال‌های آزاد و جلوگیری از آسیب‌های اکسیداتیو کافی است، اما افزایش سن و دریافت بیش از حد کالری، عدم تعادل بین تولید و حذف رادیکال‌های آزاد و به دنبال آن استرس اکسیداتیو مزمن و ایجاد التهاب سیستمیک را به همراه دارد. بنابراین، استفاده از فیتوکمیکال‌های زیست فعال دارای فعالیت‌های آنتی اکسیدانی و ضد التهابی به عنوان یک رویکرد درمانی امیدوارکننده برای مبارزه با پیری و شرایط پاتولوژیک مرتبط در نظر گرفته می‌شود (Piskovatska et al., 2019; Vaiserman et al., 2020). بسیاری از مطالعات نشان دادند که خواص آنتی اکسیدانی استویا ممکن است توانایی آن را در پیشگیری و درمان این بیماری‌ها تعیین کند. برگ‌های استویا حاوی تعدادی ترکیبات فنلی هستند که قادر به خنثی کردن رادیکال‌های آزاد و کلات کردن یون‌های فلزات واسطه هستند، بنابراین از دخالت رادیکال‌های آزاد از طریق واکنش فنتون جلوگیری می‌کنند (Prata et al., 2017). خواص آنتی اکسیدانی عصاره استویا به روش‌های فراوری عصاره از جمله مراحل خشک کردن و استخراج بستگی دارد. بنابراین، بالاترین محتوای کل فنل در عصاره‌های گلیکولی-آبی برگ‌های استویا، با محتوای فنل کمتر در عصاره‌های آبی و کمترین میزان در عصاره‌های اتانولی مشاهده شد (Gawel-Beben et al., 2015). مقایسه ظرفیت آنتی اکسیدانی برگ استویا خشک شده به روش‌های مختلف (خشک کردن با هوای گرم ۱۰۰ درجه سانتی گراد، خشک کردن با هوای گرم در دمای ۱۸۰ درجه سانتی گراد، خشک کردن انجمادی، خشک کردن در سایه) نشان داد که بهترین روش خشک کردن برای حفظ پتانسیل آنتی اکسیدانی بالا، هوای گرم است. خشک کردن در دمای ۱۸۰ درجه سانتیگراد تحت این رژیم، محتوای آنتی اکسیدان‌ها ۲-۳ برابر بیشتر از سایر روش‌های خشک کردن بود (Periche et al., 2015).

۲-۳- اثرات ضد سرطانی

سرطان دومین عامل مرگ و میر در جهان است. شایع‌ترین انواع سرطان در سال ۲۰۱۷، سرطان سینه، سرطان روده بزرگ، سرطان پروستات و سرطان ریه بود. بنابراین، جستجو برای عواملی که ممکن است در درمان یا پیشگیری سرطان کمک کنند بسیار مهم است. نتایج یک آزمایش نشان داد که استویول از تکثیر شش نوع سلول‌های سرطانی دستگاه گوارش انسان جلوگیری می‌کند (Ferlay et al., 2018). غلظت بالای استویوزید برای کاهش زنده ماندن سلول‌های سرطانی روده بزرگ نشان داده شد. در غلظت ۱۰۰-۲۰۰ میکروگرم در میلی لیتر استویول با اثربخشی مشابه ۵-فلوروئوراسیل (داروی ضد سرطان) عمل می‌کند و در غلظت ۲۵۰ میکروگرم در میلی لیتر، حتی سمیت سلولی بیشتری نسبت به ۵-FU نشان داد. بر این اساس، استویول ممکن است به یک عامل شیمی درمانی بالقوه برای درمان سرطان تبدیل شود (Chen et al., 2018). همچنین شایان ذکر است که استویوزید برای سلول‌های طبیعی حتی در دوزهای بالاتر سمیت کمتری دارد. مطالعه دیگری نشان داد که استویوزید می‌تواند سنتز DNA را مهار کند و باعث مرگ سلول‌های سرطانی از طریق مسیر آپوپتوز می‌توکنندری شود. این به این دلیل است که استویول بیان پروتئین‌های p21 و p53 را افزایش می‌دهد و Cyclin D را کاهش می‌دهد (Paul et al., 2012; Chen et al., 2018).



۳-۳- تنظیم فشار خون

افزایش فشار خون از یک سطح خاص یا یک استاندارد اندازه گیری، به عنوان فشار خون بالا شناخته می شود. اگر فردی ۱۴۰ میلی متر جیوه فشار سیستولیک و ۹۰ میلی متر جیوه فشار دیاستولیک داشته باشد به عنوان فردی با فشار خون بالا شناخته میشود. این فشار خون بالا در رگهایی که در حال حاضر در اندازه متوسط یا باریک هستند فشار خون را افزایش می دهد و باعث مشکلات زیادی مانند غلیظ شدن خون می شود و قلب به سختی می تواند خون را به سمت کل بدن پمپاژ کند که باعث ایجاد خطر سکته مغزی و حمله قلبی می شود. استویا توانایی تنظیم فشار خون و همچنین تنظیم ضربان قلب برای سیگنال های قلبی ریوی را دارد. مطالعات زیادی نشان دادند که استویا و ترکیبات آن کاهش دهنده فشار خون و ادرار آور هستند. استویا مانند داروهای کاهش فشار خون در سطح غشا، عمل می کند خواص کاهندگی فشار خون این داروها شناخته شده اند. آنها با گشاد کردن دیواره های شریان ها برای کاهش فشار خون عمل میکنند. یافته های بسیاری از مطالعات بیان کردند که استویا توانایی کاهش فشار خون با گشاد کردن عروق را دارد (Gardana et al., 2010).

۳-۴- استویا در درمان دیابت

دیابت نوعی بیماری است که به عنوان هیپرگلیسمی و اثر ناکافی در جات مختلف انسولین توصیف می شود. به گفته سازمان بهداشت جهانی تقریباً ۱۷۷ میلیون نفر در سراسر جهان مبتلا به دیابت هستند (WHO, 2016). عوامل خطر اصلی در ایجاد دیابت نوع ۲ عبارتند از استعداد ژنتیکی، رفتارهای غذایی ناسالم و فعالیت بدنی کم. پاتوفیزیولوژی دیابت نوع ۲ با اختلال در متابولیسم گلوکز در کبد و مقاومت به انسولین در بافت های محیطی مشخص می شود که کاهش پاسخگویی به غلظت طبیعی انسولین را نشان می دهد و بنابراین نمی تواند از گلوکز استفاده کند. در نتیجه، با وجود افزایش تولید انسولین توسط پانکراس، سطوح گلوکز در خون بیماران مبتلا به دیابت نوع ۲ افزایش می یابد (Vaiserman et al., 2020).

برای سال های متمادی استویا نه تنها به عنوان شیرین کننده، بلکه به عنوان دارویی در درمان دیابت و هیپرگلیسمی در طب سنتی برزیل و پاراگوئه مورد استفاده قرار گرفته است. مشاهده شده که هم در حیوانات و هم در انسان استویا توانایی افزایش اثر انسولین بر غشای سلولی، افزایش تولید انسولین و تثبیت محور ترشح گلوکاگون و همچنین سطح قند خون را دارد و با مصرف کربوهیدرات های خورده شده تحمل گلوکز را بهبود می بخشد و سطح قند خون را پس از صرف غذا پایین می آورد. می توان بیان کرد که استویا مجموعه ای جامعی از مکانیسم هایی که دیابت نوع II و عوارض نهایی آن را تغییر می دهد ارائه می کند بنابراین، SGs یا استویوزید یا برگ استویا را می توان به عنوان جایگزین قند برای حمایت از تنظیم گلوکز سالم استفاده کرد (Gupta et al., 2013). عصاره برگ استویا قادر به مهار آمیلاز و گلوکوزیداز است. این می تواند به طور بالقوه متابولیسم کربوهیدرات را آهسته کند و خطر هیپرگلیسمی را در بیماران مبتلا به دیابت نوع ۱ و نوع ۲ کاهش دهد (Ruiz et al., 2015). استویا برای هزاران سال به عنوان یک شیرین کننده زیستی و برای اهداف درمانی مانند تنظیم قند خون استفاده شده است. ماده کریستالی سفید آن (استویوزید) یک شیرین کننده گیاهی طبیعی بدون کالری است که ۱۰۰ تا ۳۰۰ برابر شیرین تر از شکر است. یک مطالعه نشان داد که موش های دیابتی که عصاره آبی برگ های استویا را مصرف می کردند نسبت به حیوانات گروه کنترل سطوح بالاتری از انسولین و گلیکوژن داشتند. علاوه بر این، استویوزید می تواند حساسیت به انسولین را افزایش دهد. به ویژه، مقادیر کم استویوزید اثر انسولین را بر انتقال گلوکز به عضله اسکلتی بهبود بخشید (Lailerd et al., 2004). در حال حاضر ژاپن اولین مصرف کننده استویوزیدهای مشتق شده از برگ استویا در جهان است. استویا به دلیل داشتن برگ های شیرین و خواص دارویی به طور گسترده ای پرورش می یابد. استویا به عنوان یک شیرین کننده طبیعی برای افرادی که از رژیم های



غذایی کنترل شده با کربوهیدرات استفاده می کنند جذاب است زیرا تاثیری بر گلوکز خون ندارد. تعدادی از مطالعات همچنین کاهش قابل توجهی در سطح قند خون پس از مصرف عصاره استویا را نشان داده اند (He et al., 2019; Hossain et al., 2017; Gasmalla et al., 2014).

۵-۳- اثرات استویا بر چاقی

در حال حاضر، چاقی به عنوان یک مشکل جدی جهانی در نظر گرفته می شود و تعداد افراد چاق در سراسر جهان همچنان در حال افزایش است. با این حال، چاقی فقط اضافه وزن نیست، بلکه یک بیماری پیچیده با بسیاری از عوارض متابولیکی مانند دیابت، سرطان، بیماری های قلبی عروقی، سکته مغزی است. چاقی به طور قابل توجهی خطر ابتلا به این بیماری ها را افزایش می دهد که در نهایت منجر به اختلال در کیفیت زندگی انسان می شود (Badylak et al., 2019). چاقی یک مشکل عمده سلامتی است که بزرگسالان و کودکان را یکسان تحت تاثیر قرار می دهد اگرچه علت چاقی می تواند چند عاملی باشد. افزایش دریافت کالری به دلیل مصرف مواد غذایی سرشار از قند و نوشیدنی ها یکی از دلایل اصلی چاقی هستند. بنابراین، این استدلال همراه است که جایگزینی غذاها و نوشیدنی های غنی از قند با آنهایی که با یک شیرین کننده غیر مغذی شیرین شده اند، منجر به کاهش کل کالری دریافتی و در نتیجه کاهش در وزن بدن خواهد شد. یکی دیگر از جنبه های مهم استویا به عنوان شیرین کننده این است که میل به چربی غذاها و شیرینی ها را به حداقل می رساند که یک استراتژی مهم برای مدیریت وزن است (Gardner et al., 2012).

۴. کاربرد استویا در صنایع غذایی

۱-۴- محصولات نانوائی و قنادی

غذاهای شیرین مانند کیک ها، کلوچه ها و بیسکویت ها سهم قابل توجهی در مصرف جهانی شکر دارند. در تئوری، حذف کامل ساکارز از محصولات پخته شده بدون تأثیر بر برخی از جنبه های کیفیت محصول نهایی غیرممکن است، زیرا ساکارز علاوه بر ایجاد شیرینی، عملکردهای مهم دیگری نیز دارد، مانند تأثیر در ساختار خمیر، بافت و حجم خمیر محصول (Sukhmani et al., 2018). ساکارز جاذبه الرطوبه است و برای حفظ آب با گلوتن رقابت می کند، بنابراین می تواند تولید تارهای گلوتن را به تاخیر بیندازد، در نتیجه بافت نرمی ایجاد می کند و ژلاتینه شدن نشاسته را کندتر می کند و ساختار متخلخل تر و انبساط حجمی بهتری به محصول پخته می دهد. ساکارز همچنین به دلیل مشارکت در واکنش میلارد و کاراملی شدن، نقش کلیدی در ویژگی های رنگ و رایحه ایفا می کند و رنگ پوست قهوه ای دوست داشتنی و رایحه ای متمایز به این محصول می دهد. در نتیجه، کاهش یا جایگزینی ساکارز در محصولات پخته شده شیرین شده نیاز به تحقیقات قبلی در مورد کمترین میزان شکر و یا جایگزین های مناسب قند دارد که باید برای اطمینان از عملکرد اساسی استفاده شود (Ahmad et al., 2020). نان یکی از محبوب ترین خوراکی ها در جهان است اگرچه یکی از قدیمی ترین هاست، اما فناوری آن با استفاده از مواد، تجهیزات و روش های جدید پیشرفت کرده است. استویا هنگامی که به عنوان جایگزین ساکارز در نان استفاده می شود، جنبه های حسی و تغذیه ای محصول را افزایش می دهد. جایگزینی کامل ساکارز با مخلوطی از استویا و مانیتول تخمیر خمیر را کند می کند و حجم ویژه نان را کاهش می دهد و در عین حال ارزش غذایی نان را با کاهش شاخص گلیسمی و کاهش ارزش



انرژی نان بهبود می بخشد. استویا به عنوان جایگزینی برای ساکارز در محصولات نانوایی، خواص حسی و تغذیه ای محصولات را بهبود می بخشد (Vigneshwari K et al., 2020).

۲-۴- آب میوه وشدهای نوشیدنی

برای مدت طولانی، صنعت نوشیدنی بر کاهش قند در پاسخ به افزایش آگاهی مصرف کنندگان از سلامت خود تمرکز کرده است. در واقع، طیف گسترده ای از نوشیدنی های گازدار در بازار وجود دارد که این شرایط را برآورده می کنند. با این حال، این بدان معنا نیست که این یک مسئله حل شده است، زیرا یکی از چالش های اصلی آن اکنون بر روی نوشیدنی های طبیعی مانند شهد و آب میوه ها تمرکز دارد. شهد میوه باید عاری از مواد و بوهای خارجی و بوی میوه ای که از آن می آید باشد و رنگ یکنواختی داشته باشد و سطح قند آن حداقل ۱۰ درجه بریکس باشد. این در مورد محصولاتی که با یک جایگزین کامل یا جزئی شیرین شده اند اعمال نمی شود. اگر از شیرین کننده های بدون کالری استفاده شود، درصد کمتر می شود و این در سطح پذیرش محصول منعکس خواهد شد (Mielby et al. 2016; Escorcia et al. 2019). در مورد استفاده از استویا به عنوان یک شیرین کننده کم کالری، شهد کوکونا برای ارزیابی تأثیر غلظت استویا و ساکارز بر کیفیت های فیزیکی و شیمیایی و حسی ساخته شد. با این حال، هیچ تفاوت معنی داری در ویژگی های حسی چهار تیمار مشاهده نشد. درجات بریکس (۶.۷ درجه بریکس) به طور قابل توجهی تغییر کرد. تحقیقات مختلف بر روی مقطع حسی این کالاها نشان داده است که شهدها و آب میوه های حاوی استویا به عنوان یک شیرین کننده بدون کالری دارای شیوع قابل توجهی از تلخی و طعم نامطلوب هستند. علاوه بر این، تقاضای فعلی برای نوشیدنی های غنی از آنتی اکسیدان همزمان با تمایل به محصولات شیرین شده با اجزای طبیعی در حال افزایش است (Schiatti-Sisó, 2022). آب پرتقال یکی از محبوب ترین نوشیدنی های بدون گاز در جهان است زیرا سرشار از ویتامین C، کاروتنوئیدها، اسید فولیک، فلاونوئیدها و سایر مواد مغذی است. به عنوان یک آنتی اکسیدان عمل می کند، از آسیب رادیکال های آزاد به بافت ها جلوگیری می کند و خطر بیماری قلبی و سرطان را کاهش می دهد. با افزودن استویا، شهد پرتقال و آب پرتقال کم کالری ایجاد می شود. سایر نوشیدنی ها، مانند شهد انبه و آب میوه شور با استویا به عنوان یک جایگزین جزئی برای ساکارز ساخته شدند و برای پارامترهای حسی و فیزیکی شیمیایی آزمایش شدند (Schiatti-Sisó et al., 2022). بسیاری از شرکت های غذایی در سراسر جهان از استویا در محصولات خود استفاده می کنند، از جمله کوکاکولا، که از استویا در ژاپن برای کوکای رژیمی خود استفاده می کند و در سال ۲۰۰۷ درخواست ثبت اختراع را برای استخراج خوشمزه ترین اجزای گیاه استویا ارائه کرد و در تلاش برای به دست آوردن حقوق انحصاری برای توسعه و بازاریابی "ربینا" برای استفاده در نوشیدنی های خود است (Gasmalla et al., 2014).

۳-۴- محصولات لبنی

شیر و فرآورده های مبتنی بر شیر از مواد ضروری در غذاهای کاربردی هستند. تولید کنندگان لبنیات به دنبال راه های جدیدی برای شیرین کردن محصولات خود بدون افزودن کالری بیشتر هستند، زیرا مردم از محصولات لبنی بسیار شیرین اجتناب می کنند. جستجو برای جایگزین های طبیعی کم کالری برای شیرین کردن محصولات لبنی که محتوای قند را کاهش می دهند و در عین حال بافت و طعم را حفظ می کنند ادامه دارد. استویا به عنوان یک گزینه مناسب برای محصولات لبنی ظاهر شده است زیرا در هنگام گرم شدن پایداری خود را حفظ می کند. بستنی یکی از محبوب ترین محصولات لبنی منجمد است. شکر بر بافت، ویسکوزیته و نقطه انجماد آن تأثیر می گذارد و از این رو تأثیر قابل توجهی بر جذب مصرف کننده دارد. ساکارز به دلیل



قیمت پایین و مقبولیت بازار، رایج ترین شیرین کننده بستنی است. با این حال، به دلیل خطرات سلامتی مرتبط با ساکارز، استویا و سایر شیرین کننده های غیر مغذی مورد توجه قرار گرفته اند (Sukhmani et al., 2018). استفاده از استویا به جای شکر در بستنی می تواند باعث کاهش قابل توجه میزان کالری شود. طبق مطالعات، مخلوط بستنی با ساکارز که تا حدی با استویا جایگزین شده بود، نسبت به آنهایی که صرفاً استویا داشتند، نمرات حسی بالاتری داشتند (Ozdemir C et al., 2015). ماست یکی از شناخته شده ترین غذاهای حاوی پروبیوتیک است. بررسی حسی ماست با طعم توت فرنگی با استویا نشان داد که ماست با مخلوط استویا-ساکارز بهترین مشخصات حسی را دارد. شیر طعم دار حاوی همان مقدار مواد مغذی شیر ساده است. بر اساس مطالعات، شیر طعم دار برای کودکان و بزرگسالان ترجیح داده می شود. از سوی دیگر، شیر طعم دار دارای مقدار زیادی قند است که به افزایش چاقی در کودکان و بزرگسالان کمک می کند. شیرین کننده های غیر مغذی با شدت بالا به طعم شیرین محصول کمک می کنند، اما بافت، رنگ و طعم نیز باید حفظ شود. در نتیجه، زمانی که استویا به عنوان جایگزین نسبی برای شکر استفاده می شود، باید از افزودنی های دیگری مانند مواد حجیم، هیدروکلوئیدها، پروتئین ها و غیره برای جبران از دست رفتن بافت استفاده شود (Sukhman et al., 2018).

۵. ایمنی استویا

ایمنی شیرین کننده های استویا سال ها موضوع بحث و مناقشه بوده است. مصرف روزانه قابل قبول عصاره خشک استویا که توسط کمیته علمی مواد غذایی سازمان ایمنی غذا و داروی اروپا و سازمان غذا و دارو تعریف شده است، ۴ میلی گرم بر کیلوگرم توده بدن است. یک مطالعه حیوانی پتانسیل حساسیت زایی آماده سازی استویا را نشان داد. ممکن است عصاره خام استویا پتانسیل حساسیت زایی بالاتری نسبت به شیرین کننده های مبتنی بر استویا با خلوص بالا داشته باشد... با این حال، عصاره برگ استویا با خلوص بالا برای استفاده در غذاها و نوشیدنی ها در بیش از ۱۵۰ کشور و منطقه، از جمله اتحادیه اروپا، ایالات متحده، خاورمیانه، نیوزلند، استرالیا، چین، کانادا، ژاپن تایید یا پذیرفته شده است (Lohner et al., 2017). مطالعات مختلف گزارش کرده اند که گلیکوزیدهای استویول برگ های استویا ترا توژن، سرطان زا و جهش زا نیستند و هیچ سمیت حاد ایجاد نمی کنند (Momtazi-Borojeni et al., 2017). مطالعات انجام شده مربوط به ایمنی شیرین کننده های استویا نشان دادند که برگ ها و استویوزید برای مصرف انسان بی خطر هستند. با این حال، متابولیت استویول فعال شده که جهش زا است هنوز شناسایی نشده است و مشخص نیست که آیا فعال شدن استویول واقعاً در انسان اتفاق می افتد یا خیر. مطالعه ای که در سال ۲۰۰۵ انجام شد به این نتیجه رسید که استویوزید در سرطان زایی مثانه نقش ندارد و برای بیماران دیابتی و فنیل کتونوری و همچنین برای افراد چاق که می خواهند با اجتناب از ساکارز در رژیم غذایی خود وزن کم کنند مناسب است. علاوه بر این، هیچ واکنش آلرژیک یا سمیت پس از مصرف آن یافت نشده است (Mizushima et al., 2005). هدف اصلی این بررسی، ارائه یک مرور کلی به روز شده در مورد استویا و فیتوشیمیایی جدا شده، گلیکوزیدهای استویول، برجسته کردن مزایای سلامتی، فیتوشیمی، کاربردهای صنعتی و ایمنی است.

۶. مواد و روش ها

در این مطالعه منابع علمی معتبر از پایگاه های داده ای مانند PubMed، Scopus و Google Scholar جمع آوری و بر اساس معیارهای کیفیت علمی و ارتباط با موضوع بررسی و انتخاب شدند. جستجو با کلید واژه های *Stevia rebaudiana*؛

application; safety; bioactive compounds; antioxidant; health benefits; رابطه با این موضوع مورد بررسی قرار گرفت و نتایج مطالعه به صورت زیر جمع بندی گردید.

۷. بحث و نتیجه گیری

استویا، گیاهی چند ساله بومی پاراگوئه که در سرتاسر جهان به عنوان یک منبع مهمی از شیرین کننده های بسیار قوی و کم کالری شناخته شده است و یک جایگزین مناسب برای ساکارز در محصولات غذایی می باشد. گلیکوزیدهای شیرین خالص و عصاره خام استویا با ۵۰ درصد گلیکوزید به طور فعال در بازار مواد غذایی استفاده می شود. ثابت شده است که استویا در تعدیل گلوکز و تنظیم آن، فشار خون و عملکرد کلیه، ضد سرطان، کنترل چاقی و بیماری های دندانی مفید است. فرآوری مواد غذایی صنایع از جمله قنادی، نانوائی، نوشیدنی و تعدادی دیگر جایگزین ساکارز و غیره می شوند. این محصولات به ندرت عوارض جانبی ایجاد می کنند با این وجود، تحقیقات بیشتری باید انجام شود تا شواهد قطعی در مدیریت وزن، دیابت و سایر موارد بهداشتی ارائه شود. علاوه بر استفاده به عنوان شیرین کننده قوی، استویا به تهیه غذاهای کاربردی و دارویی کمک می کند که وضعیت سلامت توده ها را افزایش می دهد. تعدادی از مطالعات پیش بالینی و بالینی کاربردهای بالقوه درمانی و دارویی را برای عصاره های استویا و ترکیبات فردی آنها پیشنهاد می کنند، زیرا آنها هیچ سمیتی را در مسیرهای آزمایشی نشان نمی دهند و فعالیت های ارتقای سلامتی را نشان می دهند. علاوه بر گلیکوزیدهای مختلف، برگ های استویا حاوی بسیاری از ترکیبات دیگر مانند فلاونوئیدها و اسیدهای چرب است که با هم خواص بیولوژیکی متنوعی را برای گیاه فراهم می کنند. به لطف این اجزا، محصولات استویا تولید انسولین را در بیماران دیابتی تحریک می کند، بیماری کلیه پلی کیستیک را بهبود می بخشد، عملکرد شیمی درمانی در سرطان دارد و دارای خواص ضد باکتری، آنتی اکسیدانی و تعدیل کننده ایمنی قوی است. تحقیقات بیشتری لازم است تا مشخص شود کدام ترکیبات تعیین کننده اصلی اثرات شناخته شده مبتنی بر استویا و همچنین مکانیسم های مولکولی آنها هستند. علاوه بر این، مکانیسم هایی باید ایجاد شود که به وسیله آن شیرین کننده استویا مصرف غذا را کاهش می دهد و کلسترول تام، تری گلیسریدها و لیپوپروتئین های با چگالی پایین را کاهش می دهد.

منابع

- Abbas Momtazi-Borojeni, A., Esmaeili, S.-A., Abdollahi, E., Sahebkar, A. (2017): A review on the pharmacology and toxicology of steviol glycosides extracted from *Stevia rebaudiana*. *Current Pharmaceutical Design* 23(11): 1616–1622.
- Ahmad, J., Khan, I., Blundell, R., Azzopardi, J., & Mahomoodally, M. F. (2020). *Stevia rebaudiana* Bertoni.: an updated review of its health benefits, industrial applications and safety. *Trends in Food Science & Technology*, 100, 177-189.
- Atteh, J., Onagbesan, O., Tona, K., Buyse, J., Decuypere, E., Geuns, J. (2011). Potential use of *Stevia rebaudiana* in animal feeds. *Arch de Zootec.* 60(229):133–6.
- Bayliak, M. M., Abrat, O. B., Storey, J. M., Storey, K. B., & Lushchak, V. I. (2019). Interplay between diet-induced obesity and oxidative stress: comparison between *Drosophila* and mammals. *Comparative Biochemistry and Physiology Part A: Molecular & Integrative Physiology*, 228, 18-28.



- Carrera-Lanestosa, A., Moguel-Ordóñez, Y., & Segura-Campos, M. (2017). Stevia rebaudiana Bertoni: a natural alternative for treating diseases associated with metabolic syndrome. *Journal of medicinal food*, 20(10), 933-943.
- Chen, J., Xia, Y., Sui, X., Peng, Q., Zhang, T., Li, J., & Zhang, J. (2018). Steviol, a natural product inhibits proliferation of the gastrointestinal cancer cells intensively. *Oncotarget*, 9(41), 26299.
- Ferlay, J., Colombet, M., Soerjomataram, I., Dyba, T., Randi, G., Bettio, M., ... & Bray, F. (2018). Cancer incidence and mortality patterns in Europe: Estimates for 40 countries and 25 major cancers in 2018. *European journal of cancer*, 103, 356-387.
- Gasmalla, M. A. A., Yang, R., & Hua, X. (2014). Stevia rebaudiana Bertoni: An alternative sugar replacer and its application in food industry. *Food Engineering Reviews*, 6, 150-162.
- Gardana, C., Scaglianti, M., & Simonetti, P. (2010). Evaluation of steviol and its glycosides in Stevia rebaudiana leaves and commercial sweetener by ultra-high-performance liquid chromatography-mass spectrometry. *Journal of chromatography A*, 1217(9), 1463-1470.
- Gardner, C., Wylie-Rosett, J., Gidding, S. S., Steffen, L. M., Johnson, R. K., Reader, D., & Lichtenstein, A. H. (2012). Nonnutritive sweeteners: current use and health perspectives: a scientific statement from the American Heart Association and the American Diabetes Association. *Circulation*, 126(4), 509-519.
- Gawel-Beben, K., Bujak, T., Nizioł-Lukaszewska, Z., Antosiewicz, B., Jakubczyk, A., Karas, M., et al. (2015): Stevia rebaudiana Bert. Leaf Extracts as a Multifunctional Source of Natural Antioxidants. *Molecules* 20: 5468–5486.
- Goyal, S. K., Samsher, N., & Goyal, R. K. (2010). Stevia (Stevia rebaudiana) a bio-sweetener: a review. *International journal of food sciences and nutrition*, 61(1), 1-10.
- Gupta, P., Gupta, N., Pawar, A. P., Birajdar, S. S., Natt, A. S., & Singh, H. P. (2013). Role of sugar and sugar substitutes in dental caries: a review. *International Scholarly Research Notices*, 2013.
- He, J., Zhu, N.L, Kong, J., Peng, P., Li, L.F., Wei, X.L, et al. (2019). A newly discovered phenylethanoid glycoside from *Stevia rebaudiana* Bertoni affects insulin secretion in rat INS-1 islet β cells. *Molecules*. 24(22):4178.
- Hossain, M. F., Islam, M. T., Islam, M. A., & Akhtar, S. (2017). Cultivation and uses of stevia (Stevia rebaudiana Bertoni): A review. *African Journal of Food, Agriculture, Nutrition and Development*, 17(4), 12745-12757.
- Ozdemir, C., Arslaner, A., Ozdemir, S., & Allahyari, M. (2015). The production of ice cream using stevia as a sweetener. *Journal of Food Science and Technology*, 52, 7545-7548.
- Kim, I.-S., Yang, M., Lee, O.-H., Kang, S.-N. (2011): The antioxidant activity and the bioactive compound content of Stevia rebaudiana water extracts. *LWT-Food Science and Technology*, 44(5): 1328–1332.
- Lohner, S., Toews, I., Meerpohl, J.J. (2017). Health outcomes of non-nutritive sweeteners: Analysis of the research landscape. *J Nutr*. 16(1):15.



- Marcinek, K., Krejpcio, Z. (2015). *Stevia rebaudiana* Bertoni – chemical composition and functional properties. *Acta Sci Pol Technol Aliment.* 14:145–52.
- Paul, S., Sengupta, S., Bandyopadhyay, T., Bhattacharyya, A. (2012): Stevioside in-duced ROS-mediated apoptosis through mitochondrial pathway in human breast cancer cell line MCF-7. *Nutrition and Cancer* 64(7): 1087–1094.
- Periche, A., Castelló, M.L., Heredia, A., Escriche I. (2015). Influ-ence of drying method on steviol glycosides and anti-oxidants in *Stevia rebaudiana* leaves. *Food Chem.* 172:1–6.
- Piskovatska, V., Strilbytska, O., Koliada, A., Vaiserman, A., Lushchak, O. (2019). Health benefits of anti-aging drugs. In: Harris JR, Korolchuk VI (eds): *Biochemistry and cell biology of ageing: Part II clinical science* (pp 339-92).
- Ranjbar, T., Nekooeian, A.A., Tanideh, N., Koochi-Hosse-inabadi, O., Masoumi, S.J., Amanat, S., et al. (2020). A comparison of the effects of *Stevia* extract and metformin on meta-bolic syndrome indices in rats fed with a high-fat, high-sucrose diet. *J Food Biochem.* 44(8):e13242.
- Ruiz, J. C. R., Ordoñez, Y. B. M., Basto, Á. M., & Campos, M. R. S. (2015). Antioxidant capacity of leaf extracts from two *Stevia rebaudiana* Bertoni varieties adapted to cultivation in Mexico. *Nutricion hospitalaria*, 31(3), 1163-1170.
- Sanches Lopes, S.M., Francisco, M.G., Higashi, B., de Al-meida, R.T.R., Krausová, G., Pilau, E.J., et al. (2016). Chemical characterization and prebiotic activity of fructo-oligo-saccharides from *Stevia rebaudiana* (Bertoni) roots and in vitro adventitious root cultures. *Carbohydr Polym.* 152:718–25.
- Sukhmani, G., Yogesh, G., Shalini, A., Vikas, K., Anil, P., & Ashwani, K. (2018). Natural sweeteners: health benefits of stevia. *Foods and raw materials*, 6(2), 392-402.
- World Health Organization, & International Society of Hypertension Writing Group. (2003). 2003 World Health Organization (WHO)/International Society of Hypertension (ISH) statement on management of hypertension. *Journal of hypertension*, 21(11), 1983-1992.
- Vaiserman, A., Koliada, A., Zayachkivska, A., Lushchak, O. (2020). Curcumin: A therapeutic potential in ageing-related disorders. *Pharma Nutrition.* 14:100226.
- Vigneshwari, K., & Manonmani, K. (2020). Effect of sugar replacer (Stevia and Maltitol) on quality characteristics of bread. *Asian Journal of Dairy and Food Research*, 39(2), 159-163.



سنجش مدل رگرسیونی در برآورد تولید گیاه دارویی *Digitalis nervosa* در مراتع گودالی سلاخ بجنورد

علی محمد اسعدی^{*۱}

^{*} گروه مهندسی طبیعت، دانشکده کشاورزی شیروان، دانشگاه بجنورد، بجنورد

چکیده

گل انگشتانه یکی از گیاهان دارویی ایران و از خانواده گل میمون است که در رویشگاه‌های طبیعی شمال و شمال شرق کشور یافت می‌شود. این گیاه در انواع نارسایی احتقانی قلب، فیبریلاسیون دهلیزی، فلوتر دهلیزی، تکیکاردی حمله ای دهلیزی و شوک قلبی کاربرد درمانی دارند. یکی از مهمترین عوامل مؤثر در مدیریت بهره برداری از گیاهان دارویی مراتع، شناخت از میزان تولید آن می باشد. از سویی، برآورد و اندازه گیری تولید به شکل مستقیم هزینه بر و زمان زیادی نیاز دارد. بنابراین سنجش و برآورد تولید از راه اندازه گیری ویژگی های که در ارتباط با آن هستند می تواند مورد توجه قرار گیرد. در این پژوهش ارتباط بین تولید به عنوان متغیر وابسته و متغیرهای حجم، پوشش تاجی، قطر و ارتفاع گونه *Digitalis nervosa* در منطقه گودالی سلاخ بجنورد در استان خراسان شمالی مورد بررسی قرار گرفت تا از روش بهترین متغیر یا متغیرهای برآورد تولید انتخاب شود. با استفاده از روش نمونه گیری تصادفی اقدام به جمع آوری اطلاعات مورد نیاز مانند ابعاد تاج، سطح تاج و ارتفاع گردید و میزان تولید نیز با بهره گیری از روش قطع و توزین برآورد گردید. جهت بررسی رابطه بین تولید با معیارهای اندازه گیری شده از رگرسیون چند متغیره و گام به گام استفاده گردید. بر اساس یافته های این پژوهش، در گونه گل انگشتانه معیار حجم گیاه متغیری مناسبی برای برآورد تولید است.

واژگان کلیدی: تولید، رگرسیون، گل انگشتانه، مراتع.



۱. مقدمه

گیاهان جنس *Digitalis* از جمله گیاهان دارویی مهم هستند که متعلق به تیره گل میمون (*Scrophulariaceae*) و منبع بسیار مهم ترکیبات دارویی نظیر دیگوکسین و دیژیگوکسین می باشند (قاسمی دهکردی و همکاران، ۱۳۸۳). گونه گل انگشتانه (*Digitalis nervosa*) تنها گونه بومی ایران بوده و پراکندگی وسیعی در شمال ایران دارد. گل انگشتانه گیاهی است پایا، علفی، بدون کرک، به ارتفاع ۱۲۰-۶۰ سانتیمتر، برگها دراز پهن- سرنیزه ای، کامل، پایینی ها دمبرگدار و گل ها نسبتا کوچک و زردفام و زنگوله ای شکل است، موسم گلدهی خردادماه تا شهریورماه و میوه به شکل کپسول است (قهرمان، ۱۳۶۲-۱۳۹۵). این گیاه دارای ساپونین، تری ترپنوئید، تانن، فلاونوئید و گلیکوزیدهای قلبی شامل (لاناتوزید E، لاناتوزید B، لاناتوزید A، گلوکوژیتوروزید، نوگلوکوژیتوفو کوزید، آلفا استیل دیژیگوسین و آلفا استیل ژیتو کسین) می باشد (Karimi et al., 2011). این گیاه با داشتن ترکیبات گلیکوزیدی خاصیت ضدسرطانی و تقویت کنندگی قلب و عروق را دارد (Ayoubinejad et al., 2016). این گیاه در انواع نارسایی احتقانی قلب، فیبریلاسیون دهلیزی، فلوتر دهلیزی، تکیکاردی حمله ای دهلیزی و شوک قلبی کاربرد درمانی دارند (قاسمی دهکردی و همکاران، ۱۳۸۳).

با توجه به کارکردهای زیست محیطی مراتع هم چون رویشگاه گیاهان دارویی، پالایش گاز کربنیک، تثبیت نیتروژن، نفوذ و نگهداشت آب در نتیجه نقش مراتع در اقتصاد کشورها، ارزیابی و نظارت بر الگوی تغییرات پوشش گیاهی به عنوان یک موضوع اساسی در مطالعات منابع طبیعی تبدیل شده است (پرذل و همکاران، ۱۳۹۶). اکوسیستم های طبیعی به عنوان بستر حیات، عامل اصلی در جهت رسیدن به توسعه پایدار می باشد. پوشش گیاهی از جنبه های مختلف بر جوامع انسانی، دامی و محیط زیست آنها تأثیر گذاشته و نقش ارزنده و زیربنایی دارد و با مدیریت آنها می تواند گامی اساسی جهت حفاظت از آن باشد (مقدم، ۱۳۸۸). یکی از مسائل مهم در مدیریت منابع طبیعی ارزیابی تولید گیاهان مراتع است؛ زیرا گونه های مختلف در محیطی کاملاً متغیر، مقادیر متفاوتی تولید می کنند و باید به طریقی به نمونه گیری اقدام کرد تا نمونه های به دست آمده برآورد صحیحی از کل تولید گیاهی را به دست دهند (Cook and Stubbendieck, 1986). تعیین میزان تولید گیاهی یکی از گام های اصلی است که در سلامت و بقای گیاهان مراتع نقش بسیار مهمی دارد (محمدی گلرنگ و همکاران، ۱۳۸۷). زیاده گیاهی میزان توده گیاهی یا انرژی انباشته شده است که به صورت وزن یا انرژی در واحد سطح بیان میشود (Flombaum and Sala, 2007). آگاهی از میزان تولید گونه های گیاهی مراتع از مسائل اساسی در پژوهش های ارزیابی مرتع به شمار می رود و اطلاعات زیادی در ارتباط با چگونگی کارکرد زیست بوم در اختیار مدیر اکوسیستم های طبیعی قرار می دهد (طهماسبی، ۱۳۸۸).

روشهای متعددی تاکنون برای اندازه گیری میزان تولید ابداع و به کار برده شده است که از نظر میزان دقت مورد انتظار، زمان، هزینه و مهارت فرد با یکدیگر اختلاف دارند (ابراهیمی، ۲۰۰۸). از میان روشهای موجود، قطع و توزین یکی از بهترین روشهای مورد استفاده بود که از آن به عنوان دقیقترین روشها نام برده شده است (محمدی گلرنگ و همکاران، ۱۳۸۷). اگرچه این روش به عنوان کاملترین و اساسی ترین روش مستقیم اندازه گیری تولید بیان شده است و رایج ترین روش اندازه گیری



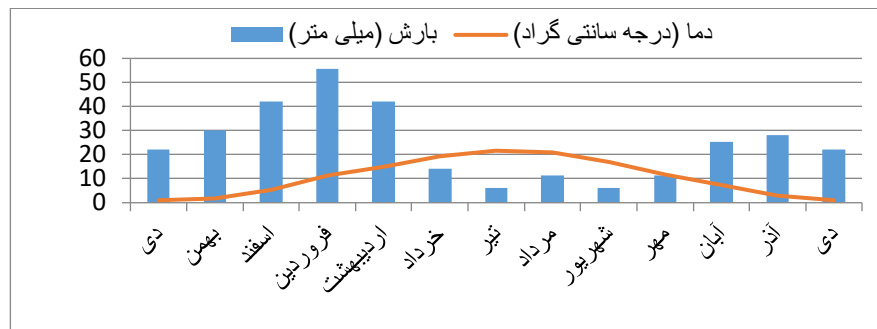
تولید به شمار می آید، بسیار وقت گیر، هزینه بر و مخرب است (اسعدی، ۲۰۱۷). یافته های هارمونی و همکاران (۱۹۹۷) بیانگر این است که روشهای غیر مستقیم نسبت به روش های مستقیم از دقت کمتری برخوردار هستند، اما کاهش هزینه و کاهش تخریب تا حدی این ضعف را توجیه می کند و باعث می شود که روشهای غیر مستقیم جهت برآورد تولید مناسب معرفی شوند درحالیکه ورمیر و همکاران (۲۰۰۲) ارزانی و همکاران (۱۳۸۷) روشهای غیر مستقیم را ساده، و هنگامی که به صورت ترکیبی با روش مستقیم بکار می روند را مناسب برای تخمین تولید معرفی می کنند.

برآورد تولید با استفاده از اندازه گیری ویژگی ریخت شناسی گیاه، قبلا نیز توسط پژوهشگران بررسی شده است. یافته های اسعدی و همکاران (۱۴۰۲) نشان داد که بهترین عامل مؤثر در برآورد تولید از طریق اندازه گیری حجم گیاهان در رشد سال جاری می باشد. در طی مطالعه ای که طهماسبی و همکاران (۱۳۹۰) برای بررسی ارتباط تولید با ویژگیهای چند گونه مرتعی شامل قطر تاج، قطر یقه، محیط یقه، ارتفاع میانه گیاه، ارتفاع گیاه و تاج پوشش گیاه با طیف وسیعی از مدل های رگرسیونی در دو سطح گونه و فرم رویشی، انجام دادند، این نتایج حاصل شد، که نخست تلفیق دو یا چند ویژگی مورفولوژیکی باعث افزایش کارایی بیشتر مدل رگرسیونی میشود و دوم اینکه تخمین تولید با استفاده از ویژگیهای مورفولوژیکی در گونه های راست قامت مانند *Bromus tomentullus* امکانپذیر است؛ در صورتی که در گیاهان طوقه ای شکل، مانند *Atriplex effusus* برآورد مناسبی نسبت به گروه قبلی به دست نمی آید. اسعدی (۲۰۱۷) نیز در ارتباط با گونه های گیاهی کاکوتی و مرزنجوش معیارهای ارتفاع، قطر، پوشش تاجی و حجم را اندازه گیری و ارتباط آن با تولید مورد مقایسه قرارداد و ملاحظه نمود که اندازه گیری حجم و پوشش تاجی برای برآورد تولید مناسب هستند. در پژوهش حاضر با تحقیق بر روی گونه گل انگشتانه به شیوه ای متفاوت روابطی برای برآورد وزن گیاه از روی دو مشخصه ارتفاع و قطر معیار های تاج پوشش و حجم گیاه به دست آمد. مزیت این روش سهولت اندازه گیری ارتفاع و قطر، غیرتخریبی بودن، امکان استفاده در طیف وسیعی از انواع گونه ها و در نهایت آزمون نتایج و دقت قابل قبول می باشد.

۲. مواد و روش ها

۲-۱. منطقه مورد مطالعه

این تحقیق در رویشگاه طبیعی روستای گودالی سلاخ صورت گرفته است. رویشگاه مورد بررسی در ۲۰ کیلومتری شمال غربی شهرستان بجنورد از توابع استان خراسان شمالی قرار دارد. بر اساس داده های موجود این منطقه در محدوده طول جغرافیایی $57^{\circ} 15'$ تا $57^{\circ} 7'$ شرقی و عرض جغرافیایی $37^{\circ} 23'$ الی $37^{\circ} 36'$ شمالی قرار گرفته است. ارتفاع منطقه پراکنش گونه از سطح دریا ۱۴۰۰ - ۱۷۰۰ متر می باشد. به منظور تعیین میزان بارندگی سالانه، دمای سالانه و نوع اقلیم منطقه مورد مطالعه از گرادبان های بارندگی و حرارتی ایستگاه های منطقه نسبت به ارتفاع استفاده شد (شکل ۱).



شکل ۱. توزیع ماهانه بارش و دما در سطح منطقه پراکنش گیاه گل انگشتانه

۲-۲. روش تحقیق

برای سنجش و برآورد تولید گل انگشتانه (*Digitalis nervosa*) با استفاده از پارامترهای رویشی گیاه پس از انتخاب رویشگاه نمونه برداری، پایه های از گونه گل انگشتانه در مرحله گلدهی کامل به شکل تصادفی انتخاب شد. سپس با هدف برآورد تولید آن با اندازه گیری پارامترهای مختلف رویشی شامل قطرهای کوچک و بزرگ، ارتفاع، درصد تاج پوشش و حجم گیاه در منطقه معرف، این پژوهش انجام شد. سپس تولید سال جاری گیاه قطع و در پاکت های جداگانه برای حمل به آزمایشگاه منتقل شد. با استفاده از ماتریس همبستگی چگونگی ارتباط بین تولید با پارامتر مورفولوژیکی به صورت گرافیکی ترسیم و میزان همبستگی احتمالی بین متغیرها با آنالیز ضریب همبستگی پیرسون ارزیابی شد. داده ها با روش رگرسیون چند متغیره گام به گام با در نظر گرفتن میزان تولید به عنوان متغیر وابسته (تابع)، ارتفاع، درصد تاج پوشش، حجم، دو قطر بزرگ و کوچک به عنوان متغیر مستقل مورد آزمایش قرار گرفت. در نهایت رابطه کمی تولید با ویژگی های مربوط به صورت مدل کاربردی ارائه شد. کلیه محاسبات آماری در نرم افزار SPSS انجام شد.

۳. نتایج

یافته های حاصل از بررسی ها وجود رابطه میان تولید پایه های گیاه گل انگشتانه (*Digitalis nervosa*) با ویژگی های مورد مطالعه آشکار نمود. با توجه به تجزیه رگرسیون برای گونه، صفتی که دارای ضریب تبیین و میانگین مربعات بالاتر و ضریب خطا و ضریب تغییرات کمتر بود، جهت استفاده در رابطه نهایی انتخاب گردید. آماره های توصیفی مربوط به معیارهای مختلف گیاهی اندازه گیری شده در جدول ۱ ذکر شده است.

جدول ۱. آمار توصیفی مربوط به پارامترهای اندازه گیری شده گونه *Digitalis nervosa* در منطقه

معیارهای اندازه گیری شده	گل انگشتانه		
	میانگین	انحراف معیار	ضریب تغییرات
ارتفاع (cm)	۱۱۳/۴۳	۲۰/۹۶	۱۸/۴۸
قطر ۱ (cm)	۳۷/۷۱	۹/۳۹	۲۴/۹۰
قطر ۲ (cm)	۲۸/۱۴۳	۱۱/۴۵	۴۰/۶۸



۵۸/۷۳	۵۴۰/۰۴	۹۱۹/۵۴	تاج پوشش (cm ²)
۷۴/۰۷	۸۲۶۶۵/۵۲	۱۱۱۵۹۵/۰۴	حجم گیاه (cm ³)
۶۵/۵۰	۱۶/۰۸	۲۴/۵۵	تولید (gr)

رابطه تولید با ویژگی های ارتفاع گیاه، حجم، سطح پوشش تاجی و دو قطر گیاه از نظر همبستگی و تعیین روابط حاکم بین آنها تجزیه شد. نتایج بدست آمده از ماتریس همبستگی تولید، حجم، قطر بزرگ، قطر کوچک، ارتفاع و سطح تاج پوشش در جدول (۲) آورده شده است. جدول (۲) ضرایب همبستگی پیرسون نشان می دهد که بین تمام فاکتورها همبستگی معنی داری وجود دارد.

جدول ۲. ماتریس همبستگی بین متغیرها در گونه *Digitalis nervosa*

معیارهای اندازه گیری شده	تولید (gr)	ارتفاع (cm)	قطر ۱ (cm)	قطر ۲ (cm)	تاج پوشش (cm ²)
ارتفاع (cm)	۰/۸۴۰*	۱			
قطر ۱ (cm)	۰/۷۹۱*	۰/۵۶۷ ^{ns}	۱		
قطر ۲ (cm)	۰/۹۴۵**	۰/۷۸۴*	۰/۸۷۰**	۱	
تاج پوشش (cm ²)	۰/۹۴۹**	۰/۷۵۲ ^{ns}	۰/۹۳۸**	۰/۹۷۹**	۱
حجم گیاه (cm ³)	۰/۹۸۱**	۰/۸۱۸*	۰/۸۸۴**	۰/۹۸۰**	۰/۹۹۰**

جدولهای مربوط به رابطه رگرسیونی بین فاکتور حجم (به عنوان متغیر مستقل) با فاکتور تولید (به عنوان متغیر وابسته) به شرح زیر است. جدول ۳ نشان می دهد بین فاکتور تولید با حجم گیاه ۹۸ درصد همبستگی وجود دارد و فاکتور حجم گیاه ۹۶/۳ درصد تغییرات تولید را توجیه می کند.

جدول ۳. خلاصه مدل رگرسیون تولید با حجم گیاه *Digitalis nervosa*

مدل	R	R ²	R ² تعدیل شده	خطای استاندارد برآوردی
مدل تولید با حجم گیاه	۰/۹۸۱	۰/۹۶۳	۰/۹۵۶	۳/۳۸۱۹۳

با توجه به جدول ۴ تجزیه واریانس رگرسیون و سطح معنی داری بدست آمده می توان گفت که بین تولید و پارامترهای اندازه گیری شده پوشش گیاهی رابطه خطی وجود دارد. بر این اساس کل پراکندگی مشاهده شده در تولید به دو بخش تقسیم می گردد:

بخشی که توسط مدل رگرسیون خطی توجیه می شود (Regression) و بخشی که توسط مدل رگرسیون خطی توجیه نمی شود (Residual یا باقیمانده).

جدول ۴. جدول تجزیه واریانس رگرسیون

مدل	آماره	میانگین مربعات	F
۱	رگرسیون	۱۴۹۴/۴۱۲	۱۳۰/۶۵۹**



۱۱/۴۳۷

(Residual) باقیمانده

طبق یافته های حاصل از مدل رگرسیونی (جدول ۵) حجم گیاه گل انگشتانه با تولید رابطه معنی داری دارد و رابطه آن عبارت است از:

$$Y = 0.0002X + 3.2422$$

رابطه (۱)

که در آن، X_1 = حجم گیاه و Y = تولید (gr).

در رابطه (۱) ۹۶/۳۱ درصد تغییرات متغیر وابسته تولید گونه گل انگشتانه (*Digitalis nervosa*) به متغیر حجم گیاه وابسته است.

جدول ۵. جدول ضرایب رگرسیون تولید با حجم گیاه *Digitalis nervosa*

مدل	آماره	ضرایب استاندارد نشده		ضرایب استاندارد شده		t
		β	خطای استاندارد	Beta		
۱	مقدار ثابت (عرض از مبدأ)	۳/۲۴۲	۲/۲۶۰	-		۱/۴۳۵ ^{ns}
	حجم گیاه	۰/۰۰۰۲	۰/۰۰۰	۰/۹۸۱		۱۱/۴۳۱ ^{**}

جدول ۶ رابطه تولید با حجم گیاه را نشان می دهد. همان طور که مشاهده می شود از بین مدل های ارائه شده، مدل رابطه چند جمله ای تولید با حجم گیاه با $R^2 = 0.9937$ از دقت قابل قبولی برای برآورد تولید برخوردار بوده و حدود ۹۹ درصد تغییرات تولید را توجیه می نماید.

جدول ۶. مدل های رگرسیونی استخراجی برآورد تولید در گونه *Digitalis nervosa*

متغیر	نوع مدل	معادله	(R^2)
حجم گیاه	رابطه خطی	$y = 0.0002X + 3.2422$	0.9631
	رابطه نمایی	$y = 9.7425e^{7E-06X}$	0.8067
	رابطه لگاریتمی	$y = 18.879 \ln(x) - 190.28$	0.9777
	رابطه چند جمله ای	$y = 6E-10x^2 + 3E-05x + 10.864$	0.9937
	رابطه توانی	$y = 0.0063x^{0.7127}$	0.8963

۴. بحث و نتیجه گیری

متخصصین منابع طبیعی روش قطع و توزین به عنوان کاملترین و اساسی ترین روش مستقیم اندازه گیری تولید بیان نموده اند. روش قطع و توزین رایج ترین شیوه برآورد تولید گیاهان به شمار می آید که بسیار وقت گیر، مخرب و هزینه بر است که باعث محدودیت بهره گیری از آن می شود. بر همین اساس محققان سعی می کنند کمیت تولید را با بهره گیری از برخی معیارها مانند پوشش تاجی، تراکم، قطر، ارتفاع و حجم برآورد کنند. یافته ها نشان داد که استفاده از ویژگی های ابعادی گیاهی برای برآورد



تولید گیاه بررسی شده مناسب است. یافته های به دست آمده نشان دهنده کارآیی بیشتر برآورد تولید از طریق بررسی رابطه همبستگی حجم، پوشش تاجی، قطر بزرگ و قطر کوچک گیاه با وزن آن نسبت به سایر روشها می باشد. مطالعه بر روی گونه دارویی گل انگشتانه نشان داد که با اندازه گیری صفاتی از گیاه که به راحتی قابل اندازه گیری است می توان تولید گیاه را با خطای قابل قبول برآورد نماید. مزیت روش تشریح شده در این مقاله نسبت به روشهای مشابه به کاربرده شده توسط سایر پژوهشگران، عدم پیچیدگی آن و سهولت اندازه گیری عوامل ارتفاع و قطر گیاه می باشد. نتایج بدست آمده از این تحقیق که حاکی از امکان برآورد تولید گیاهان رویشگاه های طبیعی از راه اندازه گیری ویژگی ریخت شناسی گیاه می باشد با نتایج اسعدی (۲۰۱۷)، ارزانی و همکاران (۱۳۸۷) دیانتی تیلکی و همکاران (۲۰۰۵) مشابهت دارد. در این تحقیق رابطه تولید با ارتفاع، قطر بزرگ، قطر کوچک، سطح تاج پوشش و حجم در گونه گل انگشتانه بررسی شد. یافته ها نشان دادند که بین تولید با حجم، سطح تاج پوشش و قطر کوچک گیاه گل انگشتانه در سطح احتمال یک درصد و ارتفاع و قطر بزرگ در سطح احتمال پنج درصد همبستگی معنی داری وجود دارد، به طوری که براساس ضرایب تبیین (R^2) بدست آمده، معادلات خطی هر یک از روابط تولید- حجم، تولید- سطح تاج پوشش، تولید- قطر کوچک، تولید- قطر بزرگ و ارتفاع گونه گل انگشتانه به ترتیب ۰/۹۸۱، ۰/۹۴۹، ۰/۹۴۵، ۰/۷۹۱ و ۰/۸۴۰ تغییرات اطراف میانگین را توجیه می کنند. از این بررسی می توان نتیجه گرفت که اکثر معیارهای مورد اندازه گیری توان برآورد تولید را در گونه مورد نظر دارند ولی بایستی بر روی معیاری بیشتر تأکید کرد که اندازه گیری آن سریع و دقیق تر باشد. با توجه به ضریب تبیین بالای رابطه تولید با حجم گونه گل انگشتانه ($R^2 = ۰/۹۶۳۱$) نتیجه گیری می شود که مناسب ترین فاکتور در برآورد تولید گونه گل انگشتانه فاکتور حجم (سطح تاج پوشش * ارتفاع) می باشد و می تواند معیار کمکی مناسبی برای سنجش تولید باشد. با توجه به اینکه تولید گیاهان تحت تأثیر میزان بارش هر منطقه قرار دارد، باید طی تحقیقات طولانی مدت تعیین شود که میزان تولید در سال های خشک سالی و ترسالی به چه مقدار تحت تأثیر بارش قرار می گیرد و با بدست آوردن ضرایبی بتوان با استفاده از متغیرهای ذکر شده و مدل حاصله تولید را به طور دقیق برآورد نمود. نتایج این پژوهش با تحقیقات اسعدی و همکاران (۱۴۰۲) و قاسمی و همکاران (۱۳۹۲) همخوانی دارد. یورسک و همکاران (۱۹۷۷) نیز مقادیر حجم گیاه را برای برآورد تولید درمنه مورد استفاده قرار دادند که با نتایج این تحقیق هماهنگی دارد. همبستگی بالای تولید با متغیرهای ابعادی گیاه که به نوعی شاخص هایی از سطح پوشش گیاه هستند، نه تنها به تأیید رابطه تولید با حجم پوشش گونه گل انگشتانه اشاره دارد، بلکه به اهمیت پوششی و ایفای نقش مالچ زنده از سوی این گونه در حفاظت خاک در برابر عوامل مختلف بوجود آورنده فرسایش تأکید دارد. در کل استفاده از معادلات رگرسیونی می تواند به عنوان روش اصلی اندازه گیری تولید باشد، با توجه به وجود رابطه قوی بین تولید و حجم گیاه می توان از این پتانسیل در برآورد تولید به عنوان یک روش غیرمخرب، کمک گرفت. با توجه به هزینه کم، دقت و سرعت بالا، اندازه گیری ارتفاع و قطرهای گیاه می تواند گامی مؤثر و کارساز در برآورد تولید گونه گل انگشتانه باشد. همین طور با توجه به تأثیر عوامل اکولوژیکی بر روی تولید گیاهان بهتر است تا تولید هر گونه در مناطق مختلف هم بطور جداگانه مورد پژوهش و بررسی قرار گیرد.



اسعدی، ع.م.، امانی، م.، خاکشور، ش. ۱۴۰۲. بررسی مدل رگرسیونی در برآورد تولید گیاه دارویی *Agrimonia eupatoria* L. سیزدهمین کنگره علوم باغبانی ایران. گرگان، ایران.

قاسمی دهکردی، ن.، اصغری، غ.، وشاحی، ف. ۱۳۸۳. تولید و نگهداری کشت سلولی گیاه *Digitalis nervosa* Steud & Hochst و بررسی متابولیت های ثانویه آن. مجله علمی - پژوهشی دانشگاه علوم پزشکی مازندران. ۱۴(۴۳): ۸-۱.

پردل، ف.، ابراهیمی، ع.، عزیزی، ز. ۱۳۹۶. ارزیابی شاخصهای گیاهی برآورد پوشش و تولید گیاهی مراتع مناطق خشک در دورههای رویشی مختلف. مجله علمی - پژوهشی خشک بوم. ۷(۲): ۵۷-۷۱.

ارزانی، ح.، بصیری، م.، دهداری، س.، زارع چاهوکی، م.ع. ۱۳۸۷. ارزیابی رابطه پوشش تاجی، شاخ و برگ و یقه گیاهان با تولید مرتع. نشریه دانشکده منابع طبیعی. ۶۱(۳): ۷۶۳-۷۷۳.

طهماسبی کهیانی، پ. ۱۳۸۸. تجزیه و تحلیل اکوسیستم های مرتع، انتشارات نشر پلک.

محمدی گلرنگ، ب.، گرانچیان، غ.، رمضان، مقدم، ر.، فلاحتی، ح.، روحانی، ح.، مشایخی، م. ۱۳۸۷. برآورد وزن علوفه چند گونه مرتعی از طریق اندازه گیری قطر و ارتفاع گیاه. فصلنامه علمی - پژوهشی تحقیقات مرتع و بیابان ایران. ۱۵(۲): ۱۵۸-۱۷۸.

قاسمی آریان، ی.، ارزانی، ح.، فیله کش، ا.، یاری، ر. ۱۳۹۲. برآورد تولید درمنه دشتی (*Artemisia sieberi*) از طریق اندازه گیری ابعاد گیاه (مطالعه موردی: جنوب غربی سبزوار). فصلنامه علمی - پژوهشی تحقیقات مرتع و بیابان ایران. ۲۰(۱): ۱-۱۰.

قهرمان، ا. (۱۳۶۲-۱۳۹۵). فلور رنگی ایران جلدهای ۲۶، ۱ انتشارات مؤسسه تحقیقات جنگلها و مراتع.

طهماسبی، پ.، ابراهیمی، ع.، فعال، م. ۱۳۹۰. بررسی مدلهای رگرسیونی در برآورد تولید گیاهان مرتعی. مجله علمی پژوهشی مرتع، ۲(۲): ۱۴۶-۱۳۷.

مقدم، م.ر. ۱۳۸۸. مرتع و مرتع داری، انتشارات دانشگاه تهران ۴۳۰، صفحه.

- Asaadi, A.M. (2017). Estimating medicinal plants production by using nondestructive parameters in North East Rangelands of Iran. *International Journal of Herbal Medicine*. 5(1): 14-17.
- Ayoubinejad, L., Nazari, H., and Mohammadi Sani, A. (2016). Study of antibacterial and synergistic effect of *Digitalis nervosa* extract and ciprofloxacin on *Staphylococcus aureus* : *International Journal Food Microbiology*, 3(1): 25 -31.
- Cook, C.W., and Stubbendieck, J. (1986). Range research: Basic problem and techniques, Published by Society for range Management.
- Dianati, G.A., Abedi, M., Shahryari, E., and Arzani, H. (2008). Comparison of Biometric Method with Clipping and Weighting Method for Estimation *Artemisia sieberi* yield. XX International Grassland Congress, 189.
- Ebrahimi, A., Bossuyt, B., and Hoffmann, M. (8001). Effects of species aggregation, habitat and season on the accuracy of double-sampling to measure 9 herbage mass in a lowland grassland ecosystem. *Grass Forage Science*, 28:11-99.
- Flombaum, P., and Sala, O.E. (2007). A non-destructive and rapid method to estimate biomass and aboveground net primary production in arid environments. *Journal of Arid Environments*, 69: 352-358.
- Harmony, K.R., Moore, K.J., George, J.R., Brummer, E.C., and Russell, J.R. (1997). Determination of pasture biomass using four indirect methods, *Journal of Agronomy*, 89: 665-672.
- Karimi, M., Kazemitabar, S.K., Azad Bakht, A., and Nematzadeh, G. (2011). Tissue Cultur Study in (*Digitalis Nervosa* Staud & Hochst). *Journal Crop Breed*, 6(13):1 8 -28.
- Uresk, D.W., Grilbert, R.O., and Richard, W.H. (1977). Sampling Big Sagebrush for Phytomas. *Journal of Range Management*. 30: 311-314.
- Vermeire, L.T., Ganguili, A.C., and Gillen, R.L. (2002) A robust model for estimating standing crop across vegetation types, *Journal of Range Management*, 55: 494-497.



مروری بر اتنوبوتانی گیاهان *Medicago sativa* و *Sanguisorba minor* در بین کرمانج های شهرستان بجنورد

علی محمد اسعدی^{۱*}، ابوالحسن اسعدی^۲

^{۱*} گروه مهندسی طبیعت، دانشکده کشاورزی شیروان، دانشگاه بجنورد، بجنورد

گروه علوم قرآن و حدیث، دانشکده علوم قرآنی بجنورد، دانشگاه علوم و معارف قرآن کریم قم، بجنورد

چکیده

گونه *Medicago sativa* (یونجه) گیاهی علوفه ای- دارویی و متعلق به خانواده Fabaceae و گیاه *Sanguisorba minor* (توت روباه) گونه ای علوفه ای- دارویی و در تیره Rosaceae قرار گرفته است که یکی از خاستگاه های رویشی آنها خراسان شمالی می باشد. در شرایط فعلی نیز به دلیل اثرات ویژه آن به طور گسترده در طب سنتی مورد بهره برداری قرار می گیرد. هدف از این تحقیق، بررسی و پژوهش جایگاه و موارد کاربرد گیاه توت روباه و یونجه در بین کرمانج های شهرستان بجنورد می باشد. با استفاده از پرسشنامه و مصاحبه حضوری با افراد بومی ساکن در روستاها و شهرستان بجنورد، اطلاعات آنها در باره استفاده از این گیاهان در زمینه دارویی جمع آوری گردید. نتایج نشان داد که گیاه یونجه که در بین کرمانج های منطقه به گیاه اورونجه معروف است درمانگران محلی برای تقویت بدن، ضد عفونی، جلوگیری از خونریزی محل بریدگی و ترمیم و بهبود آن بکار می برند. همچنین گیاه توت روباه که در بین کرمانج های محل به گیاه قیطره معروف است به عنوان سبزی، جلوگیری از خونریزی رحمی و ترمیم زخم ناشی از بریدگی و انعقاد خونریزی آن استفاده می نمایند.

واژگان کلیدی: طب سنتی، یونجه، توت روباه، کرمانج های بجنورد



۱. مقدمه

اولین و در دسترس ترین منابع قابل استفاده در درمان، گیاهان دارویی بوده که از جایگاه و ارزش بالایی در تأمین سلامت و بهداشت جوامع برخوردارند. امروزه به دلیل عوارض داروهای شیمیایی و گرانی و گاهی در دسترس نبودن آنها، مردم برای درمان بیماریهایشان از گیاهان دارویی استفاده می کنند (یوسفی و همکاران، ۱۴۰۲). کشور ایران از شرایط جغرافیایی خاصی مانند رشته کوههای متعدد، دشتهای وسیع و تنوع آب و هوایی گسترده، ذخایر ژنتیکی گیاهی متنوع و ارزشمندی برخوردار است. این سرزمین از دیرباز خاستگاه قدیمی ترین و عظیم ترین تمدنهای باستانی بشر بوده است و وجود یک نظام بهداشتی و درمانی کارآمد و مؤثر در چنین تمدنی دور از ذهن نیست (حائری نسب و عباسی، ۱۳۹۸). شناسایی گیاهان متنوعی که در طبیعت وجود دارند همراه با مطالعه خصوصیات دارویی آنها، دریچه جدیدی را پیشروی دانشمندان و محققان رشته های مختلف گشوده و زمینه را برای درمان بیماریهای متعدد با این گیاهان فراهم کرده است. در بسیاری از مناطق هنوز گونه های دارویی ناشناخته ای وجود دارند که از سالیان گذشته تاکنون برای تسکین درد و بیماریهای مردم محلی مورد استفاده قرار می گیرند (نقدی بادی و مکی زاده تفتی، ۱۳۸۲). استفاده از تجربه های خاص و تاریخی افراد محلی که در اصطلاح به آن دانش بومی می گویند، روشی برای شناسایی تجربه های مردم محلی از رویشگاههای طبیعی هر منطقه و راهی برای ثبت تجربه ها است که در این دوره در حال فراموشی هستند؛ به گونه ای که با از دنیا رفتن افراد مسن روستایی به مرور بخش بزرگی از این گنجینه ارزشمند به فراموشی سپرده می شود. مطالعه و معرفی دانش بومی مرتبط با استفاده سنتی گیاهان هر منطقه، می تواند سبب حفظ میراث علمی نحوه استفاده از گیاهان دارویی و معطر برای کاربردهای متنوع دارویی و سنتی شود. در نقاط مختلف جهان و ایران چنین اطلاعاتی در بین اقوام و گروههای مختلف وجود داشته و به صورت سینه به سینه از نسلی به نسل دیگر منتقل شده است و با مدرن شدن جوامع، این اطلاعات ارزشمند به تدریج در حال از بین رفتن هستند (وفادار و طغرانگار، ۱۳۹۹).

بر اساس گزارشهای سازمان بهداشت جهانی (WHO) در حال حاضر حدود ۸۰٪ جمعیت جهان برای نیازهای اولیه مراقبت از سلامت خود، به گیاهان دارویی و داروهای سنتی متکی هستند و حدود ۸۰٪ از مواد دارویی مستقیم یا غیرمستقیم از گیاهان تهیه میشوند (Azadbakht and Hosseini, 2016)؛ همچنین بنا بر توصیه این سازمان، مناسبترین راهکار برای دسترسی عموم مردم به طب مطمئن، شناخت، بسط و توسعه استفاده از گیاهان دارویی است (حسینی و همکاران، ۱۳۹۹؛ WHO Organization, 2002).

جایگاه استفاده از گیاهان دارویی در باور و فرهنگ مردم و گرایش روزافزون جهانی به استفاده از ترکیبات طبیعی، از جمله نقاط قوت و فرصت های پیش روی زمینه گیاهان دارویی می باشد. به طوری که در قرن اخیر استفاده از گیاهان دارویی توسط مردم و مطالعات اتنوبوتانیکی در تحقیقات گیاهان دارویی به طور چشمگیری افزایش یافته و توجه ویژه بخش هایی از جوامع علمی را جلب کرده است (Heinrich, 2000). بسیاری از داروهای شیمیایی فعلی بر اساس شناخت متابولیت های ثانویه



گیاهان دارویی ساخته شده اند (محمدی و همکاران، ۱۳۹۹). یکی از منابع و مراجع مهم که منجر به ساخت داروهای گیاهی جدید می شود، دانش اتنوبوتانی است.

تاکنون در ارتباط با بررسی اتنوبوتانی گیاهان دارویی در سطح کشور ایران، مطالعات متعددی انجام یافته است که در این زمینه می توان به بررسی اتنوبوتانی گیاهان دارویی منطقه راز و جرگلان اشاره نمود. نتایج پژوهش آروین و فیروزه (۱۴۰۰) در بررسی اتنوبوتانی گیاهان دارویی منطقه راز و جرگلان در استان خراسان شمالی نشان داد که از تعداد ۸۵ گونه گیاه دارویی، ۱۴ گونه به تیره Asteraceae تعلق داشته و پس از آن تیره های Lamiaceae با ۱۳ گونه و تیره Apiaceae با ۱۱ گونه در رتبه های بعدی قرار گرفتند. بیشترین قسمت دارویی مورد استفاده گیاهان در این منطقه، اندام هوایی آنها بود و کاربرد عمده گیاهان دارویی به ترتیب به درمان بیماریهای گوارشی، عمومی، تنفسی و پوستی تعلق داشت. در ارتباط با شاخص اجماع مطلعین گروه بیماریهای اسکلتی و عضلانی بیشترین میزان این شاخص (۰/۹۶) را در بین سایر گروه ها کسب کرد. یافته های یوسفی و همکاران (۱۴۰۲) در ارتباط با دانش اتنوبوتانی گیاهان دارویی شهرستان پاسارگاد در استان فارس نشاندهنده آن است که گیاهان جمع آوری شده متعلق به ۱۱ خانواده بودند که بیشترین فراوانی به ترتیب مربوط به خانواده های Apiaceae، Lamiaceae، Asteraceae، Amaryllidaceae، Rosaceae، Fabaceae و Malvaceae بود. رایج ترین شکل مصرف داروهای گیاهی به صورت جوشانده (۳۰٪) و پس از آن دم کرده (۳۰٪) و پختن (۱۵٪) بود. بیشترین اندام دارویی مورد استفاده گیاهان در این منطقه، به ترتیب مربوط به برگ و گل با ۴۴٪ و ۲۱٪ بود.

شهرستان بجنورد مرکز استان خراسان شمالی است که از شمال با کشور ترکمنستان، از شرق با شهرستان شیروان، از جنوب با شهرستان اسفراین، از غرب با شهرستان های جاجرم و مانه و سملقان همسایه است. اقوام مختلف ترک، تات، فارس، ترکمن و بویژه کردهای کرمانج در آن سکنی گزیده اند.

کردهای کرمانج در عصر صفویه به شمال خراسان مهاجرت نموده اند. آنها با زندگی کوچ نشینی از طریق چرای دام ها به طور مداوم بین مناطق قشلاقی و ییلاقی استان های خراسان بزرگ و گلستان در حال رفت و آمد بوده اند. کردهای کرمانج در تمام فصول مختلف سال با چرای دام ها با گیاهان متعدد دارویی و علوفه ای در ارتباط بوده و به علت در دسترس نبودن پزشک جهت حفظ سلامتی و درمان بیماری ها از گونه های دارویی بهره برده و این دانش را سینه به سینه به نسل های بعدی خود انتقال داده اند. بنابراین با مستند و مکتوب کردن دانش بومی گیاهان دارویی در بین اقوام مختلف کشور می توان به مرجعیت علمی و انحصاری ایران و میراث مکتوب غنی پزشکی آن دست یافت. لذا با توجه به متمایز و منحصر به فرد بودن این دانش در مناطق مختلف سرزمین مان و همچنین عدم وقت کافی برای ثبت این دانش و از بین رفتن آن با مرگ هر کهنسال بخش عمده ای از دانش نهفته در دل بومیان آگاه به دانش طب سنتی منطقه نیز ناپدید خواهد شد، بنابراین لزوم مطالعات گسترده جهت پرداختن به آن ضروری و اجتناب ناپذیر است. این پژوهش با هدف معرفی گونه ختمی شاهدانه ای و کاربردهای سنتی آن نزد مردمان کرمانج نشین در روستاها و مناطق شهری بجنورد است.

۲. مواد و روش ها

۲-۱. مشخصات گیاهان مورد مطالعه

یونجه گیاهی چندساله و ساقه‌های آن ۵۰ تا ۷۰ سانتیمتر ارتفاع به خوبی رشد می کنند. ساقه‌ها بر روی زمین به صورت گسترده یا بالارونده دیده می شوند که دارای کرک های فشرده و در برخی رقم‌ها تقریباً بی کرک می باشد. گوشواره‌ها کامل یا در بخش پایین بریده بریده. برگ مرکب شانه ای ۳ برگچه‌ای که برگچه سوم دارای دمبرگچه مشخص دارند. طول برگچه‌ها متناسب با شرایط رویشگاه از ۴ تا ۱۸ میلیمتر متغیر بوده و دارای کرک های فشرده هستند. برگ ها در طول شاخه شکل‌های مختلف دارند به طوریکه برگ های پایینی واژتخم مرغی ولی برگ های بالایی ها بلندتر هستند. گل های بنفش یا آبی مایل به بنفش آن به تعداد تا ۲۵ گل در یک گل آذین خوشه‌ای جمع می شوند. میوه نیام این گونه شکل پیچیده حلقوی باز دارد که رگه های مشبک با کرک های فشرده بر روی آن دیده می شود.

توت روباه گیاه علفی، چند ساله، افراشته، به ارتفاع ۵ تا ۷۵ سانتیمتر، بدون کرک یا دارای کرکهای کوتاه و پراکنده. ساقه ها دارای انشعابات معدود. برگهای قاعده به صورت طوقه ای در بن ساقه ها تشکیل می گردد، برگ های پائینی شانه ای فرد، دارای ۷ تا ۱۷ برگچه. برگچه ها دایره ای یا مستطیلی تا تخم مرغی که در حاشیه اره ای عمیق است. سطح تحتانی برگچه ها معمولاً دارای کرکهای پراکنده ابریشمی دارد ولی در سطح فوقانی تعداد آنها کمتر و پراکنده می باشند. برگ های بالای ساقه ها معدود، شبیه برگ های طوقه ای پائینی می باشند، برگچه های نسبتاً باریکتری دارند. کلاپرک تقریباً کروی، دارای دمگل بلند. کاسبرگ ها سبز با حاشیه سفید یا صورتی، تخم مرغی-مستطیلی، به طول ۲ تا ۳ میلیمتر. پرچم ها به تعداد ۲ یا زیاد. برچه ها ۲. کلاله شبیه قلم مو، سفید صورتی یا قرمز. میوه های تخم مرغی تا واژ تخم مرغی شکل می باشند.

2_2. گردآوری داده ها

به منظور بررسی کاربردهای دارویی گیاهان یونجه و توت روباه در طب سنتی در بین کرمانج های ساکن در روستاها و شهرستان بجنورد از طریق تکمیل پرسشنامه و مصاحبه حضوری انجام شد. افراد مصاحبه شونده شامل سالخوردگان خبره، زنان خانه دار، درمانگرها و طبیبان محلی، کشاورزان، چوپانان مجرب بودند. افراد مصاحبه شونده دارای حداقل سن ۵۵ تا حدود ۸۰ سال که تجربه در زمینه گیاه درمانی و توانایی شناخت گیاه را داشتند، انتخاب شدند. در پرسشنامه و مصاحبه ها با محوریت نام محلی و بومی گیاه، موارد کاربرد دارویی، زمان جمع آوری، نحوه برداشت، اندام مورد مصرف، شیوه آماده سازی و نحوه مصرف آن مطرح و اطلاعات مورد نظر گردآوری شد.

۳. نتایج

۳-۱. نام محلی و بومی



در منابع علمی موجود این گیاهان با نام علمی *Sanguisorba minor* و *Medicago sativa* ذکر نموده اند. در منابع فارسی توت روباه و یونجه نام گرفته است. اطلاعات بدست آمده از افراد مصاحبه شونده کرمانج حاکی از آن است که در گویش محلی گیاه توت روباه به نام قیطرمه و گیاه یونجه به نام اورونجه مشهور است.

۳-۲. اندام مورد مصرف

رایج ترین اندام مورد استفاده توسط کرمانج ها برای گونه توت روباه گیاه کامل که بیشترین اندام مورد استفاده ریشه و بعد از آن برگ ها در اولویت قرار می گیرد و گیاه یونجه از ساقه و برگ ها آن مورد مصرف قرار می گیرد.

۳-۳. نحوی آماده سازی

یافته ها نشان داد که درمانگرهای کرمانج عموماً از شیوه جوشاندن و پودر شده برای ریشه ها و از اندام هوایی به صورت جویده شده و سبزی از گیاه توت روباه استفاده می کنند و همچنین گیاه یونجه اندام هوایی خشک شده به صورت خیساندن و از اندام های هوای سبز به صورت سبزی خام و یا جویده و کوبیده شده استفاده می نمایند.

۳-۴. زمان و نحوی برداشت اندام ها

یافته ها نشان داد که افراد خبره و درمانگرهای کرد کرمانج از نیمه دوم اسفند تا اواخر مهرماه اقدام به جمع آوری اندام های هوایی در طول دوره حیات گیاه یونجه و توت روباه می نمایند و برای برداشت ریشه ها از اواخر تابستان تا پایان فصل پاییز اقدام به جمع آوری آن می نمایند. البته گاهی با توجه به شرایط اضطراری در زمان رشد رویشی گیاه هم اقدام به جمع آوری ریشه ها می نمایند.

۳-۵. موارد استفاده دارویی و نحوی مصرف

یافته ها این پژوهش نشان داد که کردهای کرمانج برای درمان بریدگی و خونریزی اندام های خارجی بدن، از برگ و ساقه ها نرم و سبز به صورت جویده شده و کوبیده شده گیاه یونجه و توت روباه در محل خونریزی گذاشته و آنرا نگه داشته که باعث قطع شدن خونریزی، ضد عفونی و ترمیم سریع آن می شود. برای تقویت بنیه و افزایش سیستم ایمنی بدن در اواخر اسفندماه تا پایان فروردین از ساقه و برگهای تازه رویده این گیاهان به همراه نمک به صورت خام و سبزی میل می نمایند. از جوشانده اندام های هوایی و آسیاب شده ریشه ها به صورت ناشتا برای درمان پریودهای دردناک و جلوگیری از خونریزی رحمی گیاه توت روباه استفاده می کردند. از اندام های هوایی خشک شده یونجه و توت روباه برای درمان اسهال بهره می گیرند.

۴. بحث و نتیجه گیری

دسترسی آسان به منابع دارویی سنتی، نداشتن عوارض جانبی و مقرون به صرفه بودن آن، باعث شده است تا مردم گرایش زیادی به استفاده از داروهای گیاهی و سنتی داشته باشند. دانش بهره برداری از این منابع دارویی نزد افراد موجود بوده و نسل به نسل و سینه به سینه منتقل می گردد و برای حراست و حفاظت آن ضروری است که این اطلاعات گران بها و ارزشمند ثبت و



نگهداری شود. کردهای کرمانج در تمام فصول مختلف سال در روستا و یا از طریق کوچ نشینی و چرای دام ها با گیاهان متعدد دارویی و علوفه ای در ارتباط بوده و به علت در دسترس نبودن پزشک جهت حفظ سلامتی و درمان بیماری ها از گونه های دارویی بهره برده و این دانش را سینه به سینه به نسل های بعدی خود انتقال داده اند. بنابراین با مستند و مکتوب کردن دانش بومی گیاهان دارویی در بین اقوام مختلف کشور می توان به مرجعیت علمی و انحصاری ایران و میراث مکتوب غنی پزشکی آن دست یافت. به طور کلی با یاری گرفتن از دانش اتنوبوتانی می توان به اطلاعات گران بها و با ارزشی درباره خواص گیاهان، اندام های مورد استفاده، کاربرد گیاه و مواردی از این قبیل دست یافت و با استفاده از تجربه های آنان در جهت کمک به علم فارماکولوژی بهره جست.

منابع

- آروین، پ.، فیروزه، ر. ۱۴۰۰. اتنوبوتانی گیاهان دارویی منطقه راز و جرگلان در استان خراسان شمالی. فصلنامه تحقیقات گیاهان دارویی و معطر ایران. ۳۷(۶): ۸۷۳-۹۰۷.
- حائری نسب، م.، عباسی، ش. ۱۳۹۸. بررسی اتنوبوتانی گیاهان دارویی و معرفی برخی گونه های سمی شهرستان اردستان (استان اصفهان). فصلنامه گیاهان دارویی. ۱۸(۲): ۱۲۲-۱۴۴.
- حسینی، س.ح.، پی باک، ح.، رمضان قراء، ع. ۱۳۹۹. بررسی اتنوبوتانی گیاهان دارویی منطقه جنوب کرمان، فصلنامه اکوفیتوشیمی گیاهان دارویی، ۲۹(۱): ۳۰-۶۳.
- محمدی، م.، جلالی، س.، توکلی، ز.، قهرمانی نژاد، ف. ۱۳۹۹. گیاهان دارویی منطقه بازرگان (تفرش، استان مرکزی، ایران). فصلنامه زیست شناسی کاربردی دانشگاه الزهراء. ۳۳(۳): ۱۲۲-۱۳۴.
- نقدی بادی، ح.، مکی زاده تفتی، م. ۱۳۸۲. مروری بر گیاه آویشن (*Thymus vulgaris* L.). فصلنامه گیاهان دارویی، ۲(۷): ۱-۱۲.
- وفادار، م.، طغرانگار، ز. ۱۳۹۹. مطالعه اتنوبوتانی برخی از گیاهان دارویی شهرستان ابهر، استان زنجان. فصلنامه گیاهان دارویی. ۱۹(۷۵): ۳۰-۵۴.
- یوسفی، ن.، فتاحی، ف.، حسینی، س.ح. ۱۴۰۲. دانش اتنوبوتانی گیاهان دارویی شهرستان پاسارگاد در استان فارس. فصلنامه تحقیقات گیاهان دارویی و معطر ایران. ۳۹(۴): ۵۱۵-۵۳۳.
- Azadbakht, M., and Hosseini., M. (2016). Necessity to standardization of extract of medicinal plants in the investigations and manner to do it Razi. Journal of Medical Science, 23: 9-17.
- Heinrich, M. (2000). Ethnobotany and its role in drug development. Phytotherapy Research, 14: 479-488.
- WHO Organization, 2002. Traditional Medicine Strategy 2002-2005. Geneva World Health Organization.



شاخص های فاصله ای بر آورد الگوی پراکنش مکانی گیاه دارویی گل اروانه (*Hymenocrater bituminosus*) در مراتع جنوب بجنورد

علی محمد اسعدی^{*۱}

^{*۱} گروه مهندسی طبیعت، دانشکده کشاورزی شیروان، دانشگاه بجنورد، بجنورد (am-asaadi@um.ac.ir)

چکیده

اطلاع از الگوی پراکنش مکانی جوامع گیاهی، برای فهم بسیاری از سوالات در بوم شناسی و مدیریت زیست بوم های طبیعی ضروری است. گل اروانه از جمله گیاهان مقاوم به شرایط خشکی بوده و نقش بسیار مهمی در حفاظت خاک، ارزش دارویی و علوفه ای در نواحی خشک ایفا می نمایند. این تحقیق به منظور بررسی شاخص های فاصله ای تعیین الگوی پراکنش گونه گل اروانه در مراتع بوته زار کوهستانی جنوب غرب بجنورد با مساحت حدود ۹۳۰۰ هکتار انجام شد. جهت نمونه برداری از رویشگاه گونه مورد بررسی از روش سیستماتیک- تصادفی استفاده شد، بنابراین در هر واحد کاری ۵ ترانسکت ۱۰۰ متری مشخص شد. برای جمع آوری داده ها از رویشگاه، از روش فاصله ای نزدیکترین گونه و نزدیکترین همسایه استفاده شد. با استفاده از شاخص های فاصله ای ابر هارت، هینز، هاپکینز، پیلو و جانسون و زیمر ارزیابی انجام شد. یافته ها نشان داد از بین شاخص های فاصله ای، شاخص های ابر هارت، جانسون و زیمر، پیلو و هینز به ترتیب با مقادیر ۱/۸۸۰، ۳/۱۱۴، ۴/۴۹۷، ۱/۸۰۲ و ۱/۸۸۰ برای گل اروانه الگوی پراکنش در رویشگاه مورد بررسی کپه ای است. نتایج نشان داد که شاخص هاپکینز با مقدار ۰/۴۵۴ الگوی مکانی را به صورت تصادفی معرفی نمود.

واژگان کلیدی: الگوی پراکنش، شاخص های فاصله ای، گل اروانه.



۱. مقدمه

تجزیه و تحلیل ویژگی‌های پوشش گیاهی نقش مهم و بنیادی در بوم‌شناسی و مدیریت پوشش گیاهی در رویشگاه‌های طبیعی دارد. تصمیم‌گیری‌های آگاهانه نیازمند بررسی و سنجش صحیح از منابع مدیریتی و مورد برنامه‌ریزی است و در مرحله اول جهت مدیریت دقیق و علمی رویشگاه‌های طبیعی، آگاهی و بدست آوردن دانستی‌های دقیق از عوامل تشکیل دهنده آن است. گونه‌های گیاهی از جمله منابع ضروری مرتع بوده که تمامی برنامه‌ریزی‌ها و مدیریت‌ها در جهت حراست و بهره‌برداری مطلوب از آن می‌باشد (کرمی و همکاران، ۱۳۸۱).

الگوی پراکنش مکانی گونه‌های گیاهی از خصوصیات کاربردی و بنیادی بوم‌شناسی گیاهی است که سنجش آن در رویشگاه گیاهی، با هدف ادراک و فهم این جوامع ضروری است (Ludwing and Reynolds, 1988) و به مفهوم آرایش فضایی و طرز شدن افراد یک گونه گیاهی یا گونه‌های مختلف نسبت به هم در یک رویشگاه می‌باشد. برآورد الگوهای پراکنش گیاهان اثر خیلی زیادی در سنجش یکنواختی و عدم یکنواختی رویشگاه، انتشار، رقابت، نوع تکثیر و تولیدمثل و الگوهای رفتاری گیاهان و تعیین شیوه‌های دقیق و مناسب برای سنجش ویژگی‌های کمی گیاهان مانند پوشش و تراکم دارد (Chen et al., 2022). توصیف و بررسی الگوی پراکنش گونه‌های گیاهی از عمده‌ترین وسیله برای گزینش شیوه‌های نمونه‌گیری در بررسی‌های بوم‌شناسی گیاهی است (Legendre, 2002). الگوی پراکنش گونه‌های گیاهی در تشخیص و تعیین شیوه درست ارزیابی تراکم جوامع گیاهی می‌تواند تاثیرگذار باشد (Krebs, 1999).

به طور کلی سه نوع الگوی پراکنش همگن، تصادفی و کپه‌ای وجود دارد. در الگوی پراکنش تصادفی هر عضو به صورت تأثیرناپذیر و مستقل از سایر اجزاست و همانا حضور یک عضو بر حضور سایر اعضا تأثیر ندارد. این روش بر همانندی پیرامونی و یا الگوهای رفتاری غیرگزینشی اشاره دارد لیکن در الگوی پراکنش همگن، افراد با فاصله‌های منظم در مجاور هم قرار گرفته و این الگو حاکی از تأثیر منفی بین افراد مثل رقابت در دریافت مواد غذایی و محل رویش است اما الگوی پراکنش کپه‌ای موقعی رخ می‌دهد که غالب یا کل افراد جوامع گرایش دارند در بخش‌های ویژه‌ای از محیط استقرار داشته باشند، از این رو به نظر می‌رسد بذریزی زیاد و زادآوری غیرجنسی دو عامل عمده متراکم شدن گونه‌های گیاهی باشد (مقدم، ۱۳۸۰). بدین گونه این نوع الگوها متأثر از عوامل محیطی، رقابت بین گونه‌ای و یا ویژگی‌های فردی گیاهان است.

تیره نعنائیان حدود ۲۵۰ جنس و نزدیک به ۷۰۰۰ گونه در سراسر جهان دارد و یکی از بزرگترین تیره‌های گیاهی است که تنوع زیادی در ناحیه مدیترانه دارد (Jamzad, 2013). این تیره اهمیت زیادی از نظر کاربرد در صنایع آرایشی، بهداشتی، غذایی و دارویی دارد. جنس گل اروانه یا داوای شیخ علی (Hymenocrater) از جمله گیاهان دارویی و زینتی خانواده نعنائیان (Lamiaceae) محسوب می‌شود (Satil et al., 2007; Rechinger, 1987). این جنس بیش از ۲۱ گونه پایا و بوته‌ای در دنیا دارد و منطقه ایران و توران به عنوان رویشگاه مرکزی آن معرفی شده است (Shahriari et al., 2013). ۹ گونه مختلف گل اروانه در رویشگاه‌های مختلف ایران رویش دارد (Jamzad, 2013). گل اروانه با نام محلی سیوتالک و بادرنجبویه، در طب سنتی ایران مصرف دیرینه دارد. گل اروانه گیاهی بوته‌ای - درختچه‌ای است. از برگ‌ها و سرشاخه‌های گلدار گل اروانه به



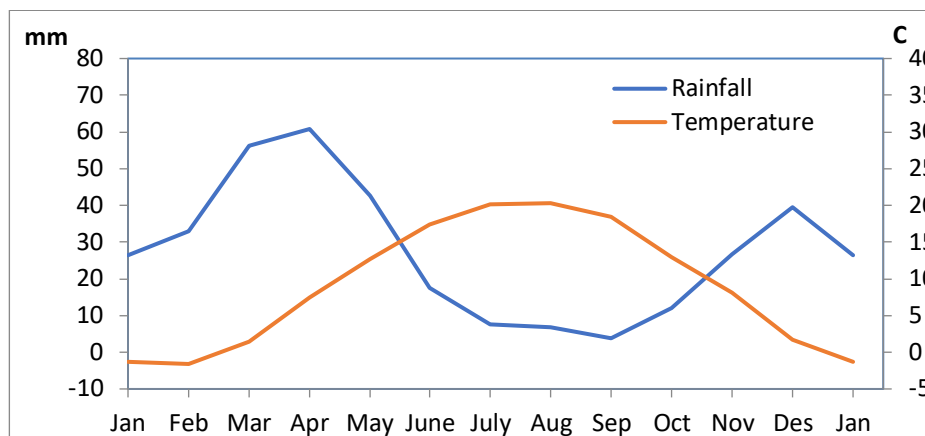
صورت دم کرده به عنوان برطرف کننده علائم سرماخوردگی، مدر، خوشبو کننده دهان و به صورت موضعی جهت خوشبو کردن بدن استفاده می شود (دریایی، ۱۳۹۳). ماده موثره گل اروانه، اسانس حاصل از تقطیر برگها و سرشاخه های گلدار با ترکیبی از مواد شیمیایی مختلف بوده (برازنده، ۱۳۸۱) و دارای خواص ضد باکتری، ضد قارچ و آنتی اکسیدان می باشد (Chatterjee, 2002).

از آن جهت که پراکنش مکانی گونه های گیاهی یکی از خصیصه های با اهمیت بوم شناسی گیاهی است. اطلاع از الگوهای پراکنش مکانی گونه های گیاهی در هر ناحیه از ضروریات و مقدمات مطالعه و سنجش پوشش گیاهی به شمار می آید، در این پژوهش الگوی پراکنش *Hymenocrater bituminosus* که از گیاهان دارویی، علوفه ای و حفاظتی نواحی خشک هست، با استفاده از شاخص های فاصله ای الگوی پراکنش تعیین و مورد پژوهش قرار گرفت.

۲. مواد و روش ها

۲-۱. مشخصات زیست بوم مورد بررسی

این پژوهش در زیست بوم طبیعی کچرانلو- حصار حسینی صورت گرفته است. زیست بوم مورد بررسی در ۲۰ کیلومتری جنوب شهرستان بجنورد از توابع استان خراسان شمالی قرار دارد. بر مبنای داده های موجود این زیست بوم در محدوده طول جغرافیایی $57^{\circ} 8' 8''$ تا $57^{\circ} 13' 13''$ شرقی و عرض جغرافیایی $37^{\circ} 18' 18''$ الی $37^{\circ} 23' 23''$ شمالی قرار گرفته است. ارتفاع منطقه پراکنش گونه از سطح دریا ۱۴۰۰-۲۵۲۰ متر می باشد. برای بررسی خصوصیات آب و هوایی از آمار و اطلاعات ایستگاه های هواشناسی اسدلی و فیروزه که در محدوده رویشگاه گونه قرار دارد، استفاده شد. بر مبنای آمار موجود، میانگین بارندگی منطقه ۳۳۲/۹ میلی متر است. میزان بارندگی ماهیانه در منطقه نشان می دهد که بیشترین بارندگی در ماه های فروردین و اسفند به ترتیب حدود ۶۰ و ۵۶ میلی متر است و کمترین آن مربوط به شهریورماه که ۳/۸ میلی متر می باشد. متوسط دمای سالانه منطقه ۹/۸۲ درجه سانتی گراد است. بررسی های دمایی نشان می دهد که میانگین حداکثر دما در تیر ماه، ۳۱/۷۵ درجه سانتی گراد و میانگین حداقل دما در بهمن ماه ۱۳/۰۲- درجه سانتی گراد است. اقلیم منطقه با استفاده از روش آمبرژه نیمه خشک سرد تا اقلیم ارتفاعات است. دوره خشکی منطقه مورد مطالعه از نیمه خرداد ماه آغاز و تا اواسط مهر ماه خاتمه می یابد و دوره ای که مرطوب محسوب می گردد حدود ۲۴۰ روز می باشد (شکل ۱).



شکل ۱. منحنی آمبروترمیک زیست بوم مورد مطالعه.

۲-۲. گردآوری داده ها

بعد از انتخاب رویشگاه مورد بررسی در قلمرو مراتع حصار حسینی - کچرانلو شهرستان بجنورد، در نواحی که گونه گل اروانه وفور فراوانی داشت، بررسی ها صورت گرفت. نمونه برداری پوشش گیاهی به روش نظام - تصادفی با شروع تصادفی انجام شد، بنابراین در هر واحد کاری (دامنه شمالی و جنوبی) ۵ ترانسکت ۱۰۰ متری به فاصله ۱۰۰ متر از یکدیگر (در راستای شیب و عمود بر شیب) تعیین شد. پس از آن بر روی هر ترانسکت با شروع تصادفی و با فاصله ۱۰ متری نقاط نمونه برداری مشخص گردید. برای جمع آوری داده ها از رویشگاه، از روش فاصله ای نزدیکترین گونه و نزدیکترین همسایه استفاده شد. برای تشریح و تجزیه داده های مکانی مرتبط با طرز پراکنش گونه گل اروانه از شاخص های ابرهات، هاپکینز، جانسون و زیمر، هینز و پیلو استفاده شد (جدول ۱ و ۲). پس از آن مقادیر عددی بدست آمده از هر یک از شاخص ها با استفاده از آزمون آماری مربوط به همان شاخص در سطح اطمینان ۹۵ درصد مورد آزمایش قرار گرفت. با هدف تحلیل و تجزیه و مشخص نمودن الگوی پراکنش از نرم افزارهای SPSS و Excel استفاده شد.

جدول ۱. شاخص های فاصله ای مورد استفاده جهت تعیین الگوی پراکنش گونه گل اروانه

نام شاخص	معادله	علایم اختصاری
ابرهات (Krebs, 1999)	$1 + I_E = \left(\frac{S}{x}\right)$	S: انحراف معیار فواصل
هاپکینز (Krebs, 1999)	$H = \frac{\sum_{i=1}^n x_i^2}{\sum_{i=1}^n x_i^2 + \sum_{i=1}^n r_i^2}$	\bar{x} : میانگین فواصل اندازه گیری x_i : فاصله نقطه تصادفی تا نزدیک ترین گیاه r_i : فاصله نزدیک ترین گیاه تا گیاه اول
جانسون و زیمر (Ludwing and Reynolds, 1988)	$I = (N+1) \frac{\sum_{i=1}^N (d_i^2)^2}{[\sum_{i=1}^N (d_i^2)]^2}$	d: فاصله نقطه تصادفی تا نزدیک ترین گیاه N: تعداد نقاط تصادفی



هینز (Krebs, 1999)

 X_i : فاصله نقطه تصادفی تا نزدیک ترین گیاه Z_i : فاصله نزدیک ترین گیاه تا نزدیک ترین

همسایه

N: تعداد نقاط تصادفی

 X_i : فاصله نقطه تصادفی تا نزدیک ترین گیاه،

پیلو (Kiani et al, 2013)

D: تراکم

 π : عدد پی

N: تعداد نقاط تصادفی

$$h_T = \frac{2n[2\sum_{i=1}^N(x_i^2) + \sum_{i=1}^N(z_i^2)]}{[\sqrt{2}\sum_{i=1}^N(x_i) + \sum_{i=1}^N(z_i)]^2}$$

$$P = \pi D \left(\frac{\sum_{i=1}^N x_i}{N} \right)^2$$

جدول ۲. مقادیر مورد انتظار در شاخص های فاصله ای تعیین الگوهای پراکنش گونه گل اروانه

الگوی پراکنش	ابرهارت	هپکینز	جانسون و زیمر	هینز	پیلو
کپه ای	$I_E > 1/27$	$I_h > 0.5$	$I > 2$	$h_T > 1/27$	$P > 1$
تصادفی	$I_E = 1/27$	$I_h = 0.5$	$I = 2$	$h_T = 1/27$	$P = 1$
یکنواخت	$I_E < 1/27$	$I_h < 0.5$	$I < 2$	$h_T < 1/27$	$P < 1$

۳. نتایج

بر مبنای فرمول های مرتبط به هر یک از شاخص ها، مقدار عددی مشخص و یافته های بدست آمده از شاخص های فاصله ای

برای کمی کردن الگوی پراکنش در جدول ۳ ذکر شده است.

جدول ۳. نتایج کاربرد شاخص های فاصله ای برای تعیین الگوی پراکنش گونه دارویی گل اروانه

<i>Hymenocrater bituminosus</i>			شاخص های
الگوی پراکنش	مقادیر مشاهده شده	فاصله ای	
کپه ای	۱/۸۰۲	ابرهارت	
تصادفی	۰/۴۵۴	هپکینز	
کپه ای	۴/۴۹۷	جانسون و زیمر	
کپه ای	۱/۸۸۰	هینز	
کپه ای	۳/۱۴	پیلو	

یافته های بدست آمده از مقادیر توصیفی فاصله های اندازه گیری شده گونه گل اروانه بر اساس روش نمونه گیری

نزدیک ترین گیاه و نزدیک ترین همسایه در رویشگاه مورد بررسی نسبت به یکدیگر در جدول ۴ ارائه شده است.

جدول ۴. مقادیر توصیفی فاصله اندازه گیری شده پایه های گونه گیاهی گل اروانه



نام گونه	متوسط فاصله بر حسب متر (میانگین \pm اشتباه معیار)	انحراف معیار	بیشینه (متر)	کمینه (متر)	پارامتر مورد نظر
<i>Hymenocrater bituminosus</i>	0.246 ± 0.598	۱/۸۴۴۹	۹/۵۰	۰/۱	نزدیک ترین گیاه
	0.283 ± 0.171	۲/۱۱۹۸	۹	۰/۳	نزدیک ترین همسایه

۴. بحث و نتیجه گیری

پراکنش گونه های گیاهی در زیست بوم طبیعی متأثر از عوامل محیطی و اکولوژیکی است. گیاهان در رویشگاه با توجه به وضعیت و احتیاجات بوم شناختی خود در مناطقی توسعه می یابند که با مناسب شدن خصوصیات زیستی گسترش یافته و ضمن استفاده از مناسب ترین نهاده های رشد به اوج توسعه و انبوهی خود دست می یابند و سپس با فاصله گرفتن از وضعیت ایده آل، بتدریج از تراکم و ارتفاع آنها کم می شود (اسعدی، ۱۴۰۰). گیاهانی که در نواحی خشک و نیمه خشک به سر می برند از نظر دارا بودن توانایی سازگاری بسیار با وضعیت دشوار محیطی و بردباری در برابر وضعیت خاص بوم شناسی و نیز ارزش تغذیه ای، دارویی و حفاظتی بالا از اهمیت زیادی برخوردارند. در نواحی کوهستانی، محیط فیزیکی با تنوع توپوگرافی آن اغلب به عنوان یک عامل مهم کنترل کننده پراکنش مکانی گیاهان در نظر گرفته می شود.

یافته های این پژوهش نشان داد که شاخص های فاصله ای در معرفی الگوهای گوناگون یکسان عمل نمی کنند و با هم متفاوت هستند. براساس نتایج حاصله از شاخص های ابرهات، جانسون و زیمر، هینز و پیلو در این پژوهش مورد استفاده قرار گرفت، می توان اظهار نمود که الگوی پراکنش مکانی گونه گل اروانه کپه ای است. در حالیکه شاخص هاپکینز برای گونه گل اروانه الگوی پراکنش مکانی را به صورت تصادفی معرفی نمودند. با توجه به اینکه غالب شاخص ها الگوی پراکنش کپه ای را پذیرفتند، می توان گفت که الگوی پراکنش مکانی گل اروانه به صورت کپه ای است.

الگوی پراکنش کپه ای رایج ترین و فراگیرترین الگوی پراکنش نسبت به دیگر الگوهای همگن و تصادفی در رویشگاه های طبیعی برای گونه های گیاهی است (اسعدی، ۱۴۰۳). مشاهدات نشان می دهد که گونه گل اروانه در زیست بوم مورد بررسی به علت مساعد بودن شرایط رویشگاهی در ارتفاعات پایین تر، در جهت شیب دامنه شمالی و در ارتفاعات بالاتر در جهت شیب دامنه جنوبی گسترش چشم گیری دارد. مطالعات نشان داده است که شرایط نامساعد آشیان بوم شناختی، بارندگی کم و خشکی قادر است در نواحی که از وضعیت رویشگاهی مطلوبی برخوردار است سبب استقرار الگوی کپه ای شود (Zhang et al., 2009). (فرلیچ و همکاران، ۱۹۹۳) بیان می دارند که بیشتر گیاهان در رویشگاه های طبیعی تمایل به الگوی پراکنش کپه ای دارند. از سوی دیگر، عدم یکنواختی شرایط محیطی ناشی از عناصر بیرونی و خارجی نیز ممکن است سبب پراکنش غیر یکنواخت گونه های گیاهی در نواحی خشک شود. اگر عوامل محیطی نظیر رطوبت و عناصر غذایی خاک در بخشهای از رویشگاه برای گیاهان مورد نظر مساعد باشد، گونه های گیاهی تمایل به تشکیل گروه هایی پیدا می نمایند که سرانجام آن، الگوی مکانی کپه ای است (پاکزاد و همکاران، ۱۴۰۰). بنابراین با توجه به نتایج این تحقیق می توان بیان کرد که الگوی کپه ای بیان کننده جمع شدن افراد در مکان های مساعدتر رویشگاه می باشد.



الگوی پراکنش کپه‌ای گونه گل‌اروانه به دلایل مختلف می‌تواند رخ دهد. برای گونه‌هایی که زادآوری طبیعی آنها از مسیر بذر انجام می‌شود، الگوی مکانی با چگونگی پراکنش بذر مرتبط است. ریزش بذر به اطراف پایه‌های مادری گونه گل‌اروانه در این پژوهش می‌تواند عامل برقراری الگوی کپه‌ای در رویشگاه گیاهان باشد. بیشترین بذرهای که در اطراف گیاه مادری ریزش می‌نمایند سبب رشد و توسعه جمعیت آن گونه در پیرامون گیاه مادری شده و باعث ایجاد الگوی پراکنش کپه‌ای گردد (Liu et al., 2009).

با توجه به یافته‌های این پژوهش در منطقه مورد مطالعه، متوسط فاصله استقرار پایه‌های گونه *Hymenocrater bituminosus* از همدیگر، در روش نزدیک‌ترین گونه از نقاط نمونه‌برداری و نزدیک‌ترین همسایه به ترتیب ۲/۰۵۹۸ و ۲/۱۷۱۱ متر تعیین شد. بیشترین فاصله در روش نزدیک‌ترین گونه از نقاط نمونه‌برداری و نزدیک‌ترین همسایه در گونه گل‌اروانه به ترتیب ۹/۵۰ و ۹ و کمترین فاصله ۰/۱ و ۰/۳ متر بود. آگاهی از متوسط فاصله استقرار گیاهان نسبت به یکدیگر می‌تواند به عنوان الگویی برای تعیین تعداد نهال مورد نیاز و فاصله کاشت، در صورت بکارگیری گیاهان مورد مطالعه در مناطق با ویژگی مشابه، مورد استفاده قرار گیرد (ایمانی و همکاران، ۱۳۹۲).

به عنوان نتیجه‌گیری کلی، در بهره‌برداری از الگوی پراکنش در گزینش شیوه مناسب نمونه‌برداری، تفسیرهای بوم‌شناسی و مشخص نمودن فاصله کاشت مناسب نهال‌ها برای برنامه‌های اصلاح و احیای رویشگاه‌های طبیعی مفید است. الگوهای مکانی گیاهان در شناخت و حل مشکلات بوم‌شناختی و معرفی راهکارهای مدیریتی دارای نقش شایان توجهی هستند. الگوهای پراکنش در بررسی شکل‌گیری جوامع گیاهی از اهمیت زیادی برخوردار است و نتایج برآورد عوامل گیاهی حاصله ممکن است تحت تاثیر الگوی پراکنش قرار گیرد.

منابع

- اسعدی، ع.م. ۱۴۰۳. تحلیل شاخص‌های فاصله‌ای برآورد الگوی پراکنش مکانی گونه‌های دارویی *Artemisia absinthium* و *Lychnis coronaria* در مراتع شمالغرب بجنورد. مطالعات علوم محیط زیست. ۹(۴): ۹۶۷۶-۹۶۸۷.
- اسعدی، ع.م. ۱۴۰۰. مطالعه خصوصیات رویشگاهی و مرتعکاری گیاه دارویی *Dracocephalum Lindbergii* Rech.f در منطقه گودالی صالح بجنورد. تخریب و احیاء اراضی طبیعی. ۲(۴): ۱۳-۲۲.
- ایمانی، ج.، ارزانی، ح.، زارع چاهوکی، م.ع. ۱۳۹۲. مقایسه کارایی روشهای برآورد تراکم سه گونه مرتعی *Bromus tomentellus*، *Prangos ferulacea* و *Festuca ovina* (مطالعه موردی: مراتع سارال کردستان). مرتع و آبخیزداری. ۶۶(۲): ۱۷۹-۱۹۱.
- برازنده، م.م. ۱۳۸۱. بررسی کمی و کیفی اسانس گل اروانه زیبا (*Hymenocrater elegans* Bunge). تحفیات گیاهان دارویی و معطر ایران. ۱۳(۱): ۹-۱.
- پاکرادی، م.، رستمی شاهراجی، ت.، ابراهیمی آتانی، ر. ۱۴۰۰. تحلیل الگوی نقطه‌ای پراکنش گونه‌های چوبی در جنگل چهلتن دهبکری استان کرمان. بوم‌شناسی جنگل‌های ایران. ۱۷(۱): ۱۵۲-۱۶۲.
- دریایی، م. ۱۳۹۳. معجزات درمانی گیاهان دارویی در طب ایرانی. انتشارات سفیر اردهال.
- کریمی، پ.، حشمتی، غ.ع.، مصداقی، م. ۱۳۸۱. تعیین شکل و سطح بهینه برای برآورد تولید علفزارهای نیمه استپی شمال شرق استان گلستان. مجله علوم کشاورزی و منابع طبیعی. ۲(۲): ۴۱-۴۸.



- کیانی، ب.، فلاح، ا.، طبری کوچکسرای، م.، حسینی، س.م.، ایران نژاد پاریزی. ۱۳۹۱. مقایسه شاخص های فاصله ای و مبتنی بر کوادرات در تعیین الگوی پراکنش تاغ (منطقه سیاه کوه یزد). نشریه جنگل و فرآورده های چوب. ۶۵(۴): ۴۷۵-۴۸۶.
- مقدم، م.ر. ۱۳۸۰. اکولوژی توصیفی و آماری پوشش گیاهی. انتشارات موسسه چاپ و انتشارات دانشگاه تهران
- Chatterjee, S.K. (2002). Cultivation of medicinal and aromatic plants in India- a commercial approach. Proceeding of an International Conference on MAP. Acta Horticulture (ISHS), 576: 191-202.
- Chen, P., Xia, J., Ma, H., Gao, F., Dong, M., Xing, X., and Li, C. (2022). Analysis of spatial distribution pattern and its influencing factors of the *Tamarix chinensis* population on the beach of the muddy coastal zone of Bohai Bay. Ecological Indicators, 140: 1-9.
- Frellich, L.E., Calcite, R.R., Davis, M.B., and Pastor, J. (1993). Path formation and maintenance in an old-growth hem-lock hard wood Forest. Journal of Forest Ecology, 74: 513-527.
- Jamzad, Z. (2013). Survey of Lamiaceae in the flora of Iran. Rostaniha, 14: 59-67.
- Krebs, C.J. (1999). Ecological Methodology. 2nd Edition, Adisson -Welsey Educational Publisher, Inc, Benjamin/Cummings, 620 pg.
- Legendre, P. (2002). The consequences of spatial structure for the design and analysis of ecological field surveys. Ecography, 25: 601-615.
- Ludwing, J. A., and Reynolds, J.F. (1988). Statistical Ecology. Wiley -Interscience Publisher, USA, 337pg.
- Liu, F.Q., Wang, Y.P., Yang, Y., Xu, J.W., and Wang, H.T. (2009). Spatial distribution pattern of *Tamarix chinensis* in Yellow River Delta. Journal of Northwest Forestry University, 24(3): 7-11.
- Rechinger, K.H. (1982). Flora Iranica. Graz, Austria: Akademische Druck- U.Verlagsanstalt.
- Satil, F., Unal, M., and Hopa, E. (2007). Comparative morphological and anatomical studies of *Hymenocrater bituminosus* Fisch. & C.A.Mey. (Lamiaceae) in Turkey. Turkish Journal of Botany, 31: 269-275.
- Shahriari, S., Khanahmadi, M., and Tahvilian, R. (2013). The study of essential oil of *Hymenocrater longiflorus* Benth growing in Paveh. Journal of Reports in Pharmaceutical Sciences, 2: 111-115.
- Zhang, Q., Zhang, Y., Peng, S., Yirdaw E., and Wu, N. (2009). Spatial structure of Alpine trees in mountain Baima Xueshan on the southeast Tibetan plateau. Silva Fennica, 43: 197-208.



چالش‌ها و فرصت‌های سیستم CRISPR/Cas9 بعنوان ابزار ویرایش ژنوم کارآمد در توسعه گیاهان دارویی

محدثه خوش اندام^۱، الهام کریمی^۲، سویل راجی^۳، رضا شیخ اکبری مهر^۴، حسین سلطانی نژاد^{۳*}

^۱گروه پزشکی مولکولی، پژوهشکده بیوتکنولوژی پزشکی، پژوهشکده ملی مهندسی ژنتیک و بیوتکنولوژی، تهران، ایران

(mohi_khosh70@yahoo.com)

^۲گروه نانوبیوتکنولوژی، دانشکده علوم زیستی، دانشگاه تربیت مدرس، تهران، ایران

^۳گروه فناوری سلول‌های بنیادی و بازسازی بافت، دانشکده علوم و فناوری‌های میان رشته‌ای، دانشگاه تربیت مدرس، تهران، ایران

^۴گروه زیست شناسی، دانشکده علوم پایه، دانشگاه قم، قم، ایران

چکیده

فناوری CRISPR/Cas9 در سال‌های اخیر به عنوان یک ابزار قدرتمند برای ویرایش دقیق ژنوم در طیف وسیعی از موجودات زنده مطرح شده است. این روش، با ترکیبی از کارایی بالا، سهولت طراحی و هزینه نسبتاً کم، کاربردهای گسترده‌ای در حوزه‌های مختلف علوم زیستی پیدا کرده است. در زمینه گیاهان دارویی، CRISPR/Cas9 فرصتی منحصر به فرد برای بهبود صفات مهمی همچون افزایش تولید متابولیت‌های ثانویه، تقویت مقاومت به تنش‌های محیطی و بیماری‌ها، و ارتقای کیفیت ترکیبات مؤثره فراهم می‌کند. در این مقاله، ابتدا به مروری بر گیاهان دارویی و کاربرد آن‌ها و سپس بر مکانیزم عملکرد CRISPR/Cas9 و مزایای آن نسبت به سایر روش‌های ویرایش ژنوم پرداخته خواهد شد، همچنین کاربردهای عملی این سیستم در زمینه اصلاح و توسعه گیاهان دارویی و به چالش‌های فنی، مقرراتی و اخلاقی مرتبط با استفاده از گیاهان ویرایش شده با CRISPR/Cas9 مورد بحث قرار می‌گیرد و در انتها افق‌های آینده این فناوری در توسعه داروهای گیاهی بررسی می‌شود.

واژگان کلیدی: فناوری CRISPR/Cas9، گیاهان دارویی، مزایا و معایب



۱. مقدمه

گیاهان دارویی از دوران باستان در درمان بیماری‌ها و حفظ سلامت انسان نقش داشته‌اند و امروزه نیز در بسیاری از فرهنگ‌ها به عنوان بخشی از طب سنتی یا مکمل شناخته می‌شوند. دانش بهره‌گیری از این گیاهان در طب سنتی ریشه دارد و طی قرن‌ها با آزمون و خطا و مشاهده اثرات درمانی آن‌ها شکل گرفته است. استفاده از گیاهان دارویی در اقوام و فرهنگ‌های گوناگون، نشان می‌دهد که چگونه دانش گیاهی در سراسر جهان مورد توجه بوده و هر منطقه با توجه به شرایط محیطی و اقلیمی خود، مجموعه‌ای از گونه‌های بومی را برای درمان و پیشگیری از بیماری‌ها پرورش داده یا از طبیعت جمع‌آوری کرده است (A. Sharma et al. 2021). بسیاری از ترکیبات مؤثر در داروهای شیمیایی امروزی نیز نخستین بار از گیاهان شناسایی و استخراج شدند و پژوهش‌های علمی مدرن تلاش کرده‌اند تا با تحلیل ساختار این ترکیبات، داروهای مؤثرتری را برای درمان بیماری‌ها توسعه دهند. علاوه بر این، مصرف مستقیم برخی از گیاهان بدون نیاز به فرایندهای پیچیده شیمیایی، می‌تواند تأثیر مثبت بر سلامت داشته باشد و خطر عوارض جانبی داروهای شیمیایی را کاهش دهد. امروزه پیشرفت فناوری‌های زیستی و پزشکی باعث شده است تا پژوهشگران بتوانند علاوه بر شناسایی ترکیبات مؤثر در گیاهان دارویی، با ایجاد اصلاحات ژنتیکی یا بهبود روش‌های کشت و برداشت، به کیفیت بالاتر و عملکرد درمانی بهتر دست یابند. این گیاهان حاوی ترکیبات فعالی هستند که می‌توانند در طیف گسترده‌ای از بیماری‌ها مؤثر باشند. از مهم‌ترین کاربردهای آن‌ها می‌توان به تهیه عصاره‌ها و اسانس‌های دارویی اشاره کرد که در تولید داروها، مکمل‌های غذایی و محصولات آرایشی بهداشتی به کار می‌روند (Mishra et al. 2023).

استفاده از گیاهان دارویی در کنار روش‌های درمانی متداول در سرطان (شیمی درمانی، رادیوتراپی و جراحی) در سال‌های اخیر به شکل گسترده‌ای مورد توجه پژوهشگران قرار گرفته است. بسیاری از ترکیبات مؤثر در داروهای ضدسرطان نخستین بار از منابع گیاهی کشف شده‌اند و سپس به روش‌های صنعتی یا نیمه صنعتی تولید و عرضه شده‌اند. به عنوان مثال، پاکلیتاکسل (تاکسول) از درخت سرخدار (*Taxus brevifolia*) و وینکریستین و وینبلاستین از گیاه پروانش (*Catharanthus roseus*) از برجسته‌ترین نمونه‌ها در این حوزه به شمار می‌روند. بسیاری از گیاهان دارویی دارای ترکیبات فنولیک، ترپنوئیدها و آلکالوئیدهایی هستند که می‌توانند اثرات ضدسرطانی مختلفی از خود نشان دهند. این تأثیرات می‌تواند به صورت مهار تکثیر سلول‌های سرطانی، القای مرگ برنامه‌ریزی شده سلولی (آپوپتوز)، ممانعت از رگ‌زایی (آنژیوژنز) و کاهش التهاب باشد. برای مثال، کورکومین موجود در زردچوبه، کاتچین‌های موجود در چای سبز و رزوراترول موجود در انگور و توت نمونه‌هایی از ترکیبات طبیعی هستند که در برخی پژوهش‌ها اثرات بالقوه ضدسرطانی آن‌ها نشان داده شده است. افزون بر این، برخی از این ترکیبات با القای مکانیزم‌های محافظتی در سلول‌های سالم می‌توانند عوارض جانبی شیمی درمانی و رادیوتراپی را کاهش دهند و تحمل بیمار نسبت به درمان‌های مرسوم را بالا ببرند (M. Sharma et al. 2019).

با وجود پتانسیل امیدوارکننده گیاهان دارویی، باید توجه داشت که این ترکیبات ممکن است بسته به مقدار مصرف، نوع عصاره، روش استخراج و ویژگی‌های فردی بیمار نتایج متفاوتی داشته باشند. از این رو، پژوهش و ارزیابی دقیق پیش بالینی و بالینی برای هر ترکیب یا عصاره گیاهی ضروری است. همچنین، مصرف خودسرانه گیاهان دارویی در برخی موارد می‌تواند تداخلات دارویی ایجاد کرده یا اثربخشی روش‌های متداول درمان سرطان را کاهش دهد. به همین دلیل، توصیه می‌شود که



بیماران مبتلا به سرطان، قبل از شروع هرگونه درمان گیاهی یا مکمل، با تیم پزشکی خود مشورت کنند تا با بررسی شرایط بدنی و نوع درمان در حال اجرا، بهترین تصمیم گرفته شود (A. Sharma et al. 2021). هرچند منبع اولیه تهیه ترکیبات دارویی گیاهی، گیاهان موجود در محیط های طبیعی و یا گیاهان کشت شده می باشند، با این وجود، تهیه ترکیبات مذکور از چنین منابعی با محدودیت هایی همراه است، که برخی از این محدودیت ها عبارتند از: ۱- غلظت بسیاری از این ترکیبات در گیاهان موجود در طبیعت یا گیاهان کشت شده بسیار پایین است؛ به عنوان مثال غلظت متابولیت تاکسول معادل یک صدم درصد وزن خشک گیاه سرخدار است، در حالیکه غلظت برخی دیگر از متابولیت های گیاهی حتی از این مقدار نیز کمتر می باشد، ۲- بعضا ترکیبات مشابه فراوانی با ترکیب مورد نظر در گیاه وجود دارند که حضور آن ها فرآیند جداسازی و خالص سازی ترکیبات اصلی را پیچیده و پرهزینه می نماید، ۳- تولید به شدت متغیر است و عواملی مثل شرایط محیطی، تاثیر زیادی بر میزان تولید متابولیت ها دارند بنابراین راندمان تولید در این روش با نوسانات زیادی همراه است، ۴- فرآیند تولید ترکیبات دارویی از منابع سنتی گاهی بسیار طولانی است و ممکن است به چندین سال زمان نیاز داشته باشد، ۵- برخی گیاهان تولید کننده این ترکیبات، کمیاب و کند رشد هستند و در چنین شرایطی جمع آوری آن ها از طبیعت باعث آسیب به محیط زیست می شود (Zaidi et al. 2020).

ویرایش ژنوم در گیاهان دارویی یکی از پیشرفت های نوین در حوزه بیوتکنولوژی است که امکان بهبود و افزایش خواص دارویی این گیاهان را فراهم می کند. این فرآیند شامل تغییرات دقیق در DNA گیاهان به منظور ایجاد ویژگی های مطلوب مانند افزایش مقاومت به بیماری ها، بهبود تولید ترکیبات فعال، افزایش بازدهی و بهینه سازی شرایط رشد می باشد. یکی از ابزارهای کلیدی در این زمینه فناوری کریسپر Cas9- است که به دلیل دقت بالا و کارایی بالا در ویرایش ژن ها، به طور گسترده ای مورد استفاده قرار می گیرد (Arun et al. 2023).

۲. مواد و روش ها

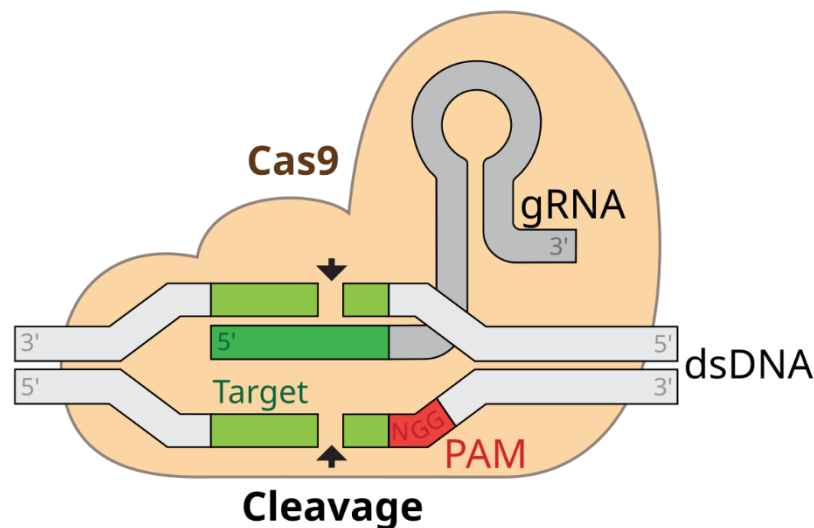
در این مقاله مروری از منابع معتبر و کلید واژگان فناوری CRISPR/Cas9، گیاهان دارویی، مزایا و معایب استفاده شد. مقالات مورد مطالعه معیارهای ورود و خروج لازم را کسب کردند و نتایج آن ها آنالیز گردید.

۳. نتایج

۳-۱. مرور کلی بر فناوری CRISPR/Cas9

کریسپر (CRISPR) که مخفف "تکرارهای پالیندروم کوتاه مرتب شده به طور منظم و فاصله دار" است، نوعی سیستم ایمنی تطبیقی در باکتری ها و آرکی ها محسوب می شود. این سیستم به میکروارگانیسم ها کمک می کند تا در برابر ویروس ها و سایر عوامل خارجی دفاع کنند. مکانیسم این سیستم شامل ذخیره سازی بخش هایی از DNA مهاجم در مناطق خاصی از ژنوم میزبان به نام آرایه های کریسپر است (Zaidi et al. 2020). این توالی های ذخیره شده به عنوان حافظه ای برای شناسایی حملات آینده استفاده می شوند. در طی حمله مجدد، RNA هایی به نام crRNA که از آرایه های کریسپر رونویسی می شوند، با توالی DNA مهاجم تطابق پیدا می کنند. این RNA ها با همکاری پروتئین های وابسته به کریسپر، مانند Cas9 یا Cas12، نقش راهنما را بازی می کنند و آنزیم های کریسپر را به سمت DNA هدف هدایت می کنند (شکل ۱). پس از شناسایی، پروتئین Cas DNA مهاجم را برش می دهد و آن را غیرفعال می کند. کریسپر به عنوان یک ابزار مهندسی ژنتیک تحولی عظیم در علوم

زیستی ایجاد کرده است. این سیستم به محققان اجازه می دهد تا ژنوم موجودات زنده را با دقت بالا ویرایش کنند. با استفاده از کریسپر، می توان توالی های ژنی خاص را حذف، اضافه یا تغییر داد. این فناوری در زمینه های مختلفی از جمله درمان بیماری های ژنتیکی، کشاورزی، و تولید داروهای زیستی کاربرد پیدا کرده است (Schachtsiek and Stehle 2019). مزیت کریسپر نسبت به ابزارهای دیگر مانند تالنس (TALENs) و زینک فینگر نوکلئازها (ZFNs) در سادگی طراحی، هزینه پایین تر و کارایی بالای آن است. با این حال، چالش هایی مانند ایجاد تغییرات ناخواسته در ژنوم و نگرانی های اخلاقی درباره استفاده از این فناوری نیز وجود دارند. به طور کلی، کریسپر به عنوان یک ابزار انقلابی در زیست شناسی و پزشکی شناخته می شود و پژوهش های بسیاری در حال انجام است تا قابلیت ها و محدودیت های آن بیشتر شناخته شود (Arun et al. 2023).

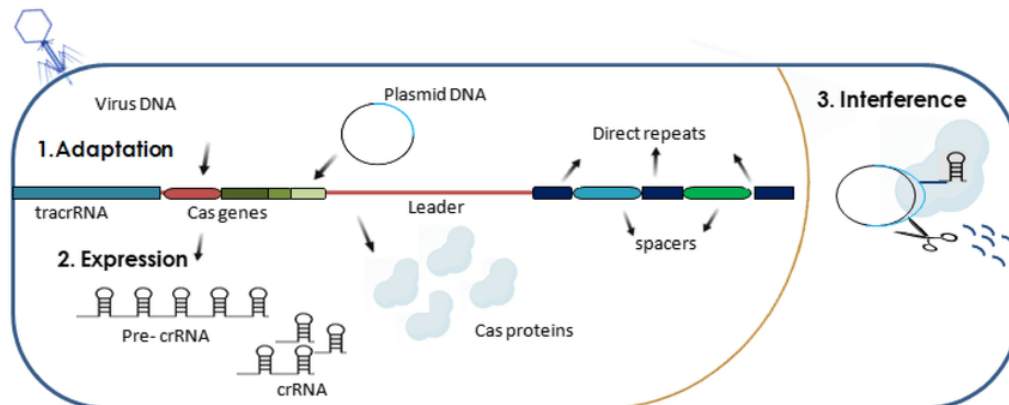


شکل ۱: سیستم ویرایش ژنوم شامل CRISPR/Cas9 و RNA هدایتگر (Siddique 2022)

۲-۳. مکانیسم عملکرد Cas9

مکانیسم عملکرد کریسپر به طور طبیعی در باکتری ها و آرکی ها به عنوان یک سیستم ایمنی تطبیقی عمل می کند که توانایی شناسایی و تخریب مواد ژنتیکی مهاجم مانند DNA یا RNA ویروسی را دارد. این سیستم شامل سه مرحله اصلی است: تطبیق، بیان، و مداخله. در مرحله تطبیق، هنگامی که یک باکتری توسط یک ویروس یا عامل مهاجم آلوده می شود، قطعات کوچکی از DNA مهاجم، که به عنوان توالی های پروتواسپیس (protospacer) شناخته می شوند، شناسایی و به آرایه های کریسپر در ژنوم باکتری وارد می شوند. این آرایه ها شامل توالی های تکراری و فواصل متمایز هستند که هر فاصله حاوی توالی ای از ماده ژنتیکی مهاجم است. این فرآیند باعث می شود آرایه های کریسپر به نوعی حافظه ایمنی تبدیل شوند. در مرحله بیان، آرایه های کریسپر رونویسی شده و به RNA تبدیل می شوند. این RNA ها به نام پیش RNA کریسپر یا pre-crRNA شناخته می شوند. سپس این پیش RNA به قطعات کوچکتری به نام crRNA پردازش می شود که هر یک شامل یک توالی راهنما از ماده ژنتیکی مهاجم و بخشی از توالی تکراری است. این crRNA ها با پروتئین های Cas (مانند Cas9، Cas12، یا Cas13) به یک کمپلکس فعال ایجاد کنند. در مرحله مداخله، کمپلکس crRNA-Cas با جستجوی توالی های هدف خاص در ماده ژنتیکی مهاجم عمل می کند (Chen et al. 2019). تطابق crRNA با توالی هدف به طور

خاص به حضور توالی PAM (توالی کوتاه مجاور پروتواسپیس) در نزدیکی توالی هدف بستگی دارد. PAM به عنوان یک نشانگر عمل می کند و تضمین می کند که پروتئین Cas به ماده ژنتیکی باکتریایی خود حمله نمی کند. پس از شناسایی توالی هدف، پروتئین Cas آن را برش می دهد. در سیستم Cas9، این برش معمولاً در هر دو رشته DNA انجام می شود و منجر به شکست دو رشته ای می شود (شکل ۲). در سیستم هایی مانند Cas12، علاوه بر برش DNA، گاهی تخریب غیرهدفمند RNAها نیز مشاهده می شود. این فرآیند تخریب ماده ژنتیکی مهاجم، عفونت را متوقف کرده و از بقای سلول میزبان محافظت می کند.



شکل ۲: مکانیسم ایمنی مبتنی بر کریسپر در باکتری ها (Chen et al. 2019)

۳-۳. کاربردها و چالش های فناوری CRISPR/Cas9 در توسعه گیاهان دارویی

محققان از CRISPR برای کشف راه های جدیدی برای بهبود مقاومت در برابر بیماری های محصولات و تحمل استرس محیطی در گیاهان استفاده می کنند که می تواند منجر به تولید محصولات جدید برای کمک به تغذیه و درمان جمعیت جهانی شود (Bigini et al. 2021; Haque et al. 2018). CRISPR/Cas9 دارای مزایای بسیاری نسبت به سایر فناوری های ویرایش ژنوم از جمله مالیتی پلکس، دقت بالا، مقرون به صرفه بودن و سادگی است. می توان آن را مستقیماً در گیاه اعمال کرد و زمان مورد نیاز برای اصلاح ژن های هدف را در مقایسه با فناوری های هدف گیری ژن کاهش داد. همچنین دارای ویژگی و تطبیق پذیری بالاتری نسبت به سایر تکنیک های جهش زامند ZFN و TALEN است (Bigini et al. 2021; Gupta et al. 2019).

یکی از مزایای عمده ویرایش ژنوم در گیاهان دارویی، افزایش تولید ترکیبات فعال دارویی است. با ویرایش ژن هایی که مسیرهای متابولیکی تولید ترکیبات دارویی را کنترل می کنند، می توان میزان تولید این ترکیبات را افزایش داد و کیفیت گیاهان را بهبود بخشید. به عنوان مثال، در گیاهان مانند زردچوبه، که حاوی کورکومین است، ویرایش ژنوم می تواند تولید این ماده مؤثر را افزایش دهد و اثرات ضدالتهابی و ضدسرطانی آن را تقویت کند (Chen and Gao 2014). علاوه بر افزایش تولید ترکیبات دارویی، ویرایش ژنوم می تواند مقاومت گیاهان دارویی را در برابر بیماری ها و شرایط محیطی سخت بهبود بخشد. با اصلاح ژن هایی که مسئول مقاومت به آفات، خشکی، شوری خاک یا تغییرات دما هستند، می توان گیاهان را برای رشد در محیط های نامساعد بهینه سازی کرد. این امر نه تنها بازدهی کشاورزی را افزایش می دهد، بلکه به کاهش استفاده از آفت کش ها و کودهای شیمیایی نیز کمک می کند که از نظر زیست محیطی مطلوب تر است. با وجود مزایای فراوان، ویرایش ژنوم در گیاهان



دارویی با چالش‌هایی نیز همراه است (Zaidi et al. 2020). یکی از این چالش‌ها مسائل اخلاقی و قانونی مرتبط با استفاده از گیاهان تراریخته است. برخی کشورها مقررات سختگیرانه‌ای در زمینه تولید و عرضه گیاهان تراریخته دارند که ممکن است فرآیند تحقیق و توسعه را پیچیده کنند. علاوه بر این، نگرانی‌هایی در مورد تأثیرات بلندمدت ویرایش ژنوم بر محیط زیست و سلامت انسان وجود دارد که نیازمند تحقیقات جامع و مستمر است. چالش دیگر، حفظ خواص دارویی گیاه پس از ویرایش ژنوم است. تغییرات ژنی ممکن است تأثیراتی غیرمنتظره بر ترکیبات فعال گیاه داشته باشد و ممکن است نیاز به ارزیابی‌های دقیق و گسترده برای اطمینان از ایمنی و اثربخشی داروهای تولید شده وجود داشته باشد. همچنین، فرآیندهای ویرایش ژنوم باید با دقت و کنترل‌های کیفی بالا انجام شوند تا از ایجاد تغییرات ناخواسته در ژنوم گیاه جلوگیری شود (Mishra et al. 2023). CRISPR/Cas9 می‌تواند اثرات خارج از هدف، پاسخ‌های ایمنی، جهش‌های موزائیکی و پیامدهای ناخواسته برای اکوسیستم ایجاد کند (Zhao et al. 2023).

با این وجود، پیشرفت‌های اخیر در فناوری‌های ویرایش ژنوم، از جمله توسعه سیستم‌های جدید کریسپر که دقت بیشتری دارند و می‌توانند تغییرات بیشتری را با حداقل اثرات جانبی اعمال کنند، امیدواری‌های زیادی را برای آینده ویرایش ژنوم در گیاهان دارویی ایجاد کرده‌اند. این فناوری‌ها به محققان امکان می‌دهند تا به صورت هدفمند و دقیق‌تر بر خواص دارویی گیاهان تأثیر بگذارند و گیاهانی با ویژگی‌های بهینه‌تری برای استفاده‌های پزشکی و دارویی تولید کنند. در نهایت، ویرایش ژنوم در گیاهان دارویی می‌تواند نقش مهمی در توسعه داروهای جدید و بهبود سیستم‌های بهداشتی ایفا کند. با ترکیب دانش ژنتیکی، بیوشیمیایی و فناوری‌های نوین، این حوزه می‌تواند به تولید گیاهانی با خواص دارویی بهبود یافته، افزایش دسترسی به درمان‌های مؤثرتر و کاهش هزینه‌های تولید داروهای گیاهی کمک کند. به علاوه، این فناوری می‌تواند به حفظ تنوع زیستی و استفاده پایدار از منابع طبیعی نیز کمک نماید، که از اهمیت ویژه‌ای در عصر تغییرات اقلیمی و نیاز به راهکارهای پایدار برخوردار است (Chen et al. 2019).

۴. بحث و نتیجه‌گیری

آینده اصلاح نباتات نوید پیشرفت‌هایی را از طریق ابزارهای ژنتیکی، تکنیک‌های اصلاح دقیق و محصولات مقاوم در برابر آب و هوا برای رسیدگی به امنیت غذایی جهانی می‌دهد. منابع کلیدی ژنومی شامل نشانگرهای ژنتیکی، ژنوم‌های مرجع، پایگاه‌های اطلاعاتی، رونوشت‌ها و پروفایل‌های بیان ژن است. این ابزارها برای شناسایی ژن‌های مرتبط با صفات مطلوب، درک تنوع ژنتیکی و تسریع برنامه‌های اصلاحی حیاتی هستند. نشانگرهای مولکولی با امکان انتخاب گیاهان مقاوم به بیماری، مقاوم به خشکی و با عملکرد بالا منجر به تقویت و توسعه سریع‌تر محصولات می‌شود. این به پرورش دهندگان این امکان را می‌دهد تا گیاهانی را با بالاترین پتانسیل ژنتیکی انتخاب و تکثیر کنند و چرخه‌های اصلاحی را به طور قابل توجهی کوتاه کرده و کارایی بهبود صفت را افزایش دهند. فناوری‌های ویرایش ژنوم، مانند CRISPR-Cas9، دقت بی‌سابقه‌ای را در افزایش محصول ارائه می‌دهند. آنها امکان اصلاح هدفمند ژن‌های خاص را برای معرفی یا تقویت صفات مطلوب و در عین حال به حداقل رساندن تغییرات ناخواسته فراهم می‌کنند. CRISPR/Cas-9 و سیستم‌های مرتبط (مانند CRISPR/Cas-12 و CRISPR/Cas-13) به دلیل دقت، کارایی، مقرون به صرفه بودن و سادگی به عنوان ابزارهای پیشگامانه برای ویرایش ژنوم



شناخته می شوند. این فناوری ها اصلاحات بسیار دقیق ژنوم های هسته ای را تسهیل می کنند. با این حال، یک چالش مهم، پتانسیل جهش های خارج از هدف است که می تواند منجر به فوتیپ های مضر و محدود کردن کاربرد گسترده تر و ویرایش ژنوم شود. برای پرداختن به این موضوع، انواع جدید CRISPR/Cas در حال توسعه هستند، و سیستم های موجود برای به حداقل رساندن اثرات خارج از هدف با انتخاب RNA های راهنمای منفرد (sgRNA) با مکان های پیش بینی شده کمتر بر اساس یک توالی ژنوم مرجع جامع بهبود می یابند. ویرایش ژنوم پتانسیل بسیار زیادی برای ایجاد محصولات با محتوای غذایی بهبود یافته، کاهش حساسیت به آفات و بیماری ها و افزایش انعطاف پذیری محیطی دارد. در مجموع، این ابزارها در توسعه انواع محصولاتی که با چالش های جمعیت رو به رشد جهانی، تغییر اقلیم و شیوه های کشاورزی پایدار پاسخ می دهند، مفید هستند.

منابع

- Arun, Muthukrishnan, Halka, Jayachandran, and Kowsalya, Kumaresan (2023), 'CRISPR/Cas9: a novel genetic tool to manipulate plant secondary metabolite pathways', *Genetic Manipulation of Secondary Metabolites in Medicinal Plant* (Springer), 45-57.
- Bigini, Valentina, et al. (2021), 'Biotechnological resources to increase disease-resistance by improving plant immunity: A sustainable approach to save cereal crop production', *Plants*, 10 (6), 1146.
- Chen, Kunling and Gao, Caixia (2014), 'Targeted genome modification technologies and their applications in crop improvements', *Plant cell reports*, 33, 575-83.
- Chen, Kunling, et al. (2019), 'CRISPR/Cas genome editing and precision plant breeding in agriculture', *Annual review of plant biology*, 70 (1), 667-97.
- Gupta, Darshana, et al. (2019), 'CRISPR-Cas9 system: A new-fangled dawn in gene editing', *Life sciences*, 232, 116636.
- Haque, Effi, et al. (2018), 'Application of CRISPR/Cas9 genome editing technology for the improvement of crops cultivated in tropical climates: recent progress, prospects, and challenges', *Frontiers in plant science*, 9, 617.
- Mishra, Reema, Agarwal, Preeti, and Mohanty, Aparajita (2023), 'Applications of genome editing techniques for the improvement of medicinal plants', *Phytochemical Genomics: Plant Metabolomics and Medicinal Plant Genomics* (Springer), 545-69.
- Schachtsiek, Julia and Stehle, Felix (2019), 'Nicotine-free, nontransgenic tobacco (*Nicotiana tabacum* L.) edited by CRISPR-Cas9', *Plant biotechnology journal*, 17 (12), 2228.
- Sharma, Akshay, et al. (2021), 'Medicinal plants and their components for wound healing applications', *Future Journal of Pharmaceutical Sciences*, 7 (1), 1-13.
- Sharma, Munish, et al. (2019), 'Metabolic engineering strategies for enhancing the production of bio-active compounds from medicinal plants', *Natural Bio-active Compounds: Volume 3: Biotechnology, Bioengineering, and Molecular Approaches*, 287-316.
- Siddique, Summra (2022), 'Role of CRISPR/Cas9 in soybean (*Glycine max* L.) quality improvement', *Soybean-Recent Advances in Research and Applications* (IntechOpen).
- Zaidi, Syed Shan-e-Ali, et al. (2020), 'Engineering crops of the future: CRISPR approaches to develop climate-resilient and disease-resistant plants', *Genome biology*, 21 (1), 289.
- Zhao, Fang, et al. (2023), 'Application of CRISPR/Cas9-based genome editing in ecotoxicology', *Environmental Pollution*, 122458.



مان ترنجبین، محصول فعالیت تغذیه ای حشره *Poophilus costalis* (Walker, 1851) برروی گیاه دارویی خارشتر

محمد مهدی ربیع^{۱*} و مسلم رستم پور^۲

^{۱*} گروه گیاهپزشکی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه بیرجند، بیرجند (mmrabie@birjand.ac.ir)

^۲ گروه مرتع و آبخیزداری، دانشکده محیط زیست و منابع طبیعی، دانشگاه بیرجند، بیرجند

چکیده

اقلیم‌های خشک و نیمه‌خشک، که بخش وسیعی از جهان و ایران را شامل می‌شوند، با محدودیت منابع آبی و پوشش گیاهی مواجه‌اند. اما این مناطق، به دلیل شرایط خاص، ظرفیت تولید محصولات طبیعی مانند گیاهان دارویی را دارند. خارشتر، یکی از گیاهان خاص این اقلیم‌ها، به دلیل تولید مان ارزشمند ترنجبین از اهمیت بالایی برخوردار است. ترنجبین، ماده‌ای شیرین و متبلور، در اثر تعامل زنجرک‌ها با گیاه خارشتر تولید می‌شود. این ماده با خواص دارویی، تغذیه‌ای و اقتصادی، جایگاهی ویژه در اقتصاد محلی دارد و نقش مهمی در جلوگیری از مهاجرت روستاییان ایفا می‌کند. روش‌های برداشت سنتی ترنجبین با چالش‌هایی مواجه‌اند و نیاز به مکانیزاسیون برای افزایش بهره‌وری و کاهش آسیب به گیاهان احساس می‌شود. همچنین، توسعه روش‌های پرورش انبوه زنجرک‌ها می‌تواند تولید ترنجبین را افزایش دهد. با توجه به مطالعات موفق در دیگر کشورها، امکان توسعه چنین روش‌هایی در ایران وجود دارد. از منظر اقتصادی، ترنجبین به‌عنوان محصولی با پتانسیل صادراتی می‌تواند فرصت‌های کارآفرینی ویژه‌ای، به‌ویژه برای زنان و جوانان روستایی، ایجاد کند. صنایع جانبی مانند تولید دارو، مواد غذایی و محصولات آرایشی نیز به رشد اقتصاد محلی و ملی کمک خواهند کرد. با توجه به اهمیت دارویی ترنجبین در طب سنتی، گسترش تولید آن، علاوه بر ایجاد اشتغال، نقش مهمی در حفظ تنوع زیستی و توسعه پایدار ایفا خواهد کرد. حمایت از این صنعت می‌تواند الگویی موفق برای استفاده از منابع اقلیم‌های خشک ارائه دهد.

واژگان کلیدی: آفت، اقلیم خشک، ترنجبین، خارشتر



۱. مقدمه

اقلیم‌های خشک و نیمه‌خشک که بخش وسیعی از جهان، به‌ویژه ایران، را در بر می‌گیرند، به دلایل متنوعی با محدودیت‌های فزاینده منابع آبی و پوشش گیاهی روبه‌رو هستند. این مسئله در کنار افزایش فزاینده تقاضا برای مواد غذایی در جمعیت‌های ساکن در این مناطق، نوید دهنده آینده پرچالشی خواهد بود. اما این مناطق به دلیل شرایط آب و هوایی خاص، ظرفیت‌های منحصر به فردی برای تولید محصولات طبیعی ارائه می‌دهند. گیاهان دارویی مختلفی که در این مناطق رشد می‌کنند، به دلیل فراوانی و سهولت برداشت، مورد توجه بسیاری از ساکنین محلی قرار گرفته‌اند و فواید غذایی و دارویی گسترده‌ای برای آنها داشته‌اند. گیاه دارویی خارشر یکی از گیاهان دارویی خاص مناطق بیابانی خشک و نیمه‌خشک کشور و استان محسوب می‌گردد. اهمیت و ویژگی‌های آن از جنبه‌های مختلف اقتصادی دارویی، علوفه‌ای و زیست محیطی مطرح بوده و جایگاه خاصی به این گونه بخشیده است. این گیاه برخلاف دیدگاه عوام یک گیاه مزاحم و هرز نبوده، بلکه از نظر اقتصادی و زیست محیطی خصوصیات منحصر بفردی را دارا است و با تولید علوفه و مان ترنجبین در بسیاری از مناطق محروم استان بویژه استان خراسان جنوبی زمینه امرار معاش و کسب درآمد بیشتر برای روستائیان بوده و موجبات دلگرمی و پابندی ایشان به زادگاهشان را فراهم نموده است. بهره‌برداری از این گیاه دارویی بعنوان یکی از عوامل مؤثر در پیشگیری از مهاجرت روستائیان به شهرها محسوب می‌گردد. علاوه بر خاطر ویژگی‌های رویشی گیاه عمق ریشه خصوصیات مرفولوژیکی اندامهای هوایی گیاه و مقاومت آن به شوری و خشکی و سازگاری آن در مناطق بیابانی، نیمه بیابانی و خشک و همچنین ارزش و اهمیت آن از نظر تأمین علوفه زمستانه دامها باید بیش از پیش مورد توجه قرار گیرد. از جمله محصولات ارزشمند این گیاه دارویی، ترنجبین است که به دلیل خواص دارویی، تغذیه‌ای و اقتصادی، جایگاه ویژه‌ای در اقتصادهای محلی دارد و حمایت و توسعه تولید آن موجب رشد اقتصادهای محلی و به دنبال آن رشد اقتصاد کشور می‌شود (Sdiq & Saeed, 2019; Rameshk et al., 2023).

تاریخچه استفاده از مان‌ها در ایران به هزاران سال پیش باز می‌گردد و آشنایی غربی‌ها با مان‌های ایرانی به قرن ۱۶ میلادی باز می‌گردد (Ramezany et al., 2013). اگرچه ترنجبین مهم‌ترین مان از نظر اقتصادی در بازار گیاهان دارویی ایران است و پتانسیل خوبی برای صادرات آن وجود دارد، اما اطلاعات کمی در مورد روش تولید طبیعی و شرایط موثر بر آن و کاربردهای درمانی و تغذیه‌ای آن وجود دارد. همچنین هیچ مطالعه‌ای در زمینه امکان توسعه تولید انبوه این فرآورده در ایران انجام نشده است. توجه به اهمیت اقتصادی و اجتماعی ترنجبین و دیگر مان‌ها در جوامع محلی به همراه پتانسیل صادراتی آن‌ها، می‌تواند نقش کلیدی در بهبود وضعیت اقتصادی مناطق خشک کشور ایفا کند. تحول تولید و افزایش بهره‌برداری صحیح از مان‌ها، علاوه بر ایجاد اشتغال، می‌تواند در توسعه پایدار و حفظ تنوع زیستی این مناطق و به دنبال آن توسعه پایدار کشور مؤثر باشد.

۲. مواد و روش‌ها

۲-۱. تعریف مان و ترنجبین

ترشحات شیرین و چسبناکی که در نتیجه فعالیت تغذیه‌ای حشرات بر روی برخی گیاهان تولید می‌شود و بر روی بخش‌های مختلف گیاه به شکل متبلور و جامد باقی می‌ماند، مان نامیده می‌شود. انواع مختلف مان‌ها در ایران شامل گز خانسار یا گزانگبین

(تولید شده از گیاه گون، *Astragalus adscendens*) (ضیایی و همکاران، ۲۰۱۱)، گز شهداد یا شوره گز (تولید شده از گونه های مختلف گیاه گز، *Tamarix spp.*) (رحمانی، ۱۳۸۲)، شیرخشت (تولید شده از گونه های مختلف گیاه شیرخشت، *Cotoneaster spp.*) (فخری و همکاران، ۱۳۹۴)، شکر تیغال (تولید شده از گونه های مختلف گیاه شکر تیغال، *Echinops spp.*) (دریکوند و همکاران، ۱۴۰۱)، بیدخشت (تولید شده از گونه های مختلف گیاهان بید، *Salix spp.*) (دینی و همکاران، ۱۳۸۰)، گز علفی (تولید شده از درختان بلوط) (سالم و همکاران، ۱۴۰۰) و ترنجبین است که هر کدام ویژگی ها و ارزش اقتصادی خاصی دارند (رحمانی، ۱۳۸۲، Rameshk et al., 2023؛ Sdiq & Saeed, 2019؛ Khoshbin et al., 2023).

ترنجبین، به صورت یک ماده شیرین رزینی و نیمه مایع است که روی برگ ها و شاخه های بوته های خارشتر ظاهر می شود. این نوع مان پس از خشک شدن به شکل دانه های سفید جامد و متبلور دیده می شود که به تدریج به رنگ های زرد و قهوه ای تغییر می کند. این ماده عمدتاً از کربوهیدرات ها تشکیل شده و حاوی مقادیر کمی از پروتئین ها و چربی ها است. ویژگی های شیمیایی ترنجبین بسته به منطقه برداشت و شرایط زیستی متفاوت است. ترنجبین یکی از مشهورترین انواع مان در ایران است و از گونه گیاه خارشتر ایرانی (*Alhagi persarum* Boiss. & Buhse) تولید می شود (تصویر ۱). این ماده به دلیل خواص دارویی مختلف همواره مورد توجه پزشکی سنتی و مدرن بوده است. نام آن از واژه فارسی «تر-انگین» به معنای «عسل مرطوب» گرفته شده است. در منابع مختلف فارسی با نام های دیگری مانند عسلک، عسل شبنم، عسل ترنجبین، عسل شتر و عسل گل سرخ نیز شناخته می شود (تکاور و محمدی، ۱۳۸۷، یغمایی و کریم پور، ۱۳۸۷).



۲-۲. گیاه دارویی خارشتر

خارشتر (*Alhagi spp.*)، گیاهی چندساله از خانواده حبوبات (Fabaceae)، بومی مناطق ایرانی-تورانی بوده و به عنوان یک بوته خاردار با قابلیت سازگاری بالا به شرایط خشک و شور شناخته می شود. اگرچه این گیاه عمدتاً به عنوان یک علف هرز در نظر گرفته شده است، اما ویژگی هایی مانند رشد مطلوب، تحمل بالا به خشکی و شوری، کیفیت مناسب علوفه و کاربردهای دارویی، آن را به گزینه ای بالقوه برای کشت در سیستم های زراعی و علوفه ای تبدیل کرده است. از میان گونه های مختلف این جنس، مهم ترین آن ها شامل *A. kirgisorum*، *A. graecorum*، *A. canescens*، *A. maurorum* و *A. nepalensis* و *A.*



sparsifolia هستند که در این میان، *A. maurorum* و *A. graecorum* بیشترین پراکنش را در ایران دارند. چرخه فنولوژیکی خارشتر شامل هفت مرحله اصلی، شامل جوانه زنی، رویش شاخه های اصلی، ایجاد انشعابات فرعی، غنچه دهی، گل دهی، میوه دهی و رسیدگی بذور است. این فرایند در مناطق کویری ایران حدود هفت ماه به طول می انجامد؛ به طوری که گیاه در اواخر اسفندماه جوانه زنی کرده، در اوایل اردیبهشت غنچه داده، در میانه اردیبهشت گل دهی را آغاز نموده و تا پایان اردیبهشت به مرحله میوه دهی می رسد. بذرها در طول تابستان به بلوغ کامل رسیده و آماده انتشار می شوند (جدول ۱). خارشتر عمدتاً در خاک های خشک، صخره ای و شور رشد کرده و در اقلیم های معتدل و گرمسیری در سراسر جهان یافت می شود. این گیاه بومی مناطقی از جمله هند، آسیای صغیر، جنوب روسیه و شمال آفریقا بوده و به عنوان بخشی از فلور طبیعی ایران، ترکیه غربی و قبرس محسوب می شود. پراکنش وسیع آن در کشورهایی همچون ایران، عربستان، فلسطین، سوریه، عراق، پاکستان، قفقاز، آسیای مرکزی و افغانستان به ثبت رسیده است. در ایران، خارشتر در اکثر نقاط از جمله مناطق مرکزی، شمال شرقی، شرق، جنوب شرقی، شمال غربی، البرز و حومه تهران به فراوانی رویش دارد. این گیاه به دلیل سازگاری بالا به شرایط خشک و نیمه خشک، در خاک های قلیایی بهترین رشد را نشان می دهد. از جنبه دارویی، خارشتر از دیرباز مورد توجه بوده و شاخساره آن در درمان اختلالات گوارشی، سنگ کلیه و دردهای رماتیسمی کاربرد دارد. همچنین برگ های این گیاه به عنوان علوفه ارزشمند، مورد تغذیه دام هایی همچون شتر و بز قرار می گیرد (پیراسته انوشه و همکاران، ۱۴۰۰؛ شمس الدین سعید، ۱۴۰۲).

۳-۲. روش های تولید و بهره برداری

بطور کلی فرآیند تولید مان ها در ایران و شرایط موثر بر آن بطور دقیق مورد مطالعه قرار نگرفته است اما مشخص شده است که تولید مان ها به برهمکنش بین حشرات و گیاهان میزبان آنها وابسته است. در مورد ترنجبین، فعالیت حشره نیم بالپوش با نام علمی *Poophilus costalis* (Walker, 1851) از خانواده زنجرک های Aphrophoridae روی گیاه خارشتر منجر به تولید این ماده شیرین می شود (تصویر ۲) (یغمایی و کریم پور، ۱۳۸۷).

۳-۲-۱. حشره شناسی عامل مولد ترنجبین

حشرات خانواده Aphrophoridae متعلق به بالاخانواده زنجرک های Cercopoidea و راسته حشرات نیم بالپوش (Hemiptera) است. نیم بالپوشان شامل انواع سن ها، شته ها، زنجره ها و زنجرک ها می باشند که همگی در خصوصیت متمایزکننده این راسته یعنی تغذیه از طریق خرطوم مفصلی مشترک هستند (Ranieri et al., 2020). این خانواده همراه با Cercopidae بزرگترین خانواده های بالاخانواده Cercopoidea یا زنجرک های بزاقی (spittlebugs) را تشکیل میدهند (Ranieri et al., 2020) و در ایران تنها نمایندگان شناخته شده این بالاخانواده محسوب می شوند (Mozaffarian & Wilson, 2015). مشابه سایر اعضای Cercopoidea، پوره های این خانواده با ترشح بزاق، توده ای کف آلود تولید می کنند که دلیل نام گذاری آن ها به زنجرک های بزاقی (spittlebugs) است. این کف حاصل مایع نیمه هضم شده آوند چوبی (xylem) است که پس از دفع از دستگاه گوارش پوره، با ترکیبات موکوپلی ساکاردیدی و پلی پپتیدی ترشح شده از لوله های مالپیگی ترکیب



می‌شود. این پوشش کف آلود، نقش حفاظتی برای پوره‌ها داشته و آن‌ها را از خشکی، شکارچیان و پارازیتوئیدها مصون نگه می‌دارد، هرچند برخی شکارچیان تخصصی توانایی شناسایی آن‌ها را در داخل این توده دارند. در مرحله بلوغ، این حشرات دیگر کف تولید نمی‌کنند و به جای آن، قطرات ریز آب دفع می‌کنند. رنگ تیره بدنشان نیز احتمالاً در استتار و کاهش احتمال شکار شدن مؤثر است. زنجبرک‌های خانواده Aphrophoridae پراکندگی گسترده‌ای در سطح جهان دارند و در بیشتر زیستگاه‌های خشکی قابل مشاهده هستند (Mozaffarian & Wilson, 2015).

بالاخانواده Cercopoidea بزرگ‌ترین گروه از حشراتی است که از آوند چوبی تغذیه می‌کنند و اغلب گونه‌های آن دارای رژیم غذایی الیگوفاژ (Oligophagous) یا پلی‌فاژ (Polyphagous) هستند. بررسی‌ها نشان داده‌اند که بسیاری از این حشرات تمایل زیادی به تغذیه از گیاهان تثبیت‌کننده نیتروژن، به‌ویژه لگوم‌ها (Legumes)، دارند. برخی از گونه‌های این گروه به‌عنوان آفات مهم کشاورزی شناسایی شده‌اند که روی محصولات مهم چون برنج، نیشکر، توت‌فرنگی، یونجه، گیاهان چندساله و گیاهان مرتعی خسارت وارد می‌کنند. اثرات مخرب این آفات شامل بروز فیتوتوکسمی (Phytotoxemia)، کلروز (Chlorosis)، کاهش رشد گیاه، کاهش تعداد گل و شاخه‌های جانبی، کاهش نرخ فتوسنتز، افت بیوماس و توان زیستی (Fitness)، تغییر در ترکیب گونه‌ای جوامع گیاهی، تخریب مراتع و کاهش کیفیت خاک است. تاکنون، ۱۰ گونه از خانواده Aphrophoridae در ایران گزارش شده است که گونه مولد ترنجبین یکی از آنهاست (Mozaffarian & Wilson, 2015).

زنجبرک *P. costalis* گونه‌ای با رژیم غذایی بسیار گسترده است که از ۳۷ گونه گیاهی متعلق به خانواده‌های مختلف تغذیه می‌کند و دامنه پراکنش وسیعی در آفریقا و آسیا دارد. این گونه قادر است در ارتفاعاتی بین صفر تا ۱۹۶۰ متر فعالیت کند. بر اساس مطالعات گذشته، حضور این زنجبرک روی گیاهان هالوفیل، در شالیزارهای خشک شده، استپ‌های دارای گیاهان خانواده Zygophyllaceae و همچنین روی جنس‌های *Tamarix* (گز) و *Alhagi* (خارشتر) گزارش شده است. این گونه به‌عنوان یک آفت بر روی ذرت خوشه‌ای در نیجر ثبت شده و در ایران نیز از آن به‌عنوان یک آفت نسبتاً کم‌اهمیت روی *Tamarix* یاد شده است. *P. costalis* از نظر دامنه پراکنش، وسیع‌ترین گونه در جنس *Poophilus* محسوب می‌شود و در بیشتر کشورهای آفریقایی و همچنین بخش‌های گسترده‌ای از آسیا، از ایران گرفته تا چین و کره جنوبی، یافت شده است (Mozaffarian & Wilson, 2015).

۲-۳-۲. شرایط و روش تولید ترنجبین توسط زنجبرک

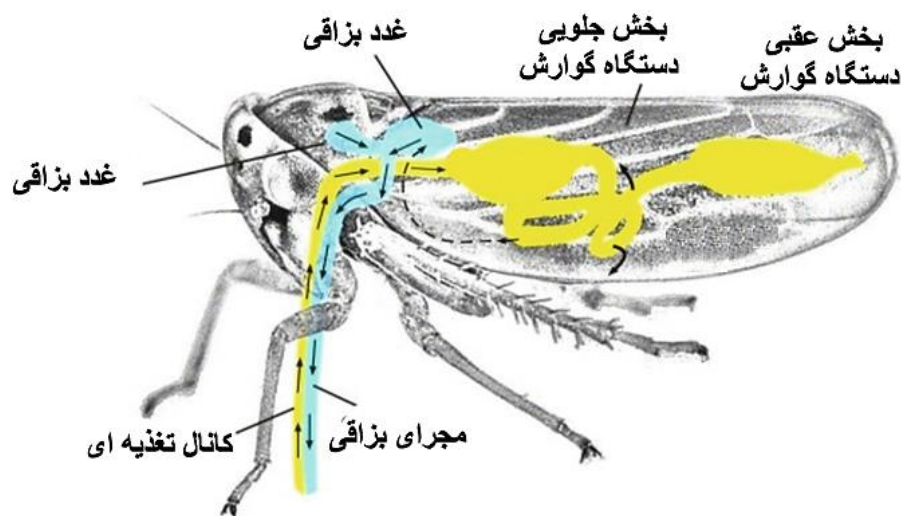
طبق بررسی‌های عسکرزاده (۱۳۸۰) ترنجبین فقط در مناطق انتشار این حشره بر روی گیاه خارشتر تولید می‌شود و در سایر مناطق مانند مناطق شمالی خراسان رضوی و خراسان شمالی که به علت سردتر بودن اقلیم این زنجبرک انتشار ندارد، ترنجبین نیز تولید نمی‌شود. آنها با بررسی عوامل مختلفی که ممکن است بر تولید ترنجبین در گیاه خارشتر مؤثر باشند، به این نتیجه رسیدند که تولید ترنجبین در گیاه دارویی خارشتر تنها توسط فعالیت تغذیه‌ای زنجبرک نامبرده شده انجام می‌شود. بنابراین اگر چه دامنه پراکنش گونه گیاه دارویی خارشتر تولید کننده این مان زیاد است و در اکثر مناطق ایران تا ارتفاع ۴۰۰۰ متر از سطح دریا انتشار دارد، اما فقدان حشره مولد مان در تمامی مناطق پراکنش گیاه میزبان تولید ترنجبین را در ایران محدود به مناطق گرم و خشک

به ویژه حاشیه کویر در استانهای خراسان رضوی، خراسان جنوبی و یزد، تبریز، طبس، زرنند، نگرود و بوشهر نموده است (سلیمانی، ۱۴۰۰). مان ترنجبین همچنین به صورت محدود در برخی مناطق افغانستان، عربستان، مصر، سوریه، هند و پاکستان نیز تولید می شود (قالیافان، ۱۳۹۳).

این حشرات با تغذیه از شیر گیاه، ماده ای چسبناک و شیرینی به نام عسلک را از محل مخرج دفع می کنند که پس از قرار گرفتن روی شاخه ها و برگ های گیاه خشک و متبلور شده و به عنوان مان جمع آوری می شود. زمان تولید ترنجبین در مناطق مختلف وابسته به زمان فعالیت حشره است و با شروع فصل پاییز و سرد شدن هوا، جمعیت حشرات کاهش می یابد و تولید این مان نیز به حداقل می رسد (تصویر ۳).



تصویر ۲. زنجرک *Poophilus costalis* (Walker, 1851) از خانواده Aphrophoridae



تصویر ۳- بخش های مختلف دستگاه گوارش و روش تغذیه زنجرک مولد ترنجبین و تولید مواد کف مانند (Weintraub et al., 2019).



این زنجرک دارای ۵ سن پورگی و ۳ نسل در سال است. فعالیت نسل اول آن روی گیاه خارشر از اوایل اردیبهشت آغاز می شود ولی عسلک تولید شده آنها به صورت شیرابه ای فاقد طعم شیرین و خاصیت تبلور است که پس از خشک شدن به صورت پودر سفید رنگ روی بوته خارشر باقی می ماند و به ترنجبین تبدیل نمی شود. پوره های نسل دوم بسته به دمای هوا از اواسط تیر ماه روی گیاه خارشر ظاهر می شوند و نسبت به نسل قبلی پر تحرک تر و جهنده تر هستند و در سرشاخه های بوته خارشر مستقر شده و عسلک ترشحی آنها به صورت بلورهای مان ترنجبین توسط پوره های این نسل در اوایل مرداد تولید می شود. فعالیت نسل سوم نیز مشابه نسل دوم است. تولید مان ترنجبین بسته به اقلیم منطقه می تواند تا نیمه پاییز ادامه داشته باشد. این حشره زمستان را به صورت تخم در زیر پوست طوقه گیاه خارشر می گذراند (یغمایی و کریم پور، ۱۳۸۷). مراحل بیولوژی این حشره و همزمانی آن با مراحل رشد گیاه میزبان آن در جدول ۱ نشان داده شده است.

جدول ۱- مراحل بیولوژی زنجرک مولد ترنجبین و همزمانی آن با مراحل فنولوژی گیاه خارشر

مرحله فنولوژیکی خارشر	زمان وقوع	توضیحات	مرحله بیولوژی زنجرک	توضیحات
جوانه زنی	اواخر اسفند	خروج جوانه اولیه از بذر ها و سبز شدن گیاه	خواب زمستانی تخم ها	-
رشد شاخه های اصلی	فروردین	مرحله رویشی گیاه	خواب زمستانی تخم ها	-
ایجاد انشعابات فرعی	اواخر فروردین تا اوایل اردیبهشت	افزایش سطح فتوسنتز و ذخیره سازی مواد غذایی	خواب زمستانی تخم ها	-
غنچه دهی	اوایل اردیبهشت	ورود گیاه به فاز زایشی	خواب زمستانی تخم ها	-
گل دهی	اواسط اردیبهشت	آغاز فرایند گرده افشانی	پوره های سن اول و دوم	خروج پوره های سن اول و تولید کف در پایین شاخه ها
میوه دهی	اواخر اردیبهشت	نیام های باریک شروع به رشد می کنند.	پوره های سن سوم و چهارم	ادامه تغذیه پوره ها و تولید کف در شاخه های بالاتر
رسیدن میوه	خرداد	نیام ها تکمیل می شوند.	پوره های سن پنجم و بالغ	در ارتفاعات بالاتر گیاه مستقر می شوند.
رسیدگی بذور	تابستان (تیر تا مرداد)	رسیدگی بذر ها و آمادگی انتشار در محیط	جفت گیری و تخم گذاری نسل اول	روی سرشاخه ها تغذیه و کف رقیق ترشح میکنند که متبلور نمیشود.
رسیدگی بذور	تابستان (تیر تا مرداد)	تولید بذر	ظهور پوره های نسل دوم	تغذیه پوره های نسل دوم و تولید اولین بلورهای ترنجبین در اثر تبلور کف تولید شده
انتشار بذور	تابستان (تیر تا مرداد)	تولید بذر	پوره های نسل دوم و بالغین	بلورهای ترنجبین به تدریج درشت تر می شوند.
انتشار بذور	شهریور تا مهر ماه	تولید بذر	ظهور نسل سوم و بروز حداکثر جمعیت زنجرک	حداکثر تولید ترنجبین



۲-۳-۳. برداشت و بهره برداری ترنجبین

فصل برداشت ترنجبین از اواخر بهار تا پاییز، بسته به شرایط اقلیمی منطقه آغاز می شود. ترنجبین معمولاً در شب ترشح می شود و باید در صبح زود جمع آوری گردد. ترنجبین با تکاندن بوته های خشک شده به داخل پارچه یا ظرف جمع آوری می شود. سپس برگ ها، خارها و سایر ناخالصی ها از آن جدا شده و در معرض آفتاب خشک می شود و سپس با استفاده از الک تصفیه می شود تا محصول نهایی به دست آید. باقی مانده ترنجبین که همچنان به ساقه ها چسبیده است می تواند با حل کردن در آب، صاف کردن ناخالصی های جامد و در نهایت تبخیر آب تا تبلور مجدد به ذرات کوچک و متراکم قابل دستیابی است ولی کیفیت پایین تری دارد. ترنجبین زمانی که قطعات به طور قابل توجهی بزرگ تر و خلوص بالاتر، قیمتی ۲ تا ۳ برابر بیشتر از سایر انواع دارد. با وجود روش های سنتی برداشت، جداسازی کامل ناخالصی ها از نظر اقتصادی امکان پذیر نیست و بنابراین، ترنجبین تجاری معمولاً حاوی مقداری ناخالصی است و با زحمت های فراوانی همراه است. بنابراین از آن جا که قیمت محصول خالص ترنجبین در بازار به منظور استفاده در صنایع دارویی و غذایی بسیار بالاتر است، استفاده از روش های مدرن و تجهیزات پیشرفته مانند سیستم های مکانیزه برداشت و فرآوری می تواند به افزایش بازدهی محصول کمک بسیاری کند. بهینه سازی فرآیند برداشت و کاهش آسیب به گیاهان میزبان از اهداف اصلی این روش ها باید باشد. علاوه بر این، آموزش کشاورزان در استفاده از روش های پایدار می تواند تأثیر قابل توجهی بر افزایش بهره وری و حفاظت از محیط زیست طبیعی گیاه دارویی خارشتر داشته باشد (عسکرزاده، ۱۳۸۰، یغمایی و کریم پور، ۱۳۸۷).

۳. نتایج

۳-۱-۱. پرورش انبوه زنجبرک و افزایش میزان تولید ترنجبین در کشور

پرورش انبوه زنجبرک *P. costalis* و رهاسازی آن ها در زیستگاه های طبیعی بسیار وسیع خارشتر در استان های مختلف کشور می تواند موجب افزایش شدید تولید ترنجبین در کشور گردد. پرورش انبوه حشرات مدتی است که در کشور مورد توجه قرار گرفته است و گونه های مختلفی از حشرات برای مصارف گوناگون پرورش داده می شوند اما هیچ پژوهشی در زمینه پرورش انبوه زنجبرک ها در ایران انجام نشده است.

پرورش گونه های زنجبرک به دلیل وابستگی به میزبان گیاهی و تغذیه آنها از شیر گیاهی نسبت به پرورش حشرات دیگر مانند پرورش انبوه سوسک های انباری تغذیه کننده از آرد مشکل تر است. اما مطالعات خوبی در این زمینه در کشورهای دیگر انجام شده است که می تواند مبنایی برای توسعه روش کاربردی پرورش انبوه این گونه در ایران باشد. بطور مثال پک و همکاران (۲۰۰۴) روشی برای پرورش انبوه زنجبرک *Aeneolamia varia* (Fabricius, 1787) از خانواده Cercopidae ارائه دادند که می تواند در تمام طول سال جمعیتی از زنجبرک ها را تولید و نگهداری کند و برای تولید گونه های دیگر نیز استفاده شود. همچنین گارسیا و همکاران (۲۰۰۷) روشی به منظور پرورش انبوه زنجبرک *Mahanarva fimbriolata* (Stål) ارائه کردند



که می تواند برای انواع گونه های دیگر این خانواده نیز استفاده شود. وانگ و همکاران (۲۰۲۱) روشی برای پرورش انبوه دائم زنجرک *Abidama liuensis* Metcalf از همین خانواده پیشنهاد نمودند. از دیگر محققینی که مطالعاتی در زمینه پرورش انبوه زنجرک های Cercopidae داشته اند می توان به (McWilliams & Cook (1975)، (Neto & Pavan (1984)، (Lapointe et al. (1989)، (Chen & Liang (2012)، (Morente et al. (2018) و (Foieri et al. (2020) اشاره کرد.

۲-۳. ارزش اقتصادی و پتانسیل کارآفرینی

مان ها به دلیل کاربردهای گسترده در صنایع غذایی، دارویی و بهداشتی، ارزش اقتصادی بالایی دارند. صادرات مان ترنجبین به کشورهای دیگر، به ویژه در خاورمیانه و آسیای مرکزی، می تواند منبع درآمد قابل توجهی برای جوامع محلی ایجاد کند. علاوه بر این، ایجاد مشاغل جدید در زمینه های جمع آوری، فرآوری و بسته بندی مان، به ویژه برای زنان و جوانان مناطق روستایی، نمونه ای از فرصت های کارآفرینی استثنایی است که می تواند به توسعه پایدار این مناطق کمک کند. از آنجا که طعمی شیرین داشته و به عنوان طعم دهنده و شیرین کننده در صنایع داروسازی کاربرد دارد. سابقاً در خراسان و یزد به صورت سنتی از آن قند تهیه می کردند و هم اکنون نیز در صنعت ساخت گز مورد مصرف قرار میگیرد (سلیمانی، ۱۴۰۰). بنابراین توسعه صنایع جانبی مانند تولید محصولات دارویی، شیرینی جات و مواد آرایشی می تواند ارزش افزوده بیشتری ایجاد کند. همچنین، بهره گیری از تکنولوژی های جدید در فرآوری و بسته بندی مان، می تواند بازارهای صادراتی را گسترش داده و درآمد بیشتری برای تولیدکنندگان محلی فراهم کند.

در طب سنتی ایران، ترنجبین دارای طبیعت گرم و مرطوب است و به دلیل خواص دارویی متنوع خود از گذشته های دور مورد توجه قرار گرفته است. این ماده در طب سنتی به عنوان یک ملین ملایم برای نوزادان و کودکان، ضد التهاب و دارویی برای درمان زردی نوزادان تجویز می شود. همچنین، ترنجبین در درمان تب، دردهای قفسه سینه و تقویت سیستم ایمنی کاربرد دارد. در برخی متون، مصرف محلول ترنجبین با شیر تازه به عنوان یک تقویت کننده قوای جنسی معرفی شده است. با این حال، استفاده از ترنجبین در برخی شرایط مانند تب شدید و بیماری های عفونی منع شده است (تکاور و محمدی، ۱۳۸۷، Rameshk et al., 2023).

تحقیقات زیادی خواص دارویی ترنجبین را از نظر علمی اثبات نموده اند. این تحقیقات می توانند مبنایی برای تولید داروهای جدید از ترنجبین و ارزش آفرینی از طریق این ماده گیاهی باشند. بطور مثال تحقیقات اخیر نشان داده است که ترنجبین دارای خواص آنتی اکسیدانی، ضد التهابی و ضد درد است که می تواند در درمان بیماری های مزمن مفید باشد. این مان دارای ملزیتوز، ساکارز، فروکتوز، صمغ و موسیلاژ است. همچنین نشان داده شده است که دو نوع مان ترنجبین و شیرخشت به دلیل خواص دارویی خود در کاهش زردی نوزادان نقش مؤثری دارند (موسوی نژاد و همکاران، ۱۳۹۴). بندگی (۱۳۸۱) در مطالعه ای نشان داد که مصرف خوراکی ترنجبین می تواند بیلی روبین پلاسما را در موش های مبتلا به هیپر بیلی روبینمی به طور معنی داری کاهش دهد.



کازرانی و همکاران (۱۳۸۵) در مطالعه‌ای نشان داد که مصرف ترنجبین در موش سوری هیچ اثر توکسیک معنی داری بر وزن بدن و پارامترهای سرمی از جمله اوره، کراتینین و بیلی روبین ندارد.

در مطالعه نیکجو و همکاران (۲۰۲۲) اثرات ضد درد ترنجبین در موش آزمایشگاهی را نشان دادند همچنین در مطالعه‌ای که توسط فرحت و همکاران انجام شد، ترنجبین اثر مسکن وابسته به دوز را در مراحل اول و دوم درد نشان داد. در مقاله مرور شده توسط انصاری (۲۰۱۹)، اثرات مختلف این مان مانند بهبود عملکرد کبد، درمان هایپر بیلیروبینمیا، یبوست، درد مفاصل و غیره بحث شده است (Sdiq and Ansari, 2019; Saeed, 2019; Rameshk et al., 2023; Ramezany et al., 2013).

آیتی و همکاران (۲۰۲۴) در مطالعه خود ترنجبین را به عنوان درمانی برای بیماری‌های کلیوی، زردی نوزادان و مشکلات تنفسی معرفی نمودند و برای آن خواص دارویی مانند آنتی پیرتیک، ملین و ضد سرفه معرفی نمودند. شهریاری و کازرانی (۲۰۲۴) در مطالعه‌ای نشان دادند که ترنجبین به عنوان یک ملین طبیعی، تأثیر قابل توجهی در افزایش تعداد و وزن مدفوع و درصد آب موجود در مدفوع در موش‌ها دارد و می‌تواند به عنوان یک داروی ملین مؤثر در نظر گرفته شود (Shahri & Kazerani, 2024).

مطالعه‌ای بر روی ترنجبین و ماکرومولکول‌های کربوهیدراتی ایزوله شده از آن نشان داد که ترنجبین دارای خواص ایمنومولولاتوری است. در این تحقیق، اثرات سیتوتوکسیک و تکثیری ترنجبین و ماکرومولکول‌های ایزوله شده آن بر روی سلول‌های انسانی Jurkat E6.1 بررسی شد. نتایج نشان داد که برخی از پلی ساکاریدهای اسیدی ایزوله شده از ترنجبین باعث مهار تکثیر سلول‌ها در دوزهای بالاتر از ۳۱.۲۵ میلی گرم در میلی لیتر شدند (IC50 بین ۴۴.۸۱ تا ۱۴۷.۹۷ میلی گرم در میلی لیتر). این یافته‌ها نشان‌دهنده خواص ایمنومولولاتوری ترنجبین هستند (Hamedi et al. 2015).

مطالعه‌ای در مورد مداخلات طب سنتی ایرانی برای یبوست در دوران بارداری نشان داد که ترنجبین برای درمان یبوست در زنان باردار توصیه می‌شوند. در این تحقیق، شواهدی از کارآیی برخی گیاهان در مطالعات حیوانی و انسانی مورد بررسی قرار گرفت، اما تأکید شد که برخی از این گیاهان، از جمله ترنجبین، به طور کامل در دوران بارداری ارزیابی نشده‌اند و هنوز شواهد کافی برای توصیه ایمن این گیاهان در بارداری وجود ندارد. با توجه به محدودیت‌های موجود در شواهد ایمنی، تحقیقات علمی بیشتری برای ارزیابی ایمنی و تأثیر این درمان‌ها در دوران بارداری نیاز است (Hashem Dabaghian, 2015).

مطالعه ذاکریان و همکاران (۲۰۲۱) نشان می‌دهد که مصرف ترنجبین و دانه‌های خشخاش می‌تواند به درمان درماتیت آلرژیک تماس با نیکل کمک کند. در این مطالعه، دختر ۱۹ ساله‌ای که به علت درماتیت آلرژیک ناشی از نیکل تحت درمان با داروهای سنتی و جایگزین قرار گرفت، پس از شش هفته درمان با این گیاهان، بهبودی کامل در ضایعات پوستی و علائم خود مشاهده کرد. به علاوه، پس از ۱۲ ماه پیگیری بالینی، هیچ عارضه‌ای مشاهده نشد. این نتیجه نشان می‌دهد که درمان‌های مبتنی بر گیاهان در کنار اجتناب از تماس با نیکل می‌توانند به عنوان یک گزینه درمانی مؤثر در موارد درماتیت آلرژیک در نظر گرفته شوند (Zakerian et al., 2021).



در بررسی جالبی ناصری پور و فدایی نوغانی (۱۳۹۸) اثر افزودن شیر توت سفید و ترنجبین به ماست بستنی بررسی شده است. نتایج نشان داد که افزایش درصد این مواد به ویژگی های فیزیکوشیمیایی ماست بستنی مانند pH، اسیدیته، ویسکوزیته، مقاومت به ذوب و حجم افزایشی اثر گذار است. بهترین نمونه از نظر ارزیابی حسی، نمونه ای بود که ۱۰ درصد شیر توت سفید و ۱۰ درصد ترنجبین داشت و به عنوان یک محصول رژیمی در تولید لبنیات پیشنهاد شده است. همچنین در مطالعه جالب توجه دیگری رستمان و همکاران (۲۰۱۷) تأثیر مصرف مکمل حاوی دانه های شنبلیله، ریزوم زنجبیل و ترنجبین بر افزایش قدرت عضلانی و ترکیب بدن در بدنسازان بررسی شده است. نتایج نشان داد که مصرف این مکمل به مدت شش هفته در کنار تمرینات بدنسازی، بهبود ترکیب بدن و قدرت عضلانی را در گروه آزمایشی به همراه داشت. این یافته ها نشان می دهند که این ترکیب گیاهی می تواند در بهبود عملکرد بدنی ورزشکاران مؤثر باشد.

۳-۳. چالش ها و راهکارها

افزایش تولید ترنجبین با چالش هایی مانند عدم اطلاعات کافی درباره حشره مولد و دشمنان طبیعی آن، تخریب زیستگاه های طبیعی، تغییرات اقلیمی و بهره برداری به شدت سنتی و غیر اصولی ترنجبین روبه روست. تغییرات در الگوی بارندگی و نوسانات دما ممکن است منجر به کاهش تولید ترنجبین شود. همچنین، چرای بی رویه دام در مناطق تولید ترنجبین به تخریب گیاهان میزبان و کاهش جمعیت حشرات تولید کننده مان منجر می شود. از آنجا که حشره مولد ترنجبین یک گونه همه چیز خوار با دامنه ای از میزبان های گیاهی است، پرورش انبوه و رهاسازی کنترل نشده آن در زیستگاه های طبیعی می تواند موجب خسارت به پوشش گیاهی و تغییرات اکوسیستمی غیرقابل پیش بینی شود. از سوی دیگر هیچ اطلاعاتی درباره دشمنان طبیعی این حشره در شرایط ایران وجود ندارد و رهاسازی انبوه این حشره در زیستگاه های طبیعی ممکن است با نقش آفرینی دشمنان طبیعی و تغییرات جمعیتی آن ها شکست بخورد.

راهکارهایی مانند آموزش بهره برداران برای استفاده از روش های پایدار و سیستم های مکانیزه و مدرن، حفاظت از زیستگاه های طبیعی و ایجاد سیاست های حمایتی از تولید کنندگان محلی می توانند به بهبود شرایط کمک کنند. از سوی دیگر، تحقیق و توسعه در زمینه تولید ابزار مکانیزه و مدرن جهت برداشت انبوه ترنجبین از گیاه خارشتر، تولید ابزار مدرن جهت فرآوری و خالص سازی مناسب و باصرفه اقتصادی این محصول، پژوهش به منظور شناخت کامل حشره و رفتار تغذیه ای آن روی گیاهان دیگر غیر از خارشتر و دشمنان طبیعی آن در مناطق انتشار طبیعی، پژوهش به منظور ابداع روش های کاربردی پرورش انبوه زنجبرک مولد ترنجبین و نگهداری و رهاسازی آن در زیستگاه های طبیعی گیاه خارشتر بطوری که این روش ها توسط بومیان آموزش دیده منطقه قابل بکارگیری باشند، نقش مهمی در تضمین پایداری تولید این مان با ارزش ایفا می کند.

علاوه بر این، نحوه اثر ترنجبین در حفظ سلامت و نشانه های بحث برانگیز آن در درمان برخی بیماری ها، نیاز به توجه و پژوهش های کاربردی بیشتری دارد. برخی تحقیقات اولیه درباره تاثیر ترنجبین در درمان یرقان بزرگسالان و نوزادان همخوانی ندارد، مطالعات دقیق تری برای بحث در این زمینه مورد نیاز است.



مطالعات بوم شناسی بر روی گونه زنجبرک مولد ترنجبین و رابطه آن با گیاه دارویی خارشتر مطالعات بنیادین برای مدیریت اکوسیستم های مرتعی و بیابانی میزبان این حشره فراهم می کند. آگاهی از همه عوامل محیطی مؤثر بر استقرار و گسترش این حشره روی گیاه خارشتر و گیاهان دیگر ما را با امکان گسترش دامنه فعالیت این حشره در هر منطقه آشنا می کند.

۴. بحث و نتیجه گیری

گیاه دارویی خارشتر یکی از گیاهان خاص با کاربردهای فراوان در مناطق بیابانی است. تولید مان ترنجبین در اقلیم های خشک نه تنها یک منبع طبیعی ارزشمند است، بلکه فرصت های شغلی و کارآفرینی بی نظیری نیز فراهم می کند. این محصول حاصل فعالیت تغذیه ای زنجبرک *P. costalis* روی گیاه خارشتر است. با پرورش انبوه این حشره و انتشار کنترل شده آن در زیستگاه های وسیع گیاه خارشتر در استان های مختلف کشور می توان سطح تولید ترنجبین در کشور را به مقدار قابل ملاحظه ای افزایش داد. بطور همزمان، مدرن سازی و مکانیزه نمودن فرآیند برداشت و فرآوری این محصول می تواند ارزش افزوده زیادی تولید نماید. بطور کلی می توان از این ظرفیت برای توسعه اقتصادی و اجتماعی جوامع محلی بهره گرفته و در عین حال به حفاظت از تنوع زیستی و منابع طبیعی کمک کرد. سرمایه گذاری در پژوهش، ایجاد زیرساخت های مناسب و حمایت از تولیدکنندگان محلی از جمله اقداماتی است که می تواند تضمین کننده پایداری و موفقیت در این حوزه باشد.

منابع

- بندگی، ا.ر. (۱۳۸۱). بررسی اثرات ترنجبین بر بیلی روین خون در موش های مبتلا به هیپر بیلی روبینمی تجربی. کومش، ۳ (۴-۳)، ۱۶۱-۱۶۶.
- پیراسته انوشه، ه.، شیران تفتی، م.، دهقانی، ف. و رنجبر، غ.ح. (۱۴۰۰). بررسی توانایی رشد خارشتر (*Alhagi maurorum* Medik) در اراضی شور استان یزد. تحقیقات مرتع و بیابان ایران، ۲۸ (۳)، ۵۰۷-۵۱۹.
- تکاور س.، محمدی، م. ۱۳۸۷. عوامل مولد و ساز و کار تولید شیرابه های قندی (مان) در ایران. فصلنامه گیاهان دارویی، ۲۸: ۳۷-۲۸.
- رحمانی، غ.ح. ۱۳۸۲. مان گز (گز شهداد) *Manna of Tamarix*. تحقیقات گیاهان دارویی و معطر ایران، ۱۹ (۴): ۴۰۳-۴۱۰.
- دریکوند، ف.، قوامی، م.، قنادیان، س.م. و هنرور، م. (۱۴۰۱). شناسایی ترکیبات شیمیایی و مقدار کربوهیدرات های محلول در مان شکر تیغال (*Trehala manna*). علوم غذایی و تغذیه، ۱۹ (۴)، ۲۷-۳۴.
- دینی، م.، باباخانلو، پ.، محمودی، م. و گلی پور، م. (۱۳۸۰). بررسی منابع تولید کننده بیدخشت در استان تهران. تحقیقات گیاهان دارویی و معطر ایران، ۱۱ (۱)، ۵۴-۷۱.
- سالم، ا.، شهیدی، ا.، محبی، م. و آل حسینی، ا. (۱۴۰۰). بررسی ویژگی های فیزیکی و حسی کیک فنجانی تولید شده با شیرین کننده گز علفی (گز و). تحقیقات مهندسی صنایع غذایی، ۲۰ (۲)، ۶۳-۸۰.
- سلیمانی، ف. (۱۴۰۰). ترنجبین و اثرات موثر آن با رویکرد دارویی. کنفرانس بین المللی علوم کشاورزی، گیاهان دارویی و طب سنتی. تفلیس، گرجستان.



- شمس الدین س. (۲۰۲۳). مطالعه تاثیر تنش های خشکی و شوری بر جوانه زنی و رشد اولیه گیاهچه خارشر ایرانی توده استان خراسان رضوی (*Alhagi maurorum*). علوم و فناوری بذر ایران، ۱۲(۱)، ۲۹-۴۰.
- ضیایی م.، امیری باغبادرانی ف.، عباسی س. و روشنی س. (۱۳۹۰). اثر عوامل اقلیمی بر کاهش جمعیت پسیل مولد گزانگبین *Cyamophila dicora* (loginova) در مراتع های گون گزی *Astragalus adscendens* (Bois's & Housskn) شهرستان خوانسار در زاگرس مرکزی. همایش ملی جنگل های زاگرس مرکزی، قابلیت ها و تنگناها.
- کازرانی، ح.ر.، جمشیدیان مجاور، م. و یوسفی نسب، ا.ر. (۱۳۸۵). بررسی برخی اثرات توکسیک احتمالی ترنجبین در موش سوری. کومش، ۲۸(۲)، ۶۱-۶۵.
- عسکرزاده م.ع. ۱۳۸۰. بررسی منابع تولید کننده و نحوه تولید ترنجبین استان خراسان- فردوس. مرکز تحقیقات و منابع طبیعی و امور دام استان خراسان، انتشارات شرکت جهاد تحقیقات و آموزش.
- فخری، م.، آزادبخت، م.ح.، گردشی، ز. و فرهادی، ر. (۱۳۹۴). شیرخشت در طب سنتی ایران و منابع جدید. طب سنتی اسلام و ایران، ۳۴۷-۳۵۳، (۴)۶.
- قالیبافان، ف. (۱۳۹۳). تاثیر خصوصیات رویشگاه بر مقدار تولید مان ترنجبین در گیاه خارشر *Alhagi persarum* در مراتع گناباد. پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه زابل.
- موسوی نژاد، م.، موسوی نژاد، ن.، و تایا، ع. (۱۳۹۴). معرفی و اهمیت دو گونه گیاهی خارشر (ترنجبین) و شیرخشت و تاثیر آن در درمان زردی نوزادان. کنگره بین المللی طب مکمل و جایگزین.
- ناصری پور م. ر. و فدایی نوغانی و. (۱۳۹۸) تعیین برخی ویژگی های ماست بستنی حاوی شیر توت سفید و ترنجبین. مجله علوم و صنایع غذایی ایران. ۱۶ (۸۹): ۱۶۴-۱۵۱.
- یغمایی ف.، کریم پور، م.ح. ۱۳۸۷. بررسی ویژگیهای رفتاری زنجریک مولد ترنجبین *Poophilus nebulosus* Leth روی گیاه خارشر *Alhagi persarum* Boiss & Buhse در منطقه تربت جام، استان خراسان رضوی. مجله حفاظت گیاهان، ۲۲(۲): ۱۷۰-۱۶۱.
- Ansari, S. (2019). Medicinal characteristics and therapeutic application of Manna/Taranjabeen (*Alhagi pseudalhagi*) in Unani medicine. *Annals of Ayurvedic Medicine*, 8(3), 126-136.
- Ayati, Z., Azizi, N., Amiri, M. S., Ramezani, M., Nikakhtar, Z., Tavassoli, A. P., ... & Emami, S. A. (2024). Ethnobotany, Phytochemistry and Medicinal Properties of Plants Contain Manna in Iran. In *Medicinal and Aromatic Plants: Current Research Status, Value-Addition to Their Waste, and Agro-Industrial Potential (Vol II)* (pp. 101-146). Cham: Springer Nature Switzerland.
- Chen, X., & Liang, A. P. (2012). Laboratory rearing of *Callitettix versicolor* (Hemiptera: Cicadomorpha: Cercopidae), with descriptions of the immature stages. *Annals of the Entomological Society of America*, 105(5), 664-670.
- Foieri, A., Virla, E. G., Maciá, A., & Marino de Remes Lenicov, A. M. (2020). Effect of host plant on the fitness of the spittlebug *Notozulia entreriana*: alternative method for rearing. *Entomologia Experimentalis et Applicata*, 168(8), 618-625.
- Garcia, J. F., Botelho, P. S. M., & Parra, J. R. P. (2007). Laboratory rearing technique of *Mahanarva fimbriolata* (Stål) (Hemiptera: cercopidae). *Scientia Agrícola*, 64, 73-76.
- Hamed, A., Farjadian, S., & Karami, M. R. (2015). Immunomodulatory properties of Taranjebin (Camel's Thorn) manna and its isolated carbohydrate macromolecules. *Journal of evidence-based complementary & alternative medicine*, 20(4), 269-274.



- Hashem Dabaghian, F., Taghavi Shirazi, M., Amini Behbahani, F., & Shojaei, A. (2015). Interventions of Iranian traditional medicine for constipation during pregnancy. *Journal of Medicinal Plants*, 14(53), 58-68.
- Lapointe, S. L., Sotelo, G., & Arango, G. (1989). Improved technique for rearing spittlebugs (Homoptera: Cercopidae). *Journal of Economic Entomology*, 82(6), 1764-1766.
- McWilliams, J. M., & Cook, J. M. (1975). Technique for rearing the twolined spittlebug. *Journal of Economic Entomology*, 68(4), 421-422.
- Morente, M., Cornara, D., Moreno, A., & Fereres, A. (2018). Continuous indoor rearing of *Philaenus spumarius*, the main European vector of *Xylella fastidiosa*. *Journal of applied entomology*, 142(9), 901-904.
- Mozaffarian, F., & Wilson, M. R. (2015). The aphrophorid spittlebugs of Iran (Hemiptera: Cercopoidea: Aphrophoridae). *Zootaxa*, 4052(4), 442-456.
- Neto, A. S., & Pavan, C. (1984). Novo método de criação de cigarrinhas-das-pastagens (Homoptera: Cercopidae). *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 19(10), 1185-1196.
- Nikjooy, N., Asghari, A., Hassanpour, S., & Arfaei, F. (2022). Study of Anti-Nociceptive Role of the Manna of *Hedysarum* and the Neurotransmitter Systems Involved in Mice. *Iranian Journal of Veterinary Medicine*, 16(3).
- Peck, D. C., Morales, A., & Castro, U. (2004). Alternative methods for rearing grass-feeding spittlebugs (Hemiptera: Cercopidae). *Neotropical Entomology*, 33, 307-314.
- Rameshk, M., Khoshbin, E., Moeinzadeh, M., Sharififar, K., Bahrami, D., & Sharififar, F. (2023). Mannas, unique products of a dynamic insect-plant interaction: Biodiversity, conservation and ethnopharmacological considerations. *Heliyon*.
- Ramezany, F., Kiyani, N., & Khademizadeh, M. (2013). Persian manna in the past and the present: an overview. *Am J Pharmacol Sci*, 1(3): 35-7.
- Ranieri, E., Ruschioni, S., Riolo, P., Isidoro, N., & Romani, R. (2020). Sensory receptors associated with the labial tip and precibarium of *Philaenus spumarius* L. (Hemiptera: Aphrophoridae). *Microscopy and Microanalysis*, 26(1), 173-181.
- Rostamian, A. S., Azadbakht, M., & Ahangar, N. (2017). Effect of a powdered ginger rhizome, fenugreek seed and alhagi manna supplement in increasing muscle mass and body composition in male bodybuilders. *Journal of Mazandaran University of Medical Sciences*, 26(145), 199-210.
- Nourbakhsh Shahri, M.F., & Kazerani, H.R. (2009). The Laxative and Purgative Effects of Taranjabin. *Iranian Congress of Physiology and Pharmacology*.
- Sidiq, S. J. M., & Saeed, M. W. M. (2019). Physicochemical study for manna (gazo) collected from different places of sulaimani governorate. *Journal of Food and Dairy Sciences*, 10(11): 423-426.
- Wang, Q., Bai, L., Chen, X., & Liang, A. (2021). Laboratory rearing of *Abidama liuensis* (Hemiptera: Cercopidae) and description of immature stages. *European Journal of Entomology*, 118.
- Weintraub, P. G., Trivellone, V., & Krüger, K. (2019). The biology and ecology of leafhopper transmission of phytoplasmas. *Phytoplasmas: Plant Pathogenic Bacteria-II: Transmission and Management of Phytoplasma-Associated Diseases*, 27-51.
- Zakerian, M., Derakhshan, A., Roudi, F., & Motavasselian, M. (2021). Effects of manna of *Alhagi persarum* (Taranjabin) and *Portulaca oleracea* (Khorfeh) seed administration on nickel-induced allergic contact dermatitis: A case report. *Journal of Nutrition, Fasting and Health*, 9(3), 180-185.



مطالعه گیاهان دارویی در محیط زیست طبیعی با تاکید بر خواص دارویی آنها (مطالعه موردی: استان گیلان)

امیر زادنعمت^{۱*}، سید محمود هاشمی^۲

علوم و مهندسی محیط زیست، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه گیلان، صومعه سرا (amir.zadnemat1989@gmail.com)

^۲ گروه محیط زیست، دانشکده منابع طبیعی صومعه سرا، دانشگاه گیلان، صومعه سرا

چکیده

امروزه گیاهان دارویی منبع ارزشمندی از ترکیبات برای استفاده در تولید داروها در نظر گرفته می‌شوند. از طرفی گیاه درمانی به عنوان روشی رایج و پر طرفدار در درمان مورد استفاده قرار می‌گیرد و به گونه ای پیشرفت نموده است که به تدریج به بخش قابل ملاحظه ای از جریان اصلی حوزه درمان تبدیل شده است. این در حالی است که همچنین در طول تاریخ، پیشرفت تحقیقات بالینی، ارزش داروهای گیاهی را در درمان و پیشگیری از بیماری ها آشکار کرده است. در تحقیق حاضر با بهره گیری از روش کتابخانه ای و توصیفی با هدف شناسایی اثرات درمانی گیاهان بومی استان گیلان به گردآوری اطلاعات از مقالات و کتب در زمینه گیاهان دارویی پرداخته شد. گیاهان مورد مطالعه پنیرک، چوچاق، گل گاوزبان، گزنه و رازیانه می باشند.

واژگان کلیدی: پنیرک، چوچاق، رازیانه، گزنه، گل گاوزبان



۱. مقدمه

گیاهان دارویی از دیرباز برای درمان بیماری‌های مختلف از جمله اختلالات عفونی مورد استفاده قرار گرفته‌اند. چندین نظام پزشکی سنتی مانند طب سنتی چینی و یونانی از گونه‌های گیاهی برای درمان اختلالات ناشی یا تشدید شده توسط عفونت‌های میکروبی مانند تب، آبسه، زخم‌ها، سل و عفونت‌های مثانه استفاده می‌کنند. برای اعتبارسنجی این کارکردهای سنتی و کشف داروهای جدید، تحقیقات علمی بر روی گیاهان دارویی با خواص ضد عفونی از قرن گذشته آغاز شده است. یکی از مشهورترین مثال‌ها از کشف دارو از گیاهان ضد عفونت، ترکیب artemisinin است که از گیاه *Artemisia annua* استخراج شده می‌باشد و در طب سنتی چینی برای درمان انواع مختلف تب‌ها استفاده شده است. چهل سال بعد، artemether که یک مشتق از artemisinin است، منجر به توسعه یک داروی ضد مالاریا گردید که مورد تأیید FDA قرار گرفت و اکنون در فهرست داروهای ضروری سازمان بهداشت جهانی قرار دارد. از آن‌جا که سایر گیاهان دارویی به کشف داروهای جدید ضد عفونی منجر شده‌اند و برخی دیگر در حال حاضر تحت تحقیق قرار دارند مانند berberine استخراج شده از گونه‌های *Berberis* مانند *Berberis vulgaris*، ارزیابی دانش فعلی از ترکیبات گیاهی بررسی شده برای خواص ضد میکروبی آن‌ها ضروری است. این شامل گیاهانی است که برای خواص ضد باکتریایی، ضد قارچی، ضد مالاریا و ضد ویروسی مورد مطالعه قرار گرفته‌اند. به طور تاریخی، اعتبارسنجی استفاده سنتی و کشف داروها از گیاهان بر پایه حیطه‌های علمی بین رشته‌ای مانند مردم-گیاه شناسی (ثبت دانش پزشکی سنتی و جمع‌آوری/شناسایی گونه‌های گیاهی)، فیتوشیمی (تهیه عصاره‌های گیاهی و شناسایی شیمیایی ترکیبات بیواکتیو) و داروشناسی (ارزیابی بیولوژیکی عصاره‌های گیاهی) است. با این حال، نوآوری‌ها و مقررات اخیر در هر یک از این زمینه‌ها روش‌های مطالعه گیاهان دارویی را تغییر می‌دهد (CHASSAGNE, 2022). ایران کشوری ممتاز و با رتبه بالا از نظر غنای گیاهی و تنوع زیستی و دارای ۱۱ اقلیم از ۱۳ اقلیم شناخته شده جهانی است. بر اساس نظر گیاه‌شناسان و پژوهشگران، تعداد گونه‌های گیاهی ایران در حدود ۸۴۲۳ گونه است که از نظر تنوع گونه‌ها حداقل دو برابر قاره اروپاست. تحقیقات نشان داده است که بیش از ۲۳۰۰ گونه از گیاهان کشور دارای خواص دارویی، عطری، ادویه ای، آرایشی-بهداشتی هستند. به علاوه، ۱۷۲۸ گونه از این گیاهان به عنوان گیاهان بومی ایران می‌باشند و به عنوان یک ظرفیت انحصاری در کشور محسوب می‌شوند. خاستگاه بسیاری از گونه‌های مهم از جمله گل محمدی، زعفران، باریجه، آنگوزه و شیرین بیان ایران است و بخش عمده‌ای از تولید جهانی این گونه‌ها در ایران انجام می‌گیرد. همچنین تنوع گونه‌ای گیاهی و برخی گونه‌های منحصر به فرد ایران باعث شده تا شرکت‌های مهم داروسازی در کشورهای پیشرفته به مواد اولیه برخی از گیاهان دارویی کشور از جمله زعفران، زیره، آویشن و مرزه به شدت وابسته باشند. به اعتقاد کارشناسان، سرمایه گذاری در این حوزه علاوه بر ایجاد درآمد و اشتغال برای جوامع محلی، پیامدهای زیست محیطی خوبی از جمله پیشگیری از فرسایش خاک، بروز سیلاب مخرب و جلوگیری از ریزگردها را به ارمغان خواهد آورد (پورتال سازمان منابع طبیعی و آبخیزداری کشور).

به نظر می‌رسد ریسک نسبتاً کم گیاهان دارویی و استفاده آسان آنها انگیزه قوی برای گرایش دوباره مردم به استفاده از گیاهان دارویی است. با ورود داروهای سنتزی به زندگی انسان به جهت راحتی مصرف، توجه انسان به گیاهان کم تر شد، اما



امروزه به دلیل اثرات جانبی داروهای شیمیایی، استفاده از گیاهان به عنوان دارو و غذاهای فراسودمند نیازمند تنظیم استانداردهایی برای کنترل کیفیت و رعایت دستور العملهای بین المللی استاندارد می باشد (Ahmad et al., 2004). ارزش دارویی، تقاضای بازار و سطح فرآوری از مهمترین شاخصهای سنجش اقتصادی یک گیاه دارویی می باشد. به گزارش سازمان خوار بار و کشاورزی ملل متحد، ارزش تجارت جهانی گیاهان دارویی که در حال حاضر یکصد میلیارد دلار در سال است، در سال ۲۰۵۰ میلادی به رقم ۵ هزار میلیارد دلار خواهد رسید. کشور ایران با داشتن شرایط اقلیمی و تنوع گیاهی به مراتب بهتر از اروپا، در حال حاضر تنها ۶۰ تا ۹۰ میلیون دلار از تجارت جهانی گیاهان دارویی را به خود اختصاص داده است. تاکید سازمان بهداشت جهانی در جایگزینی تدریجی مواد طبیعی به جای مواد شیمیایی موجب شده تا کشورهای مختلف جهان نسبت به سرمایه گذاری، برنامه ریزی کشت و تولید انبوه گیاهان دارویی در سطوح صنعتی و استفاده از آن در صنایع دارویی، بهداشتی و غذایی اقدام کنند (کشفی بناب، ۱۳۸۹). اگرچه مصرف داروهای گیاهی با توسعه صنایع شیمیایی محدود شده است، روند در حال حاضر در حال تغییر است و داروهای گیاهی مجدداً مورد استفاده قرار گرفته اند. پیشینه و اسناد تاریخی از ایران باستان و نوشته های دانشمندان ایرانی نشان می دهد که گیاهان دارویی برای ارتقای سلامت و شفابخشی مورد استفاده قرار می گرفتند. به واسطه ترجیح مردم به مصرف روز افزون داروهای گیاهی، این بخش از منابع طبیعی کشور از نظر اقتصادی و درمانی اهمیت زیادی یافته است. بنابراین ضرورت تحقیق در زمینه اثرات درمانی گیاهان دارویی مبرهن است.

۲. مواد و روش ها

۲-۱. منطقه مورد مطالعه

استان گیلان یکی از استان های شمالی کشور با مساحت ۱۴۷۱۱ کیلومتر مربع می باشد. این استان در ۳۶ درجه و ۳۳ دقیقه تا ۳۸ درجه و ۲۷ دقیقه عرض شمالی و ۴۸ درجه و ۳۲ دقیقه تا ۵۰ درجه و ۳۶ دقیقه طول شرقی از نصف النهار قرار گرفته است. درازای آن از شمال باختری به جنوب خاوری، ۲۳۵ کیلومتر و پهنای آن، از ۲۵ تا ۱۰۵ کیلومتر تغییر می کند. رشته کوه های البرز با ارتفاع متوسط ۳۰۰۰ متر، همانند دیواری در باختر و جنوب گیلان کشیده شده و این منطقه جز از راه دره منجیل، راه شوسه دیگری به فلات ایران ندارد. کمترین فاصله کوه از دریای خزر (در بخش حویق از شهرستان تالش) نزدیک به ۳ کیلومتر و بیشترین فاصله آن از دریا (در امامزاده هاشم، مسیر جاده رشت - قزوین) حدود ۵۰ کیلومتر است و از ۳۰۰ کیلومتر نوار ساحلی برخوردار می باشد. این استان، از شمال به دریای خزر و جمهوری آذربایجان، از غرب به استان اردبیل، از جنوب به استان زنجان و قزوین و از شرق به استان مازندران محدود می گردد (پورتال استانداری گیلان).

۲-۲. روش تحقیق

در این نوشتار چند نمونه از شناخته شده ترین گیاهان دارویی بومی کشور و تاثیر شگرف آنها بر سلامت انسان با تاکید بر گیاهان بومی استان گیلان (شکل ۱) بررسی شده است. معرفی اثرات درمانی گیاهانی مانند پنیرک، چوچاق، گل گاوزبان، گزنه و رازیانه صورت گرفته است. روش این تحقیق به صورت توصیفی و گردآوری کتابخانه ای می باشد.

۳. نتایج



شکل شماره ۱. نقشه استان گیلان (پورتال سازمان تعاون روستایی گیلان)

۳-۱. پنیرک

گیاه دارویی پنیرک (شکل ۲) با نام علمی (*Malva sylvestris*) از خانواده Malvaceae است. *Malva sylvestris* گیاهی علفی دوساله - چند ساله که منشأ آن جنوب اروپا و آسیا است، اما به عنوان علف هرز در اکثر نقاط جهان یافت می شود.

گل‌های این گیاه حاوی آنتوسیانین ها و موسیلاژ می باشد و تمام قسمت‌های این گیاه به خصوص گل آن، اثر نرم کنندگی بر مجاری تنفسی دارد که این اثر میتواند ناشی از میزان موسیلاژ بالای آن باشد (Lust, ۱۹۷۴). گیاهی است افراشته یا خمیده به طرف بالا و یا خمیده افتان، به صورت منفرد یا چندتایی، بدون کرک یا دارای کرکهای ساده یا ۲-۳ شاخه ای، بسته به نوع



خاک، تا ارتفاع ۱۲۰ سانتیمتر رشد می کنند. برگها سبز تیره؛ دمبرگ آن ۱/۵ تا چند برابر طول پهنک برگ، پهنک کمابیش مدور، قلبی شکل تا کلیوی، بعضی اوقات با قاعده پخ. گلها ۲-۴ تایی، محوری، به رنگ صورتی تا ارغوانی، نمونه خشک شده به رنگ آبی متمایل به بنفش. پراکنش این گیاه متعلق به مناطق ایرانی تورانی و خلیجی عمانی است (پاکروان، ۱۳۸۷). استان ها و شهرهای پراکنش پنیرک گیلان، مازندران؛ کلاردشت. آذربایجان غربی؛ ارومیه. کرمانشاه؛ اسلام آباد غرب، کرمانشاه، سرپل ذهاب، قصر شیرین، پاوه، روانسر، سنقر، جوانرود. تهران؛ تهران، کرج. همدان؛ همدان. لرستان؛ بروجرد. اصفهان؛ اصفهان، قمصر، میمه، شهرضا. مرکزی؛ اراک، تفرش. فارس؛ شیراز، آباده. کرمان؛ کرمان، بم. یزد؛ یزد، تفت. قزوین؛ قزوین. سمنان؛ سمنان، دامغان. خراسان؛ مشهد، تربت حیدریه، بیرجند. سیستان و بلوچستان؛ زاهدان می باشند.

بیشترین موارد استفاده از گیاه پنیرک به منظور درمان عفونت بدن، درمان سرماخوردگی، گلودرد و برای رفع یبوست می باشد. که در طب سنتی نیز پنیرک جوشانده برای عفونت مثانه، سرفه های شدید و اسهال خونی مؤثر و مفید است و دم کرده آن برای کسانی که دچار یبوست و دارای معده و روده تنبلی هستند، توصیه می گردد. برگ پنیرک به عنوان یکی از گیاهان مؤثر در عوارض سرماخوردگی به ویژه سرفه است. خیسانده، ضماد و پودر آن به تناسب نوع بیماری در رفع تحریکات دستگاه گوارش، مجاری تنفسی، مجاری ادرار، استفراغ و اختلاط خونی، التهاب مخاط بدن، تورم لوزه ها استفاده می شود (Zhen-Yu, 2005).



شکل شماره ۲. پنیرک (اطلاعات پورتال سازمان محیط زیست)

۲-۳. چوچاق

گیاه چوچاق (شکل ۳) با نام علمی (*Eryngium caeruleum*) از خانواده Apiaceae می باشد. چوچاق گیاهی پایا و علفی است. ارتفاع ساقه آن به ۸۰-۲۰ سانتیمتر می رسد که بدون کرک و به رنگ سبز متمایل به آبی با انشعابات دو شاخه دور از هم و به صورت دیهیم می باشد. چوچاق در نواحی اطراف تهران و شمال کشور مانند رامسر و گیلان نواحی ییلاقی آذربایجان و شمال شرقی مانند بندرگز و همچنین در مناطقی از خراسان، بین قوچان و مشهد، نیز رویش دارد (قهرمان، ۱۳۶۵). خواص درمانی چوچاق شامل مدر بودن، مقوی معده، بادشکن، صفرابر و تب بر است (زرگری، ۱۳۹۳). چوچاق بیشتر در غذاها و ترشیجات محلی به کار می رود. همچنین به صورت جوشانده نیز مصرف می شود.



شکل شماره ۳. چوچاق (اطلاعات پورتال سازمان محیط زیست)

۳-۳. گل گاوزبان

گاوزبان (شکل ۴) (*Echium amoenum*) گیاهی دوساله یا پایا، که پوشیده از کرکهای نرم و نازک، یا بلند و ابریشمی می باشد. گل آن به صورت فندقه، بزرگ نوک تیز و جوشدار به طول ۳ سانتیمتر و پهنای ۱۲ میلیمتر است. میوه آن فندقه، نوک آن تیز و پوشیده از برجستگیهای کوچک و متعدد است. گیاه گاوزبان در اواسط بهار و تابستان به گل میرود. از مناطق رویشی گیاه *Echium amoenum* در ایران، می توان به شمال ایران (گیلان، کندوان، گرگان)، ارتفاعات حیران و قزوین اشاره کرد (قهرمان، ۱۳۶۵)

گل گاوزبان دارای خواص دارویی فراوانی است. این گیاه آرام بخش است، در کاهش استرس تأثیری فوق العاده دارد و غنی از مواد معدنی و سرشار از پتاسیم است. جوشانده آن کاهش دهنده تب و نرم کننده سینه و دم کرده آن در افزایش شیر مادر مؤثر است (Wettasinghe and Shahidi, 2005). تانن های موجود در گیاه خاصیت قابض کننده دارند، و موسیلاژ آن

عامل کمپلکس و ضد سرفه می باشد. از این گیاه در تسکین درد، برطرف نمودن اختلالات کلیه و مثانه، تصفیه و دهیدروژنه کردن خون، درمان التهاب روده، رماتیسم و عوارض ناشی از یائسگی و برونشیت استفاده می کنند (Chung et al., 2002).



شکل شماره ۴. گل گاوزبان (اطلاعات پورتال سازمان محیط زیست)

۳-۴. گزنه

گیاه گزنه (شکل ۵) با نام علمی (*Urtica dioica*) از تیره *Urticaceae*، گیاهی علفی و پایا با ساقه ای منشعب است. برای این گیاه در متون کهن خاصیت آنتی باکتریال، ضد التهاب، ضد حساسیت، زیست سازگار و ضد کرم بیان شده است. در مطالعه انجام شده در سال ۲۰۱۷ توسط بابایی و همکاران اثر عصاره هیدروالکلی گزنه بر زخم پوستی تایید شده است (Babaei et al., 2017). این گیاه در طبخ انواع غذا و به صورت دمنوش استفاده می شود. گزنه در مناطق کوهستانی و مرطوب ایران مانند مازندران، گیلان و کردستان یافت می شود.



شکل شماره ۵. گزنه (اطلاعات پورتال سازمان محیط زیست)

۳-۵. رازیانه

رازیانه (شکل ۶) گیاهی علفی و معطر از تیره چتریان با نام علمی (*Foeniculum vulgare*) از جمله گیاهان دارویی مهم به شمار می رود. به ارتفاع یک تا دو متر، دارای برگهایی با بریدگیهای زیاد که به صورت نخ‌شکل درآمده اند. این گیاه در ایران پراکندگی وسیعی در مناطق خراسان، تهران، گرگان، مازندران، گیلان و تبریز دارد و تا ارتفاع ۲۱۰۰ متر از سطح دریا به صورت خودرو رشد می کند (Bernath et al., 1996). میوه و اسانس رازیانه به دلیل دارا بودن آنتول، موجب کاهش یا توقف اسپاسم های دستگاه گوارش و تشدید ترشح شیره گوارشی و در نتیجه رفع سوء هاضمه شده و به تبع آن برخی از بی خوابی هایی که در اثر اختلالات فیزیکی دستگاه گوارش حادث شده اند، درمان می شود. این گیاه در اسپاسم های ناشی از اکسی توسین و پروستاگلندین اثرات ضد درد و ضد اسپاسم داشته و میزان خروج خون قاعدگی را در فاصله زمانی کوتاه تری تسهیل می نماید که این اثر نیز در کاهش درد موثر است (Lindgren, 2001).



شکل

شماره ۶، رازیانه (اطلاعات پورتال سازمان محیط زیست)

جدول ۱- نمونه های موردی بررسی شده از گیاهان دارویی استان گیلان

مناطق پراکنش	اندام استفاده	مورد	نام فارسی	گونه	جنس	خانواده
اطراف روستای زیاز (منجیل)	برگ، گل و بذر	پنیرک	<i>M. sylvestris</i>	<i>Malva</i>	Malvaceae	
مناطق جلگه ای و ساحلی استان	ریشه و برگ	چوچاق	<i>E. caucasicum</i>	<i>Eryngium</i>	Apiaceae	
گردنه حیران، اشکورات، دیلمان	گلبرگ	گل گاوزبان	<i>E. amoenum</i>	<i>Echium</i>	Boraginaceae	
نقاط جنگلی و مرطوب	برگ، ریشه ، ساقه	گزنه	<i>U. dioica</i>	<i>Urtica</i>	Urticaceae	
پراکنش وسیع	بذر ، ریشه و برگ	رازیانه	<i>F. vulgare</i>	<i>Foeniculum</i>	Apiaceae	

منبع: مجموعه منابع مطالعه شده و عنوان شده در انتهای نوشتار.

۴. بحث و نتیجه گیری

نتیجه تحقیق حاکی از آن است که با توجه به اطلاعات بدست آمده در تمامی یافته های پزشکی مدرن و سنتی، این گیاهان دارای خواص دارویی و درمانی می باشند. بیشترین موارد استفاده از گیاه پنیرک به منظور درمان عفونت بدن، درمان سرماخوردگی، گلودرد و رفع یبوست می باشد. گیاه چوچاق خاصیت مدر بودن، مقوی معده، بادشکن، صفرابر و تب بر دارد. گل گاوزبان دارای خواص دارویی فراوان است. این گیاه آرام بخش است و در کاهش استرس تأثیری فوق العاده دارد. گیاه گزنه ویژگی آنتی باکتریال، ضد التهاب و ضد حساسیت دارد. میوه و اسانس رازیانه به دلیل دارا بودن آنتول، موجب کاهش یا توقف اسپاسم های دستگاه گوارش و تشدید ترشح شیره گوارشی و در نتیجه رفع سوء هاضمه شده و به تبع آن برخی از بی خوابی هایی که در اثر اختلالات فیزیکی دستگاه گوارش حادث شده اند، درمان می شود. رازیانه میزان خروج خون قاعدگی را در فاصله زمانی کوتاه تری تسهیل می نماید. داروهای گیاهی می تواند جایگزین مناسبی برای داروهای صنعتی باشد و همچنین این داروها عوارض جانبی داروهای صنعتی را ندارند هر چند این داروها بدون عوارض نیستند. استعمال داروهای گیاهی نیز باید با توصیه و مشورت پزشک صورت بگیرد. داروهای گیاهی در مواردی که فرد مصرف کننده داروهای شیمیایی نیز استفاده می کند می توانند موجبات تداخل دارویی را فراهم کنند.

منابع

- پاکروان، م. ۱۳۸۷. فلور ایران شماره ۵۸ تیره پنیرک. موسسه تحقیقات جنگلها و مراتع. صص ۲۶-۴۳.
- زرگری، ع. ۱۳۹۳. گیاهان دارویی (جلد ۲). انتشارات دانشگاه تهران.
- کشفی بناب، ع. ۱۳۸۹. مزیت نسبی اقتصادی کشت و تجارت گیاهان دارویی در ایران و ارزش آن در بازارهای جهانی. نشریه بررسی های بازرگانی. ۸(۴۴): ۶۷-۷۸.
- قهرمان، ا. ۱۳۶۵. فلور رنگی ایران. انتشارات موسسه تحقیقات جنگلها و مراتع ایران.

- Ahmad, I., Ahmad Khan, M.S., and Cameotra, S.S. (2014). Quality assessment of herbal drugs and medicinal plant products. Encyclopedia of Analytical Chemistry, 16: 1-17.
- Babaei, E., Asghari, M. H., Mehdikhani, F., Moloudizargari, M., Ghobadi, E., and Pouya, S.R. (2017). The healing effects of herbal preparations from Sambucus ebulus and Urtica dioica in full-thickness wound models. Asian Pacific Journal of Tropical Biomedicine, 1;7(5):421-7.
- Bernath, J., Kattaa, A., Nemeth E., and R. Franke. (1996). Production biological investigation of Fennel (Foeniculum vulgare) population of different genotype. Coltivazione emiglior amento di piante officinali, Trento, Italy, 2-3 Giugno. 287-292.
- Chassagne, F. (2022). Medicinal plants as anti-infectives: Current Knowledge and New Perspectives. San Diego, CA: Academic Press.
- Chung, S., Kong, S., and Seong, K.Y. (2002). Gamma-linolenic acids in borago officinalis reverse epidermal hyperproliferation in guinea pigs. Journal of Nutrition, 132(10): 3090-3094.



- Lindgren, K. (2001) Relationship among maternal-fetal attachment, prenatal depression, and health practices in pregnancy. *Research in Nursing & Health*, 24(3):203-217.
- Lust, J. (1974). *The Herb Book: The most complete catalog of herbs ever published*. 1st ed. Toronto: Courier Corporation.
- Wettasinghe, M., and Shahidi, F. (2005). Fe (III) chelation activity of extract of borago and evening primrose meals. *Food Research International*, 35: 65-71.
- Zhen-Yu, W. (2005) Impact of anthocyanin from *Malva sylvestris* on plasma lipids and free radical. *Journal For Research*, 16(3): 228-32.
- <https://frw.ir/index.jsp?pageid=4693>
- [استان-گیلان/ در باره-استان/ نقشه-و-جغرافیا/](https://gilan.ir/نقشه-و-جغرافیا/استان-گیلان/در باره-استان/)
- <https://gilan.corc.ir/page-gilanmain/fa/35/form/pId5961>
- <https://www.doe.ir/>



خواص زیستی- عملکردی و کاربردهای بالقوه گیاه آبری آزولا

علیرضا ربیع پور^{۱*}، فاطمه زحمتکش^۱، آریا باباخانی^{۲،۱}

^۱ گروه شیلات، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه گیلان، صومعه سرا، گیلان، ایران (rabiepooralireza@gmail.com)

^۲ گروه علوم دریایی، پژوهشکده حوضه آبی دریای کاسپین، دانشگاه گیلان، رشت، گیلان، ایران

چکیده

در عصر جدید، کشف و استخراج متابولیت‌های زیست فعال عملکردی از گیاهان بسیار مورد توجه پژوهشگران قرار گرفته است. محیط آبی حاوی گیاهان آبری با ترکیبات خاص و منحصر به فرد است که می‌توانند منابع غنی از مواد فعال زیستی در نظر گرفته شوند. آزولا، گیاهی آبری و شناور آزاد است که می‌تواند در مناطق معتدله و گرمسیری رشد قابل توجهی داشته باشد. این گیاه به دلیل رشد سریع و گسترده در سال‌های اخیر، باعث برخی مشکلات زیست محیطی در اکوسیستم‌های آبی ایران از جمله تالاب انزلی شد. با این حال موارد کاربردی این گیاه توانست بر اثر مخرب تجمعی آن در اکوسیستم‌های آبی غلبه کند. این مطالعه‌ی مروری از ابزارها و موتورهای جست و جوی تحقیقاتی از جمله گوگل اسکولار، سماتیک اسکولار، اسکوپوس، ساینس دایرکت و ریسرچ گیت استفاده کرد. نتایج نشان داد که آزولا دربرگیرنده‌ی بسیاری از ترکیبات مهم زیستی شامل پروتئین‌ها، چربی‌ها، کربوهیدرات‌ها، ویتامین‌ها، مواد معدنی و سایر مواد مغذی ضروری برای سلامت انسان و موجودات آبری و خشکی‌زی است. علاوه بر این، خواص آنتی اکسیدانی، ضد میکروبی، تعدیل کنندگی ایمنی، ضد سرطانی، ضد مرگ سلولی، ضد التهابی، ضد دیابتی، ضد ویروسی، ضد فشارخون، محافظت کننده از قلب، کبد و سیستم عصبی از جمله پتانسیل‌های زیست فعال این گیاه هستند. تولید سوخت زیستی و کود زیستی، تولید پروتئین هیدرولیز شده، تصفیه محیط آبی از آلاینده‌ها، استفاده در خوراک دام، طیور و آبزیان و تولید دیگر محصولات با ارزش افزوده از دیگر موارد استفاده از آزولا در زمینه‌های مختلف هستند. هدف از این پژوهش بیان کاربردهای مفید آزولا و مروری بر خواص زیست فعال آن در زندگی بشر و صنایع گوناگون است.

واژگان کلیدی: آزولا، ترکیبات زیست فعال، خواص عملکردی، گیاه آبری- دارویی



۱. مقدمه

در جهان پیشرو، بشریت با انواع بیماری‌هایی با منشأ مختلف و هزینه‌های بالای داروهای شیمیایی برای درمان مواجه است (Rabiepour et al., 2024d). با این تفاسیر، اهمیت ترکیبات فعال زیستی و استفاده از آنها در صنایع غذایی-دارویی با پیشرفت علم و گسترش بسیاری از بیماری‌های مرتبط با رادیکال‌های آزاد و استرس اکسیداتیو، کاملاً شناخته شده است (Rabiepour et al., 2023). محیط دریا منبع بسیار غنی از جانوران و گیاهان حاوی ترکیبات زیست فعال با کاربردهای منحصر به فرد در زمینه‌های مختلف می‌باشد (ربیع پور و زکی پور رحیم آبادی، ۱۴۰۲). اکوسیستم دریایی، یکی از منابع طبیعی در دسترس با پتانسیل‌های کاربردی می‌باشد و ترکیبات به دست آمده از منابع دریایی، نقش بسیار مهمی در تولید و توسعه محصولات با ارزش افزوده بالا ایفا می‌کنند (Rabiepour and Babakhani, 2024). از طرف دیگر، جست‌وجو، شناسایی و در نهایت استفاده از ترکیبات زیست فعال مهم و با ارزش، یکی از اهداف اصلی جهت مدیریت اصولی و توسعه پایدار صنعت شیلات می‌باشد. ترکیبات زیست فعال استخراج شده از آبزیان، نقش مهمی در رژیم غذایی، افزایش سلامت، پیشگیری و درمان بیماری‌های مختلف در انسان‌ها ایفا می‌کنند (ربیع پور و باباخانی، ۱۴۰۲). بنابراین، منابع دریایی و فرآورده‌های دریایی می‌توانند به عنوان غذاهای عملکردی پایدار با ارزش غذایی بالا در نظر گرفته شوند. ترکیبات مفید استخراج شده از گیاهان و جانوران ساکن در اکوسیستم‌های آبی دارای انواعی از مواد مغذی زیست فعال هستند که می‌توانند به غذای انسان و سایر موجودات اضافه شوند (Rabiepour et al., 2024c). بنابراین، با توجه به شناخت روزافزون نقش حیاتی آبزیان در تولید محصولات با ارزش افزوده بالا و ارتقای سلامت انسان‌ها، صنایع شیلاتی و آبرزی پروری جایگاه قابل توجهی را در جهان به دست آورده‌اند (ربیع پور و رستم‌زاد، ۱۴۰۳).

از طرف دیگر، در جهان کنونی، دستیابی به پیشرفت و توسعه در هر زمینه‌ای؛ نیازمند تحقیق، جست‌وجو و در نهایت به کارگیری نتایج حاصل از آن پژوهش و مطالعه در جهت حل مسائل، بهبود چالش‌ها و فعالیت‌های موجود است (ربیع پور و رستم‌زاد، ۱۴۰۳). در این راستا، یکی از مهمترین و فراگیرترین مسائل معاصر در زمینه احیای اکولوژیک، تهاجم بیولوژیکی است (Blossey, 1999). گونه‌های گیاهی مهاجم، زیستگاه‌های طبیعی در سراسر جهان را تهدید می‌کنند و گزارش شده است که یکی از دلایل اصلی از بین رفتن تنوع زیستی هستند (Vitousek et al., 1997). گونه‌های گیاهی مهاجم می‌توانند در استقرار گونه‌های بومی مداخله کنند و در نتیجه بر ساختار و مجموعه جامعه گیاهی تأثیر بگذارند (Pearson et al., 2018). بنابراین، کنترل گیاهان مهاجم یک گام ضروری و در عین حال معمولاً پرهزینه به سمت احیای یک اکوسیستم است (Weidlich et al., 2020). یکی از این گیاهان مهاجم و غیربومی در کشور ایران، گیاه آبرزی آزو لا محسوب می‌شود که وجود آن باعث مشکلات بسیار زیادی در اکوسیستم‌های آبی از جمله تالاب انزلی در سالیان اخیر گردید (Nikkhah et al., 2024). با این حال آزو لا، یک گیاه آبرزی-دارویی با فواید و ترکیبات زیستی بسیار مفید است. از این رو، این تحقیق با هدف بیان اهمیت پتانسیل زیست فعالی و کاربرد این گیاه در صنایع مختلف انجام شد.



۲. مواد و روش‌ها

۲-۱. روش تحقیق

برای انجام این تحقیق، روش گردآوری اطلاعات انتخاب شد. برای این منظور، از پایگاه‌های اطلاعاتی پراستناد، ابزارها و موتورهای جست و جوی تحقیقاتی پیشرفته گوگل اسکولار^۱، سمانتیک اسکولار^۲، اسکوپوس^۳، ساینس دایرکت^۴ و ریسرچ گیت^۵ استفاده گردید. ۷۸ مقاله مورد بررسی و استفاده قرار گرفتند و در نهایت اطلاعات و مطالب جمع‌آوری شده در قالب یک مقاله، تدوین و نگارش گردیدند.

۳- گیاهان آبرزی

گیاهان آبرزی گیاهانی هستند که در انواع محیط‌های آبی مانند تالاب‌ها، برکه‌ها، دریاچه‌ها، رودخانه‌ها و حتی در اقیانوس‌ها یافت می‌شوند. آن‌ها برای حفظ کیفیت آب و جلوگیری از فرسایش در زیستگاه‌های آبی مهم هستند. گیاهان آبرزی در دو گروه اصلی گیاهان آبرزی بزرگ و گیاهان آبرزی کوچک طبقه‌بندی می‌شوند. گیاهان آبرزی کوچک، دربرگیرنده‌ی جلبک‌های میکروسکوپی و سیانوباکتری‌ها هستند. گیاهان آبرزی بزرگ هم بر اساس عادت رشدشان، شامل گیاهان شناور، گیاهان غوطه‌ور، و گیاهان نوظهور (پای آبی) هستند. گیاهان آبرزی شناور، گیاهانی هستند که چه ریشه‌دار و چه بدون ریشه روی سطح آب شناور هستند. آن‌ها هیچ اتصالی به کف بدنه آبی ندارند و آزادانه با جریان‌ها حرکت می‌کنند. نیلوفر آبی، سنبل آبی و عدسک آبی، و آژولا نمونه‌هایی از گیاهان شناور هستند (Cook, 1990; Xibu, 2022). گیاهان غوطه‌ور، به‌طور کلی در زیر آب ساکن هستند و ریشه در رسوبات دارند (Dogan et al., 2009; Gettys et al., 2009). در مقابل، گیاهان نوظهور، ریشه‌هایشان در داخل خاک بوده و در انتهای بدنه آب رسوب می‌کنند. همچنین، ساقه‌ها و برگ‌های آن‌ها از سطح آب بیرون می‌آیند (Xibu, 2022). گیاهان آبرزی بزرگ، عملکردهای اکولوژیکی زیادی را در اکوسیستم‌های آبی انجام می‌دهند. مهمترین آن‌ها ستر و ذخیره ترکیبات آلی و آزادسازی اکسیژن، جذب و تجمع عناصر شیمیایی، تصفیه آب و سم‌زدایی آلاینده‌ها، انتشار ترکیبات فعال بیولوژیکی درگیر در ارتباطات بین گونه‌ای، تهیه غذا، پناهگاه و مکان‌های تغذیه برای آبزیان، و تأثیر بر رژیم هیدرولوژیکی بدنه‌های آبی است (Lesiv et al., 2020).

گیاهان آبرزی غوطه‌ور به‌طور اختصاصی غذا، زیستگاه و مواد مغذی را برای زوبنتوزها^۶ (به حیواناتی اطلاق می‌شود که در کف یا در رسوبات بدنه آبی زندگی می‌کنند) فراهم می‌کنند (Cheng et al., 2017). گیاهان آبرزی شناور از جمله آژولا

¹ Google Scholar

² Semantic Scholar

³ Scopus

⁴ ScienceDirect

⁵ Research Gate

⁶ Zoobenthos



می توانند در تولید سوخت های زیستی با کیفیت بالا (مشابه دیزل)، کود و خوراک دام موثر واقع شوند (Arefin et al., 2021; Sayanthan et al., 2024). یکی از پربازده ترین، اما کم بهره برداری ترین منابع زیست توده، گروهی است که به عنوان گیاهان آبرزی نوظهور طبقه بندی می شود (Kresovich et al., 1981). این گیاهان نقش کاربردی در جذب مواد مغذی و حذف آلاینده های آبی دارند (Tanner, 1996).

گیاهان آبرزی به دلیل دارا بودن ویژگی های منحصر به فردشان، توجه زیادی را به خود جلب کرده اند و نسبت به گیاهان خشکی برتری دارند. گیاهان خشکی در زمین رشد می کنند یا برای زنده ماندن باید در خشکی باشند. از سوی دیگر، گیاهان آبرزی توانایی رشد در استخرها را در شرایط کنترل شده با استفاده از فاضلاب به عنوان منبع مواد مغذی دارند. در دهه های گذشته، گونه های گیاهی مانند آزولا به دلیل انباشته شدن محصولات ارزشمند، ترکیبات فنولی، پروتئین ها، لیپیدها و کربوهیدرات ها به خوراکی جذاب برای دام تبدیل شدند (Tran et al., 2020). به طور کلی، گیاهان دارویی حاوی ترکیبات موثری هستند که خواص بسیار مفیدی در زمینه های مختلف دارند. یکی از این ترکیبات موثر و زیست فعال، آنتی اکسیدان است که به عنوان عنصری کاربردی در افزایش سلامت انسان و کاهش خطرات بیماری ها شناخته می شود (Rabiepour et al., 2024a).

با این تفاسیر، گیاهان دارویی نقش مهمی در سیستم مراقبت های بهداشتی انسان دارند. طب گیاهی عمدتاً به دلیل اثربخشی و محبوبیت آن در بخش بهداشت اولیه مورد توجه قرار گرفته است (Shamsi-Baghbaban et al., 2014). گیاهان آبرزی و ریز جلبک ها به دلیل داشتن اسیدهای چرب غیراشباع بالا و ریزمغذی ها (مواد معدنی و ویتامین ها) به عنوان مواد غذایی- دارویی پیشنهاد شده اند (Quintieri et al., 2023). از این رو، محصولات مبتنی بر گیاه در طول زمان توجه فزاینده ای را به خود جلب کرده اند و منبعی عالی از پروتئین ها و فیتوکمیکال ها^۱ هستند. در این رابطه، ثابت شده است که رژیم های غذایی غنی از این محصولات ممکن است از القای طیف وسیعی از بیماری ها جلوگیری کنند (Hertzler et al., 2020). مصرف محلی این گیاهان آبرزی به عنوان غذا یا به عنوان گیاهان دارویی، گسترش آن ها را به بازار جهانی محدود می کند. تعداد زیادی از گیاهان آبرزی به دلیل کاربرد و ارزش غذایی، پتانسیل تجاری سازی به عنوان گیاهان غذایی را دارند، اما کمبود دانش مانع بهره برداری از پتانسیل آن ها می شود (Aasim et al., 2018). گیاه آزولا، یکی از گیاهان آبرزی با خواص زیست فعال منحصر به فرد است که در ادامه به بررسی آن پرداخته می شود.

۳-۱. آزولا

آزولا یک سرخس آبی است که بر روی سطح حوضچه های آب شیرین، رودخانه ها و مزارع در مناطق گرمسیری و نیمه گرمسیری شناور است. اندازه آن معمولاً ۱-۲/۵ سانتی متر قطر دارد، اما برخی از گونه ها می توانند به اندازه ۱۵ سانتی متر یا بیشتر هم برسند (Qiu & Yu, 2003). آزولا می تواند آب و هوای معتدل و گرمسیری را تحمل کند. این گیاه از یک ساقه

^۱ Phytochemicals



کوتاه، منشعب و شناور تشکیل شده است که ریشه‌های آن در آب آویزان است. به علاوه، برگ‌ها به طور متناوب مرتب شده‌اند (Roy et al., 2016). در سال ۱۷۸۳، لامارک^۱ (Lamarck) برای اولین بار کلمه آزولا را معرفی کرد. جنس آزولا به دسته Pteridophyta، رده Polypodiopsida و راسته Salviniaceae تعلق دارد. همچنین یکی از اعضای خانواده Salviniaceae است و دارای دو زیرجنس و شش گونه زنده است (Roy et al., 2016). زیرجنس Euazolla شامل چهار گونه *Azolla mexicana*، *Azolla microphylla* و *Azolla filiculoides* هستند که همه‌ی آن‌ها بومی آمریکا هستند. در مقابل، گونه‌های *Azolla nilotica* و *Azolla pinnata* از زیرجنس *Rhizosperma* و بومی آفریقا هستند (Al-Mayah et al., 2016). این گیاه، دارای یک ریزوم اصلی است که به ریزوم‌های ثانویه تقسیم می‌شود که همگی دارای برگ‌های کوچک مرتب شده‌اند. دمای مطلوب برای رشد آزولا بین ۱۸ تا ۲۸ درجه سانتی‌گراد تخمین زده شده است. رشد بهینه و تولید زیست‌توده آزولا در تالاب انزلی ممکن است با عمق آب مرتبط باشد. این گیاه، ترجیح می‌دهد در شرایط شناور آزاد روی سطوح آب آرام رشد کند. با این حال، می‌تواند خیلی سریع رشد کند و در نتیجه مشکلات گسترده‌ای را عمدتاً در مناطق گرمسیری و نیمه گرمسیری ایجاد کند (Sadeghi et al., 2013). آزولا در یک بازه زمانی نسبتاً کوتاه، زیست‌توده کامل تولید می‌کند. با ترکیب متمایز خود، یک سرخس کوچک شناور آبی است که نیتروژن تثبیت می‌کند. این پتریدوفیت^۲ دارای اهمیت زراعی در کشورهای در حال توسعه و توسعه یافته است. همچنین دارای مزایای دیگری است و به عنوان منبع بسیاری از ترکیبات زیست‌فعال ضروری و مواد مغذی شناخته شده است. برای بهره‌برداری بهتر از این منبع طبیعی قابل توجه می‌توان کار بیشتری برای تحقیقات پایدار انجام داد (Rashad, 2021).

۳-۱-۱. ترکیبات مفید و زیست‌فعال آزولا

آزولا دارای ترکیب شیمیایی منحصر به فردی است که آن را به ارگانسمی قابل توجه با کاربردهای مختلف تبدیل می‌کند. این گیاه حاوی غلظت بالایی از پروتئین است که از ۲۵٪ تا ۳۵٪ وزن خشک آن متغیر است (Bara Scholar et al., 2020; Coudert et al., 2020). علاوه بر این، آزولا حاوی آمینواسیدهایی مانند لیزین، متیونین، سیستین، ترئونین، تریپتوفان، آرژنین، ایزولوسین، لوسین، فنیل آلانین، تیروزین، گلايسین، سرین و والین است (Kabir et al., 2020; Mosha et al., 2020). مواد معدنی مانند کلسیم، فسفر، پتاسیم، روی، کبالت، کروم، بور، نیکل، سرب، کادمیوم، آهن، منگنز و مس از جمله دیگر ترکیبات ارزشمند این گیاه هستند (Ahmed, 2022). آزولا همچنین حاوی کلروفیل، کاروتنوئیدها و واسطه‌های محرک رشد است (Chichilichi et al., 2015; Mosha et al., 2018). تحقیقات نشان داده است که این گیاه آبی بین ۲۰۶ تا ۶۱۹ میلی گرم بر کیلوگرم کاروتن دارد که آن را به منبع عالی این ماده مغذی ضروری تبدیل می‌کند (Lejeune et al., 2000; Swain et al., 2022). ترکیبات فنولی، فلاونوئیدها، آلکالوئیدها، مشتقات تری ترپنوئید، آمینواسیدها، اسیدهای چرب، و هورمون‌ها از

¹ Lamarck

² Pteridophyte



جمله مهم ترین ترکیبات زیست فعال و متابولیت های ثانویه شناسایی شده در آژولا هستند. خواص ضد ویروسی، ضد التهابی، ضد دیابتی، آنتی اکسیدانی، ضد سرطانی، محافظت کننده از قلب و سیستم عصبی، کبد و معده، ضد فشار خون از جمله پتانسیل های زیستی این گیاه می باشد (Elrasoul et al., 2020; Maswada et al., 2020). فراوان ترین ترکیبات فنولی شناسایی شده در آژولا شامل آنتوسیانیدین ها^۱، کومارین ها^۲، فلاونول ها^۳، فلاون ها^۴ و تانن های^۵ متراکم می باشد (Nierop et al., 2011; Mouradov et al., 2014). تانن ها که فراوان ترین مواد فنولی در گونه های آژولا هستند، دارای فوائد سلامتی بوده و به عنوان مکمل غذایی- خوراکی محسوب می شوند (Rauf et al., 2019). اثبات شده است که تانن ها، محتوای فنولیک و فلاونوئیدها باعث پتانسیل آنتی اکسیدانی عصاره گیاه آژولا می شوند (Mithraja et al., 2011). این خواص آنتی اکسیدانی، خطر ابتلا به بیماری های قلبی عروقی، سرطان، دیابت نوع ۲ و بیماری های عصبی را در انسان ها کاهش می دهد (Perez-Vizcaino and Fraga, 2018; Ballard and Junior, 2019; Rupasinghe and Arumuggam, 2019). در پژوهشی هم که توسط Ali-Nehari و همکاران (۲۰۲۵) انجام شد، تجزیه و تحلیل کروماتوگرافی گازی- طیف سنجی جرمی^۶ (GC-MS) برای هر دو گونه *Azolla pinnata* و *Azolla microphylla* وجود ترکیبات اسید چرب، ترپنوئید^۷، استروئید^۸، کومارین و مشتقات فلاونوئید را نشان داد. در تحقیق دیگری مشخص شد که عصاره متانولی گیاه آژولا (*Azolla filiculoides*) دارای ترکیبات فیتوشیمیایی مختلفی از جمله اتیل فرمات^۹، ۱،۳-سیکلو هگزان دیون^{۱۰}، بوتانال^{۱۱}، ۲-نوننال^{۱۲}، ۹-اکتادکنال^{۱۳}، ۲،۴،۶-تری متیل-۱-نونان^{۱۴}، ۳-تترادکان^{۱۵}، اسید کربنیک^{۱۶}، اسید اولئیک^{۱۷}، اکسیران^{۱۸}، دی اتیل کربنات^{۱۹}، هیدروپراکسید^{۲۰}، ۱۳-دوکوزنوئیک اسید^{۲۱}، ۲-ازونید بوتن^{۲۲}، Z-۱۰-پنتادیسین-۱-ال^{۲۳} و ۹-اگزابایسیکلو (۶.۱.۰)-نونان^{۲۴} می باشد (Alkhafaji et al., 2022).

- 1 Anthocyanidins
- 2 Coumarins
- 3 Flavonols
- 4 Flavones
- 5 Tannins
- 6 Gas chromatography/mass spectrometry
- 7 Terpenoid
- 8 Steroid
- 9 Ethyl Formate
- 10 1,3-Cyclohexanedione
- 11 Butanal
- 12 2-Nonenal
- 13 9-Octadecenal
- 14 2,4,6-Trimethyl-1-nonene
- 15 3-Tetradecane
- 16 Carbonic acid
- 17 Oleic Acid
- 18 Oxirane
- 19 Diethyl carbonate
- 20 Hydroperoxide
- 21 13-Docosenoic acid
- 22 2-Butene ozonide
- 23 Z-10-Pentadecen-1-ol
- 24 9-Oxabicyclo [6.1.0] nonane



۳-۱-۲. موارد کاربردی آزو لا در صنایع مختلف

با توجه به رشد سریع جمعیت جهان، افزایش بهره‌وری از سیستم‌های کشاورزی امری ضروری شده است (Babakhani and Zahmatkesh, 2024). آزو لا از منبع غذای مغذی و خوراک دام گرفته تا استفاده به عنوان کود زیستی و گیاه پالایی^۱، به کشاورزی پایدار و اصلاح زیست محیطی کمک می‌کند (Yohana et al., 2023). تولید و استفاده از کودهای معدنی که به دلیل غلظت بالای نیتروژن و قابلیت جذب، اثرات منفی بر محیط زیست دارند. در این راستا، زیست توده آزو لا می‌تواند به عنوان کود زیستی و محصولی برای اصلاح خاک برای افزایش محتوای آلی برخی از خاک‌ها مورد استفاده قرار گیرد، که بازده و کیفیت محصول را بهبود می‌بخشد و هزینه کمتری را دربر دارد (Miller and Spoolman, 1979). Zeleke و همکاران (۲۰۲۴)، در یک مطالعه، آزمایشی را تحت شرایط سایه به منظور بررسی تاثیر افزودن ترکیب کود آزو لا و نیتروژن معدنی بر خواص مورفولوژیکی و فیزیولوژیکی گوجه فرنگی طراحی کردند. اثر متقابل آزو لا و نیتروژن تأثیر معنی داری بر میزان کلروفیل، سرعت فتوسنتز، محتوای نسبی آب، تعداد برگ، ارتفاع بوته و سطح برگ داشت. می‌توان نتیجه گرفت که ترکیب متعادلی از کودهای آلی و معدنی برای رشد و فیزیولوژی مطلوب گوجه فرنگی ضروری است.

مشخص شده است که آزو لای تازه می‌تواند تا ۵۰ درصد از کنسانتره خوراک گاوها را جایگزین کند و هزینه‌های خوراک و نیروی کار را تا ۱۶.۵ درصد و هزینه تولید شیر را تا ۱۸.۵ درصد کاهش دهد (Murthy et al., 2013). همچنین نشان داده شده است که افزودن آزو لای تازه به رژیم غذایی جوجه‌ها، مرغ‌های تخم‌گذار و اردک‌ها، هزینه‌های تغذیه را به میزان قابل توجهی کاهش می‌دهد و تأثیری بر وزن تخم‌مرغ و سایر پارامترهای کیفی نمی‌گذارد (Sujatha et al., 2013). استفاده از آزو لا خشک به میزان ۷.۵ درصد منجر به افزایش ۲.۶ درصدی در وزن بدن جوجه‌های گوشتی شد و به پاسخ ایمنی بهتر کمک کرد (Prabina et al., 2010). از طرف دیگر، تقاضای سیری ناپذیر صنعت آبزی پروری برای پودر ماهی منجر به افزایش قیمت شده است و جستجو برای منبع پروتئین جایگزین پایدار را برانگیخته است. کنجاله آزو لا به عنوان یک پروتئین گیاهی و مکمل غذایی، می‌تواند جایگزین مناسب و کم هزینه برای پودر ماهی باشد (Sithara et al., 2008; Korsa et al., 2024).

نتایج تحقیق رجبی اسلامی و همکاران (۱۳۹۴)، نشان داد که مقدار اسید پالمیتیک، اسید مارگاریک، اسید سیس-اولئیک، اسید لینولئیک و اسید آلفا-لینولئیک در آزو لای وحشی بالاتر از آزو لای پرورشی بود. با این تفاسیر، می‌توان از این گیاه در تغذیه دام، طیور و انسان استفاده نمود. بر اساس نتایج آن‌ها، آزو لای وحشی به دلیل سرعت بالای تکثیر و زمان کوتاه دو برابر شدن می‌تواند جهت استخراج مقادیر مناسبی روغن مورد استفاده قرار گیرد. Varasteh Moakhar و همکاران (۲۰۱۳) در یک مطالعه، محتوای چربی و ترکیب اسیدهای چرب آزو لا (*Azolla filiculoides*) را در اشکال سبز و قرمز بررسی کردند. نتایج نشان داد که آزو لای سبز در مقایسه با آزو لای قرمز دارای مقادیر بیشتری از اسیدهای چرب تک غیراشباع (MUFAs) اسیدهای چرب چند غیراشباع (PUFAs) و در نهایت دارای ارزش غذایی بالاتری بود. نتایج پژوهشی دیگر حاکی از این بود

¹ Phytoremediation



که افزودن آزولا (*Azolla caroliniana*) به جیره غذایی تیلایای نیل (*Oreochromis niloticus*) رشد یافته در سیستم بیوفوک، باعث رشد و مقاومت در برابر بیماری می شود (Lumsangkul et al., 2022). همچنین گزارش شده است که کنجاله تهیه شده از *Azolla pinnata* رشد مطلوبی را در میگوی پرورشی فراهم می کند (Sudaryono, 2006). علاوه بر این، آزولا به عنوان بخشی از رژیم غذایی فضایی، هنگام زندگی در مریخ، به عنوان یک رژیم گیاهی ضروری برای سلامت انسان پیشنهاد می شود (Katayama et al., 2008).

از سویی دیگر، پلاستیک ها و بسته های غیرقابل تجزیه و غیرزیست تخریب پذیر ناشی از پلیمرهای مصنوعی می توانند اثرات منفی بر سلامت انسان و اکوسیستم داشته باشند که امروزه به عنوان یک مشکل زیست محیطی جهانی در نظر گرفته می شوند. از این رو، استفاده از پلیمرهای زیست تخریب پذیر به عنوان جایگزین مناسب برای بسته های غیرقابل تجزیه به طور گسترده مورد توجه قرار گرفته است (Rabiepour et al., 2022). مطالعات حاکی از بهره گیری و کاربرد آزولا به عنوان یک ماده اولیه پایدار برای تولید پلاستیک های زیستی سازگار با محیط زیست می باشند (Kouchakinejad et al., 2024). در عصر امروز، افزایش جمعیت جهان و کاهش منابع انرژی، پژوهش ها را به سمت کشف و جستجوی منابع انرژی پایدار برای تامین نیازهای بشر سوق داده است. سوخت های فسیلی یکی از منابع تامین انرژی هستند. اما باعث تولید گازهای گلخانه ای و آلودگی هوا، افزایش دمای زمین و در نتیجه به خطر افتادن سلامت اکوسیستم و چرخه حیات موجودات زنده روی زمین می شوند. بنابراین نیاز مبرم و حیاتی به وجود منابع زیستی برای تامین انرژی وجود دارد (Rabiepour and Hodhodi, 2024). پتانسیل آزولا به تولید سوخت زیستی گسترش می یابد و آن را به یک ماده اولیه امیدوارکننده برای انرژی زیستی پایدار تبدیل می کند (Krishnappa et al., 2024). KJ (۲۰۲۴) به بررسی قابلیت تولید بیودیزل با استفاده از چربی *Azolla pinnata* و ارزیابی فنی و اقتصادی آن برای تولید در مقیاس بزرگ پرداخت. مخلوط های بیودیزل آزولا در یک موتور آزمایش شدند و با نتایج دیزل مقایسه شدند. بر اساس نتایج تست موتور، استفاده از آزولا، انتشار کمتری از کربن مونواکسید، هیدروکربن و دود را به همراه داشت. این فرآیند نوآورانه چندین مزیت کلیدی مانند کاهش تولید زباله و ارائه جایگزینی برای سوخت های فسیلی ارائه کرد.

۳-۱-۳. تحقیقات انجام شده به منظور بررسی خواص زیست فعال گیاه آزولا

ترکیبات زیست فعال مانند آنتی اکسیدان ها نقش اساسی در سلامت و تغذیه انسان دارند. علاوه بر این، گیاهان آبرزی به عنوان یک منبع ارزشمند و مناسب از آنتی اکسیدان ها به شمار می روند (Rabiepour et al., 2024b). در مطالعه ای انجام شده توسط Naghdi و همکاران (۲۰۲۱)، از روش فراصوت برای استخراج ترکیبات آنتی اکسیدانی و ضد میکروبی و از روش تاگوچی برای بهینه سازی فرایند استخراج از *Azolla filiculoides* استفاده شد. تیمار بهینه شامل زمان استخراج ۱۰ دقیقه، حلال آب و نسبت پودر خشک به حلال (۱:۱۰) بود. نتایج خواص ضدباکتریایی علیه باکتری های گرم مثبت (*Staphylococcus aureus*) و *Listeria monocytogenes* و باکتری های گرم منفی (*Escherichia coli* و *Salmonella enterica*) تأثیر معنی داری را بر روی تمامی تیمارها نشان داد. در نهایت مشخص شد که *A. filiculoides* می تواند به عنوان منبع مناسبی از آنتی اکسیدان ها و ترکیبات ضدباکتری مورد استفاده قرار گیرد. مطالعه دیگری به منظور بررسی اثرات آنتی اکسیدانی، ضد التهابی و ضد آپوپتوز



عصاره اتانولی *A. pinnate* انجام گردید. عصاره *A. pinnate* یک عامل محافظتی و درمانی در برابر سمیت کبدی ناشی از سرب در موش صحرایی از طریق اثرات آنتی اکسیدانی، ضد التهابی و ضد آپوپتوز^۱ بود (Elrasoul et al., 2020). به علاوه، نتایج Rahman و همکاران (۲۰۲۳) نشان داد که عصاره متانولی *A. caroliniana* و *A. filiculoides* دارای فعالیت های آنتی اکسیدانی، ضد التهابی و سیتوتوکسیک بالقوه علیه سلول های سرطان کبد هستند. هم چنین آن ها فعالیت ضد میکروبی متوسطی را علیه *Geotrichum candidum*، *Enterococcus faecalis* و *Klebsiella pneumonia* نشان دادند.

در تحقیقی دیگر، مشخص شد که گالاکتوفوکان های^۲ (پلی ساکارید سولفات ه محلول در آب) جدا شده از *Azolla filiculoides* دارای فعالیت های ضد سرطانی و تعدیل کننده ایمنی هستند. این پلی ساکاریدها توانستند تکثیر سلول های ماکروفاژ را نیز بهبود ببخشند. قدرت بالای این پلی ساکاریدها در تحریک سلول های ماکروفاژ RAW264.7 برای آزادسازی واسطه های پیش التهابی و سیتوکین ها که از طریق مسیرهای سیگنال دهی NF-kB و MAPK تحریک می شوند، نشان دهنده ی ضد سرطانی و تعدیل کننده ی ایمنی آنها است (Shemami et al., 2018). Sanjay و همکاران (۲۰۲۱)، عصاره های مختلف اتانولی، متانولی و آبی *A. pinnata* را از نظر فعالیت ضد درد و تب بر بررسی کردند. بر اساس یافته ها، فعالیت تسکین دهنده ی درد در عصاره اتانولی بیشتر از متانولی و عصاره آبی بود. در مطالعه دیگری، هیدرولیزهای پروتئینی *Azolla pinnata* با روش آنزیمی با آنزیم های آلکالاز^۳، فلاورزایم^۴ و پاپائین^۵ تولید شده و خواص زیستی آن مورد ارزیابی قرار گرفت. پروتئین هیدرولیز تولید شده با آلکالاز به عنوان یک عنصر کاربردی و/یا مواد مغذی با اثرات ضد فشار خون چند منظوره، ضد دیابت و آنتی اکسیدانی شناسایی شد (Qoms et al., 2024). تحقیق دیگری که توسط Ravi و همکاران در سال ۲۰۲۰ انجام شد، نشان داد که *A. pinnata* دارای اثربخشی خوبی در برابر پشه های *Aedes albopictus* و *Aedes aegypti* می باشد. بنابراین این گیاه می تواند استفاده بالقوه ای را به عنوان یک حشره کش زیستی جایگزین در برگیرد.

۴. نتیجه گیری

گیاهان آبی از جمله منابع طبیعی مهم و باارزش در اکوسیستم های آبی و صنایع شیلاتی محسوب می شوند. این گیاهان در برابر شرایط بسیار پرتنش محیطی سازگاری یافته و می توانند طیف وسیعی از متابولیت های ثانویه و ترکیبات فیتوشیمیایی برای سلامت انسان ها را تولید کنند. از این رو، در چندین سال اخیر، تحقیقات زیادی در زمینه استخراج ترکیبات زیست فعال از گیاهان آبی و به کارگیری آنها در تولید غذاهای عملکردی و ترکیبات غذایی - دارویی صورت گرفته است. آزالا، یکی از گیاهان آبی شناور آزاد است که خواص زیستی - عملکردی منحصر به فردی را در خود جای داده است. با این حال، این گیاه در سالیان گذشته به دلیل مهاجم و غیربومی بودن، برخی از اکوسیستم های آبی ایران از جمله تالاب انزلی را تحت تاثیر قرار داد.

¹ Apoptosis

² Galactofucans

³ Alcalase

⁴ Flavourzyme

⁵ Papain



نتایج این مطالعه نشان داد که گیاه آزولا دربرگیرنده طیف وسیعی از ترکیبات مهم زیستی شامل پروتئین‌ها، چربی‌ها، کربوهیدرات‌ها، ویتامین‌ها، موادمعدنی و دیگر مواد مغذی زیست فعال است که برای سلامت انسان و موجودات آبی و خشکی؛ ضروری هستند. علاوه بر این، خواص آنتی اکسیدانی، ضد میکروبی، تعدیل کنندگی ایمنی، ضد سرطانی، ضد مرگ سلولی، ضد التهابی، ضد دیابتی، ضد ویروسی، ضد فشارخون، محافظت کننده از قلب، کبد و سیستم عصبی از جمله پتانسیل‌های زیست فعال این گیاه هستند که می‌توانند به منظور پیشگیری، درمان و مقابله با بیماری‌های گوناگون مرتبط با تغذیه، پیری و استرس اکسیداتیو در انسان‌ها مورد استفاده قرار گیرند. تولید سوخت زیستی، تولید کود زیستی، تولید پروتئین هیدرولیز شده، تصفیه محیط از آلاینده‌ها، استفاده در خوراک دام، طیور و آبزیان و تولید دیگر محصولات با ارزش افزوده غذایی، غذایی - دارویی و زیست - پزشکی از دیگر موارد استفاده از آزولا در زمینه‌های مختلف هستند. از این رو، انتظار می‌رود که با گسترش علم و تکنولوژی، این گیاه بتواند به یکی از عناصر پر کاربرد در تولید و توسعه سیستم‌های غذایی پایدار و همچنین تولید ترکیبات غذا - دارو در کشور ما تبدیل شود. همچنین استفاده از عصاره‌ی تخلیص شده‌ی آزولا در ترکیب با فناوری نانو می‌تواند منجر به گسترش کاربردهای این گیاه در افزایش کیفیت، ایمنی و زمان ماندگاری محصولات غذایی - شیلاتی شود. پیشنهاد می‌شود که برنامه - ریزی‌های اصولی و مطابق با اهداف توسعه پایدار به منظور گسترش کشت و پرورش این گیاه برای اهداف آینده در نظر گرفته شود.

منابع

- ربیع پور، ع.، باباخانی، آ. ۱۴۰۲. خواص کاربردی و سلامتی بخش ترکیبات زیست فعال آبزیان. علوم آبی پروری. ۱۱(۲): ۴۷-۷۳.
- ربیع پور، ع.، رستم زاد، ه. ۱۴۰۳. نانوفناوری؛ رویکردی نوین و کاربردی در آبی پروری و فرآوری محصولات شیلاتی علوم آبی پروری. ۱۲(۱): ۷۹-۴۹.
- ربیع پور، ع.، زکی پور رحیم آبادی، ا. ۱۴۰۲. اهمیت کاربردی کلژن استخراج شده از منابع دریایی، روش‌های استخراج و فعالیت زیستی پپتیدهای آن. علوم آبی پروری پیشرفته. ۷(۷): ۱۱-۴۱.
- رجبی اسلامی، ه.، وارسته، گ.، عصاره، ر.، خوانساری، م. ر. ۱۳۹۴. مقایسه ترکیبات و ارزش غذایی آزولا (*Azolla filiculoides*) وحشی و پرورشی. نشریه توسعه آبی پروری. ۹(۲): ۴۵-۵۶.

- Aasim, M., Bakhsh, A., Sameeullah, M., Karataş, M., and Khawar, K.M. (2018). Aquatic plants as human food. Global perspectives on underutilized crops, 165-187.
- Ahmed, I., Khan, Y.M., Lateef, A., Majeed, A., and Shah, M.A. (2022). Partial replacement of fishmeal by *Azolla cristata* in diets for fingerling common carp, *Cyprinus carpio* var. *communis*, 1-15.
- Ali-Nehari, A., Djamai, W., and Boussoum, M.O. 2025. Evaluation of the insecticidal activity of bioactive compounds obtained from *Azolla pinnata* and *Azolla microphylla*. Journal of Plant Diseases and Protection, 132(1): 1-11.
- Alkhafaji, H.H., Altameme, H.J., and Alsharifi, S.M. (2022). Detection of bioactive chemical compounds in the methanolic extract of *Azolla filiculoides* Lamark fern by Gc-ms technique. Iraqi Journal of Agricultural Sciences, 53(4): 922-930.
- Al-Mayah, A.A., Al-Saadi, S.A.A.M., and Abdulla, J. (2016). A new generic record (*Azolla*, Salviniaceae) to the Aquatic Pteridoflora of Iraq. International Journal of Applied Research, 16: 21-23.



- Arefin, M.A., Rashid, F., and Islam, A. (2021). A review of biofuel production from floating aquatic plants: an emerging source of bio-renewable energy. *Biofuels, Bioproducts and Biorefining*, 15(2): 574-591.
- Babakhani, A., and Zahmatkesh, F. (2024). Microalgae and Cyanobacteria Are Potential Sources of Food in the Future. In *Algae as a Natural Solution for Challenges in Water-Food-Energy Nexus: Toward Carbon Neutrality* (pp. 771-786). Singapore: Springer Nature Singapore.
- Ballard, C.R., and Junior, M.R.M. (2019). Health Benefits of Flavonoids. In *Bioactive Compounds*; Elsevier: Amsterdam, The Netherlands, pp. 185–201.
- Blossey, B. (1999). Before, during and after: the need for long-term monitoring in invasive plant species management. *Biological Invasions*, 1: 301-311.
- Cheng, S., Tan, S.Y., and Li, Z. (2017). Ecological interaction between submerged macrophytes and zoobenthos. *Journal of Earth Sciences and Environment*, 2: 173-182.
- Chichilichi, B., Mohanty, G.P., Mishra, S.K., Pradhan, C.R., Behura, N.C., Das, A., and Behera, K. (2015). Effect of partial supplementation of sun-dried Azolla as a protein source on the immunity and antioxidant status of commercial broilers. *Veterinary world*, 8(9): p.1126-1130.
- Cook, C.D.K. (1990). *Aquatic Plant Book*. 1nd edition. SPB Academic publishing. 228 p.
- Coudert, E., Baéza, E., and Berri, C. (2020). Use of algae in poultry production: A review. *World's Poultry Science Journal*, 76(4): 767-786.
- Dogan, O.K., Akyurek, Z., and Beklioglu, M. (2009). Identification of submerged plants in a shallow lake using quick bird satellite data. *Journal of Environment Management*. 90(7): 2138-2143.
- Elrasoul, A.S.A., Mousa, A.A., Orabi, S.H., Mohamed, M.A.E.G., Gad-Allah, S.M., Almeer, R., Abdel-Daim, M.M., Khalifa, S.A., El-Seedi, H.R., and Eldaim, M.A.A. (2020). Antioxidant, anti-inflammatory, and anti-apoptotic effects of Azolla pinnata ethanolic extract against lead-induced hepatotoxicity in rats. *Antioxidants*, 9(10): p.1014.
- Gettys, L.A., Haller W.T., and Bellaud, M. (2009). *Biology and Control of Aquatic Plants: A Best Management Practices Handbook*, First published in the United States of America in 2009 by Aquatic Ecosystem Restoration Foundation, Marietta, Georgia, ISBN 978-0-615-32646-7, Printed in Gainesville, Florida, USA.
- Hertzler, S.R., Lieblein-Boff, J.C., Weiler, M., and Allgeier, C. (2020). Plant proteins: assessing their nutritional quality and effects on health and physical function. *Nutrients*, 12(12): p.3704.
- Kabir, K.A., Verdegem, M.C., Verreth, J.A., Phillips, M.J., and Schrama, J.W. (2020). Effect of dietary carbohydrate to lipid ratio on performance of Nile tilapia and enhancement of natural food in pond aquaculture. *Aquaculture Research*, 51(5): 1942-1954.
- Katayama, N., Yamashita, M., Kishida, Y., Liu, C.C., Watanabe, I., Wada, H., and Force, S.A.T. (2008). Azolla as a component of the space diet during habitation on Mars. *Acta Astronautica*, 63(7-10): 1093-1099.
- KJ, R. (2024). Pilot scale production of biodiesel from Azolla oil via heterogeneous catalysis and diesel engine analysis: kinetic and techno-economic analysis considerations. *Energy Sources, Part A: Recovery, Utilization, and Environmental Effects*, 46(1): 2377-2404.
- Korsa, G., Alemu, D., and Ayele, A. (2024). Azolla plant production and their potential applications. *International Journal of Agronomy*, 2024(1): p.1716440.
- Kouchakinejad, R., Lotfi, Z., and Golzary, A. (2024). Exploring Azolla as a sustainable feedstock for eco-friendly bioplastics: A review. *Heliyon*.
- Kresovich, S., Wagner, C.K., Scantland, D.A., and Lawhon, W.T. (1981). Emergent aquatic plants: Biological and economic perspectives. *Biomass*, 1(2): 127-144.
- Krishnappa, S.S., Kachintaya, C.K., Kalikeri, S., and Gurusiddappa, L.H. (2024). Harnessing Nature's Power of Azolla Pinnata Superfood with Biofertilizers for a Sustainable Future. *International Journal of Health and Allied Sciences*, 13(1): p.2.



- Lejeune, A., Peng, J., Le Boulengé, E., Larondelle, Y., and Van Hove, C. (2000). Carotene content of Azolla and its variations during drying and storage treatments. *Animal Feed Science and Technology*, 84(3-4): 295-301.
- Lesiv, M.S., Polishchuk, A.I., and Antonyak, H.L. (2020). Aquatic macrophytes: ecological features and functions. *Studia Biologica*, 14(2): 79-94.
- Lumsangkul, C., Linh, N.V., Chaiwan, F., Abdel-Tawwab, M., Dawood, M.A., Faggio, C., Jaturasitha, S., and Van Doan, H. 2022. Dietary treatment of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) with aquatic fern (*Azolla caroliniana*) improves growth performance, immunological response, and disease resistance against *Streptococcus agalactiae* cultured in bio-floc system. *Aquaculture Reports*, 24: p.101114.
- Maswada, H.F., Abd El-Razek, U.A., El-Sheshtawy, A.N.A., and Mazrou, Y.S. (2021). Effect of Azolla filiculoides on growth, physiological and yield attributes of maize grown under water and nitrogen deficiencies. *Journal of Plant Growth Regulation*, 40(2): 558-573.
- Miller, G.T., and Spoolman, S. (1979). *Living in the Environment* (p. 470). Belmont California: Wadsworth publishing company.
- Mithraja, M.J., Marimuthu, J., Mahesh, M., Paul, Z.M., and Jeeva, S. (2011). Phytochemical studies on Azolla pinnata R. Br., Marsilea minuta L. and Salvinia molesta Mitch. *Asian Pacific Journal of Tropical Biomedicine*, 1(1): S26-S29.
- Mosha, S.S., Felix, S., Manikandavelu, D., Felix, N., TLS, S.M., and Menaga, M. (2020). Partial fishmeal replacement by Azolla meal on GIFT tilapia (*Oreochromis niloticus*) diet: effect on growth performance, antioxidant enzymes, immunology and stress response. *Acta Scientific Veterinary Sciences*, 2(8): 17-25.
- Mosha, S.S. (2018). A review on significance of Azolla meal as a protein plant source in finfish culture. *Journal of Aquaculture Research and Development*, 9(7): p.544.
- Murthy, T.N.K., Ashok, M., Thirumalesh, T., Umesh, B.U., and Nataraju, O.R. (2013). Effect of partial replacement of Azolla for concentrate supplement on lactating crossbred cows. *Environ. Ecol*, 31: 415–417.
- Mouradov, A., and Spangenberg, G. (2014). Flavonoids: a metabolic network mediating plants adaptation to their real estate. *Frontiers in plant science*, 5: p.620.
- Naghdi, S., Babakhani Lashkan, A., and Rashidiyan, G. (2021). Ultrasound-assisted extraction of phenolic compounds from Azolla filiculoides using Taguchi method: Antioxidant and antibacterial capabilities. *Iranian Journal of Fisheries Sciences*, 20(5): 1354-1370.
- Nierop, K.G., Speelman, E.N., de Leeuw, J.W., and Reichart, G.J. (2011). The omnipresent water fern Azolla caroliniana does not contain lignin. *Organic geochemistry*, 42(7): 846-850.
- Nikkhah, F., Ramazanian, M.R., and Rosentrater, K.A. (2024). Prioritizing the valorization strategies of an invasive fern (Azolla) in a wetland. *Bioresource Technology Reports*, 26: p.101847.
- Quintieri, L., Nitride, C., De Angelis, E., Lamonaca, A., Pilolli, R., Russo, F., and Monaci, L. (2023). Alternative protein sources and novel foods: benefits, food applications and safety issues. *Nutrients*, 15(6): p.1509.
- Pearson, D.E., Ortega, Y.K., Eren, Ö., and Hierro, J.L. (2018). Community assembly theory as a framework for biological invasions. *Trends in Ecology & Evolution*, 33(5): 313-325.
- Perez-Vizcaino, F., and Fraga, C.G. (2018). Research trends in flavonoids and health. *Archives of biochemistry and biophysics*, 646: 107-112.
- Prabina, B.J., and Kumar, K. (2010). Dried Azolla as a nutritionally rich cost effective and immunomodulatory feed supplement for broilers. *Asian Journal of Animal Sciences*, 5: 20–22.
- Qiu, Y.L., and Yu, J. (2003). Azolla—a model organism for plant genomic studies. *Genomics, Proteomics and Bioinformatics*, 1(1): 15-25.
- Qoms, M.S., Arulrajah, B., Ibadullah, W.Z.W., Ramli, N.S., Shamsudin, R., Chau, D.M., and Saari, N. (2024). Antihypertensive, Antidiabetic, and Antioxidant Properties of Novel Azolla pinnata Fern Protein Hydrolysates: Inhibition Mechanism, Stability, Profiling, and Molecular Docking. *Food and Bioprocess Technology*, pp.1-18.



- Rabiepour, A., and Babakhani, A. (2024). Investigation of the importance of Brown Algae as a rich source of bioactive compounds. The 11th Irainan National Conference on Ichthyology. University of Hormozgan, April 2024.
- Rabiepour, A., Babakhani, A. and Zakipour Rahimabadi, E. (2024a). Effect of extraction methods on the antioxidant properties of water hyacinth, *Eichhornia crassipes*. Caspian Journal of Environmental Sciences, pp.1-19. (In press).
- Rabiepour, A., Babakhani, A., and Zakipour Rahimabadi, E. (2024b). Investigation of Antioxidant Potential of the Ethanolic Extract from *Nelumbo Nucifera* by Immersion and Ultrasound-assisted Extraction Techniques, Research and Innovation in Food Science and Technology, 13(4): 187-200.
- Rabiepour, A., and Hodhodi, A. (2024). Utilization of algae for sustainable biofuel production. The second national and the first international conference on environmental challenges: green industry and mining, Tehran, <https://civilica.com/doc/2035047>.
- Rabiepour, A., Hodhodi, A., and Babakhani, A. (2023). A review of the nutritional and functional importance of sea cucumber as a beneficial marine resource of bioactive compounds. Conference: 12th International Conference on Agricultural Science, Environment, Urban and Rural Development At: Tbilisi, Georgia. May 2023.
- Rabiepour, A. Hodhodi, A., and Mahdiany Bora, Kh. (2022). Usage of biodegradable packaging derived from fishery resources considering environmental approaches. 12th International Conference on Food Industry Sciences, Organic Farming and Food Security, At: Poland. December 2022.
- Rabiepour, A., Hodhodi A., and Mahdiany Bora, Kh. (2024c). The role of marine resources as sustainable foods- A review. The 30th national congress and the 5th international congress of Food Sciences and Technology of Iran - Tarbiat Modares University.
- Rabiepour, A., Zahmatkesh, F., and Babakhani, A. (2024d). Preservation Techniques to Increase the Shelf Life of Seafood Products: An Overview. Journal of Food Engineering and Technology, 13(1): 1-24.
- Rahman, S.M.A., Kamel, M.A., Ali, M.A., Alotaibi, B.S., Aharthy, O.M., Shukry, M., and Abd El-Bary, H.M. (2023). Comparative Study on the Phytochemical Characterization and Biological Activities of *Azolla caroliniana* and *Azolla filiculoides*: In Vitro Study. Plants, 12(18): p.3229.
- Rashad, S. (2021). An overview on the aquatic fern *Azolla* spp. as a sustainable source of nutrients and bioactive compounds with resourceful applications. Egyptian Journal of Aquatic Biology and Fisheries, 25(1): 775-782.
- Rauf, A., Imran, M., Abu-Izneid, T., Patel, S., Pan, X., Naz, S., Silva, A.S., Saeed, F., and Suleria, H.A.R. (2019). Proanthocyanidins: A comprehensive review. Biomedicine & Pharmacotherapy, 116: p.108999.
- Ravi, R., Rajendran, D., Oh, W.D., Mat Rasat, M.S., Hamzah, Z., Ishak, I.H., and Mohd Amin, M.F. (2020). The potential use of *Azolla pinnata* as an alternative bio-insecticide. Scientific reports, 10(1): p.19245.
- Roy, D., Kumar, V., Kumar, M., Sirohi, R., Singh, Y., and Singh, J.K. (2016). Effect of feeding *Azolla pinnata* on growth performance, feed intake, nutrient digestibility and blood biochemical's of Hariana heifers fed on roughage based diet. Indian J. Dairy Sci, 69(2): 190-196.
- Roy, D.C., Pakhira, M.C., and Bera, S. (2016). A review on biology, cultivation and utilization of *Azolla*. Advances in Life Sciences, 5(1): 11-15.
- Rupasinghe, H.P., and Arumugam, N. (2019). Health benefits of anthocyanins. In Anthocyanins from Natural Sources; Royal Society of Chemistry: Cambridge, UK, pp. 121–158.
- Sanjay, V., Muruganandham, L., and Sabina, E.P. (2021). Identifying the potential activity of *Azolla pinnata* through in vitro assay and sem. Songklanakarin Journal of Science & Technology, 43(5). 362-381.
- Sayanthan, S., Hasan, H.A., and Abdullah, S.R.S. (2024). Floating Aquatic macrophytes in wastewater treatment: Toward a circular economy. Water, 16(6): p.870.
- Shamsi-Baghdanan, H., Sharifian, A., Esmaeili, S., and Minaei, B. (2014). Hepatoprotective herbs, *avicenna* viewpoint. Iranian Red Crescent Medical Journal, 16(1): e12313.
- Shemami, M.R., Tabarsa, M., and You, S. (2018). Isolation and chemical characterization of a novel immunostimulating galactofucan from freshwater *Azolla filiculoides*. International journal of biological macromolecules, 118: 2082-2091.



- Sithara, K., and Kamalaveni, K. (2008). Formulation of low-cost feed using azolla as a protein supplement and its influence on feed utilization in fishes. *Current Research in Biotechnology*, 2: 212–219.
- Sudaryono, A., (2006). Use of Azolla (*Azolla pinnata*) meal as a substitute for defatted soybean meal in diets of juvenile black tiger shrimp (*Penaeus monodon*). *Journal of coastal development*, 9(3): 145-154.
- Sujatha, T., Kundu, A., Jeyakumar, S., and Kundu, M.S., (2013). Azolla supplementation: feed cost benefit in duck ration in Andaman Islands. *Tamilnadu J. Veterinary & Animal Sciences*, 9(2): 130-136.
- Swain, B.K., Naik, P.K., and Beura, C.K. (2022). Nutritive value of azolla as poultry feed-a review. *Indian Journal of Animal Nutrition*, 39(1): 1-11.
- Tanner, C.C. (1996). Plants for constructed wetland treatment systems—a comparison of the growth and nutrient uptake of eight emergent species. *Ecological engineering*, 7(1): 59-83.
- Tran, T.L.N., Miranda, A.F., Abeynayake, S.W., and Mouradov, A. (2020). Differential production of phenolics, lipids, carbohydrates and proteins in stressed and unstressed aquatic plants, *Azolla filiculoides* and *Azolla pinnata*. *Biology*, 9(10): p.342.
- Varasteh Moakhar, G., Shamsaiee Mehrgan, M., Rjabi Eslami, H., and Nematollahi, F. (2013). Comparison of the Water Fern (*Azolla filiculoides*) Fatty Acid profile with Seasonal Variations in the Anzali Lagoon. *Applied Biology*, 26(1): 69-81.
- Vitousek, P.M., D'antonio, C.M., Loope, L.L., Rejmanek, M., and Westbrooks, R. (1997). Introduced species: a significant component of human-caused global change. *New Zealand Journal of Ecology*, 21(1): 1-16.
- Weidlich, E.W., Flórido, F.G., Sorriani, T.B., and Brancalion, P.H. (2020). Controlling invasive plant species in ecological restoration: A global review. *Journal of Applied Ecology*, 57(9): 1806-1817.
- Xibu, C. (2022). Aquatic plants: benefits and challenges in maintaining ecosystem health. *Advances in fishery, aquaculture and hydrobiology*, 10(4): 05.
- Yohana, M.A., Ray, G.W., Yang, Q., Tan, B., Chi, S., Asase, A., Shiyu, K., and Derrick, A. (2023). A review on the use of azolla meal as a feed ingredient in aquatic animals' diets. *Aquaculture Research*, 2023(1): p.2633412.
- Zelege, Y.G., Haile, A., Kiflu, A., and Alemayehu, H. (2024). Morphological and physiological plasticity of tomato in response to Azolla fern, a novel organic fertilizer of environmentally friendliness. *Heliyon*, 10(20): e39110.

گیاه مردم نگاری تعدادی از گیاهان خوراکی خودرو: مطالعه مروری در استان فارس

الهام حاتمی^{*۱}

^{*۱} گروه زیست شناسی، دانشکده علوم، دانشگاه رازی، کرمانشاه (elhamhatami88@yahoo.com)

چکیده

اعجاز گیاهان دارویی از روزگاران کهن در میان ایرانیان مورد توجه بسیار بوده است و استفاده از گیاهان دارویی برای درمان بیماریها از زمانهای قدیم تاکنون رایج بوده است. شناسایی و معرفی فلور گیاهان دارویی و موارد استفاده سنتی این گیاهان، فراهم کننده اطلاعات مفیدی در رابطه با پراکنش و کاربردهای گیاهان دارویی هر منطقه می باشد. استان فارس در مسیر اصلی ارتفاعات زاگرس قرار گرفته است و با توجه به ویژگی های خاص جغرافیایی و وضعیت اقلیمی رویشگاه بسیاری از انواع گیاهان دارویی است. یافته های پژوهش حاضر مروری است بر تعدادی از گونه های گیاهی که علاوه برداشتن خواص دارویی، به عنوان سبزی و میوه های خوراکی وحشی و همچنین در طبخ غذاهای سنتی مورد استفاده قرار می گیرند. بنابراین یکی از اهداف این مطالعه تهیه چک لیستی از گونه های گیاهی استان فارس و در بعد وسیعتر منطقه زاگرسی هستند که به عنوان گیاهان خوراکی در بین مردم نواحی مختلف این استان مورد استفاده قرار می گیرند و علاوه بر این خواص دارویی متعددی نیز از آنها گزارش شده است. در این پژوهش علاوه بر معرفی گیاهان وحشی دارویی خوراکی، رویکرد حفاظتی از این گیاهان که اغلب بومی منطقه زاگرسی هستند نیز حائز اهمیت است، چرا که برداشت بی رویه آنها خسارت های جبران ناپذیری را برای بقای آن ها در طبیعت رقم خواهد زد.

واژگان کلیدی: گیاهان دارویی خوراکی، استان فارس، زاگرس، رویکرد حفاظتی



۱. مقدمه

نقش گیاهان در تغذیه، پیشگیری و درمان بیماریهای بشر در طول تاریخ بر کسی پوشیده نیست. سازمان بهداشت جهانی اعلام کرده است که ۸۱ درصد از مردم در سراسر دنیا به نحوی از طب گیاهی در سطح بهداشتی و درمانی استفاده می کنند به طوری که طی سالهای اخیر استفاده مردم از گیاهان دارویی افزایش قابل توجهی داشته است (Sadeghi et al. 2005, WHO 2002-2005). اعجاز گیاهان دارویی از روزگاران کهن در میان ایرانیان مورد توجه بسیار بوده است و استفاده از گیاهان دارویی برای درمان بیماریها از زمانهای قدیم تاکنون رایج بوده است. کشور ایران به لحاظ تنوع اقلیم، بسیار منحصر به فرد است و از اقلیم سرد تا گرم و خشک یا مرطوب را دارا می باشد که این امر خود سبب به وجود آوردن تنوع زیستی بالایی از گیاهان در ایران می شود. شناسایی و معرفی فلور گیاهان دارویی و موارد استفاده سنتی این گیاهان، فراهم کننده اطلاعات مفیدی در رابطه با پراکنش و کاربردهای گیاهان دارویی هر منطقه بوده و زمینه ساز فعالیتهای دارویی مختلفی در ارتباط با این موضوع می باشد. به همین دلیل بسیاری از گیاه شناسان فلور ایران را طلای سبز دانسته و ایران را جهانی در یک مرز می نامند (Ghorbani et al. 2006). در این میان، شناسایی و ثبت زوایای ناشناخته یا کمترشناخته شده دانش سنتی گیاهان دارویی در نقاط مختلف کشور به ویژه در منطقه زاگرس از موضوعات مهم و جالب توجه می باشد. ساکنان بلندیهای زاگرس از دوران های قدیم دارای دانش های سنتی گسترده ای بوده اند. به همین دلیل، برخی پژوهشگران زاگرس را دروازه آسیا نامیده اند (Papzan and Hamzehei, 2006). استان فارس در مسیر اصلی ارتفاعات زاگرس قرار گرفته است به نحوی که بخشی از استان فارس در زاگرس چین خورده و بخش دیگری از آن در زاگرس مرتفع قرار دارد. این استان در نواحی شمال و شمال غرب از ارتفاعات به هم پیوسته همراه با دره های عمیق تشکیل شده و در قسمت های جنوب و جنوب غرب در حد فاصل کوه ها، دشت های حاصلخیز شیراز، کازرون و مرودشت قرار گرفته که توسط رودها آبیاری می شود. استان فارس با توجه به ویژگی های خاص جغرافیایی و وضعیت اقلیمی، ریشگاه بسیاری از انواع گیاهان دارویی است به طوری که طبق آمار اداره کل منابع طبیعی استان، بیش از ۱۶۰۰ گونه گیاه دارویی در فارس وجود دارد. شمال و شمال غرب استان دارای کوه های همراه با برف و باران است و میزان بارندگی سالانه بیش از ۴۰۰ میلی متر است. منطقه مرکزی همراه با زمستان معتدل و تابستان گرم و خشک با بارندگی سالانه ۲۰۰ تا ۴۰۰ میلی متر است. همچنین جنوب و جنوب شرق دارای زمستان معتدل و تابستان بسیار گرم با بارندگی سالانه ۱۰۰ تا ۲۰۰ میلی متر است (خداقلی ۱۴۰۲). وجود تنوع بسیار بالای اکولوژیکی از یک سو و رویکرد گسترده عمومی مردم به استفاده از گیاهان دارویی و طب سنتی از سوی دیگر، نشان دهنده لزوم تحقیقات گسترده در زمینه گیاهان دارویی این منطقه می باشد. هدف از این مطالعه معرفی تعدادی از گیاهان دارویی خوراکی استان فارس می باشد که علاوه بر کاربرد آنها در درمان بیماری ها به عنوان غذای سنتی در سفره ساکنین شهرها و روستاهای مختلف این استان حضور دارند. لذا در این پژوهش علاوه بر جنبه های اتنوبوتانی و معرفی گیاهان وحشی که هم در تهیه غذاهای سنتی مورد استفاده قرار می گیرند و هم دارای خواص دارویی هستند، رویکرد حفاظتی از این گیاهان که اغلب بومی منطقه زاگرس هستند نیز حائز اهمیت است، چرا که برداشت بی رویه آنها خسارت های جبران ناپذیری را برای بقای آن ها در طبیعت رقم خواهد زد.



۲. مواد و روش‌ها

اطلاعات مربوط به این تحقیق مروری است بر نتایج تحقیقات مرتبط با شناسایی و معرفی گیاهان دارویی خوراکی مناطق مختلف استان فارس (دولتخواهی و همکاران، ۱۳۹۱، ۱۳۸۹)، (رزمجویی و همکاران، ۱۳۹۴)، (حاتمی و زاهدی فر، ۱۳۹۵)، (کیاسی و فروزه، ۱۳۹۸)، (راحمی اردکانی و پورسخی، ۱۳۹۹)، (پورهایشی و پناهی، ۱۳۹۹)، (پورهایشی و همکاران، ۱۴۰۰)، (خالویی و حاتمی، ۱۴۰۰)، (Moein et al. 2015, Owfi and Safaian 2017, Dolatkhahi et al. 2014, Kord et al. 2019) که با جستجو در پایگاه‌های اطلاعاتی نظیر Google Scholar، Magiran، Science Direct، SID انجام گرفت و طی آن گونه‌ها انتخاب و مرور شدند. داده‌های اتنوبوتانی، پراکنش جغرافیایی و صحت نام علمی هر کدام از گونه‌ها با استفاده از فلور ایران کنترل و تایید شد و در نهایت چک لیستی از تعدادی از گونه‌های گیاهی دارای خواص دارویی خوراکی که به طور گسترده در تهیه غذای سنتی توسط ساکنین مناطق مختلف استان فارس مورد استفاده قرار می‌گیرند تهیه شد.

۳. نتایج

جدول ۱ حاوی اطلاعات مربوط به ۳۴ گونه گیاهی خوراکی دارویی همراه سایر اطلاعات از قبیل نام فارسی یا محلی، اندام مورد استفاده خوراکی، کاربرد دارویی و نحوه استفاده خوراکی آنها می‌باشد که حاصل گردآوری نتایج مطالعات پیشین در زمینه شناسایی و معرفی گیاهان دارویی مناطق مختلف این استان می‌باشد. در این پژوهش سعی بر آن بود که گونه‌هایی انتخاب شوند که بیشترین موارد مصارف خوراکی از آنها گزارش شده است. این ۳۴ گونه گیاهی نامبرده در جدول ۱ متعلق به ۲۷ جنس و ۱۷ خانواده هستند. در این میان تیره‌های گیاهی Apiaceae، Alliaceae و Rosaceae هر کدام با ۴ گونه شامل بیشترین گونه‌های خوراکی دارویی در مقایسه با سایر تیره‌های گیاهی هستند. همچنین در بین اندام‌های گیاهی مورد استفاده خوراکی که شامل پیاز، برگ و ساقه، میوه و دانه می‌باشند، بیشترین مصارف مربوط به میوه و در درجه بعد برگ گیاهان می‌باشد. اندام‌های خوراکی این گیاهان اغلب به صورت خام و یا پخته در غذاهای سنتی و همچنین تهیه ترشی و مربا مورد استفاده ساکنین مناطق مختلف استان قرار می‌گیرند.

جدول ۱. مشخصات گیاهان دارویی خوراکی استان فارس

نحوه مصرف خوراکی	خواص دارویی	اندام مورد استفاده خوراکی	نام فارسی یا محلی	گونه	تیره
به صورت خام و پخته در غذا و تهیه ترشی	دفع سنگ کلیه، درمان روماتیسم	پیاز و برگ	موسیر	<i>Allium hirtifolium</i> Boiss.	Alliaceae



Alliaceae	<i>Allium ampeloprasum</i> L.	تره کوهی	برگ و پیاز	رفع یبوست، دفع کننده سنگ کلیه	برگ گیاه به صورت سبزی همراه با غذا و برگ و پیاز جهت خوش طعم کردن پلو
Alliaceae	<i>Allium atroviolaceum</i> Boiss.	سیرموک	برگ و پیاز	کاهش فشار خون	به عنوان سبزی خوردن همراه غذا، به عنوان سبزی برای پخت برخی غذاها از جمله سبزی پلو و همچنین تهیه نان سبزی
Alliaceae	<i>Allium jesdianum</i> Boiss. & Buhse	بنسرخ	برگ و پیاز	تسکین کلیه درد، ضد عفونت بدن	خرد شده برگ گیاه به صورت تازه و خشک شده برای خوش طعم کردن پلو
Anacardiaceae	<i>Rhus coriaria</i> L.	سماق	میوه	اشتها آور، مدر، کاهش کلسترول و قند خون	ادویه غذاهای گوشتی
Anacardiaceae	<i>Pistacia atlantica</i> Desf.	بنه	میوه	درمان کمخونی، سردرد، درد مفاصل و کمر، پیشگیری از نرمی استخوان، تقویت کننده بدن	خام به صورت میوه و مغزی جات، استفاده از بذرها رسیده خشک شده و آسیاب شده به عنوان چاشنی در غذاها نظیر خورشها و تهیه غذای آب بنه
Anacardiaceae	<i>Pistacia khinjuk</i> Stocks	کلخنگ	میوه	رفع کم خونی، جلوگیری از پوکی استخوان، تقویت بدن	خام به صورت میوه و مغزی جات
Apiaceae	<i>Prangos ferulacea</i> (L.) Lindl.	جاشیر	برگ و سرشاخه های تازه	مدر، مسکن درد دندان، بهبود درد کلیه	کوبیده برگ آن و پخته شده همراه لبنیات
Apiaceae	<i>Smyrniurn cordifolium</i> Boiss.	کرفس کوهی	برگ و ساقه گلدهنده	درمان قند خون، رفع عطش	استفاده خوراکی از ساقه های جوان همراه با غذا به عنوان سبزی خوردن و به صورت پخته همراه با لبنیات



Apiaceae	<i>Ferulago contracta</i> Boiss. & Hausskn.	چویل ستونی	برگ، گل	ضد نفخ و رفع دل درد	خشک شده برگ و سرشاخه های جوان به عنوان طعم دادن به لبنیات
Apiaceae	<i>Dorema aucheri</i> Boiss.	کندل کوهی	ساقه، برگ	تعدیل کننده فشار خون	مصرف با لبنیات، تهیه ترشی
Araceae	<i>Arum elongatum</i> Steven	کارده	برگ و ساقه،	درمان سرد مزاجی و درمان چربی خون، بهبود پادرد و کمردرد	استفاده از برگ گیاه به صورت پخته در تهیه آش
Asteraceae	<i>Cichorium intybus</i> L.	کاسنی	برگ و ساقه،	تعدیل فشار خون، کاهش چربی و قند خون، درمان زردی	پخته شده آن همراه با لبنیات
Asteraceae	<i>Gundelia tournefortii</i> L.	کنگر خوراکی	ساقه	اشتها آور، تب بر درمان یرقان	استفاده از ساقه و برگ گیاه در پلو، ساقه گیاه پخته شده همراه با ماست
Boraginaceae	<i>Cordia myxa</i> L.	سه پستان	میوه	خلط آور و نرم کننده سینه	میوه رسیده به صورت خام، میوه نارس به صورت ترشی
Brassicaceae	<i>Descurainia sophia</i> (L.) Webb ex Prantl	خاکشیر ایرانی	دانه	درمان اسهال، گرما زدگی اشتها آور، مقوی معده تنظیم مزاج	تهیه شربت از بذر
Brassicaceae	<i>Nasturtium officinale</i> W.T.Aiton	علف چشمه	برگ و ساقه، گل	درمان ناراحتی های هاضمه، دفع سنگ مجاری ادرای	خام به صورت سبزی خ.ردن، پخته شده در تهیه آش
Brassicaceae	<i>Cardaria draba</i> (L.) Desv	ازمک	برگها و سرشاخه های جوان	نرم کننده سینه، رفع کم خونی ضد نفخ	برگ پخته شده همراه با لبنیات



Capparidaceae	<i>Capparis spinosa</i> L.	کور- علف مار	میوه	درمان ورم مفاصل وضعف عمومی	میوه به صورت ترشی یا شور
Chenopodiaceae	<i>Spinacia oleracea</i> L.	اسفناج	برگ و ساقه	رفع یبوست، تقویت بدن	به عنوان سبزی خوردن و برگ پخته شده همراه بادلینیات
Elaeagnaceae	<i>Elaeagnus angustifolia</i> Blanco	سنجد	میوه	کاهش فشار خون، ضد تب، استحکام غضروف و استخوان	میوه به صورت خام
Fagaceae	<i>Quercus brantii</i> Lindl.	بلوط ایرانی	میوه	درمان زخم معده و بیماری های گوارشی، ضد التهاب	تهیه نان محلی بلوط از بذر تازه
Fagaceae	<i>Quercus persica</i> Jaub. & Spach.	بلوط ایرانی	میوه	کیست رحم، زخم معده، قابض، پادزهری برای مسمومیت و اسهال	تهیه نان محلی بلوط از بذر تازه
Lamiaceae	<i>Ziziphora clinopodioides</i> Lam.	کاکوتی کوهی، مشک	برگ	ضد سرفه و خلط آور، مسکن دل درد و ضد تهوع	برگ و شاخه های خشک شده به عنوان طعم دهنده لبنیات
Lamiaceae	<i>Mentha longifolia</i> (L.) L	پونه، پودنه	برگ	درمان دل درد، ضد نفخ	ادویه طعم دهنده غذا و برگ خشک و پودر شده همراه با لبنیات
Moraceae	<i>Ficus carica</i> L.	انجیر	میوه	رفع یبوست، رفع ضعف عمومی بدن، رفع کم خونی	میوه به صورت خام، تهیه مربا از میوه
Polygonaceae	<i>Rumex crispus</i> L.	ترشک	برگ و ساقه	تصفیه کننده خون، خنک کننده	خام به صورت سبزی خوردن، استفاده از برگ به صورت پخته در تهیه آش
Polygonaceae	<i>Rheum ribes</i> L.	ریواس	برگ، ساقه	درمان یرقان، تعدیل کننده چربی خون	سرشاخه های جوان به صورت خام و یا به صورت پخته در تهیه خورش



Portulacaceae	<i>Portulaca oleracea</i> L.	خرفه	برگ و دانه	رفع عطش، رفع سرفه و تصفیه کننده خون	برگ به عنوان سبزی خوردن و دانه در پخت نان و شیرینی
Rhamnaceae	<i>Ziziphus spina-christi</i> (L.) Willd.	کنار	میوه	تقویت معده، ملین، تسکین گلودرد و سرفه	میوه به صورت خام
Rhamnaceae	<i>Zizyphus jujuba</i> Lam.	عناب	میوه	خونساز بودن و ملین بودن نرم کردن سینه	میوه به صورت خام
Rosaceae	<i>Crataegus aronia</i> (L.) Bosc ex DC.	کیالک، زالزالک	میوه	تنظیم کننده فشار خون، تقویت قلب و رفع بی خوابی و سرگیجه	میوه به صورت خام
Rosaceae	<i>Crataegus pontica</i> C. Koch	زالزالک	میوه	برطرف کننده زردی نوزاد، خونساز، پاکسازی کبد، برطرف کردن حرارت کبد	میوه به صورت خام
Rosaceae	<i>Rubus anatolicus</i> (Focke) Hausskn.	تمشک	میوه	خونساز، بازکننده عروق، کاهش چربی خون	میوه به صورت خام، تهیه مریبا از میوه
Rosaceae	<i>Amygdalus scoparia</i> Spach	بادام کوهی	میوه	دفع انگل روده	استفاده از میوه به صورت ترشی یا شور

۴. بحث و نتیجه گیری

نتایج حاصل از این پژوهش و مطالعات گذشته در زمینه معرفی و شناسایی گیاهان دارویی یک منطقه نشان می دهد که دانش بومی در استفاده از گیاهان می تواند اطلاعات ارزشمندی در زمینه تغذیه، درمان و تولید داروهای مورد استفاده در طب مدرن فراهم سازد. یافته های پژوهش حاضر مروری است بر تعدادی از گونه های گیاهی که علاوه بر اینکه به عنوان سبزی و میوه های خوراکی وحشی و همچنین در طبخ غذاهای سنتی مورد استفاده قرار می گیرند، دارای خواص دارویی نیز هستند. بنابراین یکی از اهداف این مطالعه تهیه چک لیستی از گونه های گیاهی استان فارس و در بعد وسیعتر منطقه زاگرس هستند که به عنوان گیاهان خوراکی در بین مردم نواحی مختلف این استان مورد استفاده قرار می گیرند و علاوه بر این خواص دارویی متعددی نیز از آنها گزارش شده است. لذا خاصیت خوراکی بودن این گونه های گیاهی احتمال برداشت بی رویه اندام های مختلف این گیاهان را در محل رویشی آنها دو چندان می کند.



جنگلهای زاگرس رویشگاه گونه‌های درختی با ارزش از قبیل بنه، بلوط و بادام کوهی می‌باشد که از گذشته‌های دور مورد بهره‌برداری شدید قرار گرفته و در حال حاضر تجدید حیات طبیعی آنها از وضعیت چندان مناسبی برخوردار نیست. گونه‌های درختی و درختچه‌ای همچون زالزالک و تمشک در ارتفاعات می‌رویند و میوه آنها بیشتر توسط اهالی بومی که دسترسی بیشتری به آنها دارند مورد استفاده قرار می‌گیرد. برخی گونه‌ها از جمله ریواس، ترشک، جاشیر، کنگر خوراکی، کاکوتی، کارده، تره کوهی، بن سرخ، کرفس کوهی و کاسنی که رویشگاه عمده آنها در زاگرس است به علت برداشت بی‌رویه، تغییرات اقلیمی، خشکسالی‌های اخیر و چرای بی‌رویه دام در رویشگاههای منطقه زاگرس در معرض خطر انقراض هستند. این گونه‌های گیاهی اغلب در فصل بهار در برخی بازارهای استان فارس به عنوان سبزی کوهی به فروش می‌رسند که با استقبال گسترده‌ای از طرف ساکنین شهرها روبه‌رو می‌شوند. این نکته نیز حائز اهمیت است که اندام خوراکی این گیاهان شامل برگ، ساقه، سرشاخه‌های جوان و پیاز می‌باشد و گاهی کل گیاه توسط افراد محلی برداشت می‌شود.

لذا خطر انقراض این گیاهان در مقایسه با گونه‌های درختی، درختچه‌ای که تنها میوه آنها برداشت می‌شود بسیار بیشتر است. از سوی دیگر برخی گونه‌ها از قبیل خرفه، کور، ازمک و خاکشیر ایرانی پراکنش وسیع‌تری دارند و اغلب در حاشیه مزارع و باغات مشاهده می‌شوند. درختان سه‌پستان و کنار از درختان گرمسیری محسوب می‌شوند و در جنوب استان پراکنش دارند که هر ساله میوه‌های آنها توسط ساکنین محلی برداشت می‌شود. بنابراین اجرای پژوهشهای مختلف با هدف شناسایی و ثبت دانش بومی گیاهان دارویی در قالب یک برنامه مدون، مدیریت صحیح منابع گیاهی در راستای استفاده بهینه از گیاهان، جلوگیری از برداشتهای بی‌رویه و به موازات آن برنامه ریزی برای ترویج و اشاعه فرهنگ سنتی استفاده از گیاهان دارویی و علمی کردن این دانش می‌تواند از ضروریات کنونی کشور در این زمینه باشد. از سوی دیگر با شناخت توانمندیهای موجود و معرفی گیاهان دارویی با ارزش بومی، می‌توان جهت گسترش سطح کشت گیاهان دارویی بر اساس نیاز بازارهای داخلی و خارجی و اطلاع رسانی و فرهنگ سازی برای حفاظت از منابع طبیعی اقدام کرد. در نهایت شایان ذکر است که استفاده خردمندانه از گیاهان دارویی و فرآورده‌های طبیعی می‌تواند موجب دستیابی به اهداف حفاظت، احیاء و بهره‌برداری صحیح از گیاهان دارویی در عرصه‌های منابع طبیعی شود.

منابع

- پورهاشمی م.، پناهی پ. ۱۳۹۹. گیاه مردم‌نگاری کمی گیاهان چوبی دارویی در منطقه هرابلوط شهرستان نورآباد ممسنی، استان فارس. فناوری گیاهان دارویی ایران، ۳(۱): ۶۲-۷۳.
- پورهاشمی م.، کاکاوند م.، پناهی پ.، محمدی ا.، حیدری م. ۱۴۰۰. شناسایی ارتباط سنتی جوامع محلی زاگرس با ارزش‌های گیاهان (مطالعه موردی: شهرستان نورآباد ممسنی، استان فارس). نشریه جنگل و فرآورده‌های چوب، ۷۴(۱): ۲۹-۴۲.
- حاتمی ا.، زاهدی فر م. ۱۳۹۵. بررسی اتنوباتی منتخبی از گیاهان دارویی شهرستان فسا در استان فارس. مجله طب سنتی اسلام و ایران، ۷(۱): ۸۵-۹۲.
- خالویی س.، حاتمی ا. ۱۴۰۰. شناسایی برخی گونه‌های گیاهان دارویی شهرستان رستم (استان فارس). اکوفیزیولوژی و فیتوشیمی گیاهان دارویی و معطر، ۹(مجله جدید ۱): ۱۳-۲۲.



- دولتخواهی م.، قربانی نهوجی م.، مهر آفرین ع.، امینی نژاد غ. ر.، دولتخواهی ع. ۱۳۹۱. مطالعه اتنوبوتانیکی گیاهان دارویی شهرستان کازرون: شناسایی، پراکنش و مصارف سنتی. مجله گیاهان دارویی. ۱۱(۴۲): ۱۶۳-۱۷۸.
- دولتخواهی م.، یوسفی م.، باقر نژاد ج.، دولتخواهی ع. ۱۳۸۹. مطالعه مقدماتی گونه های گیاهی دارویی شهرستان کازرون در استان فارس. مجله گیاهان دارویی، ۱(۳): ۴۷-۵۶.
- راحمی اردکانی س.، پورسخی ک. ۱۳۹۹. کاربرد دارویی سنتی گیاهان بومی منطقه چشمه گندو در شهرستان سپیدان (استان فارس). فصلنامه علمی پژوهشی گیاهان دارویی، ۱۹(۷۴): ۲۰۰-۲۱۹.
- رزمجویی د.، زلرعی ز.، اکبری م. ۱۳۹۴. مطالعه اتنوباتنی برخی از گیاهان دارویی شهرستان آبادیه واقع در استان فارس. مجله علمی پژوهشی اکوفیزیولوژی و فیتوشیمی گیاهان دارویی و معطر، ۷(۳): ۴۳۱-۴۴۴.
- کیاسی ی.، فروزه م. ر. ۱۳۹۸. بررسی اتنوبوتانی گیاهان دارویی مرتع آلمالیچه شهرستان آبادیه. ۱(۱۰): ۷۱-۸۸.
- Dolatkahi, M., Dolatkahi, A., & Nejad, J. B. (2014). Ethnobotanical study of medicinal plants used in Arjan–Parishan protected area in Fars Province of Iran. *Avicenna journal of phytomedicine*, 4(6): 402.
- Ghorbani, A., Naghibi, F., & Mosaddegh, M. (2006). Ethnobotany, ethnopharmacology and drug discovery. *Iranian Journal of Pharmaceutical Sciences*, 2(2): 109-118.
- Kord, K., Abedi, F., Kazemeini, H., Shahsavari, S., & Solati, K. (2019). Ethnobotanical and ethnoecological study of the most important edible, medicinal and industrial species in the grasslands of Khalil Abad region, Zarrin Dasht, Fars province, Iran. *Plant Science Today*, 6(2): 275-280.
- Moein, M., Zarshenas, M. M., Khademian, S., & Razavi, A. D. (2015). Ethnopharmacological review of plants traditionally used in Darab (south of Iran). *Trends in Pharmaceutical Sciences*, 1(1): 39-43.
- Owfi, R. E., & Safaian, N. (2017). Overview of important medicinal plants at Fars Province, Iran. *Med Aromat Plants*, 6(298): 2167-0412.
- Papzan, A., & Hamzehei, F. (2006). An introduction to indigenous knowledge and oral culture research in Western Iran. *University of Razi publication*, 204.
- Sadeghi J, Maftoon F, Ziaei SA. (2005) Herbal medicine: knowledge, attitude and practice in Tehran. *Journal of Medicinal Plants*. Winter; 4(13): 11-18
- World Health Organization (WHO), Traditional medicine strategy. 2002-2005. Geneva. <http://www.who.int/medicines/library/trm/trm-str-at-eng.pdf>

رونمایی از پتانسیل درمانی کروسین: بررسی جامع اثرات آن بر بیماری دیابت

زهرآ مطلبی ارباطان^{*}

^{*} گروه علوم پایه، دانشکده دامپزشکی، دانشگاه تبریز، تبریز (zahramotallebi0@gmail.com)

چکیده

این بررسی جامع با هدف روشن کردن پتانسیل درمانی کروسین، یک ترکیب زیست فعال موجود در زعفران، در مدیریت بیماری‌های مختلف انجام شد. یک جستجوی سیستماتیک در ادبیات ۳۰ مقاله مرتبط به دست آمد که ۱۰ مورد آن در این مطالعه گنجانده شد. نتایج نشان می‌دهد که کروسین اثرات امیدوارکننده‌ای بر سلامت قلب و عروق و دیابت دارد. مشخص شد که خواص آنتی اکسیدانی و ضد التهابی کروسین به اثرات محافظتی قلبی آن کمک می‌کند. علاوه بر این، خواص محافظتی کروسین برای کاهش علائم بیماری دیابت یافت شد و توانایی آن در بهبود حساسیت به انسولین و متابولیسم گلوکز، آن را به یک عامل درمانی بالقوه در مدیریت دیابت تبدیل کرد. قابل ذکر است، زعفران همچنین حاوی ترکیبات زیست فعال دیگری مانند ساfranال و کامفرول است که ممکن است به طور هم افزایی اثرات درمانی کروسین را افزایش دهد. به طور کلی، این بررسی پتانسیل کروسین را به عنوان یک عامل درمانی برجسته می‌کند و بر نیاز به تحقیقات بیشتر برای بهره برداری کامل از پتانسیل درمانی آن تاکید می‌کند. مطالعات آتی باید بر بهینه سازی دوز درمانی و تحویل کروسین و همچنین بررسی پتانسیل آن در ترکیب با سایر ترکیبات زعفران برای باز کردن پتانسیل درمانی کامل آن متمرکز شود.

واژگان کلیدی: آنتی اکسیدان، دیابت، زعفران، کروسین، گیاه دارویی



۱. مقدمه

زعفران (*Crocus sativus*) به عنوان یکی از گران‌ترین ادویه‌ها در جهان شناخته می‌شود و به دلیل خواص دارویی و غذایی خود، توجه زیادی را به خود جلب کرده است. این گیاه بومی مناطق مدیترانه‌ای و آسیای مرکزی است و از زمان‌های قدیم در طب سنتی برای درمان بیماری‌های مختلف مورد استفاده قرار گرفته است. زعفران حاوی ترکیبات فعال زیستی مانند کروستین، سافرانال و پیکروکروسین است که خواص آنتی‌اکسیدانی و ضد التهابی دارند (Akhondzadeh et al., 2010). بیماری دیابت نوع ۲ یکی از شایع‌ترین بیماری‌های متابولیک در جهان است که با افزایش قند خون و اختلال در متابولیسم گلوکز مشخص می‌شود. این بیماری می‌تواند منجر به عوارض جدی مانند بیماری‌های قلبی، نارسایی کلیه و مشکلات بینایی شود (American Diabetes Association, 2020).

تحقیقات نشان داده‌اند که زعفران ممکن است تأثیر مثبتی بر کنترل قند خون داشته باشد. برخی مطالعات نشان داده‌اند که مصرف زعفران می‌تواند حساسیت به انسولین را افزایش دهد و سطح قند خون را کاهش دهد (Khan et al., 2018). علاوه بر این، زعفران دارای خواص ضد التهابی است که می‌تواند به کاهش عوارض ناشی از دیابت کمک کند. التهاب مزمن یکی از عوامل کلیدی در پیشرفت دیابت نوع ۲ محسوب می‌شود، و ترکیبات موجود در زعفران ممکن است با کاهش التهاب، اثرات مثبتی بر سلامت بیماران دیابتی داشته باشند (Hosseinzadeh et al., 2015).

با توجه به این نکات، بررسی تأثیر زعفران بر کنترل قند خون و عوارض مرتبط با دیابت یک موضوع مهم تحقیقاتی محسوب می‌شود که نیازمند بررسی‌های بیشتر برای تأیید اثرات آن در جمعیت‌های مختلف است.

۲. مواد و روش‌ها

در این مقاله مروری با استفاده از موتورهای جست‌وجو Google scholar, Pubmed, sciencedirect جست‌وجوی سیستماتیک انجام شد و تعداد ۳۰ مقاله مرتبط بدست آمد که ۱۴ مقاله آن مورد استفاده قرار گرفت.

۳. نتایج

۳-۱. دیابت نوع دو

دیابت یک بیماری غیرواگیر، مزمن، شایع و چند عاملی است که با هیپرگلیسمی به دلیل ترشح نامناسب انسولین پانکراس و/یا مقاومت به انسولین مشخص می‌شود. دیابت یکی از شایع‌ترین بیماری‌های مزمن است که ۵۳۷ میلیون نفر را در سراسر جهان تحت تأثیر قرار می‌دهد (International Diabetes Federation, 2021). دیابت نوع ۱ و دیابت نوع ۲ (T2DM) دو نوع رایج شناخته شده دیابت هستند که دیابت نوع دو حدود ۹۰٪ از همه موارد دیابت را تشکیل می‌دهد. همه موارد دیابت، اگر به اندازه کافی کنترل نشوند، می‌توانند عوارض دیابت را ایجاد کنند که علت اصلی مرگ و میر و ناتوانی است (Hussain et al., 2020). عوارض دیابت نوع دو مکرر است و به میکرو و ماکرو عروقی تقسیم می‌شود، در حالی که درگیری قلبی و کلیوی شایع‌ترین عوارض هستند (Zheng et al., 2018).



افزایش شیوع دیابت، خطرات مرتبط با عوارض و مزمن بودن این بیماری، نیاز به درمان‌های جدید را نشان می‌دهد. از این نظر، طب گیاهی منبعی از منابع درمانی برای درمان اختلالات متابولیک است و قابلیت استفاده در درمان تکمیلی بیماران را دارد (Ansari et al., 2022).

۳-۲. داروهای ضد دیابت: از داروهای شیمیایی تا گیاهان دارویی

داروهای کاهنده قند خون خوراکی اولین انتخاب برای درمان دیابت نوع دو؛ شایع‌ترین نوع دیابت (بیش از ۹۰٪) است، اما میزان پاسخ داروهای رایج کاهش دهنده قند خون کمتر از ۶۰٪ است که باعث می‌شود حداقل ۳/۱ بیماران نتوانند درمان موثری را دریافت کنند که منجر به پیشرفت غیرقابل برگشت بیماری می‌شود. علاوه بر این، دیابت نوع دو که یک سندرم متابولیک است به طور مداوم با عوارض مختلفی از جمله بیماری‌های قلبی عروقی و عروقی مغز، نوروپاتی، بیماری‌های سیستم عصبی، رتینوپاتی و غیره همراه است و این عوارض از علل اصلی مرگ و میر هستند. با این حال، عوامل کاهنده قند خون مورد استفاده در کلینیک‌ها هیچ تاثیر آشکاری در بهبود عوارض ندارند. در نتیجه، بیماران دیابت نوع دو نیاز به مصرف داروهای مختلفی دارند که بار فیزیولوژیکی، روانی و اقتصادی قابل توجهی را برای بیماران به همراه دارد. روی هم رفته، کشف درمان‌ها و داروهای جدید برای پیشگیری یا کاهش دیابت نوع دو بسیار مهم است (Wenhui Mao et al., 2019).

داروهای مختلفی برای کاهش گلوکز پلاسما در بیماران مبتلا به دیابت استفاده می‌شود. انسولین به طور گسترده در بین بیماران مبتلا به دیابت نوع ۱ و همچنین بیماران دیابت نوع ۲ با دیابت کنترل نشده علیرغم درمان گلیسمی خوراکی بهینه استفاده می‌شود (Paolo Di Bartolo et al., 2021). داروهای دیابت نوع ۲ معمولاً از طریق مکانیسم‌هایی مانند افزایش ترشح انسولین، تحریک عملکرد آن یا کاهش تولید گلوکز در سلول‌های کبدی عمل می‌کنند. برخی از این داروها شامل بیگوانیدها (متفورمین)، سولفونیل اوره‌ها (گلیکلازید)، مهارکننده‌های دی پپتیدیل پپتیداز-۴ (DPP-4) سیتاگلیپتین، مهارکننده‌های SGLT2 (Empagliflozin)، شبه گلوکاگون پپتید-۱ (GLP-1) گیرنده‌های آگونیستی (لیراگلتاید) و تیازولیدین دیون‌ها (پیوگلیتازون) هستند (Jay S Skyler et al., 2017). برخی از این عوامل ضد دیابت ممکن است عوارض جانبی ایجاد کنند. علائم نارسایی احتقانی قلب، احتباس مایعات و شکستگی استخوان در گروهی از بیماران تحت درمان با تیازولیدین دیون‌ها مشاهده شد. داروهای دیگر مانند بیگوانیدها، مهارکننده‌های دی پپتیدیل پپتیداز چهار و مهارکننده‌های SGLT2 می‌توانند عوارضی مانند اسیدوز لاکتیک، نازوفارنژیت و عفونت‌های دستگاه ادراری ایجاد کنند. به این ترتیب باعث شد که محققان به دنبال درمان‌های جایگزین باشند (Jay S Skyler et al., 2017).

استفاده از داروهای گیاهی برای درمان بیماری‌های مختلف از جمله موضوع مورد بحث ما "دیابت" سابقه طولانی در مناطق مختلف جهان دارد (Magbool et al., 2019). اثرات متعدد این گیاهان دارویی و ترکیبات استخراج شده در بسیاری از مطالعات نشان داده شده است. امروزه مطالعات متعددی انجام شده است که سعی در پی بردن به اثرات مفید داروهای گیاهی در کنترل عوارض دیابت و بهبود نتیجه بیماران دارد (Anis Seni et al., 2022).

رایج‌ترین و موثرترین گیاهان ضد دیابت با منشأ هندی عبارتند از: بائل (Aegle marmelose)، بابل (Acacia arabica)، پیاز (Allium cepa)، سیر (Allium sativum) و خاکستر کدو حلوائی (Benincasa hispida) و جینسینگ،



خربزه تلخ، شنبلیله، سیر و دارچین در طب سنتی چین توصیه شده است. چندین مطالعه همچنین اثرات ضد دیابتی ادویه هایی مانند دارچین، هل، زنجبیل، زیره، سیاه دانه و زعفران (*Crocus sativus* L) را ارزیابی کرده اند (Anis Seni et al., 2022). در این مقاله قصد داریم به بررسی اثرات ضد دیابتی زعفران یکی از معروف ترین ادویه های ایرانی بپردازیم. یک گیاه دارویی که به طور سنتی برای دیابت استفاده می شود (Sathasivampillai et al., 2017). زعفران گونه ای از گیاهان گلدار از سرده (*Crocus*) از خانواده زنبق (*Iridaceae*) است. زعفران در حال حاضر به رشد در مدیترانه، شرق آسیا و منطقه ایران معروف است. زعفران از نظر وزنی با ارزش ترین ادویه محسوب می شود (Cardone et al., 2020). زعفران یکی از گرانترین ادویه جات است که معمولاً به عنوان یک محصول چند ساله کشت می شود. کلاله زرشکی زعفران به عنوان ادویه استفاده می شود. زعفران دارای خواص ضد توموری، ضد التهابی و ضد افسردگی است. همچنین برای چندین بیماری مانند دیابت، چندین نوع سرطان و بیماری آلزایمر استفاده می شود (Moshiri et al., 2015). زعفران به عنوان یک ادویه باستانی شناخته می شود. زعفران علاوه بر اثرات دارویی برای رنگرزی و به عنوان ادویه غذا استفاده می شود. زعفران در کشورهای مختلفی مانند ایران، هند، اسپانیا، افغانستان، یونان و ایتالیا کشت می شود. ایران ۹۰ درصد زعفران جهان را تولید می کند (Cardone et al., 2020).

زعفران حاوی ترکیبات مختلفی از جمله ویتامین ها، مواد معدنی، کربوهیدرات ها و پروتئین، فلاونوئیدها و آنتوسیانین است. ترکیبات اصلی زعفران سافرانال، پیکروکروسین، کروسین و کروسیتین هستند. کروسین و کروسیتین ۲ ترکیب کاروتنوئیدی زعفران هستند. کروسین مسئول رنگ قرمز زعفران است و ۶ تا ۱۶ درصد ماده خشک کل زعفران را بر اساس انواع روش های تولید تشکیل می دهد (Farkhondeh et al., 2014). اثر ضد فشار خون سافرانال و کروسین در داخل بدن ثابت شده است (Imenshahidi et al., 2010). کروسین همچنین اثرات ضد دیابتی و کاهش دهنده چربی را نشان داده است (Shirali et al., 2013). کروسین و سافرانال نیز خواص آنتی اکسیدانی بالایی را نشان داده اند (Assimopoulou et al., 2005).

چندین مطالعه انجام شده با عصاره های گیاهی در حیوانات دیابتی نتایج بسیار خوبی در کاهش قند خون نشان داد، اما تعداد مروزهای سیستماتیک با متآنالیز مطالعات بالینی از جمله کارآزمایی های تصادفی و کنترل شده با دارونما کم است. شواهد با کیفیت بالا وجود ندارد، و همچنین تلاش های هماهنگ بین المللی برای تولید داروهای گیاهی برای استفاده در درمان بیماران دیابتی وجود ندارد (Furman et al., 2020). اگرچه مطالعات متعددی برای روشن شدن فرآیندهای مولکولی زمینه ساز بروز عوارض دیابت انجام شده است، پاتوفیزیولوژی این مشکلات هنوز ناشناخته باقی مانده است. مطالعات مختلف نشان داده اند که استرس اکسیداتیو در پاتوژنز، پیشرفت و عواقب دیابت مهم است (Yaribeygi et al., 2020).

استرس اکسیداتیو یک اتفاق رایج در هیپرگلیسمی کنترل نشده است. هیپرگلیسمی کنترل نشده طولانی مدت محصولات جانبی خطرناکی مانند گونه های فعال اکسیژن (ROS) را از طریق مسیرهای مختلفی از جمله فعال سازی پروتئین کیناز C، خود اکسیداسیون گلوکز، فسفوریلاسیون اکسیداتیو و تشکیل سوریتول تولید می کند (Rain and Jain., 2011). زمانی که میزان تولید رادیکال های آزاد از مکانیسم های دفاعی آنتی اکسیدانی فراتر رود، استرس اکسیداتیو رخ می دهد و در نتیجه سمیت



رادیكال‌های آزاد ایجاد می‌شود، در این شرایط رادیكال‌های آزاد منجر به آپوپتوز و اختلال در عملکرد بافت‌های مختلف از جمله کلیه، کبد، پانکراس، مغز، چشم و اندام‌های دیگر و همچنین آسیب غیر قابل برگشت از جمله نفروپاتی، رتینوپاتی و نوروپاتی می‌شود. بنابراین، تنظیم تعادل بین اکسیدان و سیستم دفاعی آنتی اکسیدانی یک موضوع مهم در دیابت است. درمان‌های مرسوم دیابت در درجه اول برای تنظیم سطح قند خون انجام می‌شود و به نظر نمی‌رسد تأثیر مثبتی بر عوارض داشته باشد. در این راستا استفاده از داروهای طبیعی به جای درمان‌های شیمیایی و دارویی ارجحیت دارد (Yaribeygi et al., 2020).

همانطور که گفته شد، رابطه نزدیکی بین هیپرگلیسمی و استرس اکسیداتیو وجود دارد. نتایج مطالعات نشان داده است که زعفران و ترکیبات فعال آن با تأثیر بر مسیرهای سیگنالینگ مختلف، اثرات آنتی اکسیدانی دارند. کروسین با فسفریله کردن استیل کوکربوکسیلاز (AMPK/ACC) و پروتئین کینازهای فعال شده با میتوژن، به طور قابل توجهی حساسیت محیطی به انسولین را در سلول‌های وابسته به انسولین محیطی (سلول‌های چربی، بافت‌های عضلانی و قلب) افزایش می‌دهد (Mohammadi et al., 2022). همچنین با کاهش پروتئین p53 از آپوپتوز ناشی از دیابت در سلول‌های β پانکراس جلوگیری می‌کند، عملکرد سلول‌های β را بهبود می‌بخشد و از افزایش قند خون جلوگیری می‌کند (Yaribeygi et al., 2018). علاوه بر این، زعفران و ترکیبات فعال آن با فعال کردن مسیر سیگنالینگ Akt کیناز منجر به قرار گرفتن GLUT-4 در غشای پلاسمایی و افزایش جذب گلوکز توسط بافت‌های وابسته به انسولین می‌شود و در نتیجه قند خون کاهش می‌یابد. در نتیجه زعفران، کروسین و سافرانال به طور غیرمستقیم با کاهش گلوکز خون اثرات آنتی اکسیدانی دارند. اگرچه اثرات کاهش قند خون زعفران بررسی شده است، اما فواید آنتی اکسیدانی زعفران به خوبی بررسی نشده است. بنابراین، هدف از این مطالعه بررسی چگونگی تأثیر زعفران و اجزای فعال آن بر سطوح سرمی نشانگرهای استرس اکسیداتیو در مدل موش دیابتی بود (Mohammadi et al., 2023). زعفران نشانه‌های زیادی دارد، از جمله درمان کمکی بیماری‌های حرکتی و عصبی، علائم خفیف تا متوسط افسردگی، اختلالات جنسی، سرطان، تصلب شرایین و دیابت (Leone et al., 2018).

زعفران و مشتقات آن، مانند کروسین، در مطالعات قبلی با بیماران دیابتی، کنترل قند خون و پارامترهای قلبی عروقی بهتری را القا کردند. مطالعات پیش بالینی نشان داده است که زعفران فعالیت ضد هیپرگلیسمی و بهبود مقاومت به انسولین را در موش‌های دیابتی نشان می‌دهد (Samarghandian et al., 2013). در مدل‌های حیوانی نفروپاتی دیابتی، زعفران همچنین عملکرد کلیه و پروتئینوری را بهبود می‌بخشد (Abou-Hany et al., 2018).

۳-۳. مطالعات آزمایشگاهی

محققان مطالعه‌ای را برای بررسی تأثیر مصرف زعفران بر دیابت انجام دادند. یافته‌ها نشان داد که مصرف زعفران باعث کاهش تری گلیسیرید، لیپوپروتئین با چگالی کم (LDL)، لیپوپروتئین با چگالی بسیار کم (VLDL)، سطح هموگلوبین گلیکوزیله شده و همچنین می‌تواند با بیان بیشتر ناقل گلوکز نوع ۴ و AMPK (پروتئین کیناز فعال شده با AMP) حساسیت به انسولین را افزایش دهد. این اثر وابسته به دوز بود و در دوزهای بالاتر مؤثرتر بود. آن‌ها همچنین دریافتند که دوزهای بالاتر زعفران می‌تواند ترشح انسولین و جذب گلوکز را با تأثیر بر سلول‌های RIN-5F افزایش دهد. در مطالعه‌ای دیگر که انجام شد، نتایج مشابهی روی سلول‌های ماهیچه‌ای اسکلتی به دست آمد. آن‌ها دریافتند که زعفران در افزایش جذب گلوکز در سلول‌های



عضلانی از طریق مسیرهای AMPK و PI3 کیناز (فسفاتیدیل لینوزیتول ۳- کیناز / AKT) (همچنین به عنوان پروتئین کیناز B نیز شناخته می شود) نقش دارد (Changkeun Kang et al., 2012).

حدود ۱۰۰ ماده مختلف از زعفران به دست می آید. با این حال، مکانیسم عمل هنوز به طور کامل شناخته نشده است. اثرات ضد دیابتی، آنتی اکسیدانی و ضد باکتریایی زعفران و مشتقات آن را بررسی کردند. این ترکیبات (از همه مهم تر فلاونوئیدها و ترپن ها) با مهار آنزیم α -گلوکوزیداز اثرات ضد دیابتی نشان دادند. همچنین نشان داد که زعفران دارای اثرات ضد باکتریایی و آنتی اکسیدانی به صورت وابسته به دوز است (Wali et al., 2020). محققان دریافتند که کروسین دارای اثرات محافظت کننده عصبی است که از طریق فعال کردن مسیرهای PI3 کیناز/Akt اعمال می شود و همچنین می تواند با سرکوب استرس اکسیداتیو و پاسخ پیش التهابی در سلول های میکرو گلیال به درمان رتینوپاتی دیابتی کمک کند (Xinguang Yang et al., 2017). در مطالعات دیگر گزارش کردند که مصرف روزانه زعفران می تواند کیفیت خواب بیماران دیابتی را بهبود بخشد و بر سطح اضطراب آن ها تأثیر مفیدی داشته باشد. از خواب و زندگی، آنها به این نتیجه رسیدند که زعفران در بیماران دیابتی با بهبود خواب و کیفیت زندگی مرتبط است (Tajaddini et al., 2021). همچنین در مردان دیابتی نوع ۲، مصرف عصاره زعفران و ورزش هوازی می تواند سطح تروپونین T و پروتئین اتصال دهنده اسید چرب نوع قلب (HFABP) را کاهش دهد (Barari et al., 2017). در مطالعه دیگری، تلاش کردند تا تأثیر عصاره زعفران و تمرین هوازی بر هموگلوبین A1c (HbA1c) و آپولیپوپروتئین A-1 (Apo-A1) سرم را در مردان مبتلا به دیابت نوع ۲ بررسی کنند. نتایج حاصل از این مطالعه نشان داد که مصرف عصاره زعفران بدون توجه به ورزش هوازی می تواند باعث افزایش سطح Apo A-1 در بیماران مبتلا به دیابت نوع دوم شود که این امر ارزشمند است زیرا سطوح پایین تری از Apo A-1 سرم در بیماران دیابتی مبتلا به دیس لیپوپروتئینمی و بیماری های قلبی عروقی گزارش شده است. مانند نوروپاتی اتونوم قلبی عروقی (CAN). (Jin Ook Chung et al., 2018) با این حال، سطح HbA1c را تحت تأثیر قرار نمی دهد (Barari et al., 2018).

کاهش حجم ریه، انسداد راه هوایی، محدودیت جریان هوا و همچنین فشار خون بالا از عوامل خطر مرگ و میر در بیماران مبتلا به دیابت نوع ۲ هستند. بنابراین مطالعه ای را برای نشان دادن تأثیر مکمل زعفران و تمرین هوازی بر نابرابری فشار خون، عملکرد ریوی و شاخص های اسپرومتری در زنان چاق و اضافه وزن و مبتلا به دیابت نوع ۲ انجام دادند. در میان این شرکت کنندگان، این مطالعه نشان می دهد که مصرف زعفران همراه با ورزش منجر به کاهش قابل توجه فشار خون و بهبود حجم و ظرفیت ریوی شده است (Rajabi et al., 2019).

۴-۳. مطالعات حیوانی

اثرات هیپوگلیسمی و کاهش چربی زعفران به دلیل پتانسیل آنتی اکسیدانی، ضد التهابی و تنظیم آپوپتوز آن در مطالعات مختلف تایید شده است. محققان یک مطالعه مقایسه ای در مورد اثرات کروسین و سیتاگلیپتین (یک داروی خوراکی کاهش قند خون استاندارد) در موش های دیابتی ناشی از STZ انجام دادند. نتایج نشان داد که کروسین در مقایسه با سیتاگلیپتین اثر بیشتری بر سطح گلوکز سرم، واکنش ایمنی انسولین و قطر جزایر β دارد. فعالیت بدنی یکی دیگر از روش های مدیریت دیابت است. فعالیت های مختلف از جمله ورزش های هوازی و مقاومتی به همراه مصرف زعفران اثرات هم افزایی بر بهبود پارامترهای



دیابت در موش ها گزارش شده است. این اثرات از طریق جلوگیری از آپوپتوز بیش از حد سلول های بتا پانکراس مرتبط با نوع DM و مکانیسم های آنتی اکسیدانی اعمال می شود (Ghorbanzadeh et al., 2017).

بیماران دیابتی از هیپرگلیسمی، دیس لیپیدمی و مقاومت به انسولین ناشی از متابولیسم غیرطبیعی رنج می برند که منجر به بسیاری از عوارض میکرو و ماکرو عروقی می شود. زعفران در مطالعات متعدد *in vivo* برای کاهش عوارض دیابت مورد بررسی قرار گرفته است. یکی از عوارض آن نفروپاتی دیابتی است که یکی از علل اصلی مرگ در بیماران دیابتی است (Yuan et al., 2018).

در یک مطالعه اخیر، خواص هیپوگلیسمی و حفاظت کلیوی کروسین - I (CR) با تنظیم شاخص های بالقوه نفروپاتی نشان داده شد. آنها اثرات هیپوگلیسمی، هیپولیپیدمیک و حفاظتی کلیوی کروسین - I را در موش های دیابتی گزارش کردند (Ye Qiu et al., 2020).

انسفالوپاتی دیابتی یکی دیگر از عوارض شدید بیماران دیابتی است. یافته های اخیر نشان داد که درمان با زعفران استرس اکسیداتیو در هیپوکامپ موش های صحرایی دیابتی را بهبود بخشیده و انسفالوپاتی دیابتی و نقایص شناختی را بهبود می بخشد. در موش های دیابتی پس از مصرف عصاره زعفران تغییراتی در قند خون رخ داد که شامل کاهش قند خون ناشتا و کاهش هیپرگلیسمی در دوز بالای مصرف زعفران همراه با متفورمین بود. افزایش سطح انسولین سرم و ترشح انسولین نیز مشاهده شد (Arasteh et al., 2010). مصرف عصاره زعفران از کاهش وزن در موش های تحت درمان با زعفران در مقایسه با موش های دیابتی جلوگیری کرد (Jin Ook Chung et al., 2018).

۴. بحث و نتیجه گیری

در پایان، مصرف خوراکی زعفران، بسته به فرمولاسیون دارویی، بر پارامترهای قند خون ناشتا، هموگلوبین گلیکوزیله، فشار خون سیستولیک، آسپاراتات آمینوترانسفراز، کلسترول تام و کراتینین تأثیر مثبت دارد. بنابراین، این یک درمان کمکی امیدوارکننده برای دیابت نوع ۲ و پیامدهای متابولیکی و قلبی عروقی آن است. با این حال، مطالعات بیشتر با قدرت کافی و با پیگیری های طولانی تر و برای ایجاد دارو های قوی تر مورد نیاز است (Pedro de Padua G Amatto et al., 2024).

منابع

- Abou-Hany, H. O., Atef, H., Said, E., Elkashef, H. A., and Salem, H. A. (2018). Crocin mediated amelioration of oxidative burden and inflammatory cascade suppresses diabetic nephropathy progression in diabetic rats. *Chemico-Biological Interactions*, 284: 90–100. 10.1016
- Akhondzadeh, S., Mohammadi, M., and Amini, H. (2010). The efficacy of saffron in the treatment of mild to moderate depression: a randomized double-blind placebo-controlled trial. *Journal of Affective Disorders*, 123(1-3):200-204
- American Diabetes Association. (2020). Classification and Diagnosis Of Diabetes: Standards of Medical Care in Diabetes-2020. *Diabetes Care*, 43(Supplement_1), S14-S31.
- Cardone, L., Castronuovo, D., Perniola, M., Cicco, N., and Candido, V. (2020). Saffron (*Crocus sativus* L.), the king of spices: An overview. *Scientia Horticulturae*, 272, 109560. 10.1016
- Hosseinzadeh, H., Sadeghnia, H.R., and Ziaee, T. (2015). Effects of saffron on the metabolic syndrome: a review. *Phytotherapy Research*, 29(9):1347-1354.
- Khan, M.A.W., Ullah, N.F., and Khan, M.I. (2018). Saffron: A Potential therapeutic agent for diabetes mellitus. *Journal of Ethnopharmacology*, 227:1-10.



- Mohammadi, Y., Zardast, M., Behshad, S., and Rezaei Farimani, A. (2022). Effect of crocin and losartan on insulin resistance and protecting pancreatic tissue in streptozotocin-induced diabetic rats. *Journal of Mazandaran University of Medical Sciences*, 32(214): 11–23.
- Rains, J. L., and Jain, S. K. (2011). Oxidative stress, insulin signaling, and diabetes. *Free Radical Biology and Medicine*, 50(5): 567–575. 10.1016
- Samarghandian, S., Borji, A., Delkhosh, M. B., and Samini, F. (2013). Safranal treatment improves hyperglycemia, hyperlipidemia and oxidative stress in streptozotocin-induced diabetic rats. *Journal of Pharmacy & Pharmaceutical Sciences*, 16(2): 352–362. 10.18433
- Yaribeygi, H., Sathyapalan, T., Atkin, S. L., and Sahebkar, A. (2020). Molecular mechanisms linking oxidative stress and diabetes mellitus. *Oxidative Medicine and Cellular Longevity*, 2020, 8609213.

شناسایی فرصت‌های کارآفرینی در حوزه گیاهان دارویی با ساخت محصولات آرایشی و بهداشتی طبیعی و گیاهی

فریده ممیز^{۱*}، سیف اله کاشانی^۲ و مهدی نساجی کامرانی^۳

^۱ گروه کارآفرینی - کسب و کار جدید، دانشکده مدیریت، دانشگاه پیام نور اصفهان، واحد خوانسار (faridehmomayez@gmail.com)

^۲ گروه مراقبت زیبایی پوست و مو، دانشکده مهارت و کارآفرینی دانشگاه آزاد قم

^۳ گروه مدیریت بازرگانی، دانشکده مدیریت، دانشگاه پیام نور اصفهان، واحد خوانسار

چکیده

امروزه توجه به محصولات آرایشی و بهداشتی طبیعی و گیاهی به دلیل افزایش آگاهی مصرف‌کنندگان از اثرات نامطلوب مواد شیمیایی و گرایش به استفاده از ترکیبات سالم و پایدار، به‌طور چشمگیری رشد کرده است. در این راستا، گیاهان دارویی به‌عنوان منابع ارزشمند با خواص درمانی و مراقبتی، فرصت‌های جدیدی برای کارآفرینی ایجاد کرده‌اند. هدف این پژوهش، شناسایی فرصت‌های کارآفرینی در حوزه تولید محصولات آرایشی و بهداشتی طبیعی بر پایه گیاهان دارویی است. روش تحقیق این مطالعه ترکیبی از رویکرد کیفی و کمی بوده و از طریق بررسی مطالعات پیشین و مصاحبه با کارشناسان و کارآفرینان این حوزه انجام شده است. نتایج نشان می‌دهد که عواملی نظیر افزایش تقاضای مصرف‌کنندگان، توسعه فناوری‌های فرآوری گیاهان دارویی، و سیاست‌های حمایتی از تولیدات ارگانیک، فرصت‌های مناسبی برای ورود به این صنعت فراهم کرده‌اند. علاوه بر این، نوآوری در فرمولاسیون محصولات، ایجاد برندهای تخصصی، و بهره‌گیری از شبکه‌های اجتماعی در بازاریابی، از جمله استراتژی‌های کلیدی برای موفقیت در این زمینه هستند. این تحقیق پیشنهاداتی برای کارآفرینان و سرمایه‌گذاران ارائه می‌دهد تا بتوانند از این فرصت‌ها به‌صورت بهینه بهره‌برداری کنند.

واژگان کلیدی: کارآفرینی، گیاهان دارویی، محصولات آرایشی و بهداشتی طبیعی، نوآوری.



۱. مقدمه

افزایش آگاهی مصرف کنندگان در مورد اثرات نامطلوب ترکیبات شیمیایی موجود در محصولات آرایشی و بهداشتی، موجب افزایش تقاضا برای محصولات طبیعی و گیاهی شده است. (Suman and Shashi, 2022) مطالعات نشان داده‌اند که گیاهان دارویی به دلیل دارا بودن ترکیبات آنتی‌اکسیدانی، ضدالتهابی و ضد میکروبی، گزینه‌ای مناسب برای فرمولاسیون محصولات آرایشی و بهداشتی هستند. (Kaur et al, 2021) ترکیبات گیاهی مانند آلونئور، بابونه، اسطوخودوس، روغن آرگان و گل سرخ به‌طور گسترده‌ای در محصولات مراقبتی پوست و مو مورد استفاده قرار می‌گیرند (Costa et al, 2022). ایران یکی از کشورهای غنی از لحاظ تنوع گیاهان دارویی است و ظرفیت بالایی برای تولید محصولات آرایشی و بهداشتی طبیعی دارد. مطالعات نشان داده‌اند که بازار جهانی محصولات آرایشی گیاهی در حال رشد است و سرمایه‌گذاری در این حوزه می‌تواند سودآوری بالایی برای کارآفرینان داشته باشد. (Manikandan et al, 2023) با این حال، این صنعت در ایران هنوز به سطح پیشرفته‌ای از توسعه نرسیده و نیازمند سرمایه‌گذاری، نوآوری و سیاست‌گذاری‌های حمایتی است (رمضانی و همکاران، ۱۴۰۰).

از جمله چالش‌های پیش روی این صنعت می‌توان به عدم وجود استانداردهای دقیق برای فرمولاسیون محصولات گیاهی، مشکلات تأمین مواد اولیه و ضعف در بازاریابی و برندسازی اشاره کرد. (Anshika, 2023) با این حال، توسعه تجارت الکترونیک، رشد آگاهی مصرف کنندگان و حمایت‌های دولتی فرصت‌های قابل توجهی را برای کارآفرینان فراهم کرده است. این مقاله به بررسی فرصت‌های کارآفرینی در صنعت گیاهان دارویی با تمرکز بر تولید محصولات آرایشی و بهداشتی گیاهی می‌پردازد و راهکارهایی برای استفاده بهینه از این فرصت‌ها ارائه می‌دهد.

۲. مواد و روش‌ها

۲-۱. منطقه مورد مطالعه

این پژوهش در حوزه کارآفرینی در صنعت گیاهان دارویی و تولید محصولات آرایشی و بهداشتی طبیعی در اصفهان انجام شده است. اصفهان به دلیل تنوع بالای گیاهان دارویی، دانش بومی در فرآوری گیاهان و رشد تقاضا برای محصولات طبیعی، یکی از استان‌های مستعد در این حوزه محسوب می‌شود.

۲-۲. روش تحقیق

این پژوهش از نظر هدف، کاربردی و از نظر روش، توصیفی-تحلیلی است و با رویکرد کیفی و کمی انجام شده است. جامعه آماری شامل کارآفرینان، تولیدکنندگان و متخصصان حوزه گیاهان دارویی و محصولات آرایشی طبیعی در ایران است. ۶ نفر از این افراد با روش نمونه‌گیری هدفمند انتخاب شدند.

۲-۳. روش گردآوری داده‌ها:

- مطالعات کتابخانه‌ای: بررسی منابع علمی، مقالات، گزارش‌های بازار و داده‌های آماری.
- مصاحبه‌های نیمه‌ساختاریافته: با متخصصان و کارآفرینان برای شناسایی فرصت‌های این حوزه.

۲-۴. روش تحلیل داده‌ها:



- داده‌های کیفی از طریق تحلیل محتوای کیفی بررسی و کدگذاری شدند.
- داده‌های کمی با استفاده از نرم‌افزار SPSS تحلیل شدند.
- برای افزایش اعتبار پژوهش، از بررسی توسط متخصصان و برای پایایی داده‌ها از کدگذاری میان‌موضوعی استفاده شد.

۳. نتایج

نتایج این پژوهش نشان می‌دهد که کارآفرینی در حوزه گیاهان دارویی برای تولید محصولات آرایشی و بهداشتی طبیعی از پتانسیل بالایی برخوردار است و چندین عامل کلیدی در شکل‌گیری فرصت‌های کسب‌وکار در این حوزه نقش دارند. مطابق با جدول شماره ۱ تحلیل داده‌ها نشان می‌دهد که مهم‌ترین فرصت‌های شناسایی شده در این زمینه شامل افزایش تقاضا برای محصولات طبیعی و ارگانیک، تنوع بالای گیاهان دارویی در ایران، حمایت‌های دولتی و سیاست‌های توسعه صنعت گیاهان دارویی، رشد تجارت الکترونیک و بازاریابی دیجیتال، و امکان صادرات محصولات گیاهی است. بر اساس نتایج، افزایش آگاهی عمومی نسبت به مضرات ترکیبات شیمیایی و گرایش جهانی به محصولات ارگانیک و گیاهی، عامل اصلی رشد این صنعت محسوب می‌شود. همچنین، دسترسی ایران به منابع غنی گیاهان دارویی و توسعه سیاست‌های حمایتی، فرصت‌های سرمایه‌گذاری و توسعه محصولات جدید را فراهم کرده است.

جدول ۱ - رتبه‌بندی نهایی فرصت‌ها بر اساس تلفیق نظرات فردی

فرصت‌ها	رتبه نهایی	اهمیت نسبی
۱ تنوع بالای گیاهان دارویی در ایران	۲	۰/۲۴۱
۲ افزایش تقاضا برای محصولات طبیعی و ارگانیک	۱	۰/۲۹۷
۳ امکان توسعه صادرات محصولات آرایشی و بهداشتی گیاهی	۵	۰/۱۱۲
۴ رشد تجارت الکترونیک و شبکه‌های اجتماعی	۴	۰/۱۵۸
۵ حمایت‌های دولتی و سیاست‌های توسعه صنعت گیاهان دارویی	۳	۰/۱۹۲
جمع		۱

در مقایسه با پژوهش‌های قبلی، یافته‌های این تحقیق با مطالعاتی که بر رشد بازار جهانی محصولات آرایشی گیاهی و افزایش گرایش مصرف‌کنندگان به ترکیبات طبیعی تأکید داشته‌اند، هم‌خوانی دارد. به عنوان مثال، پژوهش (Kaur و همکاران، ۲۰۲۱) نیز بیان کرده است که مصرف‌کنندگان در بازارهای جهانی به دلیل افزایش آگاهی نسبت به اثرات مضر ترکیبات شیمیایی، به سمت خرید محصولات آرایشی و بهداشتی طبیعی سوق پیدا کرده‌اند. این روند به‌ویژه در کشورهای توسعه‌یافته مانند ایالات متحده، کشورهای اروپایی، ژاپن و کره جنوبی به‌وضوح مشاهده می‌شود.

از سوی دیگر، ایران به دلیل اقلیم مناسب و تنوع بالای گیاهان دارویی، ظرفیت بالایی برای تولید مواد اولیه طبیعی باکیفیت دارد. پژوهش (رمضانی و همکاران، ۱۴۰۰) نیز نشان داده است که گیاهانی مانند آلوئه‌ورا، بابونه، گل سرخ، روغن آرگان،



اسطوخودوس و گل همیشه بهار از جمله منابع ارزشمندی هستند که می‌توانند در تولید محصولات آرایشی و بهداشتی گیاهی مورد استفاده قرار گیرند. این مزیت رقابتی می‌تواند امکان تولید فرمولاسیون‌های متنوعی برای مراقبت از پوست و مو را فراهم کرده و فرصت‌های کارآفرینی بیشتری ایجاد کند.

یکی دیگر از یافته‌های پژوهش حاضر، رشد تجارت الکترونیک و بازاریابی دیجیتال به عنوان یک فرصت کلیدی برای ورود به این صنعت است. نتایج این مطالعه نشان می‌دهد که بسترهای آنلاین مانند شبکه‌های اجتماعی، فروشگاه‌های اینترنتی و پلتفرم‌های تبلیغاتی دیجیتال، مسیر ورود کارآفرینان به بازار را تسهیل کرده‌اند. نتایج مشابهی در پژوهش Anshika (2023) نیز ارائه شده است که نشان می‌دهد کسب و کارهای کوچک و نوپا از طریق بازاریابی دیجیتال و تبلیغات آنلاین، می‌توانند بدون نیاز به سرمایه‌گذاری‌های سنگین در توزیع سنتی، به مصرف‌کنندگان هدف دسترسی پیدا کنند.

علاوه بر این، حمایت‌های دولتی و سیاست‌های توسعه صنعت گیاهان دارویی نیز به عنوان یک عامل محرک در این حوزه شناسایی شد. در سال‌های اخیر، دولت ایران با ارائه تسهیلات ویژه برای شرکت‌های دانش‌بنیان و استارت‌آپ‌های فعال در زمینه محصولات طبیعی، زمینه‌های لازم برای توسعه این صنعت را فراهم کرده است. همچنین، حذف برخی موانع اداری و تسهیل در اخذ مجوزهای بهداشتی و صادراتی، می‌تواند رشد این حوزه را بیش از پیش تسریع کند. یافته‌های این پژوهش با مطالعاتی که بر لزوم استانداردسازی و تدوین مقررات حمایتی در صنعت محصولات آرایشی گیاهی تأکید داشته‌اند، هم‌خوانی دارد.

یکی دیگر از فرصت‌های مهم شناسایی شده، امکان صادرات و ورود به بازارهای بین‌المللی است. تحلیل داده‌ها نشان می‌دهد که کشورهای خاورمیانه، آسیای مرکزی و برخی کشورهای اروپایی، بازارهای مناسبی برای صادرات محصولات آرایشی گیاهی ایرانی محسوب می‌شوند. این یافته با نتایج پژوهش (Manikandan و همکاران، ۲۰۲۳) هم‌خوانی دارد که تأکید کرده‌اند سرمایه‌گذاری در بسته‌بندی‌های استاندارد، ثبت برند و رعایت الزامات بین‌المللی، تأثیر مستقیمی بر افزایش صادرات محصولات آرایشی گیاهی دارد.

۴. بحث و نتیجه‌گیری

نتایج این پژوهش نشان داد که صنعت محصولات آرایشی و بهداشتی گیاهی، پتانسیل بالایی برای توسعه و سرمایه‌گذاری دارد. مهم‌ترین عواملی که این صنعت را به یکی از حوزه‌های مستعد کارآفرینی تبدیل کرده‌اند، شامل افزایش آگاهی مصرف‌کنندگان، توسعه تجارت الکترونیک، حمایت‌های دولتی، ظرفیت بالای تولید مواد اولیه گیاهی و امکان صادرات به بازارهای بین‌المللی است. با این حال، بهره‌گیری از این فرصت‌ها مستلزم بهبود فرآیندهای فرمولاسیون، توسعه فناوری‌های پایدارسازی ترکیبات گیاهی، رعایت استانداردهای بین‌المللی و افزایش نوآوری در بسته‌بندی و بازاریابی دیجیتال است. در مجموع، سرمایه‌گذاری در تحقیق و توسعه فرمولاسیون‌های نوین، استفاده از روش‌های فناورانه برای افزایش ماندگاری ترکیبات گیاهی، و بهره‌گیری از استراتژی‌های بازاریابی دیجیتال، می‌تواند مسیر رشد پایدار این صنعت را تسهیل کند. مطالعات آینده می‌توانند با تمرکز بر بهینه‌سازی فناوری‌های استخراج و پایدارسازی ترکیبات گیاهی، بررسی رفتار مصرف‌کنندگان و ارزیابی تأثیر سیاست‌های حمایتی بر رشد این صنعت، به توسعه هرچه بیشتر این حوزه کمک کنند.



منابع

- رضضانی، س.، رضوانفر، احمد. علم بیگی، امیر. ۱۴۰۰. بررسی عوامل موثر بر شناسایی فرصت های کارآفرینانه در بین تولیدکنندگان گیاهان دارویی استان خراسان شمالی. نشریه علوم ترویج و آموزش کشاورزی ایران. ۱۷:۱۱۹-۱۳۲
- Anshika Garg. (2023). Herbs in Cosmetics: An Overview. Research Journal of Topical and Cosmetic Sciences, 14(1):45-9
- Costa EF, Magalhães WV, Di Stasi LC. (2022). Recent Advances in Herbal-Derived Products with Skin Anti-Aging Properties and Cosmetic Applications, 27(21):7518
- Lovepreet Kaur, Ajeet Pal Singh, Amar Pal Singh, Taranjit Kaur. (2021). A review on herbal cosmetics. International Journal of Pharmaceutics and Drug Analysis, 9(3).196-201.
- Manikandan Palanivelu, Maheshwari Venkatesan, Alagumani Arasan, Ajith Thangarasu, Baskar Rajendran, Elayaraja Palanivel, Rajeshkumar Nachiappan, Surendra Kumar Muniyandi. (2022). A Review on Herbal Cosmetics for Skin Care. International Journal of Pharmaceutical Sciences Review and Research, 72(2) 179-185.
- Suman, Saddam and Shashi Alok. (2022). An Overview of Herbal Cosmetics and Their Application. International Journal of Pharmaceutical Sciences and Research, 4(5).2214-2226.

کاربرد ضایعات گیاهان دارویی در نساجی

مریم بک خوشنویس^۱، زهره جعفری^{۲*}

^۱ گروه آموزشی هنرهای تجسمی، دانشکده فنی مهندسی، واحد اراک، دانشگاه آزاد اسلامی، اراک، ایران.

^{۲*} گروه زیست شناسی، دانشکده علوم پایه، واحد اراک، دانشگاه آزاد اسلامی، اراک، ایران. (Jafarizohre264@gmail.com)

چکیده

یکی از رویکردهای مهم برای محققین استفاده از روشهای علمی است که علاوه بر کاربردی بودن آنها، راهی نو برای بهبود شرایط محیط زیست پیدا نمایند. مقاله مذکور مقاله مروری بوده که از پایگاه های معتبر علمی منابع آن جمع آوری گردیده است. نوآوری این مقاله در پیوند بین رشته ایی دو دانش نساجی و گیاه شناسی بوده است. هدف از این پژوهش معرفی روش هایی برای استفاده از ضایعات دورریز گیاهان پر ارزش دارویی در صنعت نساجی بوده که از چندین راه برای اقتصاد کشور مفید بوده از طرفی هزینه مواد در صنعت نساجی کمتر شده و از طرف دیگر مانع هدر رفت از ترکیبات گیاهان دارویی شده که موجب بهینه سازی و صرفه جویی اقتصاد کشور خواهد شد. استفاده از رنگزای طبیعی موجود در ضایعات گیاهان دارویی میتواند اثر مهمی در تقلیل سمیت و مخاطرات حضور مواد رنگزای مصنوعی داشته باشد. امروزه، با توجه به افزایش نگرانی ها در مورد اثرات زیست محیطی صنایع شیمیایی، استفاده از رنگزاهای طبیعی مورد توجه قرار گرفته است. در این میان، ضایعات گیاهی به عنوان منابعی تجدیدپذیر و ارزان قیمت، پتانسیل بالایی برای تولید رنگزاهای طبیعی دارند.

واژگان کلیدی: گیاهان دارویی، ضایعات، نساجی



۱. مقدمه

رنگرزی طبیعی با استفاده از ضایعات گیاهان دارویی به عنوان یک رویکرد نوآورانه و پایدار در صنعت نساجی، در سال‌های اخیر مورد توجه پژوهشگران و محققان قرار گرفته است. کاهش پساب صنعت نساجی و ضایعات کشاورزی دو موضوع مهم زیست محیطی است. این رویکرد، ضمن کاهش فشار بر منابع طبیعی و کاهش آلودگی محیط زیست ناشی از رنگ‌های مصنوعی، به احیای سنت‌های رنگرزی طبیعی و تولید محصولاتی با ارزش افزوده بالاتر می‌انجامد. ضایعات گیاهان دارویی که عموماً به عنوان پسماند تلقی می‌شوند، حاوی ترکیبات رنگزای طبیعی متنوعی هستند که می‌توانند برای رنگرزی طیف گسترده‌ای از الیاف طبیعی حیوانی مثل پشم و ابریشم و الیاف گیاهی مانند کتان، پنبه مورد استفاده قرار گیرند. این امر نه تنها منجر به کاهش مصرف انرژی و مواد شیمیایی در فرآیند رنگرزی می‌شود، بلکه به تولید محصولاتی با ویژگی‌های منحصر به فرد و سازگار با محیط زیست کمک می‌کند. این مقاله با هدف بررسی و معرفی پتانسیل ضایعات گیاهان دارویی به عنوان منابعی برای رنگرزی طبیعی در صنعت نساجی انجام شده است. در این پژوهش، ضمن بررسی و معرفی روش‌های مختلف استخراج رنگ از ضایعات گیاهی، به کاربردهای آنها در رنگرزی الیاف مختلف نساجی نیز پرداخته شده است. نتایج نشان می‌دهد که ضایعات گیاهان دارویی می‌توانند به عنوان منابعی غنی از رنگزاهای طبیعی، جایگزینی مناسب برای رنگزاهای مصنوعی باشند و به توسعه پایدار صنعت نساجی کمک کنند.

۲. مواد و روش‌ها

به کمک مقالات متعدد در زمینه‌ی کاربرد ضایعات گیاهان دارویی در نساجی و جمع‌آوری اطلاعات موجود این پژوهش به شکل مروری انجام گرفته است.

۳. نتایج

مهمترین مورد در گیاهان مورد بررسی دارویی بودن و از طرف دیگر اغلب بومی بودن این گیاهان بوده است که توجه بر کاربرد ضایعات آنها برای نساجی مورد توجه بوده است:

(طهرانی و همکاران، ۱۴۰۰) در پژوهشی با عنوان رنگرزی الیاف پشم با رنگزای طبیعی گیاه آویشن نشان دادند که رنگرزی با گیاهان طبیعی مانند آویشن می‌تواند جایگزین مناسبی برای رنگ‌های مصنوعی باشد و به تولید رنگ‌های طبیعی و پایدار کمک کند. در صنعت نساجی استفاده از رنگ‌های طبیعی در تولید پارچه‌های پشمی، می‌تواند به کاهش آلودگی محیط زیست و افزایش تقاضا برای محصولات طبیعی کمک کند. صنایع دستی هنرمندان و صنعتگران می‌توانند از این روش برای رنگرزی الیاف پشم و تولید محصولات دست‌ساز با رنگ‌های طبیعی استفاده کنند. این پژوهش می‌تواند پایه و اساس تحقیقات بیشتری در زمینه رنگرزی طبیعی با گیاهان دارویی باشد.

(جعفری، ۱۴۰۲) در پژوهشی با عنوان بررسی میزان تخریب الیاف پشمی با رنگ دانه‌های گیاهی نشان داد رنگ‌های طبیعی گیاهی مانند روناس، وسمه، بابونه و سدر، به رغم تصور رایج مبنی بر پایداری کمتر، استحکام و دوام بیشتری بر روی الیاف پشم نسبت به رنگ‌های شیمیایی دارند. این تحقیق با بررسی دقیق میزان تخریب الیاف پشم رنگ‌شده با این رنگ‌های طبیعی در مقایسه با الیاف رنگ‌شده با رنگ‌های شیمیایی، به این نتیجه دست یافته است. همچنین، استفاده از رنگ‌های طبیعی به



جای رنگ‌های شیمیایی، علاوه بر افزایش دوام رنگ، مزایای زیست‌محیطی و بهداشتی دیگری نیز دارد. از جمله این مزایا می‌توان به کاهش آلودگی محیط زیست، کاهش خطرات بهداشتی برای مصرف‌کنندگان و کاهش وابستگی به واردات مواد اولیه شیمیایی اشاره کرد. در نتیجه، این پژوهش پتانسیل بالایی برای جایگزینی رنگ‌های طبیعی به جای رنگ‌های شیمیایی در صنعت نساجی و تولید محصولات با کیفیت تر و سازگارتر با محیط زیست را نشان می‌دهد.

(احمدی و سهرابی، ۱۴۰۰) در تحقیقی با عنوان بررسی کیفیت نخ پشمی رنگرزی شده با رنگرای روناس و اسپرک در حضور مرکبات به نتیجه رسیدند که استفاده از پوست مرکبات به عنوان یک افزودنی طبیعی در فرایند رنگرزی پشم با رنگ‌های گیاهی مانند روناس و اسپرک، می‌تواند کیفیت رنگرزی را بهبود بخشد. حضور ترکیبات طبیعی موجود در پوست مرکبات به عنوان ضایعات مانند روغن‌های اساسی و رنگدانه‌ها، نه تنها به افزایش شدت رنگ و بهبود خواص رنگی الیاف منجر می‌شود، بلکه می‌تواند بوی نامطبوع طبیعی پشم را نیز کاهش داده و نرمی و لطافت الیاف را افزایش دهد. این تحقیق نشان می‌دهد که استفاده از پسماندهای کشاورزی مانند پوست مرکبات می‌تواند به عنوان یک روش پایدار و کم هزینه برای بهبود کیفیت رنگرزی الیاف طبیعی مورد استفاده قرار گیرد. به عبارت دیگر، این پژوهش نشان داده است که پوست مرکبات می‌تواند به عنوان یک ماده‌ی طبیعی و در دسترس، به عنوان یک کمک رنگرزی عمل کرده و کیفیت رنگرزی الیاف پشم را بهبود بخشد.

(رحمتی و همکاران، ۱۴۰۰) در تحقیقی با عنوان تکمیل پارچه پنبه‌ای با استفاده از هیدروژل ابریشم و عصاره گیاهی بابونه نشان دادند که گیاه بابونه به عنوان یک گیاه دارویی استفاده از پروتئین فیروئین استخراج شده از پیله کرم ابریشم، هیدروژلی با خواص مکانیکی مناسب تولید کرده‌اند. این هیدروژل با افزودن عصاره گیاه بابونه، خاصیت ضد باکتریایی پیدا کرده و به عنوان یک پوشش مناسب برای پارچه‌های پنبه‌ای مورد استفاده قرار گرفته است. نتایج نشان می‌دهد که فرایند بارگذاری عصاره بابونه در هیدروژل، اگرچه اندکی بر توانایی جذب آب هیدروژل تأثیر گذاشته، اما به طور قابل توجهی خاصیت ضد باکتریایی آن را افزایش داده است. بنابراین، این تحقیق نشان می‌دهد که هیدروژل‌های تهیه شده از فیروئین ابریشم با بارگذاری عصاره‌های بابونه می‌توانند به عنوان پوشش‌های ضد باکتریایی برای منسوجات مورد استفاده قرار گیرند و کاربردهای گسترده‌ای در صنایع نساجی و پزشکی داشته باشند.

(حسین نژاد و همکاران، ۱۴۰۲) در مقاله‌ای با عنوان استخراج و مطالعه کاربرد ضایعات میوه سنجید به عنوان داندانه طبیعی در رنگرزی الیاف پشم به این مسئله پرداختند که هدف از این پژوهش، بررسی امکان استفاده از ضایعات پوست و دانه سنجید به عنوان داندانه طبیعی در رنگرزی الیاف پشم است. در این مطالعه، عصاره‌گیری از پوست و دانه سنجید با استفاده از حلال اتانل انجام شده و ترکیبات فنلی موجود در عصاره‌ها اندازه‌گیری شده است. همچنین، از عصاره پوست سنجید به عنوان داندانه در رنگرزی نخ‌های پشمی با استفاده از رنگرای طبیعی اسپرک استفاده شده و نتایج آن با رنگرزی با داندانه معدنی آلوم مقایسه شده است. در نهایت، ویژگی‌های رنگی و ثباتی نمونه‌های رنگرزی شده بر اساس استانداردهای ایزو مورد ارزیابی قرار گرفته است و نتیجه مطلوب حاصل شده است.



(باصری، ۱۴۰۴) در پژوهشی با عنوان کاربرد پسماندهای صنایع کشاورزی در فرآیند رنگرزی دستبافته ها به این موضوع اشاره داشت که هدف از این پژوهش، بررسی امکان استفاده از ضایعات کشاورزی پوست پسته و تاج خروس به عنوان رنگرای طبیعی و بیودندانه زیست سازگار در رنگرزی نخ پشمی و بهینه سازی فرایند رنگرزی با استفاده از روش آماری با پاسخ است. در این پژوهش، اثر پارامترهای مختلف از جمله غلظت رنگزا، غلظت سیتریک اسید (به عنوان بیودندانه) و مدت زمان رنگرزی بر قدرت رنگی نسبی نمونه ها بررسی و شرایط بهینه رنگرزی تعیین شده است. همچنین، ویژگی های رنگی و ثباتی نمونه های رنگرزی شده مورد ارزیابی قرار گرفته است.

(بارانی و همکاران، ۱۳۹۵) در تحقیقی با عنوان بهینه سازی شرایط رنگرزی الیاف پشمی با گلبرگ زعفران جهت کسب شید آبی به این نتیجه اشاره داشتند که هدف از این پژوهش، بهینه سازی فرآیند رنگرزی نخ پشمی با استفاده از گلبرگ زعفران به عنوان رنگرای طبیعی برای دستیابی به رنگ آبی است. در این راستا، عوامل مؤثر بر رنگرزی شامل غلظت دندانه کلرید قلع، غلظت گلبرگ زعفران، مدت زمان رنگرزی و دمای رنگرزی با استفاده از نرم افزار طراحی آزمایش مورد بررسی و بهینه سازی قرار گرفته اند. در نهایت، ویژگی های رنگی و ثباتی نمونه های رنگرزی شده در شرایط مختلف ارزیابی شده است.

(نظری و همکاران، ۱۳۹۸) در پژوهشی با عنوان بهینه سازی ترکیبات زیست تجزیه پذیر روناس و پوست گردو جهت ضدبید پارچه های پشمی در برابر آنتروپوس و ربا سکی با روش پد-بج اشاره کرده اند که هدف از این پژوهش، بررسی و بهینه سازی روشی برای محافظت پارچه های پشمی در برابر حشرات بید با استفاده از عصاره های طبیعی روناس و پوست گردو است. این پژوهش به دنبال یافتن یک روش زیست سازگار و مؤثر برای جلوگیری از آسیب بید به الیاف پشم است. در این راستا، عصاره گیری الکلی از روناس و پوست گردو انجام شده و از روش پد-بج برای اعمال این عصاره ها بر روی پارچه های پشمی استفاده شده است. با استفاده از روش آماری رویه پاسخ، شرایط بهینه برای محافظت از پارچه های پشمی در برابر بید تعیین شده است. نتایج این پژوهش نشان می دهد که عصاره های طبیعی روناس و پوست گردو می توانند به طور مؤثری از پارچه های پشمی در برابر حشرات بید محافظت کنند.

(شاه پروری و همکاران، ۱۳۹۸) در مقاله ای با عنوان بررسی سازگاری مواد رنگرای طبیعی جاشیر، روناس و پوست انار در رنگرزی نخ پشمی اشاره داشتند که هدف از این پژوهش، بررسی سازگاری مواد رنگرای طبیعی جاشیر، روناس و پوست انار بر روی نخ پشمی و امکان ترکیب آنها در فرآیند رنگرزی است. در این پژوهش ابتدا قابلیت رنگرزی هر یک از این مواد به صورت جداگانه و با استفاده از دندانه سولفات آلومینیوم بررسی شد. سپس با استفاده از روش های محاسباتی رایج، میزان سازگاری مواد رنگزا در حالت ترکیب دوتایی در نسبت های مختلف اندازه گیری شد. نتایج نشان داد که جاشیر و روناس سازگاری بالایی با یکدیگر دارند و می توانند به صورت ترکیبی در رنگرزی استفاده شوند، در حالی که پوست انار با هیچ یک از این دو ماده سازگاری مناسبی ندارد. همچنین مشخص شد که غلظت مواد رنگزا و نوع دندانه مورد استفاده بر میزان سازگاری تأثیر گذار است.



(شاهپوری و بصام، ۱۳۹۰) در پژوهش با عنوان رنگرزی نخ پشمی با پسماند گل محمدی حاصل از گلاب گیری و مقایسه آن با رنگرزی پوست انار اشاره کردند که هدف از این پژوهش، ارائه مبنایی کاربردی برای استفاده مجدد از پسماند گل محمدی حاصل از گلاب گیری به عنوان یک رنگرزی طبیعی در رنگرزی نخ پشمی است. این پژوهش با هدف کاهش هزینه‌های تولید گلاب، جلوگیری از آلودگی زیست محیطی و ایجاد یک روش رنگرزی نوین و اقتصادی انجام شده است. در این راستا، رنگرزی با پسماند گل محمدی و دنداندهای مختلف انجام و فام رنگی حاصل با رنگرزی پوست انار مقایسه و ارزیابی شده است. (رفیعی، ۱۴۰۲) در تحقیقی با عنوان بررسی خاصیت ضدباکتریایی نخ پشمی رنگرزی شده با پسماند گل محمدی حاصل از گلاب گیری کاشان نشان داد که هدف از این پژوهش، ارزیابی قابلیت رنگ‌دهی و خاصیت ضد باکتریایی پسماند گل محمدی حاصل از گلاب گیری کاشان بر روی نخ پشمی است. این پژوهش علاوه بر بررسی مشخصه‌های رنگی و ثبات نوری پشم رنگرزی شده با عصاره آبی و الکلی پسماند گل محمدی، اثر ضد باکتریایی آن را بر روی دو باکتری گرم مثبت و گرم منفی نیز مورد بررسی قرار می‌دهد.

۴. بحث و نتیجه‌گیری

استفاده از ضایعات گیاهان دارویی در صنعت نساجی، رویکردی نوین و پایدار است که مزایای متعددی را به همراه دارد. استفاده از این شیوه، ضمن کاهش اثرات مخرب زیست محیطی ناشی از تولید منسوجات، به حفظ منابع طبیعی و کاهش حجم زباله‌های صنعتی کمک می‌کند. با استفاده از مواد موجود در ضایعات گیاهی و رنگ‌های استخراج شده از آن‌ها، می‌توان منسوجات پایدار و سازگار با محیط زیست تولید کرد. که فواید بسیاری در حفظ محیط زیست و یا برطرف کردن مشکلاتی نظیر حساسیت به مواد شیمیایی در منسوجات نساجی بهره برد. علاوه بر این، استفاده از این ضایعات، ارزش افزوده‌ای برای محصولات جانبی کشاورزی ایجاد کرده و به توسعه فناوری‌های نوین در صنعت نساجی منجر می‌شود. به طور کلی، این رویکرد، گامی مؤثر در جهت توسعه پایدار صنعت نساجی و حفظ محیط زیست و استفاده از پسماندهای گیاهان دارویی محسوب می‌شود و پتانسیل بالایی برای تحقیقات و مطالعات آینده دارد.

منابع

- احمدی، زهرا و سهرابی، سمیرا. (۱۴۰۰). بررسی کیفیت نخ پشمی رنگرزی شده با رنگرزی روناس و اسپرک در حضور مرکبات. علوم و فناوری نساجی و پوشاک. ۱۰(۴): ۱-۲۲
- بارانی، حسین، جمشید دوست ملکوتی، زهرا، و رفیعی، سعیده. (۱۳۹۵). بهینه سازی شرایط رنگرزی الیاف پشمی با گلبرگ زعفران جهت کسب شید آبی. علوم و فناوری رنگ، ۱۰(۴): ۲۵۹-۲۶۶. [SID. https://sid.ir/paper/137288/fa](https://sid.ir/paper/137288/fa)
- باصری، سمیه. (۱۴۰۴). کاربرد پسماندهای صنایع کشاورزی در فرآیند رنگرزی دستیافته‌ها. مخاطرات محیط طبیعی. ۱۴(۴۳): ۱-۱۰. doi: 10.22111/jneh.2024.47634.2015
- جعفری، سمیه. (۲۰۲۳). بررسی میزان تخریب الیاف پشمی بارنگدانه های گیاهی (روناس، بابونه، وسمه، سدر). مطالعات هنر و فرهنگ. ۲۷(۸): ۵۸-۸۱
- حسین نژاد مژگان، قرنچیک کمال الدین، عدیل شهید، محمودی ناهوندی علیرضا. (۲۰۲۴). استخراج و مطالعه کاربرد ضایعات میوه سنجد به عنوان دندانده طبیعی در رنگرزی الیاف پشم.



- رحمتی نسرين, اصلاحي نیلوفر, رشیدی ابوسعید. (۲۰۲۰). تکمیل ضد میکروب پارچه پنبه ای با استفاده از هیدروژل ابریشم و عصاره گیاهی بابونه. علوم و فناوری نساجی و پوشاک. ۴۲-۳۵:(۴)۹.
- رفیعی سعیده. (۲۰۲۴). بررسی خاصیت ضدباکتریایی نخ پشمی رنگرزی شده با پسماند گل محمدی حاصل از گلاب گیری کاشان. کاشان شناسی, ۱۶(۲): ۷۹-۱۰۲.
- شاهپوری محمدرضا, بصام سید جلال الدین. رنگرزی نخ پشمی با پسماند گل محمدی حاصل از گلاب گیری و مقایسه آن با رنگرزی پوست انار. نشریه علمی گلجام. ۱۳۹۰; ۷(۱۹): ۶۱-۷۴.
- شاهپوری, محمدرضا, صفایور, سیامک و قرنجیگ, کمال الدین. (۱۳۹۸). (بررسی سازگاری مواد رنگرزی طبیعی جاشیر, روناس و پوست انار در رنگرزی نخ پشمی. علوم و فناوری رنگ. ۱۳(۱): ۲۵-۳۷.
- طهرانی مجید نرگس, جعفری. (۲۰۲۱). رنگرزی الیاف پشم با رنگرزی طبیعی گیاه آویشن. دوفصلنامه علمی رجشمار, ۲(۱): ۶۱-۶۷.
- نظری, علی, متین مقدم, آزاده, داودی رکن آبادی, ابوالفضل و دهقانی زاهدانی, مهدی. (۱۳۹۸). بهینه سازی ترکیبات زیست تجزیه پذیر روناس و پوست گردو جهت ضدبید پارچه های پشمی در برابر آنترنوس و ربابسکی با روش پد-بچ. علوم و فناوری نساجی و پوشاک. ۸(۴): ۵۹-۶۸.



انتخاب حلال مناسب برای دی آلیل دی سولفید در مدل موش صحرایی ایسکمی ریپرفیوژن

فاطمه قاسمی زاده^۱، عقیله محمدزاده^{۱*}، علی گل^۱

^۱ گروه زیست شناسی، دانشکده علوم، دانشگاه شهید باهنر، کرمان (a_mohammadzadeh@sci.uk.ac.ir)

چکیده

آسیب ایسکمی ریپرفیوژن یک فرآیند پاتولوژیک پیچیده است که با کاهش شدید سطح اکسیژن بافت شروع می شود و به دنبال آن بازیابی جریان خون و اکسیژن رسانی مجدد همراه است. دی آلیل دی سولفید (DADS) که در سیر و پیاز یافت می شود، به خاطر خواص آنتی اکسیدانی و ضد التهابی اش مورد توجه قرار گرفته است. در این مطالعه تجربی، ۴۰ سر موش صحرایی به صورت تصادفی به ۸ گروه مجزا تخصیص داده شدند تا اثرات یک یا چند متغیر مستقل بر روی یک یا چند متغیر وابسته مورد بررسی قرار گیرد. روش های تجویز DADS شامل تزریق داخل صفاقی و مصرف خوراکی است. موش های صحرایی تحت درمان با DADS در حلال های متفاوتی قرار گرفتند. این حلال ها شامل اتانول، روغن ذرت، DMSO و بافر فسفات بودند که به صورت خوراکی و تزریق درون صفاقی به موش ها داده شدند. نتایج نشان داد که اتانول در هر دو روش مصرف، بیشترین میزان سمیت را در بین موش ها داشت و منجر به مرگ تعداد قابل توجهی از آنها شد و موش های صحرایی که ترکیب DADS به همراه PBS و ۱۰٪ DMSO دریافت کرده اند، زنده ماندند.

واژگان کلیدی: اتانول، ایسکمی ریپرفیوژن، دی آلیل دی سولفید، حلال



۱. مقدمه

دی آلیل دی سولفید (DADS)^۱، ترکیبی متشکل از دو گروه آلیل که توسط دو اتم گوگرد به هم متصل شده‌اند، یک ترکیب آلی گوگردی مهم است که در سیر یافت می‌شود. این ماده در طی تجزیه آلیسین تولید می‌شود. DADS، دی آلیل ترا سولفید و دی آلیل تری سولفید عناصر کلیدی روغن سیر مقطر هستند. این ماده مایع زرد رنگی است که بوی سیر مشخصی دارد و در آب محلول نیست (Saikat et al., 2022).

مطالعات نشان داده‌اند که DADS عملکردهای بیولوژیکی زیادی دارد، از جمله اثرات ضد التهابی، آنتی اکسیدانی، ضد سرطانی و سم زدایی، که ممکن است با ساختار شیمیایی آن مشخص شود (Song et al., 2021). مشاهده شده است DADS با مهار مسیرهای سیگنالی سلولی و جلوگیری از التهاب، تأثیر مثبتی بر کاهش رشد تومورها دارد. این ترکیب می‌تواند به القای آپوپتوز در سلول‌های سرطانی کمک کند و همچنین مانع از تکثیر غیرطبیعی آن‌ها شود. همچنین DADS به عنوان یک آنتی اکسیدان عمل کرده و از آسیب‌های اکسیداتیو به سلول‌ها جلوگیری می‌کند که این امر نیز به کاهش خطر ابتلا به سرطان کمک می‌کند (Saikat et al., 2022).

در مطالعات انجام شده نشان داده‌اند که DADS به طور قابل توجهی تولید سیتوکین‌های التهابی مانند TNF- α و IL-6 را کاهش داد. همچنین با اثر بر روی ماکروفاژها این ترکیب توانست فعالیت ماکروفاژها را تعدیل کرده و از تولید نیتریک اکسید (NO) جلوگیری کند و در مکانیزم‌های مولکولی نیز DADS با مهار مسیرهای سیگنال‌دهی مانند NF- κ B، اثرات ضدالتهابی خود را اعمال می‌کند (Hasan et al., 2020).

در پژوهش دیگری، DADS قادر به خنثی سازی رادیکال‌های آزاد است و به کاهش استرس اکسیداتیو در سلول‌ها کمک می‌کند. این ویژگی می‌تواند در پیشگیری از بیماری‌های مزمن و بهبود سلامت عمومی مؤثر باشد (Farhat et al., 2021).

۱-۱. راه‌های تجویز DADS و حلال‌های آن

تجویز DADS به موش‌های صحرایی به روش‌های مختلفی انجام می‌شود که در مقالات علمی به آنها اشاره شده است. برخی از این روش‌ها شامل موارد زیر است:

۱-۱-۱. تزریق داخل صفاقی

این روش به خصوص در مطالعات سم‌شناسی و اثرات دارویی مورد استفاده قرار می‌گیرد و به محققان اجازه می‌دهد تا به سرعت اثرات دارو را مشاهده کنند (He et al., 2021), (Liu et al., 2018).

۱-۱-۲. تزریق خوراکی (گاواژ)

در برخی از مطالعات، DADS به صورت خوراکی به موش‌های صحرایی داده می‌شود که در بررسی اثرات گوارشی و متابولیکی دارو کاربرد دارد (Cai et al., 2022).

^۱ Diallyl disulfide^۲ Nitric oxide



در مطالعات نشان داده اند که DADS در اتانول (Zheng et al., 2023)، روغن ذرت (Kim et al., 2015)، بافر فسفات (PBS)^۱ (Hu et al., 2022) و هم چنین دی متیل سولفواکسید (DMSO)^۲ (Yu et al., 2017) قابلیت حل پذیری دارد.

۱-۲. ایسکمی ریپرفیوژن

ایسکمی ریپرفیوژن (IR)^۳ به شرایطی اطلاق می شود که جریان خون اندامی برای مدت زمان خاصی قطع یا کاهش شدید یابد و پس از آن جریان خون مجدداً برقرار شود (Favreau et al., 2013). آسیب های ناشی از ایسکمی ری پرفیوژن به دو بخش آسیب ایسکمی و آسیب ریپرفیوژن تقسیم می شود. ایسکمی باعث هیپوکسی در بافت یا ارگان شده و همچنین هنگامی که جریان خون دوباره برقرار می شود التهاب موضعی و استرس اکسیداتیو افزایش می یابد که منجر به آسیب ثانویه شده و در نتیجه پاسخ سلولی به شدت آسیب کل بافت بستگی دارد. ایسکمی ریپرفیوژن طولانی مدت (۴۵ دقیقه) می تواند منجر به آپوپتوز، اتوفاژی، نکروپتوز و نکروز شود (Soares et al., 2019).

هدف از این مطالعه بررسی اثر ترکیب DADS با حلالهای متفاوت بر روی موش های صحرایی در شرایط IR است.

۲. مواد و روش ها

در این بررسی از موش های صحرایی نر نژاد ویستار به عنوان حیوان آزمایشگاهی استفاده شد. تمامی حیوانات در شرایط آزمایشگاهی ۱۲ ساعت روشنایی و ۱۲ ساعت تاریکی در دمای 24 ± 1 درجه سلسیوس نگهداری شدند. تعداد ۴۰ سر موش صحرایی نر در محدود وزنی ۲۰۰-۲۵۰ گرم را به طور تصادفی به ۸ گروه ۵ تایی تقسیم می کنیم و تمام گروه ها برای سازگاری به مدت یک هفته در اتاق حیوانات نگهداری شدند.

۲-۱. گروه بندی

ET(g). ۲-۱-۱

گاواژ اتانول به تنهایی با دوز ۰/۳ میلی لیتر در حالت هوشیار.

ET(i). ۲-۱-۲

تزریق درون صفاقی اتانول با دوز ۰/۳ میلی لیتر در حالت بیهوش و تحت جراحی IR.

DADS(g). ۲-۱-۳

گاواژ DADS با دوز ۱۵۰ میلی گرم در حالت هوشیار.

ET+ DADS(i). ۲-۱-۴

تزریق درون صفاقی اتانول به همراه DADS با دوز ۱۵۰ میلی گرم در حالت بیهوش و تحت جراحی IR.

ET+ DADS(g). ۲-۱-۵

¹ Phosphate buffered saline

² Dimethyl sulfoxide

³ Ischemia reperfusion



گاواژ اتانول به همراه DADS با دوز ۱۵۰ میلی گرم در حالت هوشیار.

۶-۱-۲. ET+ DADS(i)

تزریق درون صفاقی اتانول به همراه DADS با دوز ۱۰ میلی گرم در حالت بیهوش و تحت جراحی.

۷-۱-۲. DMSO+ DADS(g) ۱۰٪، PBS(g)

گاواژ PBS با ۱۰٪ DMSO به همراه DADS با دوز ۱۵۰ میلی گرم در حالت هوشیار.

۸-۱-۲. DMSO+ DADS(i) ۱۰٪، PBS(i)

تزریق درون صفاقی PBS با ۱۰٪ DMSO به همراه DADS با دوز ۱۵۰ میلی گرم در حالت بیهوش و تحت جراحی.

IR.

۲-۲. روش جراحی

موش‌های صحرایی در ابتدا با تزریق درون صفاقی کتامین (۵۰ میلی گرم به ازای هر کیلوگرم وزن بدن) و زایلازین (۱۰ میلی گرم به ازای هر کیلوگرم وزن بدن) بیهوش شدند و روی تخت جراحی قرار گرفتند. در طول جراحی، دمای بدن حیوان در حد طبیعی نگه داشته شد. سپس یک شکاف روی قسمت میانی شکم داده شد و در هر دو کلیه، شریان‌ها و وریدها به مدت ۵۰ دقیقه با استفاده از کلمپ ظریف و مخصوص ایسکمی داده و مسدود شدند. برای اطمینان از انسداد کامل، رنگ پریدگی کلیه مد نظر قرار گرفت. پس از اتمام ۵۰ دقیقه ایسکمی، کلمپ به دقت خارج شد. در انتهای کار، محل برش جراحی با بخیه بسته شد و پس از به هوش آمدن کامل، حیوان در قفس متابولیک قرار داده شد. در پایان دوره ۲۴ ساعته ریپرفیوژن، میزان مصرف آب، مصرف غذا و ادرار تولید شده دقیقاً سنجیده شد.

۳. نتایج

موش‌های صحرایی که ترکیبات اتانول و DADS به آنها به صورت ترکیبی داده شد، در پایان آزمایش مردند. این نشان می‌دهد که این ترکیب ممکن است در برخی دوزها یا شرایط خاص، سمی باشد و همچنین موش‌های صحرایی که ترکیب DADS به همراه PBS، ۱۰٪ DMSO دریافت کرده‌اند زنده ماندند.

جدول ۱. تاثیر حلال‌های مختلف به تنهایی و همراه با DADS بر موش‌های صحرایی

گروه‌ها	روش تجویز	دوز	بیهوش/هوشیار	زنده/مرده	IR یا بدون IR
ET(g)	گاواژ	۰.۳ ml	هوشیار	زنده	-
ET(i)	i.p.	۰.۳ ml	بیهوش	زنده	IR
DADS(g)	گاواژ	۱۵۰ mg	هوشیار	زنده	-
ET+ DADS(i)	i.p.	۱۵۰ mg	بیهوش	مرده	IR



ET+ DADS _(g)	گاواژ	۱۵۰ mg	هوشیار	مرده	-
ET+ DADS _(i)	i.p.	۱۵۰ mg	بیپوش	مرده	IR
PBS ، DMSO+ ۱۰٪ DADS _(g)	گاواژ	۱۵۰ mg	هوشیار	زنده	-
PBS ، DMSO+ ۱۰٪ DADS _(i)	i.p.	۱۵۰ mg	بیپوش	زنده	IR

۴. بحث و نتیجه گیری

نتایج این تحقیق به وضوح بر اهمیت انتخاب حلال مناسب برای تجویز دی آلیل دی سولفید (DADS) در مطالعات علمی و بالینی تأکید دارد. همانطور که Song و همکاران، طالع پور و همکاران نشان دادند، اثرات حلال‌های مختلف بر تلفات و واکنش‌های بیولوژیکی موش‌های آزمایشگاهی در مدل‌های ایسکمی ریپرفیوژن باید به طور سیستماتیک بررسی شود (طالع پور، ۲۰۲۱)، (Song et al., 2021). مشاهدات اولیه ما نیز این نکته را تأیید می‌کند؛ به طوری که استفاده از اتانول به عنوان حلال به دلیل واکنش‌های فیزیکی-شیمیایی بین اتانول و DADS، در هر دو روش تجویز خوراکی و تزریق داخل صفاقی منجر به آسیب یا مرگ موش‌های صحرایی شد. این یافته‌ها نشان می‌دهند که انتخاب حلال نامناسب می‌تواند تأثیرات سمی داشته و کارایی درمان را به طور قابل توجهی کاهش دهد.

بر اساس یافته‌های ما، اتانول با خاصیت سمی خود به عنوان یک مانع جدی در مطالعات کارآزمایی و کاربرد بالینی DADS عمل می‌کند و ضرورت انتخاب حلال‌هایی با ایمنی بیشتر و سازگاری بهینه با DADS را برجسته می‌سازد. از سوی دیگر، Kim و همکاران گزارش کردند که ترکیب DADS با روغن ذرت اثر کشنده‌ای ندارد، اما ناهمگنی در حل شونده‌گی DADS در این حلال، لزوم استفاده از حلال‌های مؤثرتر را نشان می‌دهد (Kim et al., 2015).

در این راستا، مطالعات متعددی نشان داده‌اند که استفاده از بافر فسفات و ۱۰٪ DMSO به عنوان حلال‌های مناسب، می‌تواند به حل شدن کامل DADS منجر شود و در عین حال، عوارض جانبی را به حداقل برساند (Hu et al., 2022)، (Yu et al., 2017). این حلال‌ها با فراهم آوردن یک محیط مناسب برای تحقیق و درمان، بدون ایجاد خطرات سمی، به ارائه عملکرد قابل قبول از DADS کمک می‌کنند.

اثرات سمی اتانول در هنگام تجویز DADS یکی از نکات حائز اهمیت در تحقیق حاضر بود. اگرچه اتانول به طور معمول به عنوان یک حلال در بسیاری از آزمایشات استفاده می‌شود (Bisconti et al., 2022)، (Jamalzadeh et al., 2016) نتایج ما نشان داد که ترکیب DADS با اتانول می‌تواند به مرگ موش‌ها منجر شود. این موضوع بر ضرورت انتخاب دقیق حلال‌ها و دوزها در تحقیقات آینده تأکید می‌کند. یافته‌های ما به طور خاص نشان می‌دهد که اتانول باعث افزایش معناداری در میزان مرگ و میر می‌شود، احتمالاً از طریق مکانیسم‌های سمی که با DADS تداخل دارند.

در نتیجه، این تحقیق نشان می‌دهد که انتخاب حلال مناسب یک عامل کلیدی در به کارگیری صحیح و ایمن DADS در محیط‌های بالینی و آزمایشگاهی است. انتخاب حلال باید بر اساس سازگاری با DADS، ایمنی، و توانایی حل کردن کامل ترکیب بدون ایجاد اثرات نامطلوب باشد.

در ترکیب حاضر، مخلوط اتانول و DADS موجب مرگ تمامی موش‌های صحرایی شد. با این حال، اتانول به تنهایی در شرایط مختلف (بی‌هوشی و هوشیاری)، چه از طریق تزریق و چه به صورت گاوآژ، کشنده نبود. زمانی که DADS با روغن ذرت مخلوط شد، اثری کشنده نداشت، اما مشخص شد که این ترکیب به طور کامل در روغن ذرت حل نمی‌شود. در نهایت، حلال مناسبی شامل PBS و ۱۰٪ DMSO یافت شد که DADS به طور کامل در آن حل شد و بدون هیچ عارضه‌ای برای موش‌های صحرایی، از طریق تزریق درون صفاقی یا گاوآژ، قابل استفاده بود.

منابع

- طالع‌پور ف، زیبایی آ، عسگری سیاهویی م، جلالی سندی ج. (۲۰۲۱). تاثیر دی آلیل سولفید و دی آلیل دی سولفید بر سامانه آنتی اکسیدانی و تخصیص انرژی لاروهای شب پره مینوز گوجه‌فرنگی، *Tuta absoluta* Meyrick، گیاه پزشکی، ۴۴(۴): ۱۴۷-۱۶۳
- Mitra, S., Das, R., Bin Emran, T., Khan Labib, R., Noor-E-Tabassum, N., Islam, F., Sharma, R., Ahmad, I., Nainu, F., Chidambaram, K., Alhumaydhi, F.A., Chandran, D., Capasso, R., Wilairatana, P. (2022). Diallyl disulfide: a bioactive garlic compound with anticancer potential. *Frontiers in Pharmacology*, 13, 943967.
- Song, X., Yue, Z., Nie, L., Zhao, P., Zhu, K., & Wang, Q. (2021). Biological functions of diallyl disulfide, a garlic-derived natural organic sulfur compound. *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine*, 2021(1), 5103626.
- Hasan, H. F., Abdel-Hamid, G. R., & Ebrahim, S. I. (2020). Antioxidant and anti-inflammatory effects of diallyl disulfide on hepatotoxicity induced by cyclophosphamide in rats. *Natural Product Communications*, 15(10), 1934578X20969083
- Farhat, Z., Hershberger, P. A., Freudenheim, J. L., Mammen, M. J., Hageman Blair, R., Aga, D. S., & Mu, L. (2021). Types of garlic and their anticancer and antioxidant activity: A review of the epidemiologic and experimental evidence. *European Journal of Nutrition*, 1-25.
- He, H., Ma, Y., Huang, H., Huang, C., Chen, Z., Chen, D., Chen, J. (2021). A comprehensive understanding about the pharmacological effect of diallyl disulfide other than its anti-carcinogenic activities. *European Journal of Pharmacology*, 893, 173803.
- Liu, Y., Li, A., Feng, X., Sun, X., Zhu, X., Zhao, Z. (2018). Pharmacological investigation of the anti-inflammation and anti-oxidation activities of diallyl disulfide in a rat emphysema model induced by cigarette smoke extract. *Nutrients*, 10(1): 79.
- Cai, C., Guo, Z., Chang, X., Li, Z., Wu, F., He, J., Tan, Y. (2022). Empagliflozin attenuates cardiac microvascular ischemia/reperfusion through activating the AMPK α 1/ULK1/FUNDC1/mitophagy pathway. *Redox biology*, 52, 102288.
- Zheng, Y., Zhu, T., Chen, B., Fang, Y., Wu, Y., Feng, X., Lin, Z. (2023). Diallyl disulfide attenuates pyroptosis via NLRP3/Caspase-1/IL-1 β signaling pathway to exert a protective effect on hypoxic-ischemic brain damage in neonatal rats. *International Immunopharmacology*, 124, 111030.
- Kim, S. H., Lee, I. C., Ko, J. W., Moon, C., Kim, S. H., Shin, I. S., Kim, J. C. (2015). Diallyl disulfide prevents cyclophosphamide-induced hemorrhagic cystitis in rats through the inhibition of oxidative damage, MAPKs, and NF- κ B pathways. *Biomolecules & therapeutics*, 23(2): 180.



- Hu, W., Huang, L., Zhou, Z., Yin, L., & Tang, J. (2022). Diallyl Disulfide (DADS) ameliorates intestinal candida albicans infection by modulating the gut microbiota and metabolites and providing intestinal protection in mice. *Frontiers in Cellular and Infection Microbiology*, 11, 743454.
- Yu, L., Li, S., Tang, X., Li, Z., Zhang, J., Xue, X., Wang, H. (2017). Diallyl trisulfide ameliorates myocardial ischemia–reperfusion injury by reducing oxidative stress and endoplasmic reticulum stress-mediated apoptosis in type 1 diabetic rats: role of SIRT1 activation. *Apoptosis*, 22: 942-954.
- Favreau, F., Giraud, S., Bon, D., Chatauret, N., Thuillier, R., Hauet, T. (2013). L'ischémie-reperfusion. *Med Sci (Paris)*, 29: 183-188.
- Soares, R. O., Losada, D. M., Jordani, M. C., Évora, P., Castro-e-Silva, O. (2019). Ischemia/reperfusion injury revisited: an overview of the latest pharmacological strategies. *International journal of molecular sciences*, 20(20): 5034.
- Bisconti, M., Grosjean, P., Arcolia, V., Simon, J. F., & Hennebert, E. (2022). Influence of two widely used solvents, ethanol and dimethyl sulfoxide, on human sperm parameters. *International Journal of Molecular Sciences*, 24(1): 505.
- Jamalzadeh, L., GHAFORI, H., Sariri, R., Rabuti, H., Nasirzade, J., Hasani, H., & Aghamaali, M. R. (2016). Cytotoxic effects of some common organic solvents on MCF-7, RAW-264.7 and human umbilical vein endothelial cells.



سنتز نانو کریستال های سلولز از دانه میوه تلکا به روش اسیدی و بررسی سمیت سلولی

الهه کامل نیا^{۱*}، ریحانه کامل نیا^{۲،۳}

^{۱*} گروه زیست شناسی، دانشکده علوم، واحد مشهد، دانشگاه آزاد اسلامی، مشهد، ایران (e.kamelnia@iau.ac.ir)

(e_kamelniya@yahoo.com)

^۲ گروه پزشکی، دانشکده پزشکی، واحد مشهد، دانشگاه آزاد اسلامی، مشهد، ایران

^۳ موسسه بیوشیمی و بیوفیزیک دانشگاه تهران، تهران، ایران

چکیده

سلولز یکی از مهمترین و فراوانترین پلیمر طبیعی تجدید پذیر در جهان است. امروزه نانو ذرات سلولزی مورد توجه چشمگیری قرار گرفته اند. این نانو ذرات معمولاً از طریق هیدرولیز اسیدی ترکیبات سلولزی تولید می شوند. هدف از این مطالعه، سنتز، مشخصه یابی و بررسی اثرات سمیت سلولی نانو کریستال های سلولز از منبعی طبیعی و جدید بنام دانه ی میوه تلکا است. مطالعات ریخت شناسی نانو کریستال های سلولز تهیه شده با استفاده از میکروسکوپ نیروی اتمی (AFM) و میکروسکوپ الکترونی روبشی محیطی (ESEM) مورد بررسی قرار گرفت. مطالعات ساختاری با آنالیز طیف سنجی مادون قرمز فوریه (FTIR) و کریستالیتی و اندازه ذره با استفاده از پراش پرتو ایکس (XRD) اندازه گیری شد. به طور کلی، کریستال های کروی شکل به دست آمده با ابعاد ۲۰-۴۰ نانومتر، خلوص و کریستالیتی بالا (۷۹ درصد) همراه با ترکیبات لیگنین کمتر از ۳٪ و هولو سلولز بیشتر از ۸۷٪ از دانه ی میوه تلکا و همچنین عدم سمیت سلولی نانو ذرات سنتزی می تواند آن را به منبعی مناسب و رقابتی برای تولید نانو کریستال سلولز مورد نیاز صنایع مختلف از جمله پزشکی و دارو رسانی مبدل سازد.

واژه های کلیدی: سلولز، هیدرولیز اسیدی، میوه تلکا، نانو کریستال های سلولز.



۱. مقدمه

فناوری نانو فرایند دستکاری مواد در مقیاس اتمی و تولید مواد و ابزار، به وسیله کنترل آن‌ها در سطح اتم‌ها و مولکول‌ها است. موادی که حداقل یکی از ابعاد آن‌ها (طول، عرض یا ضخامت) بین ۱ تا ۱۰۰ نانومتر باشد، نانومواد نامیده می‌شوند. اندازه ذرات در فناوری نانو امری مهم است زیرا ذرات در مقیاس نانو خواص فیزیکی، شیمیایی و زیستی متفاوت با توده ماده دارند (Poole Jr and Owens 2003). نانوذرات سنتز شده از منابع طبیعی چون گیاهان، میکروارگانسیم‌ها، پلیمرهای طبیعی بدلیل زیست سازگاری و قابلیت تخریب پذیری در محیط از اهمیت بالایی در زمینه نانوپزشکی برخوردار هستند. خواص متنوع نانوذرات امکان ارائه راه‌حل‌های مناسب برای چالش‌های درمانی، تشخیصی، تصویربرداری و زیستی در زمینه تحقیقات پزشکی به وجود آورده است (Abdul Khalil, Adnan et al. 2020, Lim and San Thian 2021). امروزه هشدارهای زیست محیطی به منظور جایگزین کردن مواد بر پایه منابع فسیلی با مواد گیاهی جدید موضوع جدی شده است و یکی از جنبه‌های تحقیقاتی مورد توجه این علم، تهیه و استخراج نانو کریستال‌های سلولز از منابع زیست تخریب پذیر است. در این میان سلولز به عنوان یکی از فراوان‌ترین پلیمرهای زیستی طبیعی در جهان که طی واکنش با اسید هیدرولیز شده و ذراتی با ابعاد نانو برجای می‌گذارد، انتخابی مناسب برای این منظور است (Gazzotti, Rampazzo et al. 2019). می‌توان خاطر نشان کرد که تولید نانو کریستال‌های سلولز در مقایسه با سایر نانوذرات بدلیل ارزان و فراوانی، چگالی پایین و سازگار با طبیعت مورد توجه چشمگیری قرار گرفته است (Bano and Negi 2017, Sarma, Ayadi et al. 2017). گستره وسیعی از انواع ذرات سلولز وجود دارد که برای کاربردهای مختلف تجاری مورد مطالعه قرار می‌گیرند (Longaresi, de Menezes et al. 2019). سلولز یک هموپلی-ساکارید خطی است که از اتصال واحدهای تکراری گلوکوپیرانوزی با پیوند گلیکوزیدی β -۴،۱ بواسطه نیروهای وان‌دروالس و پیوندهای هیدروژنی درون و برون مولکولی ایجاد می‌شود. ساختار شیمیایی آن به صورت $(C_6H_{10}O_5)_n$ است این مولکول‌های β -گلوکز نسبت به هم چرخش 180° درجه دارند (Wohlhauser, Delepierre et al. 2018). واحدهای ساختاری سلولز در موقعیت استوایی قرار دارند و مولکول حاصل، ساختاری خطی داشته که سبب ایجاد ساختار به هم فشرده و کریستالی بسیار مستحکم، با انعطاف پذیری کم می‌شود. ساختار نهایی سلولز، حاصل کنار هم قرار گرفتن بخش‌های بی شکل و بلورین است که مناطق بی شکل تراکم کمتری نسبت به مناطق بلورین داشته، بنابراین هنگامی که الیاف سلولز در معرض تیمار اسیدی قرار گیرد، مناطق بی شکل شکسته شده و منجر به آزاد کردن بلورها یا نانو کریستال‌های سلولز (CNCs) می‌شود (Sheltami, Abdullah et al. 2012, Zhu, Shen et al. 2017). نانوسلولز در دو شکل اصلی نانوفیبرها (CNFs) و نانو کریستال‌ها (CNCs) قابل تهیه است. نانوفیبرها معمولاً با استفاده از روش‌های مکانیکی قبل و یا بعد از فرایندهای شیمیایی یا آنزیمی، تولید می‌شوند. میکرو فیبریل‌ها، بلند و انعطاف پذیر، با پهنای حدود ۲۰ نانومتر و طول چندین میکرومتر هستند؛ و از قسمت‌های متناوب بی شکل و بلورین تشکیل شده‌اند. در حالی که نانو کریستال‌ها دارای اشکال بلوری میله‌ای و یا کروی با انعطاف پذیری کمتر در مقایسه با نانو فیبرها هستند زیرا مناطق بی شکل در آن وجود ندارد. معمولاً نانو فیبرها توسط تیمارهای شیمیایی و مکانیکی تهیه می‌شوند در حالی که نانو کریستال‌ها دارای منحصراً مناطق بلورین هستند که مناطق بی شکل آن‌ها طی تیمار شیمیایی حذف شده



است (Morelli, Marconcini et al. 2012, El Achaby, El Miri et al. 2018). خواص نانوکریستال‌های سلولز به عوامل مختلفی از جمله منابع سلولز، زمان واکنش، درجه حرارت و نوع اسید وابسته است. سلولز، همی سلولز و لیگنین از ترکیبات اصلی زیست توده‌های لیگنوسلولزی هستند. در واقع ساختار لیگنوسلولز به عنوان یک نانوکامپوزیت زیستی از تعامل بین دومن‌های در مقیاس نانو سلولز، همی سلولز و لیگنین حاصل می‌شود (Yamaguchi, Mimura et al. 2019).

سلولز طبیعی، پلیمری نیمه کریستالی است که از قسمت‌های بی‌شکل و بلورین تشکیل شده است. فرایند هیدرولیز اسیدی واکنش غیرهمگن است که در آن نفوذ اسید به قسمت‌های بی‌شکل با نظم فضایی کمتر راحت تر بوده و این قسمت را با شکستن پیوندهای گلوکوزیدی، هیدرولیز می‌کند، و منجر به آزاد کردن بلورهای کریستال‌های سلولز (CNCs) می‌شود (Brinchi, Cotana et al. 2013). اخیراً پلی ساکاریدها (کلاسی از پلیمرهای طبیعی آبدوست) مورد توجه محققان به عنوان عامل تشخیصی و همچنین پوشش دهی حامل‌های دارویی قرار گرفته‌اند. پلی ساکاریدها سبب طولانی کردن زمان گردش حامل‌ها و همچنین سهولت انجام واکنش‌های شیمیایی به دلیل دارا بودن گروه‌های عملکردی می‌شوند. نانوذرات پلی ساکاریدی مانند نانوکریستال سلولز به دلیل منطقه سطحی زیاد و دارا بودن بار منفی موجب می‌شوند داروهای زیادی به آن پیوند شوند بنابراین انتخابی مناسب در کارهای تشخیصی و درمانی به شمار می‌آید (Akhlaghi, Berry et al. 2015). هدف از این مطالعه سنتز نانوکریستال‌های سلولز از دانه گیاه تلکا با استفاده از روش‌های مکانیکی و شیمیایی و بررسی اثرات سمیت سلولی و خواص ضد باکتریایی آن‌ها به منظور استفاده در کاربردهای پزشکی بوده است.

۲. مواد و روش‌ها

۲-۱. مواد و منطقه مورد مطالعه

دانه میوه تلکا از جنگل‌های شمال ایران تهیه گردید. سولفوریک اسید، ۹۸٪ از شرکت Carlo Erba فرانسه، استیک اسید گلاسیال، سدیم هیدروکسید، سدیم کلرید از شرکت Merck آلمان، ۳- (۴- و ۵- دی متیل تیزول ۲ ییل)- ۲ و ۵- دی فنیل تترازولیوم بروماید، پن استرپ (پنیسیلین+استرپتومایسین)، تریپسین، ۰/۲۵٪، ال-گلوتامین، دی متیل سولفوکساید، بافر فسفات سالین و کیسه دیالیز با تفکیک وزن مولکولی ۱۴۰۰۰-۱۲۰۰۰ دالتون از شرکت Sigma Aldrich خریداری شد. پودر محیط کشت DMEM، سرم جنین گاوی، ۱۰٪ از شرکت GIBCO آمریکا و رده سلولی سرطان ریه از شرکت پاستور ایران تهیه گردید.

۲-۲. تهیه نانوکریستال‌های سلولز

با وجود تغییرات اندک، مطابق با روش موریانا و همکارانش و همچنین کاپادونا و همکارانش سنتز نانوکریستال‌های سلولز انجام گرفت (Capadona, Shanmuganathan et al. 2009, Moriana, Vilaplana et al. 2016). دانه میوه تلکا بعد از خشک شدن و خرد شدن مکانیکی، به طور کامل با استفاده از آب دو بار تقطیر به منظور از بین بردن مواد باقیمانده چندین بار شستشو داده شدند. در ابتدا مرحله قلیایی کردن جزئی با استفاده از سدیم هیدروکسید ۵٪ درصد جرمی در 80°C به مدت ۲ ساعت به منظور حذف ترکیبات غیرسلولزی و آماده شدن برای مرحله هیدرولیز انجام شد. سپس به مدت ۵ دقیقه در دمای 10°C با نیروی نسبی ۴۱۵۸ در سه تکرار سانتریفوژ گردید. بعد از خشک شدن خمیر در دمای اتاق به مدت دو شبانه روز، بر روی ا



نمونه خشک شده عمل هیدرولیز اسیدی با استفاده از اسید سولفوریک ۶۴٪ وزنی انجام گرفت. نمونه در این مرحله در دمای ۴۵°C به مدت ۲ ساعت بر روی استیرر همزده شدند تا مناطق کریستالی از مناطق بی شکل جدا شوند. این مرحله تحت هم زدن مداوم مکانیکی صورت پذیرفت. برای اتمام واکنش، سوسپانسیون بدست آمده با آب دو بار تقطیر سرد در حالیکه مدام همزده می شد، مخلوط گردید. سپس عمل سانتریفوژ با نیروی نسبی ۱۰۳۹۷ در دمای ۱۰°C به مدت ۱۰ دقیقه انجام شد. این مرحله به منظور حذف اسید اضافی ۳ بار تکرار شد در حالیکه در هر بار سوپرناتانت تخلیه و با آب دو بار تقطیر تا رسیدن به pH خنثی جایگزین می شد. در مرحله بعد، تیمار قلیایی و سفید کنندگی به هدف حذف باقیمانده لیگنین، همی سلولز و نیز مواد اضافی دیگر در جهت بدست آوردن نانو کریستال ها به عنوان محصول نهایی با استفاده از محلولی که حاوی ۱/۷ گرم سدیم کلریت، ۲/۵ گرم سدیم هیدروکسید، ۷/۵ میلی لیتر اسید استیک گلاسیال در ۱۰۰ میلی لیتر آب دو بار تقطیر در دمای ۸۰°C تحت هم زدن مداوم مکانیکی به مدت ۳ ساعت انجام گرفت. پس از آن، سوسپانسیون در دسترس سه بار برای مدت ۱۰ دقیقه با نیروی نسبی ۱۰۳۹۷ در دمای ۱۰°C سانتریفوژ شد. در مرحله بعد، عمل دیالیز توسط غشاهای دیالیزی با وزن مولکولی ۱۲-۱۴ کیلودالتون به منظور حذف یون های سولفات سوسپانسیون و ناخالصی ها و نیز رساندن pH آن به pH خنثی به مدت حداقل ۲۴ ساعت در برابر آب دو بار تقطیر بر روی استیرر با دور ۳۰۰ انجام شد. در نهایت، به منظور پراکنده کردن نانو کریستال ها و همگن سازی، سوسپانسیون در یک حمام اولتراسونیک با ۳۵ کیلوهرتز به مدت ۳۰ دقیقه قرار گرفت. به منظور جلوگیری از آلودگی میکروبی چند قطره کلروفرم به سوسپانسیون اضافه شده و تا زمان استفاده در یخچال در دمای ۷°C برای ارزیابی پایداری و شکل ذرات سنتزی توسط میکروسکوپ نیروی اتمی و همچنین آنالیزهای سمیت سلولی قرار داده شد. در نهایت به منظور مطالعات بیشتر و استفاده از میکروسکوپ الکترونی روبشی، آنالیز حرارتی، پراکندگی اشعه ایکس، طیف سنجی مادون قرمز فوری، سوسپانسیون حاصل منجمد و توسط خشک کن انجمادی به پودر تبدیل شد.

۲-۳. تعیین ویژگی نانو کریستال های سلولز (CNCs)

ترکیب شیمیایی سلولز، لیگنین و همی سلولز در نمونه خام و سلولز نانو کریستال سنتز شده بر طبق استاندارد های انجمن مواد و آزمون آمریکا (ASTM) تعیین شده است.

۲-۴. طیف سنجی تبدیل فوری مادون قرمز (FTIR)

برای مطالعه ی گروه های عملکردی و نوع پیوند نمونه های بدست آمده از جمله دانه میوه مورد نظر، دانه های اسیدی شده و سلولز نانو کریستال های سنتز شده، طیف FTIR نمونه ها با استفاده از طیف سنج Nexus Thermo-Nicolet بررسی گردید. نمونه های خشک شده با هاون ساییده و پودر شدند تا به خوبی بین گلوله های شفاف فشرده شوند. این آنالیز در عدد موج ۴۰۰-۴۰۰۰ cm⁻¹ با قدرت تفکیک طیفی ۴ cm⁻¹، با حالت عبوری از توده ۱۲۰ اسکن انجام گرفت.

۲-۵. تفرق اشعه ایکس (XRD)

با استفاده از این روش می توان اطلاعاتی در مورد ساختار کریستالی مواد بدست آورد. این آنالیز با استفاده از پراش سنج پرتو ایکس Bruker، D8-Advance با آشکار ساز Si-Li و تابش Cu-K α در زاویه ۴ تا ۹۰ درجه با طول موج ۱/۵۴ Å^۰، ولتاژ شتاب دهنده ۳۰ Kv و جریان ۱۵ mA انجام شد. طیف پراش در ۲θ بین ۳ تا ۵۰ درجه با گام ۰/۰۲ درجه و سرعت ۰/۵



درجه بر دقیقه بود. شاخص کریستالینیتی (CI) با استفاده از روش سگال (Tibolla, Pelissari et al. 2018) در رابطه (۱) محاسبه گردید.

$$(CI)(\%) = \left(\frac{I_{002} - I_{am}}{I_{002}} \right) \times 100 \quad (1)$$

جایی که CI درصد کریستالینیتی، I_{002} بیشترین شدت منطقه کریستالی و I_{am} کمترین شدت منطقه آمورف در رابطه با نمونه‌ها است. مفیدترین الگو در استفاده از روش XRD برای محاسبه اندازه ذرات، استفاده از پهنا در نصف مقدار بیشینه است. اندازه‌ی ذرات با استفاده از معادله‌ی شرر از رابطه (۲) محاسبه شد.

$$D_{hkl} = \frac{0.9\lambda}{\beta_1 \cos \theta} \quad (2)$$

جایی که D : اندازه متوسط کریستال (بر حسب نانومتر)، λ : طول موج تیوپ تولید کننده پرتوی ایکس (بر حسب نانومتر) (اگر از تشعشع $K\alpha$ مس استفاده شده باشد، 0.154 نانومتر)، θ : مکان پیک روی محور افقی الگوی پراش (بر حسب درجه)، K : ضریب شکل کریستال و برابر با 0.9 ، $1/2$: β : پهنا ی پیک در نیمه ارتفاع (FWHM) (بر حسب درجه که باید به واحد طول تبدیل شود است).

۲-۶. پتانسیل زتا

آنالیز پتانسیل زتا یکی از آزمون‌هایی است که دستگاه تفرق نور پویا در کنار تعیین توزیع اندازه ذرات انجام می‌گیرد. به منظور اجتناب از اثرات پراکندگی، رقیق کردن نمونه‌ها با استفاده از آب دو بار تقطیر انجام گردید. این آنالیز در دمای اتاق و زاویه پراش 90° درجه با میانگین 13 اجرا به هدف تعیین بار سطحی نانو ذرات انجام گردید.

۲-۷. میکروسکوپ الکترونی روبشی نشر میدانی (FESEM) و طیف سنجی پرتو ایکس (EDX)

میکروسکوپ FESEM (MIRA3- TESCAN) روشی برای آنالیز مورفولوژی و ساختار نانو ذرات است. این میکروسکوپ می‌تواند با تجهیز شدن به طیف سنجی انتشاری انرژی و طول موج پرتو ایکس، حضور و مقدار عنصرهای شیمیایی را با پیدا کردن پرتوهای ایکس مشخصه‌ی آنها تعیین کند. در این آنالیز نمونه‌ها در بستری از فلز تحت ولتاژ 20 کیلوواتی قرار داده شدند و سپس با طلا در حالی که برای مدت 180 ثانیه تحت خلا بودند، پوشش‌دهی گردیدند. تعیین ترکیب شیمیایی نمونه‌های خشک، با بهره‌گیری از ولتاژ افزایشی 20 کیلوواتی به مدت 60 دقیقه در بزگنمایی بالا انجام گردید.

۲-۸. میکروسکوپ نیروی اتمی

دستگاهی برای بررسی مورفولوژی و ساختارهای سطحی مواد در ابعاد نانومتری است. در این آنالیز قطره‌ای رقیق شده از سوسپانسیون نانو ذره (0.01% درصد وزنی) بر روی سطح اسلاید شیشه‌ای قرار داده شد و به آن زمان دادیم تا در دمای اتاق قبل از آنالیز خشک گردد.

۲-۹. ارزیابی سمیت سلولی نانو ذرات سنتزی



سمیت نانو کریستال های سلولز سنتز شده بر روی رده ی سلولی سرطان ریه به روش MTT بررسی گردید. آزمون MTT یکی از روش های رنگ سنجی برای بررسی میزان سمیت مواد بر حیات سلول است. معرف MTT، نمک زرد رنگ ترازولیوم محلول در آب است که در سلول های زنده توسط سیستم سوکسینات دهیدروژناز که یکی از آنزیم های چرخه تنفسی میتوکندری است، احیا و به رسوب بنفش رنگ فورمازان نامحلول تبدیل می شود که بعد از انحلال در دی متیل سولفوکساید جذب آن اندازه گیری می شود. بر این اساس هر چه تعداد سلول های زنده کمتر باشد، میزان رنگ ایجاد شده کمتر خواهد بود. پس از خارج کردن رده ی سلولی سرطان ریه از حالت انجماد، کشت سلول ها توسط محیط کشت DMEM (با گلوکز بالا) در فلاسک ۲۵ میلی لیتری در درجه حرارت ۳۷ °C، رطوبت ۹۰٪ و ۵٪ CO₂ انجام گرفت. بعد از بدست آوردن تعداد مناسبی سلول، به کمک تریپسین سلول ها از فلاسک جدا شد و توسط لام نئوبار شمارش سلول ها صورت گرفت. تعداد معینی از این سلول ها (۱۰۰۰۰ سلول) به چاهک های پلیت ۹۶ خانه منتقل و به مدت ۲۴ ساعت انکوبه شدند. یک ردیف از چاهک ها بدون سلول و فقط حاوی محیط کشت - بعنوان بلانک (blank) - و یک ردیف نیز حاوی محیط کشت و سلول - بعنوان شاهد (control) - نگاه داشته شدند. سپس ۱۰۰ μl از نانو کریستال های سلولز در ۱۰ رقت (۱/۹۷ تا ۵۰۰ μg ml⁻¹) به چاهک های پلیت ۹۶ خانه افزوده و به مدت ۲۴ ساعت تحت شرایط استاندارد انکوبه شدند (۵ تکرار برای هر غلظت)، سپس ۱۰ μl از بافر حاوی MTT با غلظت ۵ mg ml⁻¹ به هر چاهک اضافه شد (به منظور ساخت بافر حاوی MTT، ۵ mg از پودر MTT به ۱ ml از PBS اضافه شد و در حمام اولتراسونیک به مدت ۱۵ دقیقه قرار گرفت تا حل شود. برای جلوگیری از رسیدن نور از فویل آلومینیومی استفاده شد) و پس از ۳-۴ ساعت انکوباسیون، محیط کشت رویی برداشته شد و به هر چاهک ۱۰۰ μl از DMSO برای حل کردن کریستال های فورمازان اضافه گردید و در نهایت جذب نوری محلول بدست آمده در طول موج ۵۷۰ نانومتر توسط میکروپلیت ریدر خوانده شد. درصد بقای سلول با استفاده از فرمول زیر محاسبه گردید.

$$\text{درصد بقای سلول} = \frac{\text{جذب بلانک} - \text{جذب نمونه}}{\text{جذب بلانک} - \text{جذب شاهد}} \times 100 \quad (3)$$

۱۰-۲. تجزیه و تحلیل آماری

به منظور بالا رفتن دقت محاسبات هر اندازه گیری در سه تکرار در قالب طرح کاملاً تصادفی انتخاب شدند. از نرم افزار آماری IBM SPSS Statistics 21 برای آنالیز آماری داده ها استفاده شد. نتایج به صورت میانگین \pm انحراف معیار و یا خطای استاندارد بیان شدند.

۳. نتایج

CNCs طی روش های مکانیکی، شیمیایی و هیدرولیز اسیدی سنتز شدند شکل (۱). تحت شرایط قلیایی حاکم بر محیط به دلیل هیدرولیز (NaOH) و حضور اکسیژن در محیط شکسته شدن پیوند در اثر یونهای هیدروکسیل انجام می شود. این مرحله سبب حذف ترکیبات غیر سلولزی از جمله لیگنین و همی سلولز می شود. استفاده از اسید سولفوریک برای هیدرولیز سلولزهای

استخراج شده از دانه ی میوه تلکا نشان داد که تحت شرایط کنترل شده، هیدرولیز اسیدی سبب شکافتن نواحی بی شکل میکرو الیاف های سلولزی از جمله همی سلولز و لیگنین و باقی گذاشتن نواحی کریستالی می شود.



شکل ۱: تصویر شماتیک مراحل سنتز CNCs

۳-۱. ترکیبات شیمیایی

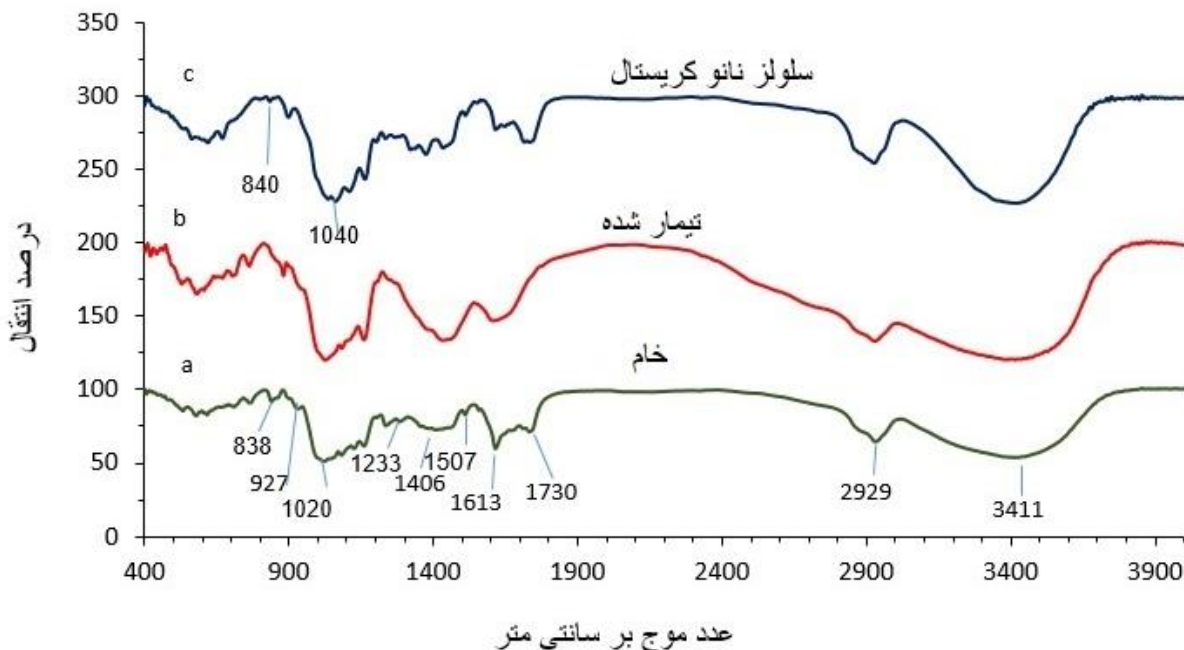
ترکیبات شیمیایی نانو کریستال سلولزی سنتز شده و نمونه خام در جدول ۱ نشان داده شده است. میوه تلکا تیمار نشده حاوی بیشترین مقدار همی سلولز و لیگنین می باشد، این در حالی است که نانو کریستال های سلولز سنتز شده دارای بیشترین مقدار سلولز می باشند.

جدول ۱: ترکیب شیمیایی نانو کریستال های سلولز

نمونه	لیگنین (%)	هولو سلولز (%)
خام	۲۰	۳۴

۳-۲. بررسی طیف FTIR

روشی کاربردی در شناسایی، تجزیه و تحلیل ترکیبات مختلف و تأیید حضور مواد گوناگون با در نظر گرفتن گروه‌های عملکردی موجود در هر نمونه است (Morán, Alvarez et al. 2008). طیف FTIR (شکل ۲) نمونه‌های خام، تیمار شده و CNCs سنتز شده مربوط به نمونه‌ها در محدوده‌ی طول موج $4000 - 400 \text{ cm}^{-1}$ تهیه شد. دوناچه جذبی مهم در طیف مربوط به نمونه دانه میوه تلکا دیده می‌شود. ناحیه اول در طول موج‌های کم (محدوده $1800 - 700 \text{ cm}^{-1}$) و ناحیه دوم در طول موج‌های بالاتر (محدوده $3500 - 2700 \text{ cm}^{-1}$) اتفاق می‌افتد (Satyamurthy, Jain et al. 2011). نتایج آشکار کرد که طیف FTIR نمونه‌های تیمار شده و CNCs سنتز شده بسیار شبیه طیف نمونه تیمار نشده است و تاثیر تیمارهای فیزیکی و شیمیایی، ساختار شیمیایی نانو ذرات سلولز را حفظ کرده است. به طور کلی، پیک‌هایی در محدوده $3330, 2890, 1400$ و 900 بر سانتیمتر مربع، در تمامی نمونه‌ها بیانگر سلولز نوع یک است. طیف CNCs، ارتعاش‌هایی را در محدوده‌ی 1507 cm^{-1} و 1232 cm^{-1} و 1233 cm^{-1} نشان می‌دهد که مربوط به کشش و خمش پیوند C-H سلولز است. همچنین پیک موجود در 1233 cm^{-1} کشش غیرمتقارن پیوند $\text{C}=\text{O}$ در اتر، استر، و گروه‌های فنول لیگنین را در نمونه خام به نمایش می‌گذارد. پیک‌های موجود در 1020 cm^{-1} و 838 cm^{-1} مربوط به ارتعاش‌های خمشی C-O و نوسانی C-H سلولز است که می‌تواند به عنوان یکی از ویژگی‌های پیوندهای گلیکوزیدی بین گلوکزها در سلولز I باشد. مجموعه پیک‌ها ($840, 1040, 1507, 1613, 1730, 2929, 3411$) به پیوندهای هیدروژنی کششی و گروه‌های هیدروکسیل خمشی موجود در ساختار سلولز نسبت داده می‌شود.

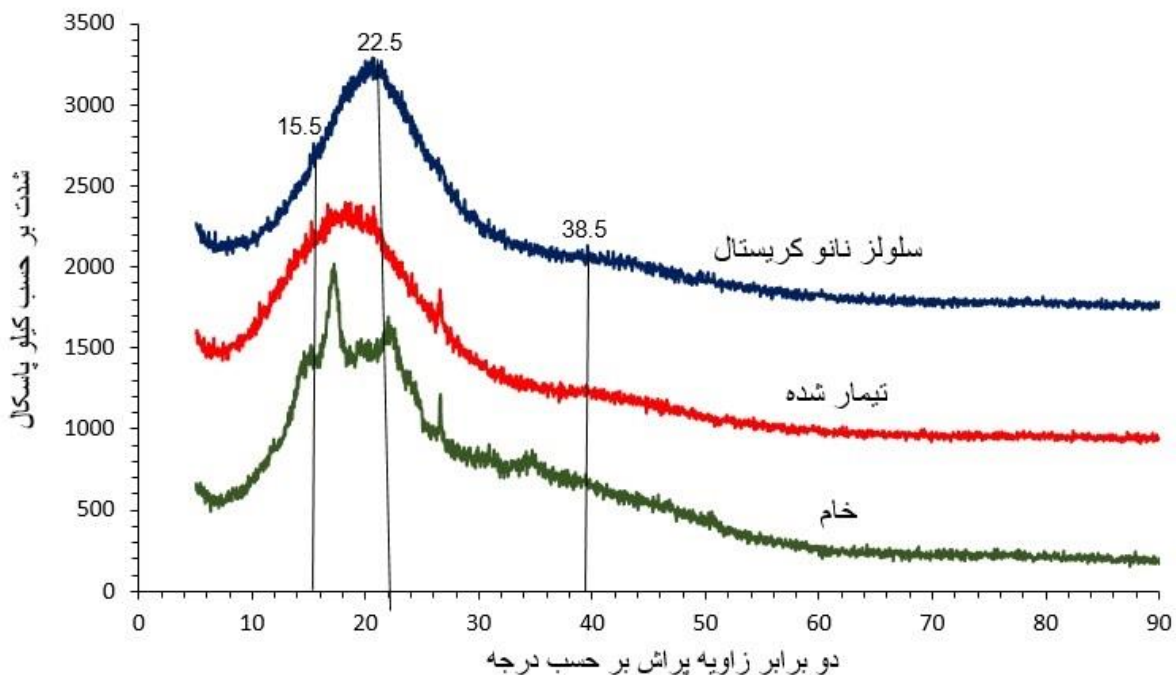


شکل ۲: طیف سنجی مادون قرمز تبدیل فوریه نمونه خام، تیمار شده و سلولز نانو کریستال

۳-۳. بررسی الگوی XRD

مطالعات XRD به هدف بررسی ساختار کریستالی نمونه‌های تیمار نشده، هیدرولیز شده و CNCs سنتز شده انجام گرفت. آنالیز XRD بر مبنای پراش پرتو ایکس و بر اساس قانون براگ (Bragg law) شکل گرفته است و عموماً برای مطالعه مواد با ساختار کریستالی استفاده می‌شود. با توجه به منحصر به فرد بودن طیف هر ترکیب امکان یافتن ترکیب و فرمول هر نمونه مجهول به کمک تست XRD امکان پذیر است.

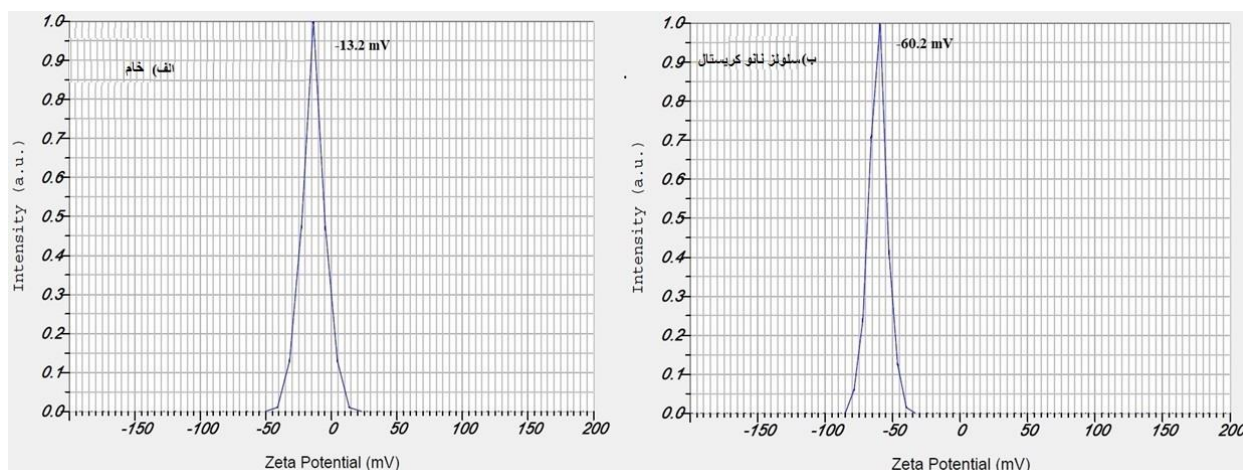
همه پیک‌های براگ قابل تشخیص با شاخص‌های میلر (۱۰۱)، (۰۲۱)، (۰۰۲)، (۳۱۰)، (۰۰۴)، (۱۱۱) کاملاً مطابق با الگوی XRD در ساختار استاندارد سلولز (C₆H₁₂O₆)X - (Q) - ۰۳-۰۲۸۹ است که در آن قله‌ها به شدت ماکسیمم در صفحات (۱۰۱)، (۰۰۲)، (۰۰۴) به ترتیب در زاویه ° ۱۵/۴، ۲۲/۵، ۳۸/۵ نمایان شده‌اند. بیشترین شدت در صفحه (۰۰۲) دیده می‌شود (شکل ۳) (Nagalakshmaiah, Mortha et al. 2016). این پیک‌ها نشان‌دهنده الگوی طیف سلولز I است (Jiang and Hsieh 2015). شاخص کریستالینیتی نمونه خام، تیمار شده و سلولز نانو کریستال سنتز شده به ترتیب ۶۸/۳۸، ۳۰/۵۱ و ۷۸/۲۰٪ بر اساس رابطه سگال بدست آمده است. همانطور که در شکل دیده می‌شود، درصد کریستالینیتی به دنبال هیدرولیز و تیمار کردن افزایش یافته که نشان‌دهنده این است که در طی سنتز CNCs، بیشتر ترکیبات غیر سلولزی در نتیجه حل شدن مناطق بی‌شکل از بین رفته‌اند (Cherian, Pothan et al. 2008). در واقع درجه کریستالی به نوع عملیات شیمیایی انجام‌شده بر روی ماده و شرایط اعمال‌شده بستگی دارد (Hernández, Romero et al. 2018). با استفاده از پیک شاخص در صفحه (۰۰۲)، سائز کریستالیت نمونه تیمار شده و CNCs سنتز شده، به ترتیب ۶۵ و ۲۵/۹۵ نانومتر بدست آمد.



شکل ۳: الگوی پراش پرتو ایکس نمونه‌های خام، تیمار شده و سلولز نانو کریستال

۳-۴. اندازه گیری پتانسیل زتا

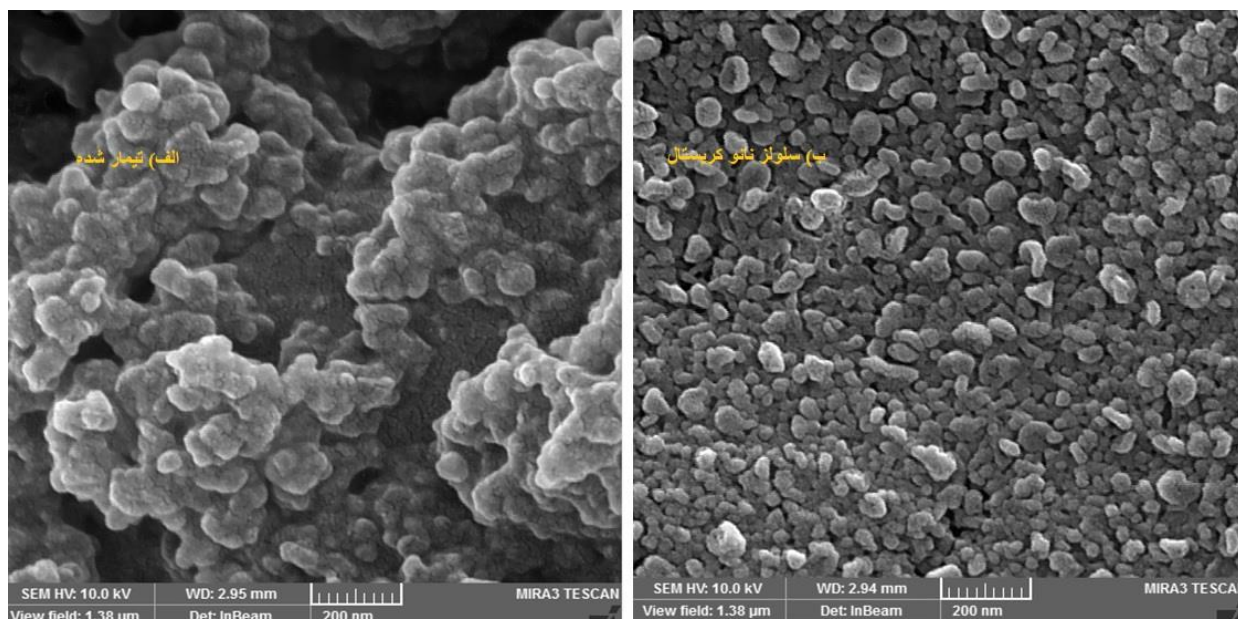
پتانسیل زتا بهترین شاخص برای تعیین وضعیت الکتریکی سطحی سیستم های کلوئیدی و میزان پایداری الکتروستاتیک است (Klemm, Kramer et al. 2011). اندازه پتانسیل زتا در نمونه ی خام و CNCs به ترتیب $-۱۳/۲$ و $-۶۰/۲$ میلی ولت در شکل ۴ نشان داده شده است. این نتیجه کاملاً قابل پیش بینی بوده زیرا هیدرولیز کردن توسط اسید سولفوریک به طور کلی سبب انتقال گروه های سولفات روی سطح نانوذرات شده و منجر به منفی شدن بیشتر پتانسیل زتا در مقایسه با اسید هیدروکلرید و دیگر اسیدهای معدنی می شود (Abu-Danso, Srivastava et al. 2017). مقادیر پتانسیل زتای بیشتر از -۱۵ mV به عنوان کمترین مقدار برای تعیین شروع تجمع شناخته می شود، از این رو مقایر منفی سوسپانسیون CNCs پایداری مناسب ذره را نشان می دهد که می تواند سبب جداسازی بهتر ذرات از یکدیگر شود (Zhou, Fu et al. 2012).



شکل ۴: طیف پتانسیل زتای نمونه های خام، تیمار شده و سلولز نانو کریستال

۳-۵. بررسی تصاویر FESEM

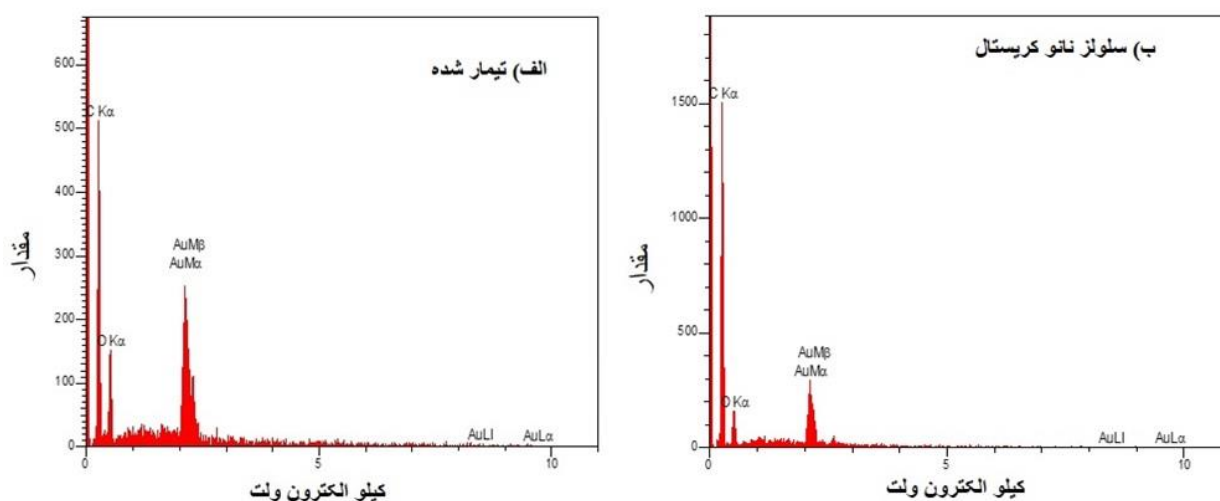
اندازه (قطر، نانومتر)، مورفولوژی و ساختار نمونه تیمار شده و CNCs سنتز شده با استفاده از FESEM مورد بررسی قرار گرفت. در تصاویر (شکل ۵) واضح است که نمونه ها اندازه کوچک و شکل یکپارچه دارند. ساختار نانوذرات کروی می باشد، مشابه با کارهای دیگر محققین. همچنین با توجه به تصاویر FESEM، میانگین قطر نمونه ها با استفاده از نرم افزار ImageJ محاسبه و برای نمونه تیمار شده و CNCs سنتز شده به ترتیب $۶۳/۰۷ \pm ۵$ و $۲۲/۱۱ \pm ۱۶$ نانومتر بدست آمد (شکل ۵).



شکل ۵: میکروسکوپ الکترونی روبشی محیطی نمونه های تیمار شده و سلولز نانو کریستال

۳-۶. آنالیز EDX

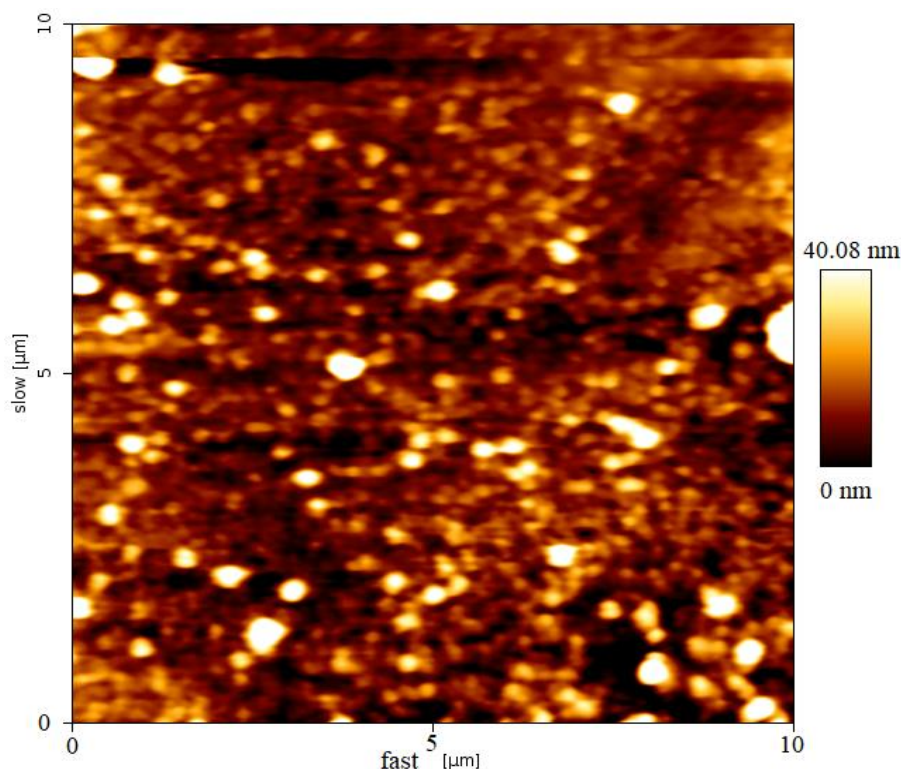
روشی برای تجزیه و تحلیل ساختاری و آنالیز عناصر موجود در نمونه است. همانطور که در شکل ۶ مشخص است، در طیف EDX پیک های مشخصی برای اکسیژن، کربن دیده می شود. هیچ پیک اضافی ناشی از ناخالصی مشاهده نمی شود بجز پیک مشاهده شده مربوط به پوشش دهی با طلا برای انجام آزمایش. درصد اتمی محتوای کربن و اکسیژن برای نمونه تیمار شده ۶۷/۵۴ و ۳۲/۴۶ درصد اتمی و CNCs سنتز شده ۷۹/۸۱ و ۲۰/۱۹ بدست آمد (Thambiraj and Shankaran 2017).



شکل ۶: طیف EDX نمونه (الف) تیمار شده (ب) سلولز نانو کریستال

3-7. بررسی تصویر AFM

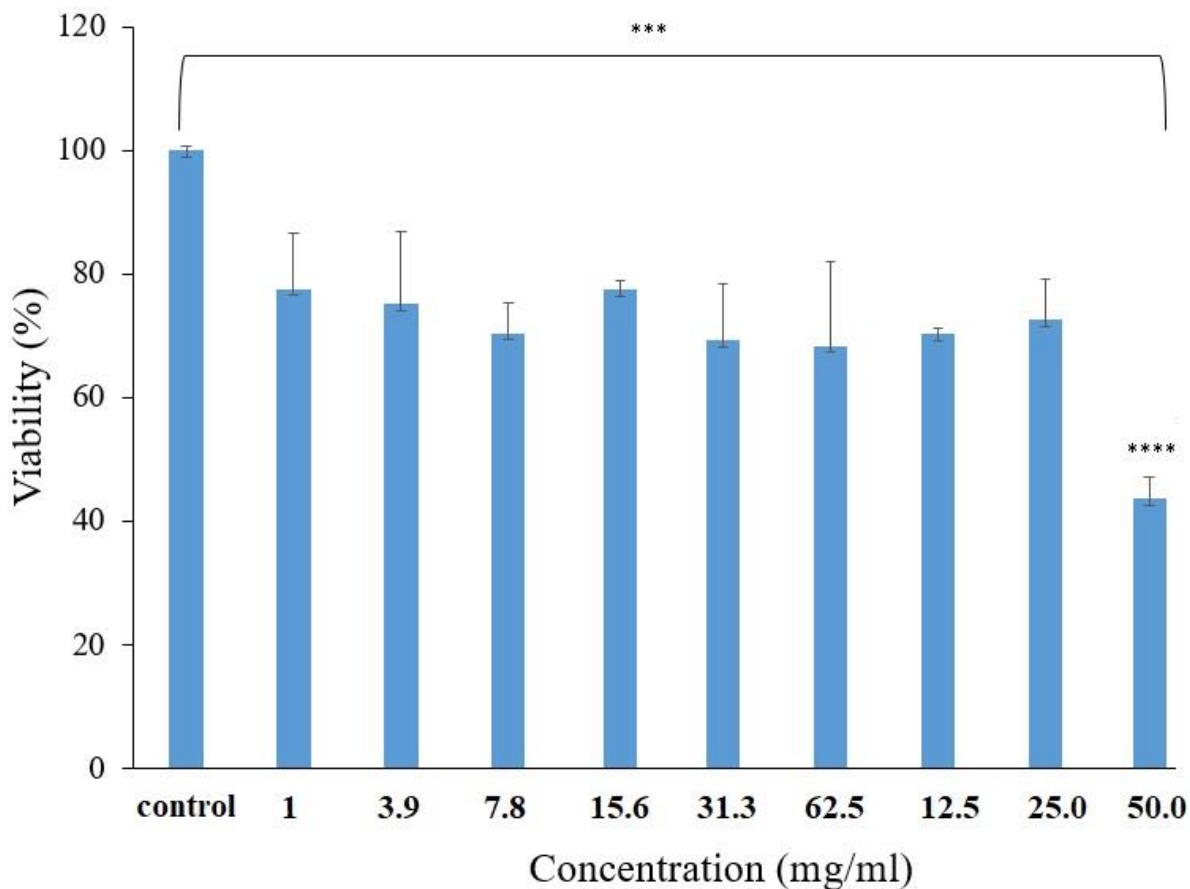
مورفولوژی و ساختار CNCs سنتز شده توسط آنالیز AFM بررسی شد. همانطور که در شکل ۷ مشخص است، ذرات سنتزی دارای شکل کروی در ابعاد نانو هستند. مطابق با تصویر AFM، مشاهده می شود که CNCs سنتز شده تا حدودی جمع شده اند، که احتمالاً ناشی از تبخیر آب بوده است. برخی از تحقیقات بر روی موضوع CNCs کروی بدست از منابع مختلف موجود است (Satyamurthy, Jain et al. 2011, Meyabadi, Dadashian et al. 2014, Azrina, Beg et al. 2017).



شکل ۷: تصویر میکروسکوپ الکترونی اتمی CNCs سنتز شده

3-8. ارزیابی سمیت سلولی CNCs

سمیت سلولی CNCs توسط آزمون MTT بررسی شد. شکل ۸ بیانگر اثر غلظت های مختلف CNCs بر درصد زنده ماندن سلول های A549 می باشد. بعد از ۲۴ ساعت انکوبه کردن سلول ها با CNCs، سمیت خاصی در غلظت ۱ تا ۲۵ mg/ml مشاهده نشد (Kian, Jawaidd et al. 2018).



نمودار ۸: نمودار سمیت سلولی CNCs سنتز شده بر روی سلولهای A549 (Mean±SD; n=3)

۴. بحث و نتیجه گیری

ویژگی آبدوستی نمونه‌ها بواسطه حضور باند $3300-3500\text{ cm}^{-1}$ مشخص شده. تغییرات شدت باند در پیک 3411 cm^{-1} مربوط به نمونه CNCs در مقایسه با نمونه تیمار نشده حاکی از حذف ترکیبات غیر سلولزی در CNCs است. کاهش شدت پیک 1235 cm^{-1} در طیف نمونه‌های تیمار شده و CNCs سنتز شده، تأییدی بر حذف لیگنین و همی سلولز از نمونه‌ها بعد از تیمارهای شیمیایی است. حضور دو باند 1050 cm^{-1} و 840 cm^{-1} در طیف CNCs تأییدی بر صحت حضور سلولز در نمونه سنتز شده است. ارتعاش پیچشی حلقه‌ی پیرانوز به پیک‌های آشکار در محدوده‌ی 530 cm^{-1} مرتبط می‌شود. آشکار شدن بیشتر پیک‌های کمتر از 800 cm^{-1} در طیف CNC حاکی از سنتز موفقیت آمیز نانو ذرات سلولز است. نتایج بدست آمده حاکی از آن است که بیشتر ترکیبات لیگنین و همی سلولز در فرایند انجام هیدرولیز و تیمار کردن حل شده‌اند و در واقع غنی سازی سلولز با حذف ترکیبات بی شکل غیر سلولزی انجام پذیرفته که در تطابق با تغییرات مشخص شده و نتایج XRD است.

پیک‌های آشکار موجود در هر طیف XRD نشان‌دهنده ساختار صفحات مشخصه‌ی سلولز I در نمونه‌ها و نشانی از الگوی خاص پراکندگی حالت بی شکل آن است که نشان می‌دهد با وجود هیدرولیز و تیمارهای انجام شده ساختار کریستالی سلولز در طیف نمونه‌ها تغییری نکرده است. سلولز I به عنوان سلولز کریستالی شناخته می‌شود که می‌تواند از منابع طبیعی تشکیل شود. بر



طبق نتایج می توان بیان کرد که ساختار کریستالی CNCs سنتز شده از نوع سلولز I است. کریستالینیتی فیبر سلولزی می تواند تحت تاثیر تیمارهای شیمیایی قرار گیرد. افزایش کریستالینیتی و کاهش اندازه ذرات، ناشی از خالص سازی سلولز بوده که عمده‌تاً به حذف همی سلولز و لیگنین در طی تیمارهای شیمیایی اختصاص یافته است. نتایج بدست آمده در تطابق خوبی با نتایج حاصله از آنالیز FTIR است.

دلیل افزایش پتانسیل زتای منفی در طی سنتز CNCs این است که احتمالاً گروه‌های هیدروکسیل موجود در ذرات نانو سلولز با گروه سولفات اسید سولفوریک پیوند برقرار کرده و باعث افزایش بار منفی و دفع الکتروستاتیک ذرات می شود، بعلاوه این افزایش دافعه‌ی الکتروستاتیک از تجمع جلوگیری می کند و می توان بیان کرد که نانو ذرات سنتزی دارای پایداری مناسبی هستند. با این حال، این ویژگی ها به کاربرد نهایی ذرات بستگی دارد که می تواند بین حوزه‌های زیست پزشکی، دارویی و علم مواد متفاوت باشد.

همانگونه که در تصاویر FESEM دیده می شود، ذرات تشکیل دهنده از نظر اندازه یکنواخت، بسیار ریز و در ابعاد نانو و نانوکریستالی هستند. کاهش ابعاد نمونه ها در طی فرایند تیمارهای مکانیکی و شیمیایی، نشان از حذف ترکیبات غیر سلولزی از جمله همی سلولز و لیگنین از نمونه CNCs سنتز شده است. همچنین می توان بیان کرد که انجام تیمار فراصوت و دیالیز سبب ایجاد اندازه، پراکندگی مناسب و نیز شکل یکپارچه در تبدیل فیبرهای سلولز به نانوکریستال های منفرد شده اند. در رابطه با آنالیز EDX، حضور کربن و اکسیژن به عنوان عناصر اصلی نمونه ها تایید شده و نشان دهنده مشخصه معمول نانوکریستال های سلولزی است که محتوای بیشتر کربن در نمونه CNCs نشان دهنده خلوص بالای نمونه سنتز شده است. وجود مورفولوژی کروی CNCs سنتز شده را می توان از پیامدهای تیمار مکانیکی و فراصوت بعد از هیدرولیز اسیدی دانست. CNCs سنتز شده اثر سمیت بر روی سلول های A ۵۴۹ ندارند، پس انتخابی مناسب برای استفاده در زمینه های مختلف پزشکی به شمار می روند.

نتایج تعیین ویژگی نشان داد که CNCs، دارای شکل کروی با اندازه کوچک در مقیاس نانو هستند. همچنین عدم مشاهده پیک های مربوط به ترکیبات لیگنین و همی سلولز در XRD و FTIR نشان از سنتز صحیح و خلوص بالای ذرات CNCs است. نتایج MTT نشان داد که ذرات سنتز شده فاقد سمیت سلولی بوده، بنابراین برای استفاده در محیط زنده مناسب هستند. در این مطالعه از منبعی جدید و ساده برای سنتز نانوکریستال های سلولز کروی، با رویکردی جدید در سنتز و بررسی سمیت سلولی نانو ذرات پرداخته شده است. نتایج نشان می دهد که تبدیل محصول فرعی کم هزینه دانه میوه تلکا به نانو ذرات با ارزشی چون CNCs امکان پذیر است. عدم تغییر ساختار کریستالی در طی تیمارهای شیمیایی و سنتز ذراتی با شکل کروی جذب بهتر و سریع تر این ذرات را در بدن موجود زنده نشان می دهد زیرا اشکال کروی در شباهت با شرایط فیزیولوژیکی موجود زنده هستند. همچنین عدم سمیت سلولی نانوذرات سنتزی آنها را انتخابی مناسب برای استفاده در زمینه های مختلف پزشکی قرار می دهد.



تشکر و قدردانی

نویسندگان از پشتیبانی فنی این مقاله توسط دانشگاه آزاد اسلامی مشهد، دانشگاه علوم پزشکی آزاد مشهد، و دانشگاه تهران قدردانی می کنند. نویسندگان همچنین از همه کسانی که ما را در این کار یاری می کنند قدردانی می کنند.

منابع

- Abdul Khalil, H., et al. (2020). "A review on plant cellulose nanofibre-based aerogels for biomedical applications." *Polymers* 12(8): 1759.
- Abu-Danso, E., et al. (2017). "Pretreatment assisted synthesis and characterization of cellulose nanocrystals and cellulose nanofibers from absorbent cotton." *International journal of biological macromolecules* 102: 248-257.
- Akhlaghi, S. P., et al. (2015). "Modified cellulose nanocrystal for vitamin C delivery." *AAPS PharmSciTech* 16(2): 306-314.
- Azrina, Z. Z., et al. (2017). "Spherical nanocrystalline cellulose (NCC) from oil palm empty fruit bunch pulp via ultrasound assisted hydrolysis." *Carbohydrate polymers* 162: 115-120.
- Bano, S. and Y. S. Negi (2017). "Studies on cellulose nanocrystals isolated from groundnut shells." *Carbohydrate polymers* 157: 1041-1049.
- Brinchi, L., et al. (2013). "Production of nanocrystalline cellulose from lignocellulosic biomass: technology and applications." *Carbohydrate polymers* 94(1): 154-169.
- Capadona, J. R., et al. (2009). "Polymer nanocomposites with nanowhiskers isolated from microcrystalline cellulose." *Biomacromolecules* 10(4): 712-716.
- Cherian, B. M., et al. (2008). "A novel method for the synthesis of cellulose nanofibril whiskers from banana fibers and characterization." *Journal of agricultural and food chemistry* 56(14): 5617-5627.
- El Achaby, M., et al. (2018). "Production of cellulose nanocrystals from vine shoots and their use for the development of nanocomposite materials." *International journal of biological macromolecules* 117: 592-600.
- Gazzotti, S., et al. (2019). "Cellulose nanofibrils as reinforcing agents for PLA-based nanocomposites: An in situ approach." *Composites Science and Technology* 171: 94-102.
- Hernández, J. A., et al. (2018). "Agave tequilana bagasse as source of cellulose nanocrystals via organosolv treatment." *BioResources* 13(2): 3603-3614.
- Jiang, F. and Y.-L. Hsieh (2015). "Cellulose nanocrystal isolation from tomato peels and assembled nanofibers." *Carbohydrate polymers* 122: 60-68.
- Kian, L. K., et al. (2018). "Isolation and characterization of nanocrystalline cellulose from roselle-derived microcrystalline cellulose." *International journal of biological macromolecules* 114: 54-63.
- Klemm, D., et al. (2011). "Nanocelluloses: a new family of nature-based materials." *Angewandte Chemie International Edition* 50(24): 5438-5466.
- Lim, B. K. H. and E. San Thian (2021). "Biodegradation of polymers in managing plastic waste—A review." *Science of The Total Environment*: 151880.
- Longaresi, R., et al. (2019). "The maize stem as a potential source of cellulose nanocrystal: Cellulose characterization from its phenological growth stage dependence." *Industrial Crops and Products* 133: 232-240.
- Meyabadi, T. F., et al. (2014). "Spherical cellulose nanoparticles preparation from waste cotton using a green method." *Powder technology* 261: 232-240.
- Morán, J. I., et al. (2008). "Extraction of cellulose and preparation of nanocellulose from sisal fibers." *Cellulose* 15(1): 149-159.
- Morelli, C. L., et al. (2012). Extraction and characterization of cellulose nanowhiskers from balsa wood. *Macromolecular symposia*, Wiley Online Library.



- Moriana, R., et al. (2016). "Cellulose nanocrystals from forest residues as reinforcing agents for composites: A study from macro-to nano-dimensions." *Carbohydrate polymers* 139: 139-149.
- Nagalakshmaiah, M., et al. (2016). "Structural investigation of cellulose nanocrystals extracted from chili leftover and their reinforcement in cariflex-IR rubber latex." *Carbohydrate polymers* 136: 945-954.
- Poole Jr, C. P. and F. J. Owens (2003). *Introduction to nanotechnology*, John Wiley & Sons.
- Sarma, S. J., et al. (2017). "Sustainable commercial nanocrystalline cellulose manufacturing process with acid recycling." *Carbohydrate polymers* 156: 26-33.
- Satyamurthy, P., et al. (2011). "Preparation and characterization of cellulose nanowhiskers from cotton fibres by controlled microbial hydrolysis." *Carbohydrate polymers* 83(1): 122-129.
- Sheltami, R. M., et al. (2012). "Extraction of cellulose nanocrystals from mengkuang leaves (*Pandanus tectorius*)." *Carbohydrate polymers* 88(2): 772-779.
- Thambiraj, S. and D. R. Shankaran (2017). "Preparation and physicochemical characterization of cellulose nanocrystals from industrial waste cotton." *Applied Surface Science* 412: 405-416.
- Tibolla, H., et al. (2018). "Cellulose nanofibers produced from banana peel by chemical and mechanical treatments: characterization and cytotoxicity assessment." *Food Hydrocolloids* 75: 192-201.
- Wohlhauser, S., et al. (2018). "Grafting polymers from cellulose nanocrystals: Synthesis, properties, and applications." *Macromolecules* 51(16): 6157-6189.
- Yamaguchi, A., et al. (2019). "Cascade utilization of biomass: strategy for conversion of cellulose, hemicellulose, and lignin into useful chemicals." *ACS Sustainable Chemistry & Engineering* 7(12): 10445-10451.
- Zhou, Y., et al. (2012). "Effect of nanocellulose isolation techniques on the formation of reinforced poly (vinyl alcohol) nanocomposite films." *Express Polymer Letters* 6(10).
- Zhu, H., et al. (2017). "Low temperature carbonization of cellulose nanocrystals for high performance carbon anode of sodium-ion batteries." *Nano Energy* 33: 37-44.

بررسی اثرات ضد میکروبی عصاره الکلی گیاه ماهور در درمان عفونت باکتریایی روده

زهرا حجتی^{۱*}، سمیه تقی زاده^۲، فاطمه سیدسیاهی^۳

^{۱*} گروه میکروبیولوژی، دانشکده علوم زیستی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد بناب (zahrahojjati93@gmail.com)

^۲ گروه آموزش زیست شناسی، دانشگاه فرهنگیان، تهران

^۳ گروه میکروبیولوژی، دانشکده علوم پایه، دانشگاه آزاد اسلامی واحد بناب

چکیده

باکتری ها می توانند هر نقطه ای از بدن را آلوده کند. عفونت باکتریایی به معنی تکثیر باکتری در بدن می باشد. اکثر باکتری ها برای انسان، حیوانات و یا هر دو بیماری زا هستند. باکتری های روده ای از طریق غذای آلوده، آب آلوده و یا تماس با افراد و حیوانات آلوده وارد بدن می شوند. اسهال، استفراغ، تب و لرز و دردهای شکمی از علائم معمول مسمومیت های غذایی می باشند. این باکتری ها در انسان باعث ایجاد عفونت خون، ادرار، استخوان، مفاصل و یا سیستم عصبی می گردند. زنان باردار، افراد مسن، نوزادان و افراد دارای سیستم ایمنی ضعیف، بیشتر در معرض خطر ابتلا به این عفونت ها هستند. افزایش روزافزون مقاومت دارویی باکتری ها به آنتی بیوتیک های رایج، ضرورت مطالعه حاضر را ایجاد نمود تا اثرات ضد باکتریایی عصاره گیاه ماهور بر روی بیوفیلم باکتری مورد نظر بررسی شود. در این مطالعه پس از تهیه و کشت باکتری استاندارد بنام *Salmonella typhimurium* ATCC 14028 و تهیه بیوفیلم از باکتری روده ای، اقدام به بررسی تأثیر عصاره الکلی گیاه ماهور بر روی بیوفیلم ناشی از آن به روش چاهک پلیت گردید. مقدار حداقل غلظت مهارکنندگی (MIC) و حداقل غلظت کشندگی (MBC)، بر روی بیوفیلم باکتری روده ای انجام گرفت. نتایج نشان داد که عصاره گیاه ماهور روی فرم بیوفیلم باکتری سالمونلا تیفی موریوم تأثیر داشت و نیز خاصیت مهارکنندگی (MIC) و خاصیت کشندگی (MBC) عصاره بر روی بیوفیلم ارزیابی گردید و میانگین MIC و MBC نشان داد که عصاره گیاه ماهور بر روی فرم بیوفیلم باکتری سالمونلا تیفی موریوم خاصیت مهارکنندگی دارد.

واژگان کلیدی: بیوفیلم، سالمونلا تیفی موریوم، گل ماهور، MIC، MBC



۱. مقدمه

نام علمی گل ماهور Verbascum است که از تیره گل میمون (scrophunariaceae) می باشد. نام های دیگر آن به فارسی، عربی و در کتب طب سنتی، بوسیر، گل ماهور، علف ماهور، خرگوشک، آذان الدب، بریر و قلو مس نامیده شده است. این گیاه به این دلیل خرگوشک نامیده می شود که برگ های آن مانند گوش خرگوش است. بوته استوار، یکساله یا دوساله دارد. ریشه گیاه مخروطی و ضخیم است و انشعاب های کمی دارد. ساقه ضخیم و مستقیم و ارتفاع آن به شرایط اقلیمی محل رویش گیاه بستگی دارد و بین ۶۰ تا ۲۰۰ سانتی متر است. در ایران بیشتر در غرب و شمال غربی ایران رویش دارد. این گیاه خواص درمانی متعددی دارد که عبارتند از: برای درمان آسم و بیماری های تنفسی مؤثر است، التهاب دستگاه تنفسی را از بین می برد، عملکرد آنتی بیوتیکی دارد و سرفه را تسکین می دهد، دارای خاصیت اکسیدانی بوده و در درمان ورم لوزه ها، اسهال، بواسیر و عفونت های ادراری مؤثر است، برای دفع انگل های روده ای مفید است (صانعی، ۱۳۹۵)

در سال ۲۰۰۲، سازمان سلامت جهانی اظهار کرد که بیش از ۸۰ درصد از عفونت های انسانی توسط بیوفیلیم ها ایجاد می شوند. بیوفیلیم ها می توانند روی ابزار پزشکی ایمپلنت شده در بدن رشد، نظیر دریچه های قلب مصنوعی، مفصل های مصنوعی، کاتترها یا ضربان سازها رشد کنند و موجب عفونت شوند. این واقعه نخستین بار در سال ۱۹۸۰ زمانی که باکتری هایی روی کاتتر و ضربان ساز قلبی رشد کرد، مشاهده شد. بیوفیلیم ها را هم چنین با عفونت های اندوکاردیت، پنومونیا در افراد مبتلا به سیستم فیبروزیس و سایر عفونت های خطرناک مرتبط دانسته اند. علت این که امروزه، تشکیل بیوفیلیم ها به یک نگرانی تبدیل شده است، این است که باکتری های موجود در این ساختارها مقاومت شدیدی به آنتی بیوتیک ها و سایر مواد ضد عفونی کننده نشان می دهند و به سختی می توان آن ها کنترل کرد. در حقیقت در مقایسه با باکتری منفرد، بیوفیلیم ها تا ۱۵۰۰ برابر به آنتی بیوتیک ها مقاومند که درمان عفونت های ناشی از آنان را به یک چالش اساسی تبدیل می کند. (Hemmati et al., 2017)

۲. مواد و روش ها

۱-۲. طرز تهیه عصاره الکلی گیاه ماهور

حدود ۲۰۰ گرم از گیاه ماهور خشک شده را برداشته و به کمک آسیاب آن را پودر کرده سپس پودر را به نسبت ۱ به ۴ (برای ۱۰۰ گرم پودر گیاه ماهور ۴۰۰ سی سی الکل) با اتانول ۸۰ درصد مخلوط و به مدت ۲۴ تا ۴۸ ساعت در دمای آزمایشگاه در داخل یک ارلن استریل در بسته روی شیکر قرار داده شد تا خوب پودر و الکل با هم مخلوط شوند بعد از گذشت ۴۸ ساعت محلول از کاغذ صافی عبور داده شد و مایع بدست آمده در داخل پلیت های شیشه ای ریخته و داخل آون ۴۰ درجه سانتی گراد قرار داده شد تا کاملاً تغلیظ شود و الکل آن خارج شود سپس عصاره خشک شده از آون خارج شد و تا زمان استفاده در یخچال نگهداری شد.



۲-۲. روش تهیه بیوفیلم از باکتری روده ای سالمونلا

برای انجام این آزمایش ابتدا کمی از باکتری سالمونلا تیفی موریوم رشد کرده در محیط مولر هیتون آگار را به وسیله آنس استریل برداشته و روی محیط TSA گلوکزدار کشت داده شد و به مدت ۲۴ ساعت داخل انکوباتور قرار داده شد. از باکتری رشد کرده در محیط TSA برداشته و از آن توسط دستگاه اسپکتوفتومتر نیم مک فارلند تهیه شد. ۱ سی سی برداشته و داخل میکروپلیت ۹۶ خانه حاوی TSB استریل گلوکزدار ریخته شد و بعد عصاره را داخل میکروپلیت ۹۶ خانه حاوی محیط اضافه کردیم و بعد به مدت ۲۸ - ۱۸ ساعت داخل انکوباتور قرار گرفت. اثر ضد میکروبی بررسی شد.

۲-۳. بررسی اثر ضد میکروبی عصاره الکلی گیاه ماهور روی بیوفیلم تشکیل شده از باکتری سالمونلا تیفی موریوم

بعد از طی مراحل بیوفیلم، سوآپ استریل روی بیوفیلم تشکیل شده در میکروپلیت کشیده شد تا آغشته به باکتری سالمونلا تیفی موریوم شود. سپس روی محیط کشت مولر هیتون آگار کشت چمنی در سه جهت انجام گرفت. بعد با لوله آزمایش که دهانه آن به قطر ۱۰ میلی لیتر است، ۲ چاهک ایجاد شد و ته چاهک ها به وسیله محیط مولر هیتون آگار پر شد. بعد از ۵ الی ۱۰ دقیقه از عصاره الکلی گیاه ماهور با غلظت ۹۰۰ gr/ml و ۱۰۰۰ gr/m برداشته و به چاهک اضافه شد. برای چاهک اول ۱۸۰ میکرولیتر و چاهک دوم ۲۰۰ میکرولیتر و چاهک سوم به عنوان شاهد در نظر گرفته شد و در آن هیچ ماده ای ریخته نشد. بعد پلیت های آماده شده به مدت ۲۴ ساعت داخل انکوباتور قرار داده شد تا روز بعد نتایج آن بررسی شود.

۲-۴. روش MIC عصاره الکلی گیاه ماهور روی بیوفیلم تشکیل شده از باکتری سالمونلا تیفی موریوم

در این روش از ۱۰ عدد لوله آزمایش حاوی محیط مولر هیتون براث برای بیوفیلم تشکیل شده استفاده شد. در ابتدا برای رقت سازی در مقدار، ۱۰۰۰ میکرولیتر از عصاره الکلی گیاه ماهور با غلظت ۹۰۰ gr/ml، به لوله شماره ۱ اضافه و مخلوط شد. بعد از لوله شماره ۱، ۱۰۰۰ میکرولیتر محلول (محیط مولر هیتون براث + عصاره گیاه ماهور) برداشته و به لوله شماره ۲ اضافه شد و به همین ترتیب تا لوله شماره ۱۰ انجام شد که در نهایت بعد از مخلوط شماره ۱۰، ۱۰۰ میکرولیتر از سوسپانسیون بیوفیلم تشکیل شده که از آن نیم مک فارلند تهیه شده بود به ۱۰ لوله اضافه شد. نتیجه MIC بر اساس کدورت محیط کشت که نشان دهنده رشد باکتری است بررسی گردید. MIC عصاره الکلی گیاه ماهور روی بیوفیلم باکتری سالمونلا تیفی موریوم با غلظت ۱۰۰۰ gr/ml نیز با همین روش انجام شد.

۲-۵. روش MBC عصاره الکلی گیاه ماهور روی بیوفیلیم تشکیل شده از باکتری سالمونلا تیفی موریوم

بعد از اینکه MIC انجام گرفت از لوله ها بر روی محیط کشت نوترینت آگار استریل، به وسیله ی سوآپ کشت داده شد که این پلیت ها به مدت ۲۴ ساعت در انکوباتور ۳۷ درجه سانتی گراد قرار داده شد. در این صورت عدم رشد باکتری نشان دهنده نقطه MBC می باشد.

۳. نتایج

میانگین نتایج حاصل از تلقیح عصاره الکلی گیاه ماهور با غلظت ۹۰۰ gr/ml بر روی بیوفیلیم باکتری سالمونلا تیفی موریوم به روش چاهک پلیت در جدول (۱-۱) و تصویر (۱-۱) قابل مشاهده است

جدول ۱-۱. میانگین نتایج به دست آمده از تلقیح عصاره الکلی گیاه ماهور با غلظت ۹۰۰ gr/ml بر روی بیوفیلیم باکتری سالمونلا تیفی موریوم

ردیف	حجم	قطر هاله عدم رشد
۱	۱۸۰ میکرولیتر	۱۸/۷ میلی متر
۲	۲۰۰ میکرولیتر	۲۱/۳ میلی متر
۳	شاهد	۱۰ میلی متر



تصویر ۱-۱. میانگین نتایج تست عصاره الکلی گیاه ماهور با غلظت ۹۰۰ gr/ml روی بیوفیلیم باکتری سالمونلا تیفی موریوم

میانگین نتایج حاصل از تلقیح عصاره الکلی گیاه ماهور با غلظت ۱۰۰۰ gr/ml بر روی بیوفیلم باکتری سالمونلا تیفی موریوم به روش چاهک پلیت در جدول (۲-۱) و تصویر (۲-۱) قابل مشاهده است.

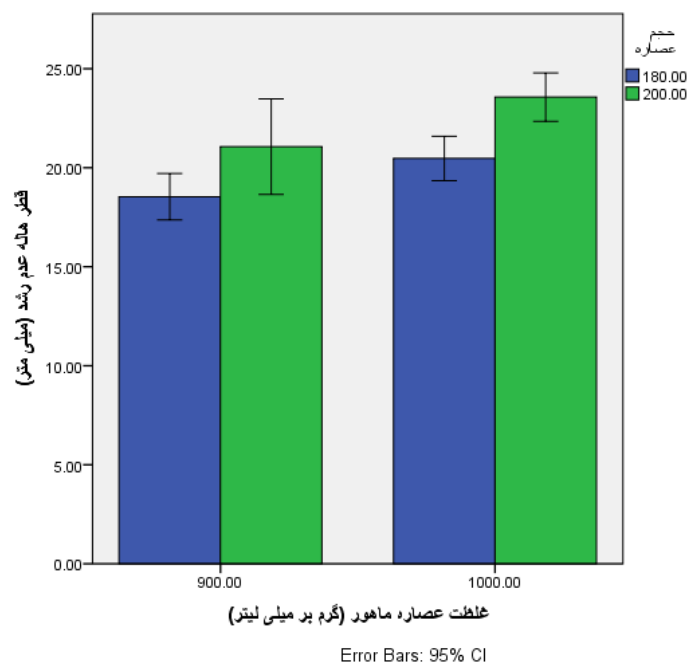
جدول ۲-۱. میانگین نتایج به دست آمده از تلقیح عصاره الکلی گیاه ماهور با غلظت ۱۰۰۰ gr/ml بر روی بیوفیلم باکتری سالمونلا تیفی موریوم

ردیف	حجم	قطر هاله عدم رشد
۱	۱۸۰ میکرولیتر	۲۰ میلی متر
۲	۲۰۰ میکرولیتر	۲۳/۸ میلی متر
۳	شاهد	۱۰ میلی متر



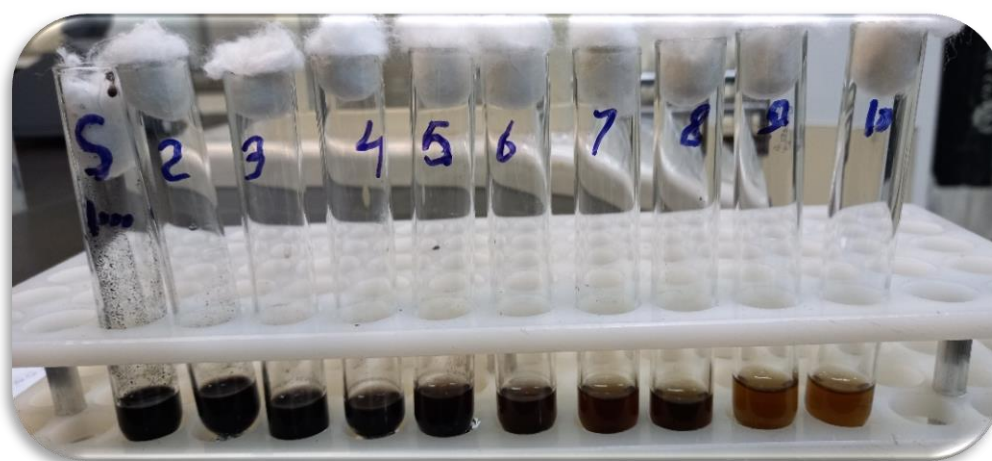
تصویر ۲-۱. میانگین نتایج تست عصاره الکلی گیاه ماهور با غلظت ۱۰۰۰ gr/ml روی بیوفیلم باکتری سالمونلا تیفی موریوم

عصاره الکلی گیاه ماهور در حجم ۲۰۰ میلی لیتر و غلظت ۱۰۰۰ گرم بر میلی لیتر، قطر هاله عدم رشد بیشتری نسبت به حجم ۱۸۰ میلی لیتر و غلظت ۹۰۰ گرم بر میلی لیتر ایجاد می کند (نمودار ۱-۱).



نمودار ۱-۱. نمودار تاثیر عصاره الکلی گیاه ماهور بر فرم بیوفیلیم باکتری سالمونلا در دو غلظت ۹۰۰ و ۱۰۰۰ گرم بر میلی لیتر

نتایج حاصل از MIC و MBC عصاره الکلی گیاه ماهور بر روی بیوفیلیم باکتری سالمونلا تیفی موریوم نشان می دهد که در لوله آزمایش شماره ۲ (تصویر ۱-۳) با عصاره الکلی گیاه ماهور در هر دو غلظت (۹۰۰ gr/ml و ۱۰۰۰ gr/ml) شفاف بوده و به عنوان نقطه MIC تلقی می شوند یعنی عصاره الکلی گیاه ماهور در این دو غلظت اثر مهار کنندگی بر روی فرم بیوفیلیم باکتری سالمونلا تیفی موریوم دارد. در لوله شماره ۱ اثر کشندگی یعنی نقطه MBC دارد (تصویر ۱-۴).



تصویر ۱-۳. اشکال مربوط به MIC عصاره الکلی گیاه ماهور بر روی بیوفیلیم باکتری سالمونلا تیفی موریوم



تصویر ۱-۴. اشکال مربوط به MBC نتایج عصاره الکلی گیاه ماهور بر روی بیوفیلم سالمونلا تیفی موریوم

۴. بحث و نتیجه گیری

در تحقیق حاضر اثرات ضد میکروبی عصاره الکلی گیاه ماهور روی باکتری سالمونلا تیفی موریوم و بیوفیلم آن مورد بررسی قرار گرفت. بیوفیلم ایجاد شده از باکتری سالمونلا تیفی موریوم در مقابل عصاره الکلی گیاه ماهور حساسیت نشان داد و بنابراین عصاره الکلی گیاه ماهور در حجم ۲۰۰ میلی لیتر و غلظت ۱۰۰۰ گرم بر میلی لیتر، قطر هاله عدم رشد بیشتری نسبت به حجم ۱۸۰ میلی لیتر و غلظت ۹۰۰ گرم بر میلی لیتر ایجاد می کند. با توجه به نتایج حاصل از مطالعه ما در این تحقیق و نتایج سایر مطالعات اشاره شده می توان گفت که تشکیل بیوفیلم یک عامل مهم در پایداری بوده و در نتیجه عامل ایجاد عفونت هایی است که مقابله با آن ها دشوار می باشد. سالمونلا تیفی موریوم نیز توانایی تشکیل بیوفیلم را داشته و عامل مهم بسیاری از عفونت ها به شمار می رود بنابراین مقابله با این عامل عفونت را با استفاده از عصاره های گیاهی حائز اهمیت می باشد.

خلیلیان مقدم و همکاران در بررسی تأثیر ضد باکتریایی عصاره گیاه گل ماهور بر بیوفیلم استرپتوکوکوس ها نتیجه گرفت عصاره آبی بیشتر از عصاره متانولی این گیاه بوده است همچنین عصاره آبی گیاه گل ماهور توانسته در تأثیر ضد باکتریایی بیشتری بر بیوفیلم داشته باشد (Kalalian-Moghaddam et al., 2015).

در مطالعه راحله قربانی مقدم و همکاران عصاره گل ماهور منطقه بجنورد بیشترین هاله عدم رشد در روش دیسک چاهک بر روی باکتری استافیلوکوکوس و اورئوس به ترتیب برابر ۳۳/۱۲ و ۶۶/۱۴ میلی متر و برای باکتری باسیلوس سرئوس به ترتیب ۳۳/۱۱ و ۶۶/۱۳ میلی متر به دست آمد و حداقل غلظت بازدارندگی و کشندگی عصاره گل ماهور منطقه بجنورد بر باکتری (استافیلوکوکوس اورئوس) ۵/۱۲ میلی گرم بر میلی لیتر به عنوان حساس ترین باکتری مشاهده گردید. در این پژوهش مشخص شد بین اکوتیپ های مختلف خراسان شمالی عصاره متانولی گل ماهور منطقه بجنورد بیشترین اثر ضد باکتری را بر روی باکتری

(باسیلوس سرئوس و استافیلوکوکوس اورئوس) داشته ولی بر روی باکتری اشرشیاکلی مؤثر نبوده است Ghorbani (Moghaddam et al., 2021)

امیری نیا نیز در تحقیقات خود خواص ضدباکتری گل ماهور را تأیید کرد. در سال ۲۰۱۱ این محققان گزارش دادند که عصاره‌های این گیاه در برابر چندین گونه از باکتری‌های ایجاد کننده بیماری مانند استافیلوکوکوس، کلبسیلا، استافیلوکوکوس اپیدرمیس، اورئوس، ای کولای مؤثر هستند (Amirnia et al., 2011).

طاهری و همکاران طی تحقیقات خود به این نتیجه رسیدند که عصاره اندام هوایی به خصوص گل آنها به دلیل کثرت فنی و فلاونویدی از عملکرد بهینه دارویی، ضدالتهابی، آنتی اکسیدانی و ضدباکتریایی برخوردارند (Taheri et al., 2016).

کرمیان و همکاران بررسی اثرات ضد باکتریایی عصاره متانولی سه گونه Verbascum بر روی باکتری های گرم مثبت و گرم منفی به روش دیسک دیفیوژن. نتایج نشان داد که عصاره متانولی V. sinuatum دارای بیشترین مقدار ترکیبات فنی و V. speciosum دارای بیشترین مقدار فلاونوئیدها می باشد. در سیستم β -کاروتن/لینولئیک اسید، اکسیداسیون اسید لینولئیک به طور موثر توسط عصاره (V. speciosum) 18.1 ± 58.4 میلی گرم در لیتر) و به دنبال V. sinuatum 2.28 ± 51.41 میلی گرم در لیتر) مهار شد. علاوه بر این، عصاره متانولی سه گونه Verbascum فعالیت ضد باکتریایی قوی در برابر همه باکتری های آزمایش شده نشان داد (Karamian et al., 2013).

نتایج حاصل از تحقیق نشان داد که عصاره الکلی گیاه ماهور بر روی بیوفیلم باکتری های عامل عفونت روده ای تأثیر ضد میکروبی دارد و باعث مهار رشد باکتریها و کاهش عفونت روده ای میگردد.

منابع

صانعی، ص. ۱۳۹۵. آشنایی با بیش از ۴۰۰ نوع از گیاهان دارویی. جلد دوم، انتشارات حافظ فرین، چاپ اول

- Amirnia, R. Khoshnoud, H. Alahyary, P. Ghiyasi, M. Tajbakhsh, M. and Valizadegan, O. (2011). Antimicrobial activity of Verbascum speciosum against three bacteria strains. *Fresenius environmental bulletin*, 20(3), pp.690-693.
- Ghorbani Moghaddam R, Asgharzadeh A, Amani A, Hosseinzadeh M R, Kasaian J. (2021). Evaluation of antibacterial effect of methanolic extract of Verbascum thapsus L. Ecotypes in North Khorasan against of Escherichia coli, Bacillus cereus and Staphylococcus aureus in vitro, 11(44):41-56.
- Kalalian-Moghaddam, H., Mirzaii, M., Khaksari, M., Fazli, M., Rahimi, F. and Behzadi, A.A. (2015). Antibacterial and anti-adherent activity of great mullein (Verbascum thapsus L.) ethanolic extract on in vitro biofilm formation of three oral streptococci. *International Journal of Health Studies*, pp.34-37.
- Karamian, R. and Ghasemlou, F. (2013). Total Phenolic Content, Antioxidant and Antibacterial Activities of Three Verbascum Species from Iran. *Journal of Medicinal plants and By-Products*, 2(1), 43-51.
- Nofouzi, K. (2015). Study on the antioxidant activity and in vitro antifungal activity of Verbascum speciosum methanolic extract. *Journal of Mycology Research*, 2(2), 97-103.



- ŞENER, A., DULGER, B., (2009). Antimicrobial activity of the leaves of *Verbascum sinuatum* L. on microorganisms isolated from urinary tract infection. *AFRICAN JOURNAL OF MICROBIOLOGY RESEARCH*, vol.3, no.11, 778-781.
- Shokoohi R, Samarghandi M, Dargahi A, Alikhani M Y, Roshanaei G, Moradi Golrokhi M. (2019). Investigation of Antibiotic Resistance Pattern of Bacteria Causing the Urinary Tract Infection in Urine Samples of Patients Admitted in and Referred to Shahid Beheshti Hospital in Hamadan. *Pajouhan Sci*, 17 (3) :34-40
- Taheri, A., Ganjeali, A., Arefi-Oskouie, A., Çirak, C., & Cheniany, M. (2023). The variability of phenolic constituents and antioxidant properties among wild populations of *Ziziphora clinopodioides* Lam. *Physiology and molecular biology of plants : an international journal of functional plant biology*, 29(2), 221–237.



اثرات محافظتی کورکومین بر نفروتوکسیسیتی ناشی از آکریل آمید

مازال تکمر^۱، سیده ثریا محمودی^{۲*}، فهیمه خان محمدی قانع^۲، عباس احمدی^۳

^۱ دانشجوی دکتری عمومی دامپزشکی، دانشگاه ارومیه، ارومیه، ایران

^{۲*} استادیار گروه پاتوبیولوژی دانشکده دامپزشکی دانشگاه ارومیه، ارومیه، ایران (ss.mahmoudi@urmia.ac.ir)

^۳ فارغ التحصیل دکتری تخصصی آناتومی و جنین شناسی، دانشکده دامپزشکی دانشگاه ارومیه، ارومیه، ایران

^۴ دانشیار گروه علوم پایه دانشکده دامپزشکی دانشگاه ارومیه، ارومیه، ایران

چکیده

آکریل آمید یک آلاینده‌ی محیطی شناخته شده است که هنگام گرم شدن غذاهای غنی از کربوهیدرات و تنباکو تولید می‌شود و اثرات سمی متعددی بر روی بدن انسان دارد. نفروتوکسیسیتی ناشی از آکریل آمید یک مشکل بهداشتی عمده است که نیاز به توجه دارد. کورکومین یک ترکیب پلی فنولی طبیعی است که به عنوان فعال ترین جزء در ادویه پرمصرف زردچوبه گزارش شده است. هدف از این مطالعه نشان دادن اثرات محافظتی کورکومین به عنوان یک عامل آنتی اکسیدان و ضد التهاب بر روی مدل تجربی نفروتوکسیسیتی ناشی از آکریل آمید می‌باشد. این مطالعه بر روی ۳۰ قطعه موش سوری نر انجام شد که به طور تصادفی به سه گروه تقسیم شدند: گروه کنترل، گروه آکریل آمید (۵۰ میلی گرم/کیلوگرم آکریل آمید)، گروه درمان کورکومین-آکریل آمید (۵۰ میلی گرم/کیلوگرم آکریل آمید و ۱۵۰ میلی گرم/کیلوگرم کورکومین). آکریل آمید و کورکومین به مدت ۴۵ روز به صورت خوراکی تجویز شدند. در گروه آکریل آمید، خونریزی در بافت بینابینی کلیه، نفوذ لکوسیت‌ها و نکروز توبولی مشاهده شد. درمان با کورکومین به طور قابل توجهی تغییرات بافت‌شناسی ناشی از آکریل آمید شامل خونریزی و التهاب در بافت کلیه را بهبود بخشید. نتایج نشان می‌دهد که کورکومین می‌تواند از آسیب‌های ناشی از آکریل آمید در بافت کلیه جلوگیری کند و در درمان نفروتوکسیسیتی ناشی از آکریل آمید مؤثر باشد.

واژگان کلیدی: آکریل آمید، کورکومین، موش سوری، نفروتوکسیسیتی



۱. مقدمه

امروزه مصرف غذاهای بسته بندی، خیابانی و فست فودها رواج یافته است. بسیاری از این غذاها حاوی ماده‌ای به نام آکریل آمید می‌باشند (Tateo et al., 2007). آکریل آمید ($\text{CH}_2=\text{CH}-\text{CONH}_2$) به صورت تجاری از هیدرولیز آکریلونیتریل تولید می‌شود که در صنعت برای تولید پلی آکریل آمید مصرف گسترده‌ای دارد (Krishnakumar and Visvanathan, 2014). به طور کلی آکریل آمید به دو شکل مونومر و پلی‌مر آن وجود دارد. فرم مونومر آکریل آمید یک ترکیب سمی با پیوند غیراشباع و بسیار فعال است که در حین پختن، برشته کردن و سرخ کردن مواد غذایی در حرارت بالاتر از ۱۲۰ درجه سانتی گراد و به خصوص در غذاهای سرشار از کربوهیدرات و پروتئین در طی واکنش میلارد بین گروه آمینه‌ی اسید آمینه‌ی آزاد آسپارژین و قندهای گلوکز و فروکتوز تولید می‌شود (Stadler et al., 2002). قرار گرفتن در معرض آکریل آمید با سیگار کشیدن نیز رخ می‌دهد و سطح آکریل آمید -هموگلوبین (AA-Hb) سیگاری‌ها به طور متوسط چهار برابر بیشتر از غیرسیگاری‌ها است (Schettgen et al., 2004). گزارشات متعدد بیانگر حضور آکریل آمید در طیف گسترده‌ای از غذاهای گریل شده و سرخ شده باعث نگرانی جهانی شده است، زیرا این ترکیب به عنوان یک ترکیب سرطان‌زا در انسان طبقه‌بندی شده است (Mottram et al., 2002). بالا رفتن سطح آکریل آمید در غذاهای فرآوری شده در حرارت بالا، به عنوان یک ترکیب با سمیت تولیدمثلی و ژنتیکی بالقوه با خاصیت جهش‌زایی و سرطان‌زایی در حیوانات آزمایشگاهی زنگ خطر بین‌المللی را برانگیخته است. از عوامل تاثیرگذار در تشکیل آکریل آمید می‌توان به دمای انبارداری، مدت زمان نگهداری، دمای حرارت، مدت زمان حرارت دادن، pH محیطی، غلظت پیش‌سازها، نوع روغن به کار رفته و... اشاره کرد (Mottram et al., 2002). آکریل آمید یک مولکول آلی کوچک با انحلال‌پذیری بالا در آب است. این خاصیت احتمالاً جذب و توزیع سریع آن در بدن را تسهیل می‌کند. انتقال آکریل آمید در روده عمدتاً توسط فرآیندهای غیرفعال که احتمالاً با یک جزء ترشحی فعال وابسته به انرژی و pH ترکیب شده‌اند، انجام می‌شود (Zödl et al., 2007). آکریل آمید پس از جذب به سرعت متابولیزه می‌شود و از طریق کونژوگه مستقیم با گلوکاتایون یا اکسیداسیون به گلاسیدامید متابولیزه می‌شود که متابولیسم بیشتری را متحمل می‌شود و در اکثر موارد طی ۲۴ ساعت از طریق ادرار دفع می‌شود. مهم‌ترین متابولیت حاصل از آکریل آمید، گلاسیدامید است و هر دو از طریق تخلیه‌ی گلوکاتایون باعث استرس اکسیداتیو می‌شوند. همچنین این ترکیب می‌تواند به DNA متصل شود که دارای پتانسیل ژنوتوکسیک و سرطان‌زایی است (Calleman, 1996). وجود فعالیت جهش‌زایی (clastogenic) آکریل آمید در بافت‌های جوانه‌ای، نشان‌دهنده‌ی وراثت‌پذیری احتمالی تغییرات DNA ناشی از آکریل آمید است. بنابراین یک سرطان‌زای احتمالی برای انسان محسوب می‌شود (Dearfield et al., 1988). آکریل آمید و متابولیت حاصل از آن، گلاسیدامید، هر دو از طریق تخلیه‌ی گلوکاتایون داخل سلولی موجب استرس اکسیداتیو می‌شوند (Tong et al., 2004).

از مهم‌ترین عوارض آکریل آمید ژنوتوکسیسیته، نوروکسیسیته و توکسیسیته در سیستم تولیدمثل، هپاتوتوکسیسیته و نفروتوکسیسیته می‌باشد (Wei et al., 2014). مشخص شده است که آکریل آمید با القای استرس اکسیداتیو به طور قابل توجهی باعث افزایش سطح سرمی آنزیم‌های عملکردی کبد (ALT، AST و ALP)، محصولات عملکردی کلیه (اوره و



کراتینین)، نشانگر آسیب اکسیداتیو DNA (OHdG)، نشانگرهای پیش التهابی ($TNF-\alpha$ ، IL-1 β و IL-6)، نشانگر پراکسیداسیون لیپیدی (مالون دی آلدئید) و نیتریک اکسید (NO) شده است. از سوی دیگر آکریل آمید به طور قابل توجهی باعث کاهش سطح گلو تاتیون (GSH) در کبد، کلیه و مغز گردیده است. همچنین فعالیت های گلو تاتیون پراکسیداز (GSH-Px)، سوپراکسید دیسموتاز (SOD) و کاتالاز (CAT) را در بافت های کبد، کلیه و مغز کاهش داده است (Elhelaly et al., 2019). بررسی های هیستوپاتولوژیک کبد حاکی از حضور سلول های التهابی، نکروز هپاتوسیت ها و وجود نواحی خونریزی و واکوولیزاسیون داخل سیتوپلاسمی در سلول های کبدی به دنبال تجویز آکریل آمید است (Gedik et al., 2017). آکریل آمید سبب دژنراسیون کلافه مویرگی، پوشش مسواکی اپیتلیوم کلیوی و پر خونی کلیه می گردد و مشخص شده است که بدن می تواند دوز های پایین آکریل آمید را تحمل کرده و سم زدایی کند، در حالی که دوز های متوسط و بالا منجر به تغییرات دژنراتیو و اختلالات فیزیوپاتولوژیک در کبد و کلیه به عنوان محل های اصلی سم زدایی و دفع مواد سمی می شود (Mahmood et al., 2015).

کور کومین ترکیب اصلی و فعال زردچوبه (Yun et al., 2010) رنگدانه فنولیک زرد رنگی می باشد که دارای طیف گسترده ای از فعالیت های بیولوژیکی و فارموکولوژیکی است (El-Wakf and El-Said, 2011; Ilbey et al., 2009). خواص ضد التهابی و ضد توموری آن از مهم ترین اثرات بیولوژیکی کور کومین است (Yun et al., 2010). علاوه بر این کور کومین یک آنتی اکسیدانت مطرح و یکی از قوی ترین پاکسازی کننده های رادیکال های آزاد است که قادر است از تولید انواع رادیکال های آزاد اکسیژن در محیط بیولوژیک و برون تنی ممانعت کند (El-Wakf and El-Said, 2011). در تعداد زیادی از بررسی های صورت گرفته خاصیت آنتی اکسیدانتی کور کومین برای محافظت از سیستم تولید مثل جنس نر در برابر آلاینده های زیست محیطی و القا کننده های استرس اکسیداتیو از جمله کادمیوم، لیندان، آکریل آمید، سیس پلاتین، آلومینیوم و سدیم آرسنیت گزارش شده است (Aktas et al., 2012; Gouda et al., 2011). کور کومین قادر است خطر ابتلا به سرطان و دیگر بیماری های خطرناک دستگاه تناسلی را کاهش دهد، به طوری که بر روی ارگان های تناسلی دارای اثرات محافظتی نظیر خواص ضد التهاب، ضد کارسینومای دهان، ضد آپوپتوز، ضد ویروس، ضد باکتری، ضد تومور و ضد رگ زایی بوده و باعث توقف چرخه ی تکثیر سلولی در سلول های انواع مختلف تومور می گردد (Mohebbati et al., 2017; Manoharan et al., 2009). اثر محافظتی کور کومین بر سمیت تولید مثلی، کبدی و کلیوی ناشی از تجویز پاراستامول در موش های صحرایی نیز به اثبات رسیده است (Yasser and Soliman, 2018).

۲. مواد و روش ها

۲-۱- گروه بندی حیوانات

برای انجام این پژوهش از ۳۰ قطعه موش سوری نر بالغ ۸-۶ هفته ای نژاد NMRI با وزن ۲۵-۲۰ گرم استفاده شد که در مرکز پرورش و نگهداری حیوانات آزمایشگاهی دانشگاه علوم پزشکی ارومیه در شرایط استاندارد با دمای 22 ± 2 ، رطوبت ۶۰-

۳۰ درصد و سیکل نوری ۱۴ ساعت روشنایی و ۱۰ ساعت تاریکی نگهداری شدند. آب و غذا به صورت آزاد در دسترس حیوانات بود. حیوانات به ۳ گروه تقسیم و به مدت ۴۵ روز تیمار شدند. بدین ترتیب گروه بندی حیوانات شامل: ۱-۲. گروه کنترل

که به حیوانات سرم فیزیولوژی به طور روزانه خوراندند شد.

۱-۲-۲ گروه آکريل آميد

که فقط ۵۰ mg/kg آکريل آميد دريافت کردند (Duan et al., 2015).

۱-۳-۲ گروه درمان مشترک کورکومين-آکريل آميد

که ۵۰ mg/kg آکريل آميد و ۱۵۰ ميلي گرم/کيلوگرم کورکومين دريافت کردند.



شکل ۱. نحوه گاوآج موش سوری

۲-۲- نحوه تهیه آکريل آميد و کورکومين

ويال آکريل آميد حاوی ۱۰۰۰ گرم آکريل آميد به صورت پودر سفيد رنگ (Merck, Germany) بود. مقدار داروی موثر در موش های سفيد آزمايشگاهی ۵۰ mg/kg به صورت خوراکی است؛ که با توجه به ميانگين وزن موش ها که ۲۵-۲۰ گرم بود ميزان ۳۹۳/۷۵ ميلي گرم از پودر آکريل آميد در ۶۳ ميلي ليتر سرم فزيولوژی حل شد و به ازای هر حيوان ۰/۲ ميلي ليتر از محلول آکريل آميد از راه دهان به وسيله سوند مری-معدی گاوآج شد. براساس دستورالعمل نگهداری آکريل آميد، به دور از نور و در جای خنک نگهداری شد. ويال کورکومين (Merck, Germany) حاوی ۱۰ گرم کورکومين به صورت پودر بود. مقدار کورکومين موثر در موش های سفيد آزمايشگاهی ۱۵۰ (mg/kg) است.

۲-۳- نمونه برداری

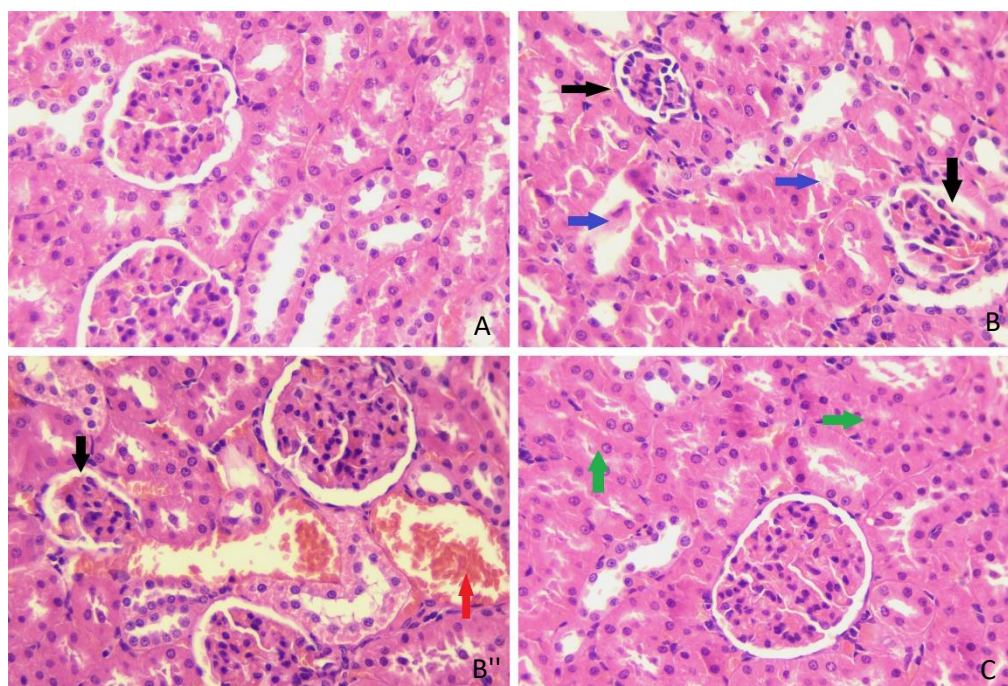
پس از آسان کشی بافت کلیه در فرمالین ۱۰ درصد بافری فیکس شده و به آزمایشگاه پاتولوژی جهت تهیه مقاطع ۴ الی ۵ میکرومتری ارسال شدند. مقاطع به روش هماتوکسیلین اتوزین رنگ آمیزی شدند.

۲-۴- آنالیز آماری داده‌ها

داده‌های این بخش از مقاله به صورت بررسی ضایعات هیستوپاتولوژیک بوده و به صورت کیفی ارزیابی می‌شوند.

۳. نتایج

در گروه کنترل (A) بافت کلیه نرمال دیده می‌شود. در گروه دریافت کننده‌ی آکریل آمید (B-B") در بافت کلیه، تغییرات دژنراتیو و نکروز مشاهده می‌شود. در کلافه مویرگی، تغییرات چروکیده شدن و آتروفی گلومرول‌ها (پیکان سیاه) و در توبول‌های ادراری کست و تورم (پیکان آبی) و نکروز مشاهده گردید. همچنین در بافت پارانشیم کلیه درجاتی از پرخونی و خونریزی (پیکان قرمز) دیده می‌شود. در گروه درمان شده با کورکومین (C) تغییرات پاتولوژیک کاهش پیدا کرده و تنها تورم سلولی (پیکان سبز) در توبول‌ها دیده می‌شود و کورکومین از ایجاد ضایعات در بافت کلیه جلوگیری کرده است.



شکل ۲. تغییرات هیستوپاتولوژیک بافت کلیه در گروه‌های مختلف درمان را نشان می‌دهد.

۴. بحث و نتیجه‌گیری

در نتیجه متابولیسم اکسیژن در طی تنفس سلولی همواره گونه‌های فعال اکسیژن (ROS) به عنوان محصولات جانبی تولید می‌شوند که توسط سیستم دفاعی آنتی اکسیدانتی سلول خنثی و از ایجاد استرس اکسیداتیو جلوگیری می‌شود. در نتیجه عدم تعادل بین تولید ROS و دفاع آنتی اکسیدانی موجود در برابر آن‌ها استرس اکسیداتیو رخ می‌دهد که میزان آسیب ناشی از آن



به ماهیت و میزان تولید گونه‌های فعال اکسیژن، مدت زمان قرار گرفتن در معرض ROS و فاکتورهای خارج سلولی مانند دما و اجزای محیط بستگی دارد (Belhadj et al., 2014). آکریل آمید به عنوان یکی از عوامل سمی غذایی روزانه مقادیری از آن همراه با غذاهای حرارت دیده‌ی حاوی مقادیر بالای کربوهیدرات و پروتئین وارد بدن ما می‌شود و می‌تواند به عنوان یک عامل تولیدکننده‌ی استرس اکسیداتیو عمل کند.

کلیه‌ها به طور معمول در فیلتر کردن خون و حذف مواد زائد از بدن نقش دارند. هنگامی که این ترکیب‌های گلیکیدآمید و آکریل آمید توسط گلوامرول‌ها در کلیه فیلتر می‌شوند، می‌توانند به قشر کلیه و ناحیه لوله‌های پروگزیمال آسیب برسانند. طبق تحقیقات هیستوپاتولوژیکی، قرارگیری در معرض آکریل آمید منجر به کوچک شدن گلوامرول‌ها، از دست رفتن مرزهای مویی در لوله‌های پروگزیمال، تخریب اپی تلیوم کلیه، تجمع نواحی نکروتیک در پارانشیم کلیه و افزایش بیان p53 و فعالیت کاسپاز-۳ در بافت کلیه شد. مطالعه بر روی موش‌ها نشان داد که مقاطع کلیوی از گروهی که تحت درمان با آکریل آمید بودند، دچار فروپاشی گلوامرولی، تنگ شدن فضاهای بومن و آسیب، و همچنین تخریب لوله‌ای در سلول‌های اپی تلیالی لوله‌های پروگزیمال و دیستال شدند. در معرض قرار گرفتن مزمن با آکریل آمید می‌تواند منجر به مرگ سلولی شود که می‌تواند به نفروتوکسیستی منجر گردد. علاوه بر این، آکریل آمید و متابولیت‌های فعال آن می‌توانند با DNA ترکیب شوند که باعث آسیب به DNA و اختلال در میتوکندری‌ها می‌شود، که به نوبه خود تولید ROS کرده و باعث استرس اکسیداتیو در کلیه می‌شود. (Quasmi et al., 2024)

همچنین گزارش شده است که آکریل آمید سطح مالون دی آلدئید (MDA)، یک پارامتر اکسیدان و سیتوکین‌های پیش‌التهابی را افزایش می‌دهد و آنتی‌اکسیدان‌های درون‌زا را کاهش می‌دهد که منجر به اختلال و آسیب کلیوی می‌شود. اثر محافظتی تاکسیفولین در برابر آسیب‌های اکسیداتیو و التهابی ناشی از آکریل آمید بر بافت و ساختارهای کلیه نیز به طور بیوشیمیایی و هیستوپاتولوژیکی بررسی شد. نتایج بیوشیمیایی تجربی نشان داده‌اند که مقدار MDA، یکی از محصولات نهایی پراکسیداسیون لیپید (LPO) مرتبط با ROS، به طور قابل توجهی در بافت‌های کلیوی حیوانات تحت درمان با آکریل آمید افزایش یافته است. این نتایج نشان می‌دهد که اگر تعادل بین تولید ROS و ظرفیت آنتی‌اکسیدانی به نفع اکسیدان‌ها تغییر کند، ممکن است استرس اکسیداتیو افزایش یابد. گزارش شده است که افزایش LPO یکی از مکانیسم‌های بنیادی آسیب کلیوی ناشی از آکریل آمید است و این آسیب توسط آنتی‌اکسیدان‌ها کاهش می‌یابد. همان‌طور که در بالا ذکر شد، MDA یک محصول سمی از LPO است. مطالعات نشان داده‌اند که تاکسیفولین از بافت کلیه در برابر آسیب‌های پرواکسیدانی و پیش‌التهابی ناشی از آکریل آمید محافظت می‌کند و از افزایش MDA، IL-1 β ، و TNF- α و کاهش tGSH جلوگیری می‌کند. این مسئله نشان می‌دهد که تاکسیفولین برای درمان سمیت کلیوی ناشی از آکریل آمید مفید است. (Bedir et al., 2021)

در مطالعه دیگری، افزایش قابل توجه غلظت کراتینین و اوره پس از قرار گرفتن در معرض آکریل آمید مشاهده شد. اوره مهم‌ترین محصول نهایی نیتروژنی متابولیسم پروتئین است که از طریق چرخه اوره در کبد تشکیل می‌شود. به عنوان نشانگر

عملکرد کلیه، اوره توسط کلیه از طریق فرآیند فیلتراسیون گلومرولی دفع می‌شود که معمولاً جذب مجدد حدود ۵۰ درصد در سطح لوله را تسهیل می‌کند. افزایش سطح اوره در گروه تحت درمان با آکریل آمید می‌تواند به دلیل کاهش دفع کلیوی باشد. به طور مشابه، کراتینین سرم محصول جانبی کاتابولیسم کراتین است و سطح آن ممکن است نشان‌دهنده وضعیت پاتولوژیک یا فیزیولوژیک کلیه باشد. سطح بالای کراتینین در گروه تحت درمان با آکریل آمید ممکن است به دلیل تأثیر آکریل آمید بر عملکرد کلیه باشد. طبق یافته‌ها، تجویز آکریل آمید (۲۰ میلی گرم بر کیلوگرم وزن بدن) با افزایش TNF α و IL-6 سرم، پاسخ التهابی را تشدید کرد. تحقیقات قبلی تولید بیش از حد ROS توسط آکریل آمید را با افزایش التهاب مرتبط دانسته است. (Alejolowo et al., 2024)

با جمع‌بندی یافته‌های مطالعه‌ی حاضر می‌توان چنین نتیجه گرفت که آکریل آمید از طریق برهم زدن تعادل اکسیداسیون-احیاء موجب بروز استرس اکسیداتیو و به دنبال آن سبب بروز سمیت در کلیه می‌شود؛ که در مطالعه‌ی حاضر مشخص گردید که استفاده از آنتی اکسیدانت کورکومین با محافظت نسبی در برابر اثرات نامطلوب آکریل آمید توانست جلوی سمیت کلیوی یا نفروتوکسیستی را بگیرد.

منابع

- Aktas, C., Kanter, M., Erboga, M. and Ozturk, S. (2012). Anti-apoptotic effects of curcumin on cadmium-induced apoptosis in rat testes. *Toxicology and industrial health*, 28(2): 122-130.
- Alejolowo, O., Elias, A., Eseagwu, O., et al. (2024). Gallic acid modulates oxido-inflammatory response in acrylamide-induced hepato-renal toxicity. *Scientific African* 23 (2024): 1-8.
- Bedir, F., Kocattürk, H., Yapanoğlu, T., et al. (2021). Protective effect of taxifolin against prooxidant and proinflammatory kidney damage associated with acrylamide in rats. *Elsevier, Biomedicine & Pharmacotherapy*, 139(2021): 1-6.
- Belhadj Slimen, I., Najar, T., Ghram, A., et al. (2014). Reactive oxygen species, heat stress and oxidative-induced mitochondrial damage. A review. *International journal of hyperthermia*, 30(7): 513-523.
- Calleman, C.J. (1996). The metabolism and pharmacokinetics of acrylamide: implications for mechanisms of toxicity and human risk estimation. *Drug Metabolism Reviews*, 28(4): 527-590.
- Dearfield, K.L., Abernathy, C.O., Ottley, M.S., et al. (1988). Acrylamide: its metabolism, developmental and reproductive effects, genotoxicity, and carcinogenicity. *Mutation research/reviews in genetic toxicology*, 195(1): 45-77.
- Duan, X., Qiao, M., Bei, F., et al. (2015) Subtype-Specific Regeneration of Retinal Ganglion Cells following Axotomy: Effects of Osteopontin and mTOR Signaling. *Neuron*, 85(6): 1244-1256.
- Elhelaly, A.E., AlBasher, G., Alfarraj, S., et al. (2019). Protective effects of hesperidin and diosmin against acrylamide-induced liver, kidney, and brain oxidative damage in rats. *Environmental Science and Pollution Research*, 26(34): 35151-35162.
- El-wakf, A., El-Said, M. (2011). Use of turmeric and curcumin to alleviate adverse reproductive outcomes of water nitrate pollution in male rats. *Nature and Science*, 9(7): 229-239.



- Gedik, S., Erdemli, M.E., Gul, M., et al. (2017). Hepatoprotective effects of crocin on biochemical and histopathological alterations following acrylamide-induced liver injury in Wistar rats. *Biomedicine and pharmacotherapy*, 95: 764-770.
- Gouda, S. G., Khalil, M. S. and Naim, M. (2011). Curcumin protects against testicular damage and genotoxicity induced by acrylamide in male albino mice. *Egyptian Journal of Histology*, 34(2): 333-345.
- Ilbey, Y., Ozbek, E., Cekmen, M., et al. (2009). Protective effect of curcumin in cisplatin-induced oxidative injury in rat testis: mitogen-activated protein kinase and nuclear factor-kappa B signaling pathways. *Human reproduction*, 24(7): 1717-1725.
- Krishnakumar, T., and Visvanathan, R. (2014). Acrylamide in food products: a review. *Journal of Food Processing and Technology*, 5(7): 1-9.
- Mahmood, S., Amin, K., and Salih, S. (2015). Effect of acrylamide on liver and kidneys in albino wistar rats. *Int J Curr Microbiol App Sci*, 4(5): 434-444.
- Manoharan, S., Balakrishnan, S., Menon, V.P., et al. (2009). Chemopreventive efficacy of curcumin and piperine during 7, 12-dimethylbenz (a) anthracene-induced hamster buccal pouch carcinogenesis. *Singapore medical journal*, 50(2): 139.
- Mohebbati, R., Anaeigoudari, A. and Khazdair, M. (2017). The effects of *Curcuma longa* and curcumin on reproductive systems. *Endocrine regulations*, 51(4): 220-228.
- Mottram, D.S., Wedzicha, B.L., and Dodson, A.T. (2002). Acrylamide is formed in the Millard reaction. *Nature*, 419(6906): 448-449.
- Quasmi, M, N., Kumar, D., Jangara, A. (2024). Effects of dietary acrylamide on kidney and liver health: Molecular mechanisms and pharmacological implications. *Elsevier, Toxicology Reports*, 14(2025): 1-14.
- Schettgen, T., Rossbach, B., Kütting, B., et al. (2004). Determination of hemoglobin adducts of acrylamide and glycidamide in smoking and non-smoking persons of the general population. *International journal of hygiene and environmental health*, 207(6): 531-539.
- Stadler, R., Blank, I., Varga, N., et al. (2002). Acrylamide from Millard reaction products. *Nature*, 419(6906): 449-450.
- Tateo, F., Bononi, M., and Andreoli, G. (2007). Acrylamide levels in cooked rice, tomato sauces and some fast food on the Italian market. *Journal of Food Composition and Analysis*, 20(3-4): 232-235.
- Tong, G.C., Cornwell, W.K., and Means, G.E. (2004). Reactions of acrylamide with glutathione and serum albumin. *Toxicology letters*. 147(2): 127-131.
- Wei, Q., Li, J., Li, X., et al. (2014). Reproductive toxicity in acrylamide-treated female mice. *Reproductive Toxicology*, 46: 121-128.
- Yasser, S., Soliman, M. (2018). The effect of audit quality on earnings management in developing countries: the case of Egypt. *International Research Journal of Applied Finance*, 9(4): 216-231.
- Yun, S., Kim, S.P., Kang, M.Y. and Nam, S.H. (2010). Inhibitory effect of curcumin on liver injury in a murine model of endotoxemic shock. *Biotechnology letters*, 32(2): 209-214.
- Zödl, B., Schmid, D., Wassler, G., et al. (2007). Intestinal transport and metabolism of acrylamide. *Toxicology* 232(1-2): 99-108.



ارزیابی عملکرد روش‌های پیش‌پردازش بر تفکیک طیف‌های بازتابی پودر آویشن در تکنیک آنالیز مؤلفه‌های اصلی

رضا محمدی گل^{*۱}

^۱ گروه مهندسی مکانیک بیوسیستم، دانشکده کشاورزی و محیط زیست، دانشگاه اراک، اراک، ایران (r-mohammadigol@araku.ac.ir)

چکیده

پودر گیاه آویشن در صنایع غذایی و دارویی کاربرد فراوانی دارد. طیف‌سنجی نوری ابزاری کارآمد برای آنالیز و شناسایی ترکیبات موجود در مواد غذایی پودری است. این روش به دلیل دقت و سرعت بالا، به‌طور گسترده‌ای در کنترل کیفیت و ارزیابی ترکیبات شیمیایی مواد غذایی مورد استفاده قرار می‌گیرد. طیف‌های اخذشده از مواد مختلف علاوه بر اطلاعات ناشی از ساختار مولکولی نمونه، حامل داده‌های ناخواسته از قبیل نویز و نور پس‌زمینه است. لذا برای رسیدن به مدل واسنجی دقیق و قابل اعتماد معمولاً پیش‌پردازش داده‌های طیفی قبل از مدل‌سازی ضرورت دارد. در این پژوهش تأثیر روش‌های هموارسازی، مشتق اول، توزیع نرمال استاندارد (SNV) و تصحیح پراکنش افزایش یافته (MSC) در دقت جداسازی نمونه‌های پودری آویشن در مختصات مؤلفه‌های اصلی مورد بررسی قرار گرفتند. پودرهای آویشن در سه سائز عبوری از الک‌های با مش ۳۰، ۵۰ و ۱۰۰ و به‌صورت‌های بدون تراکم و تراکم‌یافته آماده شدند. در بین پیش‌پردازش‌های بررسی‌شده، اعمال پیش‌پردازش‌های SNV و MSC باعث تفکیک بهتر طیف‌های نمونه تراکم‌یافته در مختصات مؤلفه‌های اصلی اول و دوم شدند. در پودرهای بدون تراکم، بدون انجام پیش‌پردازش بین نمونه‌ها در مختصات مؤلفه‌های اصلی اول و دوم جدایش حاصل نشد، اما با اعمال سه پیش‌پردازش هموارسازی ساویتزکی گولای، SNV و MSC پودر ریزسائز (عبوری از مش ۱۰۰) از بقیه تفکیک شد. روش تحلیل مؤلفه‌های اصلی (PCA) در جداسازی نمونه‌های پودری آویشن پتانسیل و کارایی لازم را دارد.

واژگان کلیدی: آنالیز مؤلفه‌های اصلی، آویشن، پیش‌پردازش، پودر، طیف‌سنجی



۱. مقدمه

آویشن با نام علمی *Thymus vulgaris*، یک گیاه دارویی و از خانواده Lamiaceae است و به علت ترکیبات مؤثره و مفید، کاربرد زیادی در صنایع دارویی و غذایی دارد. این گیاه به طور سنتی نیز به دلیل مزایای بالقوه از جمله خواص ضد میکروبی و آنتی اکسیدانی همواره مورد توجه و استفاده بوده است. طیف سنجی به عنوان یک ابزار آنالیز غیر مخرب و دقیق، بطور گسترده‌ای در شناسایی و ارزیابی ترکیبات شیمیایی و کیفیت مواد غذایی پودری مورد استفاده قرار می‌گیرد. در طیف سنجی انتخاب بهترین روش طیف برداری بستگی به ویژگی مواد مورد مطالعه دارد. در این رابطه، حالت عبوری یا عبوری-بازتابی بهترین انتخاب برای نمونه‌های مایع است و حالت بازتابش اصولاً برای پودرها استفاده می‌شود (Sanchez-Paternina et al., 2016). طیف‌های بازتابی اخذ شده علاوه بر اطلاعات نمونه، حامل اطلاعات ناخواسته از قبیل نویز و نور پس زمینه است. لذا برای رسیدن به مدل واسنجی دقیق و قابل اعتماد، پیش‌پردازش داده‌های طیفی قبل از مدل‌سازی ضرورت دارد. روش‌های پیش‌پردازش بسیار متنوع هستند که معمولاً هر یک از آن‌ها برای منظور خاصی ابداع شده‌اند و با توجه به شرایط متفاوت نمونه‌ها و روش‌ها و ابزار آزمایشگاهی ارائه یک روش پیش‌پردازش مشخص امکان ندارد. لذا معمولاً در تحقیقات طیف سنجی روش‌های رایج برتر مورد ارزیابی قرار گرفته و بهترین روش مورد استفاده قرار می‌گیرد (جمشیدی، ۱۳۹۱).

تکنیک آنالیز مؤلفه‌های اصلی (PCA) به عنوان یک روش آماری قوی، به طور گسترده‌ای در جداسازی و تحلیل نمونه‌های پودری مورد استفاده قرار می‌گیرد و به شناسایی الگوها و تنوع‌های موجود در داده‌ها کمک می‌کند. این تکنیک با کاهش ابعاد داده‌ها بدون از دست رفتن اطلاعات کلیدی، به محققان این امکان را می‌دهد که به طور مؤثرتری به تفکیک نمونه‌ها و شناسایی ترکیبات مؤثر بپردازند (Jolliffe and Cadima, 2016). در تحقیق حاضر تأثیر سائز پودر و فشردگی آن و همچنین اعمال برخی پیش‌پردازش‌های رایج طیف سنجی در تفکیک و تمایز طیف‌های اخذ شده از نمونه‌های پودر آویشن بر عملکرد تکنیک آنالیز مؤلفه‌های اصلی بررسی شده است.

۲. مواد و روش‌ها

۲-۱. آماده‌سازی نمونه‌ها

پس از طی مراحل رشد و نمو، اقدام به برداشت گیاه دارویی آویشن گردید. در مرحله بعد اقدام به خشک شدن نمونه‌ها در شرایط سایه و به دور از نور مستقیم آفتاب گردید. نمونه‌های خشک شده توسط آسیاب آزمایشگاهی پودر و در سه سائز عبوری از الک‌های با مش ۳۰، ۵۰ و ۱۰۰ و به صورت‌های بدون تراکم (معمولی) و تراکم یافته هنگام اخذ طیف‌ها آماده شدند. البته با شرایط خاص پراب قرارگیری نمونه، بیشترین افزایش تراکم (حدود ۱۰۰ درصد) در ریزترین سائز پودر (مش ۱۰۰) ممکن شد و برای پودرهای مش ۳۰ و ۵۰ به ترتیب تراکم‌های حدودی ۴۰ و ۷۵ درصد ایجاد شدند.

۲-۲. سامانه طیف برداری

طیف‌های بازتابی با تابش نور در زاویه ۴۵ درجه اخذ شدند (Rodriguez et al., 2019). اجزای سیستم طیف سنجی مورد استفاده در این مطالعه شامل یک طیف‌سنج قابل حمل (Ocean optics) با رابط USB و ابعاد $۸۸.۹ \times ۶۳.۵ \times ۳۱.۹$ میلی‌متر، وزن ۲۶۵ گرم، دامنه کاری ۳۵۰-۱۰۰۰ نانومتر و لامپ هالوژن ۱۲ ولت به عنوان منبع نور و فیبرهای نوری Qp400



در مد تقابلی^۱ بوده است. هر طیف از میانگین ۴ اسکن تنظیم شد. در مجموع ۲۴۰ طیف برداشت شد. پیش از طیف سنجی و پس از اخذ هر ۵ طیف، نور پس زمینه و سفید مرجع (سولفات باریم) برداشت و بازذخیره شدند. برای تثبیت زاویه ۴۵ درجه پراب تقابلی و همچنین فاصله فیبرها تا سطح نمونه های پودری هنگام برداشت طیف، یک قطعه استوانه ای آلومینیومی ساخته و به کار گرفته شد.

۲-۳. پیش پردازش طیف ها

۲-۳-۱. هموارسازی ساویتزکی - گولای^۲

در هموارسازی ساویتزکی - گولای (SG) به طور موثر نویزهای تیز طیف بدون صدمه به اطلاعات طیفی حذف می شوند. در این روش، الگوریتم SG بر هر بخش متوالی طیف، یک چندجمله ای برازش و مقدارهای اصلی طیف را با مقدارهای برازش - شده (تغییرات منظم تر) جایگزین می کند. در این پژوهش، نظر به تحقیقات قبلی (Ishikawa and Gulick, 2013) تعداد نقاط همسایگی و درجه چندجمله ای به ترتیب برابر ۵ و ۲ انتخاب شدند.

2-3-2. توزیع نرمال استاندارد^۳ (SNV)

توزیع نرمال استاندارد (SNV) معمولاً برای حذف اثر پراکندگی طیف ها، ناشی از اختلاف اندازه ذرات بین نمونه ها به کار می رود (جمشیدی، ۱۳۹۱).

۲-۳-۳. تصحیح پراکنش افزایشده^۴ (MSC)

از تکنیک تصحیح پراکنش افزایشده (MSC) برای تصحیح اثرهای جمعی^۵، جابه جایی خط پایه^۶ و انحراف^۷ ناشی از اثرهای فیزیکی در داده های طیفی مانند پخش غیر یکنواخت، اندازه نمونه و ضریب شکست نور به کار گرفته می شود (Nicolai et al. 2007).

۲-۳-۴. مشتق اول

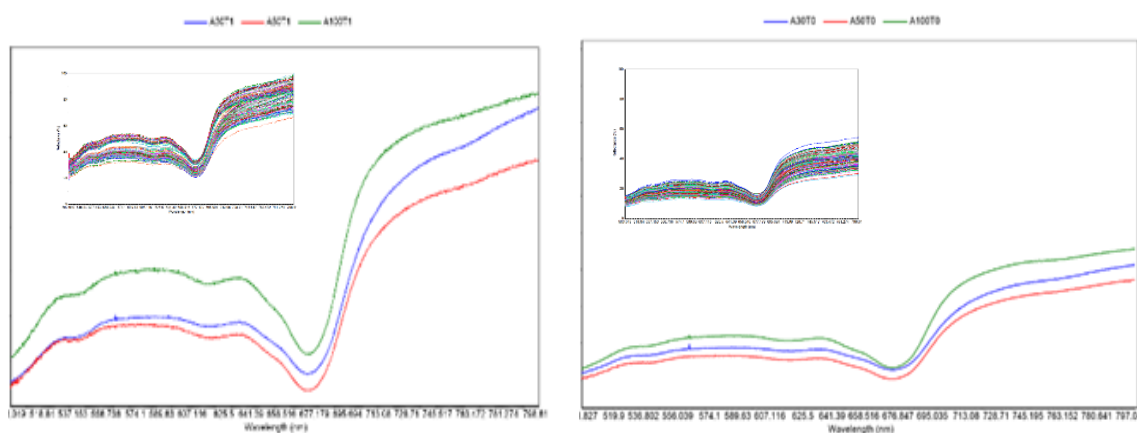
در این روش نقاط برجسته طیف ارتقا می یابند، اما از طرف دیگر نویزهای موجود نیز تقویت می شوند، لذا انجام هموارسازی بعد از فرآیند مشتق گیری ضرورت دارد (Ishikawa and Gulick, 2013). الگوریتم ساویتزکی - گولای (SG) از معمول ترین روش های هموارسازی است که پس از مشتق گیری استفاده می شود. در این پژوهش از نرم افزار Ocean view (1.6.3) در طیف برداری و از نرم افزار Unscrambler (X10.4) برای اعمال پیش پردازش ها و آنالیز مؤلفه های اصلی استفاده شد.

۳. نتایج

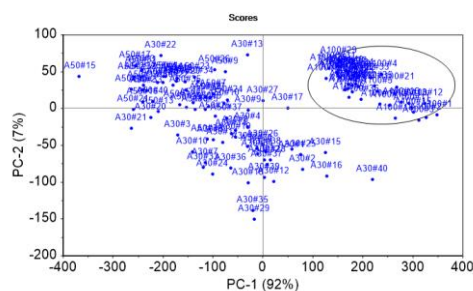
۳-۱. کاوش در طیف ها

1 - Intractance
2 - Savitzky-Golay
3 - Standard Normal Variate
4 - Multiplicative Scatter Correction
4- Additive Effects
5- Baseline Shift
6- Tilt

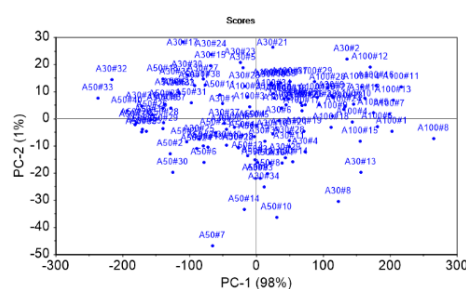
قسمت‌های ابتدایی و انتهایی طیف‌ها به علت نویز زیاد حذف شدند و محدوده طیفی ۵۰۰-۸۰۰ نانومتر برای بررسی و آنالیز طیفی در نظر گرفته شد. طبق شکل ۱ در محدوده مذکور پیک‌های بازتابی محدودی مشاهده می‌شود. عمده ترکیبات آویشن دارای ساختار مولکولی CnHnOn هستند (Nikolic et al., 2014) و در طیف‌های اخذ شده پیوندهای بین کربن، هیدروژن و اکسیژن بسته به شکل و فرم سه بعدی ملکول آویشن تعیین کننده هستند. تفسیر رد پای طیفی پیوندهای عناصر مختلف، از جمله چالش‌های انواع روش‌های طیف‌سنجی نوری است. نکته قابل توجه این است که طیف‌های حاصل از نمونه‌های متراکم- شده شدت بازتاب بیشتری داشته و البته پیک‌های برجسته‌تری دارند و علت را می‌توان به نفوذ و جذب کمتر نور در نمونه‌های متراکم و به تبع آن افزایش شدت نور بازتابی دانست.



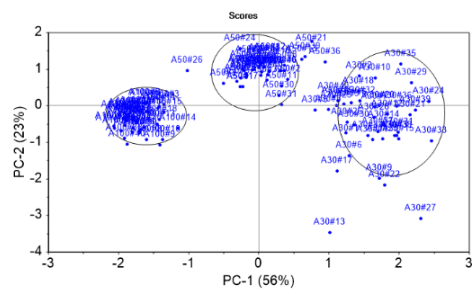
شکل ۱. میانگین طیف‌های اخذ شده (سبز: مش ۱۰۰، قرمز: مش ۵۰ و آبی: مش ۳۰) از نمونه‌های پودری: سمت راست بدون تراکم و سمت چپ تراکم یافته



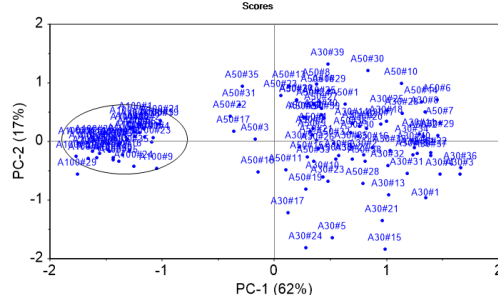
تراکم یافته - بدون پیش پردازش (خام)



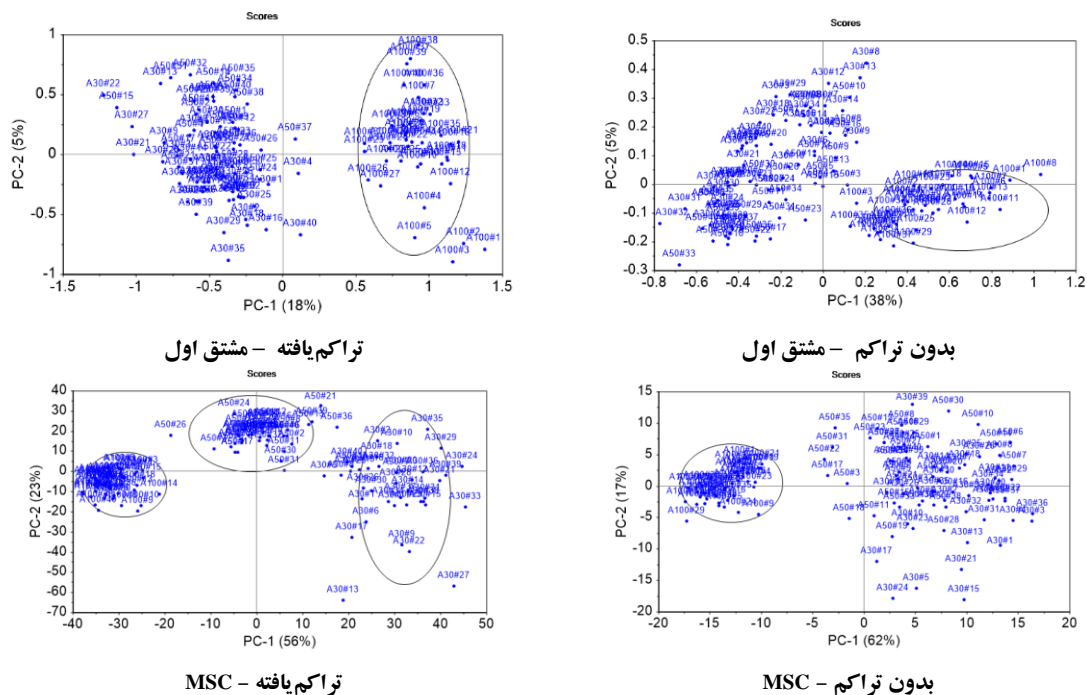
بدون تراکم - بدون پیش پردازش (خام)



تراکم یافته - SNV



بدون تراکم - SNV



شکل ۲. پراکندگی نمونه‌ها پس از انجام PCA در مختصات اصلی اول (PC1) و دوم (PC2) با اعمال پیش‌پردازش‌های هموارسازی، SNV، مشتق اول و MSC در دو حالت کلی بدون تراکم (معمولی) و تراکم‌یافته

اعمال پیش‌پردازش‌ها و انجام PCA در واریانس بین کلاس‌ها و واریانس داده‌ها درون کلاس‌ها (با توجه به وضعیت قرارگیری طیف‌ها) اثرگذار شدند (شکل ۲).

۴. بحث و نتیجه‌گیری

نظر به اهمیت کیفیت سیگنال‌های طیف بازتابی در تجزیه و تحلیل آن‌ها، مشخص شد که به‌طور کلی تراکم پودر آویشن در اخذ طیف نمونه‌ها باعث نسبت سیگنال به نویز بالاتر شد. در بین روش پیش‌پردازش بررسی‌شده، اعمال پیش‌پردازش‌های SNV و MSC باعث تفکیک بهتر طیف‌های نمونه تراکم‌یافته در مختصات مؤلفه‌های اصلی اول و دوم شده‌اند. در پودرهای بدون تراکم، بدون انجام پیش‌پردازش طیف‌ها بین نمونه‌ها در مختصات اصلی اول و دوم جدایش حاصل نشد، اما با اعمال سه پیش‌پردازش هموارسازی ساویترکی گولای، SNV و MSC پودر ریزسایز (مش ۱۰۰) از بقیه تفکیک شد. روش تحلیل مؤلفه‌های اصلی (PCA) به عنوان یک تکنیک بدون نظارت (در مباحث داده کاوی طیفی) در جداسازی نمونه‌های پودری پتانسیل و کارایی لازم را دارد. یافته‌های این پژوهش در موضوعات مرتبط با مدلسازی کمی و کیفی داده‌های طیفی در تحقیقات پودرهای گیاهان دارویی راهگشا بوده و اهمیت دارند. انجام پژوهش‌های مشابه در محدوده طیفی فرو سرخ نزدیک (NIR) و مادون قرمز (IR) پیشنهاد می‌شود.



منابع

جمشیدی، ب. ۱۳۹۱. تشخیص و تفکیک غیر مخرب مزه پرتقال با اسپکتروسکوپی مرئی / فروسرخ نزدیک. رساله دکتری، دانشگاه تربیت مدرس.

Ishikawa, S. and V. Gulick (2013). An automated mineral classifier using Raman spectra. *Computers & Geosciences* 54: 259-268.

Jolliffe, I. T., & Cadima, J. (2016). Principal Component Analysis: A Review and Recent Developments. *Philosophical Transactions of the Royal Society A: Mathematical, Physical and Engineering Sciences*, 374(2065), 20150202.

Luypaert, J., S. Heuerding, Y. V. Heyden and D. L. Massart (2004). "The effect of preprocessing methods in reducing interfering variability from near-infrared measurements of creams." *Journal of Pharmaceutical and Biomedical Analysis* 36(3): 495-503.

Nicolai, B. M., K. Beullens, E. Bobelyn, A. Peirs, W. Saeys, K. I. Theron and J. Lammertyn (2007). "Nondestructive measurement of fruit and vegetable quality by means of NIR spectroscopy: A review." *Postharvest Biology and Technology* 46(2): 99-118.

Nikolic, M., Glamočlija, J., Ferreira, I. C., Calhelha, R. C., Fernandes, Â., Marković, T., ... & Soković, M. (2014). Chemical composition, antimicrobial, antioxidant and antitumor activity of *Thymus serpyllum* L., *Thymus algeriensis* Boiss. and *Reut* and *Thymus vulgaris* L. essential oils. *Industrial crops and products* 52: 183-190.

Rodriguez SD, Rolandelli G, Buera, MP. (2019). Detection of quinoa flour adulteration by means of FT-MIR spectroscopy combined with chemometric methods. *Food Chemistry* 274: 392-401.

Sanchez-Paternina A, Roman-Ospino AD, Martinez M, Mercado J, Alonso C, Romañach, RJ. (2016). Near infrared spectroscopic transmittance measurements for pharmaceutical powder mixtures. *Journal of Pharmaceutical and Biomedical Analysis*.

کاربرد تکنیک آنالیز مؤلفه‌های اصلی و روش‌های پیش‌پردازش در تشخیص تازگی پودر سیر

رضا محمدی گل^{۱*}

^۱ عضو هیئت علمی، گروه مهندسی مکانیک بیوسیستم، دانشکده کشاورزی و محیط زیست، دانشگاه اراک، اراک

(r-mohammadigol@araku.ac.ir)

چکیده

پودر گیاه دارویی سیر از حیث تجاری اهمیت زیادی دارد و به عنوان افزودنی در صنایع غذایی و دارویی کاربرد فراوانی دارد. روش‌های طیف‌سنجی به عنوان یک روش غیرمخرب در حوزه سنجش کیفیت محصولات غذایی، تولیدات و فرآورده‌های گیاهان دارویی مورد استفاده قرار می‌گیرد. در پژوهش حاضر کارایی تکنیک آنالیز مؤلفه‌های اصلی در طیف‌سنجی فروسرخ نزدیک در محدوده ۹۳۶ تا ۱۶۶۰ نانومتر برای امکان‌سنجی تشخیص پودر سیر تازه از کهنه بررسی شد. در هریک از وضعیت‌های طیف‌برداری (تقابلی و بازتابشی)، تعداد ۱۲۰ طیف در ۲ تکرار از نمونه‌های پودر سیر اخذ شد. برای حذف اثر نویزهای احتمالی تأثیر پیش‌پردازش‌های رایج روی عملکرد تکنیک آنالیز مؤلفه‌های اصلی بررسی شد. نمودارهای به دست آمده نشان دادند آنالیز مؤلفه‌های اصلی در باند مذکور برای تشخیص سریع و غیرمخرب تازگی پودر سیر کارآمد است.

واژگان کلیدی: آنالیز مؤلفه‌های اصلی، تازگی، سیر، طیف‌سنجی



۱. مقدمه

گیاه دارویی سیر با نام علمی *Allium sativum* L. و از خانواده Liliaceae از گونه‌های دارویی سودمند است که در صنایع دارویی، غذایی، آرایشی و بهداشتی کاربرد وسیعی دارد (Tudu et al., 2022; Morales-Gonzalez et al., 2019). سوخ اصلی‌ترین اندام دارویی این گونه است که به صورت تازه، خشک، عصاره، روغن، اسلایس، گرانول و پودر استفاده می‌شود (Suleria et al., 2015). پودر سیر از اصلی‌ترین فرآورده‌های این گیاه به شمار می‌آید که از حیث تجاری اهمیت زیادی دارد و در صنایع غذایی و دارویی استفاده فراوانی دارد (Sunanta et al., 2023). این گیاه سودمند در مناطق زیادی از جهان پراکنش و رویش دارد و در رده مهم‌ترین و پرمصرف‌ترین گیاهان دارویی محسوب می‌شود (Kamenetsky, 2007). دیزیکوسکی و همکاران (۲۰۲۳)، تشخیص و سنجش غیرمخرب و سریع تقلب‌های پودر سیر، نشاسته ذرت و آرد ذرت را به وسیله مدل‌سازی طیف‌های بازتابی NIR بررسی نمودند. در این مطالعه درصد اختلاط‌های متنوعی ایجاد و طیف‌برداری در بازه 4000 cm^{-1} تا 10000 cm^{-1} انجام شد. نتایج تبیین کرد طیف‌سنجی NIR برای پیش‌بینی مقدار تقلب در پودر سیر قابل استفاده بوده و طبق شاخص‌های ارزیابی مدل، روش PLSR¹ نسبت به مدل PCR² برتری دارد (Daszykowski et al., 2023). لوهومی و همکاران (۲۰۱۵)، امکان تشخیص وجود نشاسته ذرت در پودر سیر را با اسپکتروسکوپی FTIR³ و مدل رگرسیونی PLSR بررسی کردند. طیف‌های بازتابی در دامنه 4000 cm^{-1} - 650 cm^{-1} استفاده شد. آنها اظهار داشتند تشخیص غیرمخرب نشاسته ذرت در پودر سیر امکان‌پذیر است (Lohumi et al., 2015). ونگ و همکاران (۲۰۱۹)، پتانسیل روش طیف‌سنجی NIR⁴، شیمی‌سنجی را در تشخیص پودر توت‌فرنگی از میوه تازه یا از میوه انباری (۲،۰، ۴، ۱۵، ۲۰ و ۲۷ روز) تهیه‌شده را بررسی و از مدل‌های PLSR و LS-SVM⁵ استفاده کردند. در نتایج این مطالعه تفکیک ۱۰۰ درصدی حاصل شد و برآیند آن، حاکی از موفقیت کامل این روش در تشخیص سریع موضوع مذکور بوده است (Wang et al., 2019). استفاده از فیبرهای نوری و علی‌الخصوص نوع تقابلی (Y شکل) در طیف‌برداری، توسعه یافته و در طیف‌سنج‌های نوری کاربردی قابل حمل معمولاً این حالت به کار می‌رود. هدف از پژوهش حاضر، کارآمدی تکنیک آنالیز مولفه‌های اصلی و مقایسه دو وضعیت طیف‌برداری بازتابی و تقابلی در امکان‌سنجی تشخیص غیرمخرب تازگی پودر گیاه دارویی سیر در باند فروسرخ موج کوتاه (۹۳۶-۱۶۶۰ نانومتر) بوده است.

۲. مواد و روش‌ها

۲-۱. آماده‌سازی نمونه‌ها

¹. Partial Least Squares Regression². Principle Components Regression³. Fourier-Transform Infrared Spectroscopy⁴. Mid Infra-Red⁵. Least-Squares Support Vector Machines



برای انجام این پژوهش، تهیه نمونه‌های مورد نیاز از سیر تولیدشده در شرایط اقلیمی استان مرکزی (سیر سفید توده بومی اراک) در نظر گرفته شد. سوخ‌های یکسان، سالم و عاری از آثار بیماری و آفات تهیه شدند. در هر مرحله پس از پوست گیری و جدا کردن سیرچه‌ها از یکدیگر، اسلایس‌هایی با ضخامت ۲-۳ میلی متر تهیه شدند. پس از خشک کردن در شرایط سایه و به دور از نور مستقیم، به وسیله آسیاب آزمایشگاهی، پودرها در ۳ بازه زمانی ۱۲ ماهه (خیلی کهنه)، ۳ ماهه (کهنه) و ۳ روزه (تازه) تهیه شدند.

۲-۲. طیف برداری

طیف‌های بازتابی با تابش نور در زاویه ۴۵ درجه اخذ شدند (Rodriguez et al., 2019). از طیف‌سنج مدل Flame – NIR محصول شرکت Ocean optics با دامنه ۱۶۶۰-۹۳۶ نانومتر استفاده شد. قبل از شروع طیف برداری ابتدا منبع نور به مدت بیشتر از ۳۰ دقیقه روشن نگه‌داشته شد تا عدم یکنواختی ناشی از گرم نبودن منبع نور حذف شود. پس از این مرحله با توجه به روابط موجود ($A = \log 1/R$) طیف‌های جذبی از روی طیف‌های بازتابی به وسیله نرم‌افزار ترسیم شدند.

از دو عدد فیبر نوری QP400-2-VIS-NIR در حالت بازتابی و از فیبر ترکیبی R400-7-VIS-NIR در حالت تقابلی برای انتقال و دریافت نور (تولیدات شرکت Ocean optics) استفاده شد. در وضعیت بازتابی فیبرها به وسیله نگهدارنده در موقعیت ثابت نسبت به هم با زاویه ۴۵ درجه و فیبر رفت و برگشتی وضعیت تقابلی نیز در زاویه ۴۵ درجه قرار داده شدند. هر طیف از میانگین ۴ اسکن ثبت شد. در مجموع ۲۴۰ طیف برداشت شد. پیش از طیف‌سنجی و پس از اخذ هر ۱۰ طیف، نور پس‌زمینه و سفید مرجع (سولفات باریم) برداشت و بازذخیره شدند. برای تثبیت زاویه و فاصله فیبرها تا سطح نمونه‌های پودری هنگام برداشت طیف، یک پراب استوانه‌ای آلومینیومی ساخته و بکار گرفته شد.

۲-۳. پیش پردازش طیف‌ها

طیف‌های خام NIR به علت تنوع اندازه ذرات، موارد مربوط به منبع نور، گیرنده و سایر عوامل ناخواسته نوفه قابل توجهی دربر دارند. بنابراین برای استخراج اطلاعات شیمیایی از داده‌های طیفی، روش‌های پیش‌پردازش گوناگون روی آنها اعمال می‌شوند (Kar et al., 2019). اما هیچگونه راهنمای مشخصی در انتخاب روش‌های پیش‌پردازش وجود ندارد (Daszykowski et al., 2023). در پژوهش حاضر برخی از روش‌های رایج پیش‌پردازش مورد استفاده قرار گرفت (Nicolai et al., 2007). پیش‌پردازش‌های SNV^1 و MSC برای حذف اثرات ناشی از تفاوت اندازه ذرات و تغییر فاصله منبع نور تا سطح نمونه بکار می‌روند (Jamshidi et al., 2012; Teye et al., 2019) و با مشتق‌گیری (D) از طیف‌ها نقاط پیک تقویت شده و البته نویزها هم ارتقاء می‌یابند؛ لذا معمولاً بعد از گرفتن مشتق، هموارسازی انجام می‌شود (Ishikawa & Gulick, 2013). روش هموارسازی ساویتزکی-گولای (SG^2) از روش‌های رایج است که بعد از مشتق‌گیری به کار می‌رود. در این

¹. Standard Normal Variate

². Savitzky-Golay

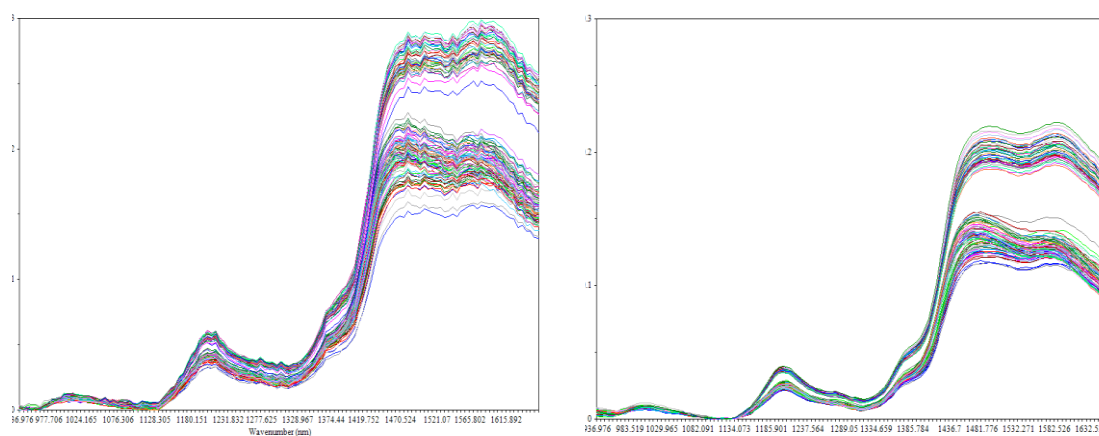
مطالعه اثر مشتق اول بر داده‌های طیفی بررسی شد. همچنین هموارسازی با روش SG (با تعداد نقاط همسایگی ۴ و چند جمله‌ای درجه ۲) صورت پذیرفت.

۲-۴. آنالیز مؤلفه‌های اصلی^۱ (PCA)

با این روش متغیرهای جدیدی ایجاد می‌شود که هر یک ترکیبی خطی از متغیرهای مستقل اصلی متعدد هستند. متغیرهای جدید کاهش یافته، مؤلفه‌های اصلی هستند و مؤلفه اصلی اول بیشترین تغییرات را پوشش می‌دهد و مؤلفه اصلی دوم اطلاعاتی را که در مؤلفه اول وجود ندارد پوشش داده و این روند در مؤلفه‌های بعدی نیز تکرار می‌شود (Callao & Ruisanchez, 2018). از نرم افزار Ocean view 1.6.3 در طیف برداری و نرم افزار Unscrambler X10.4 در اعمال پیش پردازش‌ها استفاده شدند. آنالیز مؤلفه‌های اصلی در نرم افزار IBM modeler 18 انجام شد.

۳. نتایج

در شکل ۱ تمام طیف‌های جذبی نمونه‌های پودری سه نوع پودر با تازگی متفاوت در محدوده ۹۳۶ تا ۱۶۶۰ نانومتر در وضعیت‌های تقابلی و بازتابشی مشاهده می‌شود. شباهت بین طیف‌های اخذ شده در هر وضعیت طیف برداری و بین خود وضعیت‌ها زیاد بوده، اما مقدار جذب در برخی طول موج‌ها متفاوت هستند. نکته قابل توجه این است که یکنواختی طیف‌های برداشت شده در وضعیت تقابلی بیشتر بوده و نوفه‌های ظاهری به مقدار قابل توجهی به خصوص در پیک‌ها کمتر شده است. از جمله علل یکنواختی بیشتر را احتمالاً می‌توان به تأثیر کمتر عواملی همچون تغییر در فاصله نمونه با فیبر و همچنین اثر کمتر ناهمواری‌های سطحی نمونه‌ها در وضعیت تقابلی دانست. شکل طیف‌های اخذ شده با طیف‌های ارائه شده در مطالعه دیزیکوسکی و همکاران (۲۰۲۳) تطابق بسیار خوبی دارند (Daszykowski et al., 2023).



ب

الف

شکل ۱. کل طیف‌های اخذ شده (و تبدیل یافته به جذب) در وضعیت‌های الف: تقابلی و ب: بازتابشی

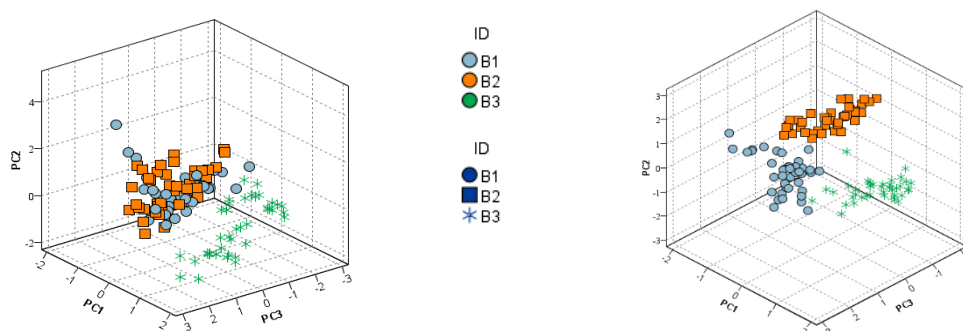
¹. Principle Components Analysis



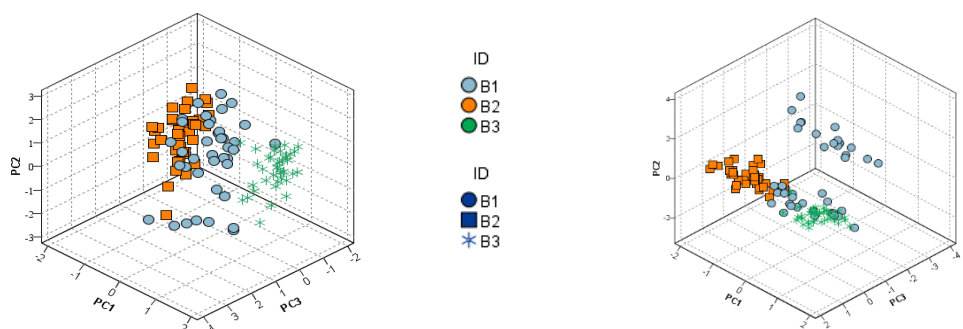
در سیر مولکول‌های حاوی سولفور، فلاونوئیدها، آمینواسیدها، پلی‌فنل‌ها، ترکیبات محلول در آب و چربی‌ها در مقادیر کم وجود دارند. لذا تفسیر طیف‌ها به علت همپوشانی احتمالی ترکیبات مذکور دشوار و پیچیده است. باندهای جذبی مؤثر که در طیف‌های برداشت‌شده مشاهده می‌شود (شکل ۱) عبارتند از: باندهای ۱۲۹۰-۱۱۲۰ نانومتر که علت آن اورتون دوم پیوند C-H است. باند ۱۵۲۰-۱۳۲۰ نانومتر که ناشی از اورتون اول پیوند N-H و اورتون اول پیوند O-H هستند (Acari et al., 2016). پیک ایجادشده در طول موج ۱۴۲۰ نانومتر ناشی از اورتون اول پیوند O-H آب گزارش شده است (Wadood et al., 2019). به منظور مقایسه تأثیر روش‌های پیش‌پردازش در جدایش پذیری طیف نمونه‌ها از یکدیگر، پراکندگی نمونه‌ها در مختصات مؤلفه‌های اصلی اول، دوم و سوم ارائه شده‌اند (شکل ۲). استفاده از روش PCA و بررسی پراکندگی در مختصات مؤلفه‌های اصلی در مطالعات متعدد ملاحظه می‌شود (Callao & Ruisanchez, 2018; Amuah et al., 2019; Horn et al., 2018).

۴. بحث و نتیجه گیری

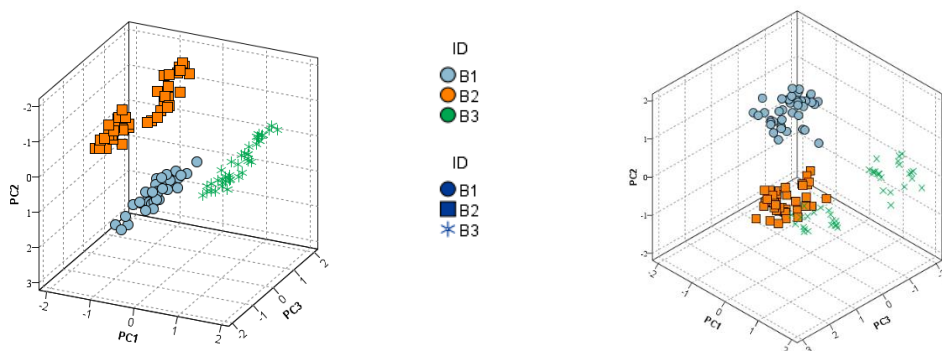
طیف‌های فروسرخ نزدیک موج کوتاه محدوده ۱۶۶۰-۹۳۶ نانومتر اخذ شده از نمونه‌های پودر سیر در سه دوره زمانی ۳ روز (تازه) ۳ ماه (کهنه) و ۱۲ ماه (خیلی کهنه) تعداد پیک‌های کمی نشان دادند که علت آن را می‌توان احتمالاً در همپوشانی



بدون پیش پردازش - طیف‌های خام - (راست: تقابلی، چپ: بازتابی)



پیش پردازش SNV (راست: تقابلی، چپ: بازتابی)



پیش پردازش D1+SG (راست: تقابلی، چپ: بازتابی)

شکل ۲. اثر پیش پردازش‌های مختلف بر پراکندگی طیف‌ها در مختصات PC1، PC2 و PC3



در جذب نور اورتون ها و پیوندهای مواد متنوع موجود در پودر سیر دانست. طیف های اخذ شده در حالت تقابلی نوفه کمتری در مقایسه با حالت بازتابی داشته و بین پیش پردازش های D1+SG، MSC، SNV در پیش پردازش D1+SG در هر دو حالت بازتابی و تقابلی تفکیک بهتری مشاهده شد. طیف سنجی فروسرخ نزدیک و استفاده از تکنیک PCA در محدوده ذکر شده برای تشخیص تازگی پودر سیر کارآمد است.

منابع

- Acri G, Testagrossa B, Vermiglio G. (2016). FT-NIR analysis of different garlic cultivars. *Journal of Food Measurement and Characterization*. 10: 127-136. doi.org/10.1007/s11694-015-9286-8
- Amuah CL, Teye E, Lamprey FP, Nyandey K, Opoku-Ansah J, Adueming PW. (2019). Feasibility study of the use of handheld NIR spectrometer for simultaneous authentication and quantification of quality parameters in intact pineapple fruits. *Journal of Spectroscopy*. 2: 1-9. doi.org/10.1155/2019/5975461
- Callao MP, Ruisanchez I. (2018). An overview of multivariate qualitative methods for food fraud detection. *Food Control*. 86: 283-293. doi.org/10.1016/j.foodcont.2017.11.034
- Daszykowski M, Kula M, Stanimirova I. (2023). Quantification and detection of ground garlic adulteration using fourier-transform near-infrared reflectance spectra. *Foods*. 12(18): 3377. doi.org/10.3390/foods12183377
- Horn B, Esslinger S, Pfister M, Faulstich C, Riedl J. (2018). Non-targeted detection of paprika adulteration using mid-infrared spectroscopy and one-class classification–Is it data preprocessing that makes the performance. *Food Chemistry*. 257: 112-119. doi.org/10.1016/j.foodchem.2018.03.007
- Ishikawa ST, Gulick VC. (2013). An automated mineral classifier using Raman spectra. *Computers and Geosciences*. 54: 259-268. doi.org/10.1016/j.cageo.2013.01.011
- Jamshidi B, Minaei S, Mohajerani E, Ghassemian H. (2012). Reflectance Vis/NIR spectroscopy for nondestructive taste characterization of Valencia oranges. *Computers and Electronics in Agriculture*. 85: 64-69. doi.org/10.1016/j.compag.2012.03.008
- Kamenetsky R. (2007). Garlic: Botany and horticulture. In: *Horticulture reviews*, Ed. Janick J. John Wiley and Sons Publishing, New Jersey, U.S.A. 33: 123-138. doi.org/10.1002/9780470168011.ch2
- Lohumi S, Lee S, Cho BK. (2015). Optimal variable selection for Fourier transform infrared spectroscopic analysis of starch-adulterated garlic powder. *Sensors and Actuators B: Chemical*. 216: 622-628. doi.org/10.1016/j.snb.2015.04.060
- Morales-Gonzalez JA, Madrigal-Bujaidar E, Sanchez-Gutierrez M, Izquierdo-Vega JA, Valadez-Vega MC, Alvarez-Gonzalez I, et al. (2019). Garlic (*Allium sativum* L.): A brief review of its antigenotoxic effects. *Foods*. 8(8): 343. doi.org/10.3390/foods8080343
- Nicolai BM, Beullen, K, Bobelyn E, Peirs A, Saeys W, Theron KI, et al. (2007). Nondestructive measurement of fruit and vegetable quality by means of NIR spectroscopy: A review. *Postharvest Biology and Technology*. 46(2): 99-118. doi.org/10.1016/j.postharvbio.2007.06.024
- Rodriguez SD, Rolandelli G, Buera, MP. (2019). Detection of quinoa flour adulteration by means of FT-MIR spectroscopy combined with chemometric methods. *Food Chemistry*. 274: 392-401. doi.org/10.1016/j.foodchem.2018.08.140
- Suleria HR, Butt MS, Khalid N, Sultan S, Raza A. (2015). Aleem M, et al. Garlic (*Allium sativum*): diet-based therapy of 21st century—a review. *Asian Pacific Journal of Tropical Disease*. 5(4): 271-278. doi.org/10.1016/S2222-1808(14)60782-9
- Sunanta P, Kontogiorgos V, Pankasemsuk T, Jantanasakulwong K, Rachtanapun P, Seesuriyachan P, Sommano SR. (2023). The nutritional value, bioactive availability and functional properties of garlic and its related products during processing. *Frontiers in Nutrition*, 10: 1-13. doi.org/10.3389/fnut.2023.1142784

- Teye E, Amuah CL, McGrath T, Elliott C. (2019). Innovative and rapid analysis for rice authenticity using hand-held NIR spectrometry and chemometrics. *Spectrochimica Acta Part A: Molecular and Biomolecular Spectroscopy*. 217: 147-154. doi.org/10.1016/j.saa.2019.03.085
- Tudu CK, Dutta T, Ghorai M, Biswas P, Samanta D, Oleksak P, et al. (2022). Traditional uses, phytochemistry, pharmacology and toxicology of garlic (*Allium sativum*), a storehouse of diverse phytochemicals: A review of research from the last decade focusing on health and nutritional implications. *Frontiers in Nutrition*. 9: 929554. doi.org/10.3389/fnut.2022.929554
- Wadood SA, Guo B, Zhang X, Wei Y. (2019). Geographical origin discrimination of wheat kernel and white flour using near-infrared reflectance spectroscopy fingerprinting coupled with chemometrics. *International Journal of Food Science and Technology*. 54(6): 2045-2054. doi.org/10.1111/ijfs.14105
- Wang D, Wei W, Lai Y, Yang X, Li S, Jia L, et al. (2019). Comparing the potential of near-and mid-infrared spectroscopy in determining the freshness of strawberry powder from freshly available and stored strawberry. *Journal of Analytical Methods in Chemistry*. 2360631. doi.org/10.1155/2019/2360631

بررسی ترکیبات گیاهی برخی از داروهای گیاهی صنعت طیور

مهدی خدایی مطلق^{*۱}

^{*۱}گروه علوم دامی، دانشکده کشاورزی و محیط زیست، دانشگاه اراک، اراک (mmotlagh2002@gmail.com)

چکیده

داروهای گیاهی از گذشته‌های دور برای درمان بسیاری از بیماری‌ها و بهبود سلامت انسان مورد استفاده قرار گرفته‌اند. اصلی‌ترین مزیت داروهای گیاهی عوارض کم آنها و هزینه پایین خرید آن است. داروهای گیاهی موادی هستند که با کمترین پردازش صنعتی در علوم پزشکی و طب سنتی برای درمان بیماری‌ها به صورت محلی مورد استفاده قرار می‌گیرند. در این مطالعه داروهای گیاهی مورد استفاده در صنعت طیور مورد بررسی قرار گرفت، ۱۷ داروی گیاهی مورد تحلیل قرار گرفتند، که در دسته‌بندی درمان اختلال تنفسی، درمان اختلال کبدی و کلیوی، ضد کوکسیدیوز، آنتی بیوتیک و ضد قارچ و همچنین اشتهاور وایمنی‌زا بودند. نتایج نشان داد که گیاه دارویی اکالیپتوس (۳۳ درصد) و آویشن (۲۲ درصد) بیشترین سهم را در داروهای گیاهی درمان اختلالات تنفسی به خود اختصاص داد در داروهای گیاهی درمان اختلالات کبدی و کلیوی به ترتیب از گیاهان خار مریم و گزنه استفاده شده بود. گیاهان درمنه خزری عصاره جفت بلوط و سیر بیشترین کاربرد را در داروهای گیاهی ضد کوکسیدیوز به خود اختصاص داده بودند. در داروهای آنتی بیوتیکی و ضد قارچ، گیاهانی مانند آویشن باغی نعنا فلفلی و زنیان وجود داشت که البته برخی از ترکیبات این داروها در بروشور ذکر نشده بود. در داروهای گیاهی اشتهاآور وایمنی‌زا از گیاهانی مانند بادرنجبویه، بومادران، آویشن باغی، سیر، سرخارگل و اکیناسه استفاده شده بود.

واژگان کلیدی: داروهای گیاهی، گیاهان دارویی و طیور



۱. مقدمه

بهبود سلامت و رفاه حیوانات و در نتیجه، تولید محصول سالم یکی از اهداف اصلی بخش صنعت دام و طیور می باشد و به کارگیری گیاهان دارویی یا داروهایی که از گیاهان دارویی استحصال شده است می تواند در حصول این هدف بسیار کمک کند. با کاهش استفاده از آنتی بیوتیک ها و افزایش مصرف محصولات دامی حاصل از حیواناتی که با جیره غذایی حاوی گیاهان دارویی تغذیه شده اند، می توان به بهبود سلامت عمومی انسان و کاهش خطر ابتلا به بیماری های مرتبط با مصرف گوشت و فرآورده های لبنی کمک کرد.

کاربرد گیاهان دارویی به جای داروهای شیمیایی می تواند جایگزین بسیار خوبی باشد زیرا استفاده از داروهای گیاهی هیچگونه عوارض خاصی ندارد و از طرف دیگر پرهیز از مصرف هم ندارند. داروهای گیاهی حاصل تبدیل برخی گیاهان به دارو در کارخانه های داروسازی طی فرایندی ویژه و در شرایط استریل هستند.

ترکیبات موثره در داروهای گیاهی دارای اثرات سیار بهتری بر روی محصولات دام و طیور می باشند و همچنین باعث ایجاد مقاومت در بدن حیوان نمی شود. درمان با گیاهان، دانشی با سابقه تاریخی است و همیشه یکی از پایه های اصلی در تمدن های باستانی و نیز طب اسلامی بوده است (امیدبگی، ۱۳۷۳). به طوری که سازمان بهداشت جهانی استفاده از ترکیبات گیاهی و محصولات گیاهی که بخش فعال آنها قسمتی از گیاه یا مواد گیاهی است، در تمام جهان به عنوان گیاه درمانی مطرح است (Klassen-Langlois et al., 2007). از طرفی، متخصصان داروسازی قرن بیست و یکم را به نام قرن بازگشت به طبیعت و استفاده از داروهای گیاهی نام نهاده اند. (صالحیان و همکاران، ۱۳۸۹). ترغیب عمومی جامعه با پیش آگاهی از مزایای اقتصادی و درمانی مصرف گیاهان دارویی به منظور ترویج و توسعه فرهنگ مصرف این گروه از داروهای مفید، ضروری به نظر می رسد (نورحسینی و همکاران، ۱۳۹۶). این مطالعه با هدف بررسی ترکیبات تشکیل دهنده داروهای گیاهی طراحی شد.

۲. مواد و روش ها

این مطالعه بر اساس داروهای گیاهی (تولید داخل) که در صنعت طیور کشور مورد استفاده قرار گرفته بود بررسی صورت گرفت و تعداد ۱۷ داروی گیاهی رایج در طیور مورد مطالعه قرار گرفت. داروهای گیاهی مورد نظر به شرح زیر دسته بندی شده بودند (جدول ۱):

درمان کننده اختلالات تنفسی

درمان کننده اختلالات گوارشی و کبدی

درمان کننده اختلالات ادراری و کلیوی

ضد کوکسیدیوز

داروهای گیاهی اشتها آور و ایمنی زا

و داروهای آنتی بیوتیک و ضد قارچ



بر اساس بروشور داروهای گیاهی مذکور عوامل اصلی تشکیل دهنده آن استخراج شد در بیشتر این داروهای گیاهی از مواد موثر گیاهان دارویی مشخصی استفاده شده بود لذا بر اساس آن تحلیل محتوای داروها صورت گرفت و نتایج این تحلیل به صورت به صورت نمودار و جدول ارائه گردید که در بخش نتایج به آن پرداخته خواهد شد.

جدول ۱. لیست برخی از داروهای گیاهی مورد استفاده در صنعت طیور (دسته بندی براساس درمان بیماریها)

کاربرد دارو	نام گیاه دارویی
بیماریهای تنفسی	رسپیرووت برونکوفین پلاس رسپیتول برونکوفین آنزوفین آنزوفین ایمونواکینامول افلورین اورتینکس
آنتی بیوتیک، ضد قارچ و اشتهاآور	ایمونوفین مایکوتوکسیفین آنتی بیوفین بیوهربال
ضد کوکسیدیوز	کوکسی فیت ال کوکسی میسین
اختلال کلیوی و کبدی	لاوارن هپامارین

۳. نتایج

نتایج (شکل ۱) این مطالعه نشان داد که گیاهان دارویی مانند اکالیپتوس (۳۳ درصد) و آویشن (۲۲ درصد) بیشترین سهم را در داروهای گیاهی درمان اختلالات تنفسی در طیور به خود اختصاص داده بودند. گیاه رزماری (۱۴ درصد) و نعناع (۱۰ درصد) در رتبه بندی بعدی قرار داشتند. در داروهای گیاهی درمان اختلالات کبدی و کلیوی به ترتیب از گیاهان خار مریم و گزنه استفاده شده بود.

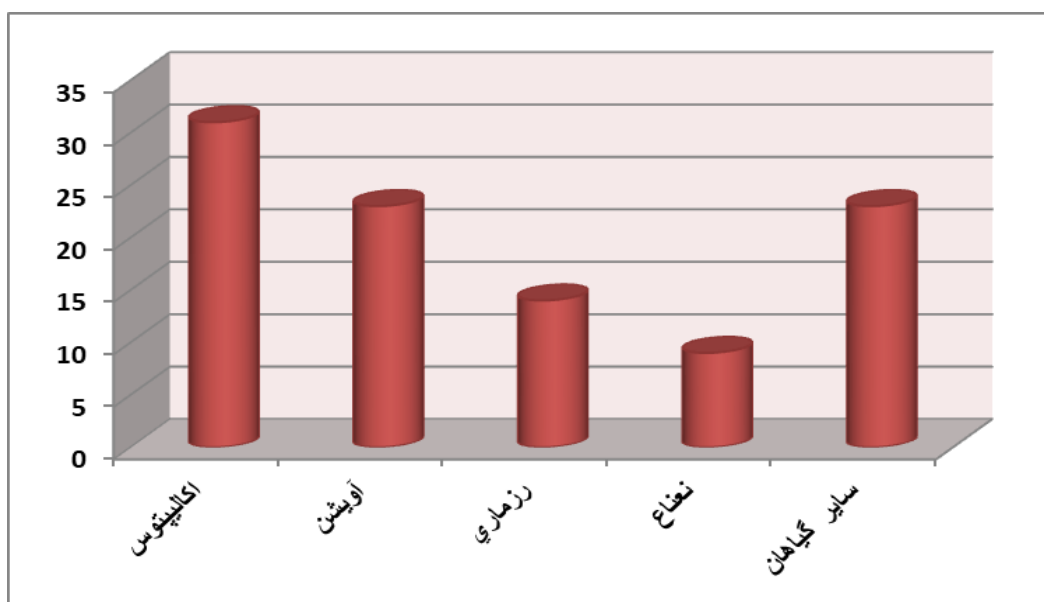
گیاهان درمنه خزری عصاره جفت بلوط و سیر بیشترین کاربرد را در داروهای گیاهی ضد کوکسیدیوز به خود اختصاص داده بودند. در داروهای آنتی بیوتیکی و ضد قارچ، گیاهانی مانند آویشن باغی، نعنا فلفلی و زنیان وجود داشت که البته برخی از ترکیبات این داروها در بروشور ذکر نشده بود. در داروهای گیاهی اشتهاآور و ایمنی زا از گیاهانی مانند بادرنجبویه، بومادران، آویشن باغی، سیر، سرخارگل و اکیناسه استفاده شده بود.

نحوه مصرف داروهای گیاهی در جدول ۲ ذکر شده است، نتایج نشان داد که ۵۹ درصد از داروهای گیاهی این مطالعه از طریق آشامیدنی به طیور داده می شود البته اگر بخش مشترک با روش اسپری را هم محاسبه شود حدود ۸۲ درصد از داروهای

مذکور از طریق آب به پرندگان داده می شود که این روش در اجرا بسیار سهل می باشد و تنش کمی برای جوجه ها بوجود می آورد. مابقی داروها از طریق اسپری یا مخلوط با دان در اختیار طیور قرار می گیرد.

جدول ۲. نحوه مصرف داروهای گیاهی در طیور

خوراکی (مخلوط با دان)	اسپری و آشامیدنی	آشامیدنی
۳	۴	۱۰



شکل ۱. ترکیب گیاهان دارویی (درصد) موجود در داروهای گیاهی تنفسی طیور

۴. بحث و نتیجه گیری

ترکیبات اصلی و موثره گیاهان آویشن، اکالیپتوس، بادرنجویه، رزماری و نعنا فلفلی جز ترکیبات گیاهی هستند که اثرات آنها بر روی رشد و سلامتی حیوانات ثابت شده است. وجود ترکیبات موثره مانند تایمول، کارواکرول، سینئول، آلفا پینن، منتول و منتون خواص ضد میکروبی، آنتی اکسیدانی، ضد التهابی و تقویت کننده سیستم ایمنی را دارا می باشند. (ارژنگ و همکاران، ۱۳۹۳، Bento et al., 2013). لذا استفاده از گیاهان مذکور در قالب دارو توانسته است با کمترین عوارض سبب بهبود عملکرد در رشد و سلامت طیور شود.

منابع

- ارژنگ، م. دخیلی، م. فراهانی، ف. ۱۳۹۳. بررسی ترکیبات شیمیایی و فعالیت ضد میکروبی اسانس حاصل از گیاه بادرنجبویه. مجله دانشگاه علوم پزشکی قم، ۹(۱): ۷-۱۳.
- اسکوتیان، ا. و دلیر، م. ۱۳۹۸. مروری بر کاربردهای گیاهان دارویی و ساز و کار اثرات آنها بر پارامترهای رشد، سلامت و تولید در صنعت طیور. تحقیقات دامپزشکی و فرآورده های بیولوژیک. ۳۲(۴): ۲-۱۲.
- امیدبیگی، ر. ۱۳۷۳. کشت داروهای گیاهی و نکات مهمی پیرامون آن. ماهنامه دارویی رازی. ۴۰-۲۴.
- صالحیان، ت. صفدری، ف. پیرک، آ. و عطاردی، ز. ۱۳۸۹. بررسی میزان مصرف گیاهان دارویی در تسکین دیسمنوره در دانشجویان ایرانشهر در سال ۱۳۸۸-۱۳۸۹. فصلنامه ی داروهای گیاهی. ۱۱(۴): ۵۷-۶۳.
- نورحسینی، س.ع. فلاحی، ا. سمیع زاده، م. بهشتی پور، ن. ۱۳۹۶. بررسی برتری نسبی مصرف گیاهان دارویی، داروهای گیاهی و داروهای شیمیایی بر اساس معیارهای اقتصادی و درمانی مطالعه موردی: شهرستان رشت. تحقیقات اقتصاد کشاورزی. ۹(۱): ۷۱-۹۲.
- Bento, M. H. L., A. C. Ouwehand, K. Tiihonen, S. Lahtinen, P. Nurminen, M. T. Saarinen, H. Schulze, T. Mygind, and J. Fischer. 2013. "Essential oils and their use in animal feeds for monogastric animals-- Effects on feed quality, gut microbiota, growth performance and food safety: a review." *Veterinari medicina*. 58, 9.
- Klassen-Langlois, D. Kipp, W. Jhangri, G.S. and Rubaale, T. (2007) Use of traditional herbal medicine by AIDS patients in Kabarole District, Western Uganda. *American Journal of Tropical Medicine and Hygiene*. 77(4): 757-763.

مروری کوتاه بر استفاده از نعناع فلفلی در تغذیه نشخوارکنندگان

جمیل بهرام پور^{۱*}، زهرا جوکار ریگ آبادی^۱، زهرا رنجبری نسب^۱

^۱گروه علوم دام، دانشکده کشاورزی، دانشگاه جیرفت، جیرفت

(Jamilb60@gmail.com)

چکیده

این مطالعه به بررسی تأثیر افزودن نعناع فلفلی (*Mentha piperita*) به جیره غذایی نشخوارکنندگان بر عملکرد رشد، قابلیت هضم مواد غذایی، فرآیندهای تخمیری در شکمبه و متابولیت‌های خون پرداخته است. یافته‌ها نشان می‌دهند که مصرف نعناع فلفلی می‌تواند به‌طور مثبت بر رشد دام‌ها تأثیر گذاشته و سرعت وزن‌گیری را افزایش دهد. افزودن این گیاه به جیره موجب بهبود قابلیت هضم و افزایش جذب مواد مغذی می‌شود. همچنین، نتایج آزمایشات نشان‌دهنده تأثیرات مفید نعناع فلفلی در تنظیم سطوح متابولیت‌های خون، به‌ویژه در افزایش میزان نیتروژن اوره خون بود. از طرفی، اثرات ضد میکروبی و آنتی‌اکسیدانی نعناع فلفلی تأثیر مثبتی بر فرآیند تخمیر شکمبه داشت، به گونه‌ای که منجر به بهبود کیفیت تخمیر و افزایش تولید اسیدهای چرب فرار شد. به‌طور کلی، نتایج این مطالعه نشان می‌دهد که استفاده از نعناع فلفلی در جیره غذایی نشخوارکنندگان می‌تواند به‌عنوان یک استراتژی مؤثر برای بهبود عملکرد رشد و سلامت عمومی حیوانات مورد توجه قرار گیرد.

واژگان کلیدی: افزایش وزن، قابلیت هضم، نعناع فلفلی، نشخوارکنندگان.



۱. مقدمه

گیاهان دارویی به عنوان یک جزء مهم در تغذیه نشخوارکنندگان، به ویژه در سال های اخیر، توجه بیشتری را به خود جلب کرده اند. این گیاهان نه تنها به عنوان مکمل های غذایی برای بهبود سلامت و کارایی دام ها مطرح شده اند، بلکه به عنوان جایگزینی برای مکمل های شیمیایی و داروهای آنتی بیوتیکی در نظام های دامداری پایدار و ارگانیک نیز شناخته می شوند (Farghaly et al., 2023; Rahmati Zaed et al., 2021; Zaki et al., 2021; al., 2021). لامیاسه (*Lamiaceae*) که خانواده نعناع نیز نامیده می شود، با ۲۳۶ جنس و بیش از ۷۰۰۰ گونه، بزرگترین خانواده در بین گیاهان دارویی است. یکی از شناخته شده ترین اعضای خانواده لامیاسه، نعناع فلفلی (*Mentha piperita* L.) است که یک هیبرید طبیعی از نعناع آبی (*Mentha aquatica* L.) و نعناع دشتی (*Mentha spicata* L.) است (Mehri et al., 2015). این گیاه بومی منطقه مدیترانه بوده و در سراسر جهان برای مصارف غذایی، دارویی، عطرسازی و پزشکی کشت می شود (McKay and Blumberg, 2006). مهمترین ترکیبات فیتوشیمیایی نعناع فلفلی، اسانس روغنی است که از برگ های آن به روش تقطیر آب یا بخار استخراج می شود (Nair, 2001). مونوترپن ها اجزای اصلی اسانس نعناع فلفلی هستند که مهمترین آنها شامل منتول (۳۰ تا ۵۵ درصد)، منتون (۱۴ تا ۳۲ درصد) و منتیل استات (۲/۸ تا ۱۰ درصد) است. سایر اجزای آن عبارتند از لیمونن (یک تا پنج)، پولگون (حداکثر چهار درصد)، منتوفوران (یک تا نه درصد)، ایزومنتون (۱/۵ تا ده درصد) و کارون (حداکثر یک درصد) (Mucciarelli et al., 2001; Paul and Datta, 2011). تحقیقات نشان داده اند که نعناع فلفلی می تواند به عنوان یک مکمل غذایی مؤثر در بهبود عملکرد، قابلیت هضم مواد مغذی و افزایش اشتها نشخوارکنندگان عمل کند (Hosoda et al., 2005; Khamisabadi et al., 2016; Bhat et al., 2017). اسانس نعناع فلفلی به عنوان یک اصلاح کننده تخمیر شکمبه استفاده شده است و گزارش شده است که تولید متان را با بهبود همزمان در قابلیت هضم پروتئین و عصاره اتری کاهش می دهد (Agarwal et al., 2009). به علاوه، این گیاه از خواص ضدباکتریایی و آنتی اکسیدان نیز برخوردار است (Singh et al., 2015)، که می تواند به سلامت روده و دستگاه گوارش نشخوارکنندگان کمک کند. در این مقاله، تأثیرات مختلف نعناع فلفلی بر تغذیه و سلامت نشخوارکنندگان به طور جامع بررسی خواهد شد. همچنین، به پتانسیل های بالای این گیاه به عنوان یک مکمل طبیعی در دامپروری و مزایای آن برای بهبود عملکرد و سلامت عمومی دام ها پرداخته می شود.

۲. مواد و روش ها

جهت انجام این پژوهش از مقالات چاپ شده در مجلات معتبر داخلی و خارجی استفاده شد. جستجو در پایگاه های اطلاعاتی و با استفاده از کلمات کلیدی مربوطه انجام و سپس مقالات واجد شرایط انتخاب و مورد بررسی قرار گرفتند.

۳. نتایج

۳-۱. تأثیر نعناع فلفلی بر عملکرد رشد

استفاده از نعناع فلفلی در جیره غذایی نشخوارکنندگان پروراری تأثیرات مثبتی بر عملکرد رشد آن ها دارد. ترکیبات فعال موجود در این گیاه می توانند به افزایش اشتها و بهبود جذب مواد مغذی کمک کنند. این امر نتیجه بهبود سلامت دستگاه گوارش



و افزایش فعالیت آنزیم‌های گوارشی است که در نهایت منجر به افزایش نرخ رشد و بازده تولید گوشت می‌شود (Khamisabadi et al., 2016; Bhat et al., 2017). تحقیقات نشان می‌دهند که استفاده از نعنای فلفلی (سه درصد، ۲۷ درصد یونجه و ۷۰ درصد کنسانتره) در جیره بره‌های پرواری نژاد سنجابی سبب افزایش میانگین مصرف خوراک روزانه و میانگین افزایش وزن روزانه شد، اما تأثیری بر ضریب تبدیل خوراک نداشت. افزایش مصرف خوراک و در نتیجه افزایش میانگین وزن روزانه در تیمار نعنای فلفلی به دلیل افزایش اشتها بود (Khamisabadi et al., 2016). متتول و سایر ترکیبات فرار موجود در نعنای فلفلی می‌توانند به تحریک ترشح آنزیم‌های گوارشی کمک کنند، که این امر به افزایش هضم و جذب مواد مغذی کمک می‌کند (Bhat et al., 2017). همچنین این گیاه می‌تواند به کاهش تولید گازهای گوارشی و نفخ در نشخوارکنندگان کمک کند. کاهش نفخ نه تنها باعث راحتی بیشتر دام می‌شود بلکه به افزایش مصرف خوراک نیز منجر می‌شود (Ando et al., 2003; Bhat et al., 2017). گزارش شده است که تغذیه ۲/۵ درصد پودر خشک اسانس نعنای فلفلی، آویشن و رزماری تأثیری معنی‌داری بر عملکرد رشد بره‌های پرواری نداشت (Farghaly and Abdullah, 2021).

۳-۲. تأثیر نعنای فلفلی بر قابلیت هضم مواد مغذی

گزارش شده است که مصرف سه درصد نعنای فلفلی سبب افزایش قابلیت هضم کلسیم و فسفر بره‌های پرواری نژاد سنجابی شد، اما تأثیری بر میزان قابلیت هضم ماده خشک، پروتئین خام، عصاره اتری، فیبر محلول در شوینده خنثی و فیبر محلول در شوینده اسیدی نداشت (Khamisabadi et al., 2016). در مطالعه دیگر، اثر افزودن سطوح مختلف نعنای فلفلی (صفر، یک، دو، سه، چهار و پنج درصد) بر قابلیت هضم جیره کامل نشخوارکنندگان کوچک در شرایط آزمایشگاهی بررسی و گزارش شد که مکمل نعنای فلفلی سبب بهبود قابلیت هضم ماده خشک، ماده آلی و فیبر محلول در شوینده خنثی شد (Bhat et al., 2017). گزارش شده است که افزودنی‌های خوراک گیاهی باعث افزایش ترشح آنزیم‌های گوارشی می‌شوند که به نوبه خود قابلیت هضم را افزایش می‌دهد (Jang et al., 2007). نتایج حاصل از یک آزمایش حاکی از آن است که پنج درصد پودر خشک نعنای فلفلی سبب کاهش قابلیت هضم ظاهری ماده خشک، مواد آلی، پروتئین خام، فیبر نامحلول در شوینده خنثی، فیبر نامحلول در شوینده اسیدی و انرژی ناخالص گاوهای شیری شد (Hosoda et al., 2005)، این نتایج را می‌توان با فعالیت ضد میکروبی قوی نعنای فلفلی توضیح داد که ممکن است باعث کاهش فعالیت میکروبی شکمبه درگیر در قابلیت هضم مواد مغذی شود. محققین دریافتند که تغذیه اسانس نعنای فلفلی (صفر، ۱۰۰ و ۲۰۰ میلی گرم در روز) تأثیر معنی‌داری بر میزان ماده خشک مصرفی، قابلیت هضم ماده خشک، دیواره سلولی، دیواره همی سلولز، پروتئین خام و چربی خام گوسفندان ماکویی نداشت (احمدی نقدهی و همکاران، ۱۳۹۴). در مطالعه دیگر، عدم تأثیر استفاده از سه درصد گیاه نعنای فلفلی بر قابلیت هضم مواد مغذی خوراک در تلیسه‌های هلشتاین گزارش شد (Ando et al., 2003).

۳-۳. تأثیر نعنای فلفلی بر تخمیر شکمبه‌ای

تخمیر شکمبه در نشخوارکنندگان، نقش حیاتی در متابولیسم نیتروژن و به طور کلی در هضم و تغذیه آنها دارد. این فرآیند به کمک میکروارگانیسم‌های موجود در شکمبه، مواد غذایی را تجزیه کرده و انرژی و مواد مغذی لازم برای بدن حیوان را



فراهم می‌کند. گزارش شده است که مصرف پنج درصد گیاه نعنای فلفلی سبب کاهش تولید متان در گاوهای هلشتاین شد (Hosoda et al., 2005). در مطالعه دیگر، استفاده از سه درصد نعنای فلفلی در تلیسه‌های هلشتاین سبب کاهش غلظت نیتروژن آمونیاکی و جمعیت پروتوزوآهای شکمبه و در نتیجه بهبود متابولیسم شکمبه شد (Ando et al., 2003). با توجه به اینکه پروتوزوآها نقش مهمی در تولید آمونیاک در شکمبه بر عهده دارند (Bach et al., 2005)، کاهش غلظت نیتروژن آمونیاکی می‌تواند به مهار جمعیت پروتوزوآیی نسبت داده شود. عدم تأثیر مصرف اسانس نعنای فلفلی (صفر، ۱۰۰ و ۲۰۰ میلی گرم در روز) بر pH مایع شکمبه، غلظت نیتروژن آمونیاکی، استات، پروپیونات، بوتیرات و تولید کل اسیدهای چرب فرار شکمبه گوسفندان ماکویی گزارش شد (احمدی نقدهی و همکاران، ۱۳۹۴). همچنین نشان داده شده است که سطوح مختلف نعنای فلفلی (صفر، یک، دو، سه، چهار و پنج درصد) تأثیر معنی‌داری بر pH شکمبه و مواد از ته غیر پروتئینی نشخوارکنندگان کوچک در شرایط آزمایشگاهی نداشت، اما سبب کاهش غلظت نیتروژن آمونیاکی و افزایش کل اسیدهای چرب فرار و نیتروژن کل شد (Bhat et al., 2017). این نتایج نشان می‌دهد که هنگام مصرف مکمل نعنای فلفلی میکروب‌های شکمبه از آمونیاک بیشتری برای تولید توده میکروبی استفاده می‌کنند (Bhat et al., 2017).

۳-۴. تأثیر نعنای فلفلی بر متابولیت‌های خون

در مطالعه‌ای اثر سطوح مختلف اسانس نعنای فلفلی (صفر، ۱۰۰ و ۲۰۰ میلی گرم در روز) بر فراسنجه‌های پلاسمای گوسفندان ماکویی بررسی و گزارش شد که مکمل نعنای فلفلی تأثیر معنی‌داری بر میزان گلوکز، تری‌گلیسرید، کلسترول، پروتئین تام، آلبومین، گلوبولین، اسیدهای چرب غیراستریفیه HDL و LDL پلاسما نداشت (احمدی نقدهی و همکاران، ۱۳۹۴). محققین دریافتند که افزودن سه درصد نعنای فلفلی تأثیر معنی‌داری بر میزان هموگلوبین، هماتوکریت، گلوکز و پروتئین کل خون گوسفند در روز سی پرورش نداشت، اما سبب افزایش میزان نیتروژن اوره خون در روز سی پرورش شد (Ishfaq et al., 2019)، این افزایش ممکن است به دلیل افزایش باکتری‌های تخمیرکننده آمونیاک باشد که به نوبه خود منجر به تولید بیشتر اوره می‌شود (Ishfaq et al., 2019).

۴. بحث و نتیجه‌گیری

به طور کلی، افزودن نعنای فلفلی به جیره نشخوارکنندگان ممکن است به بهبود عملکرد رشد، افزایش قابلیت هضم، بهبود وضعیت متابولیک و بهینه‌سازی فرآیندهای تخمیری در شکمبه منجر شود، که همه این‌ها می‌توانند به افزایش کارایی تولید و سلامت کلی حیوانات کمک کنند. با توجه به این مزایا، بررسی دقیق‌تر و تحقیقات گسترده‌تری در زمینه تأثیرات نعنای فلفلی بر تغذیه نشخوارکنندگان ضروری به نظر می‌رسد.



منابع

- احمدی نقدهی، ع.، ر. پیرمحمدی، م. صحرایی بلوردی و خ. پارسایی مهر. ۱۳۹۴. تاثیر اسانس گیاه نعناع فلفلی بر قابلیت هضم خوراک و تخمیر شکمبه ای گوسفندان ماکویی. نشریه علوم دامی. شماره ۱۰۶. صفحات ۶۵ تا ۷۰.
- Agarwal, N., Shekhar, C., Kumar, R., Chaudhary, L.C., and Kamra, D. N. (2009). Effect of peppermint (*Mentha piperita*) oil on in vitro methanogenesis and fermentation of feed with buffalo rumen liquor. *Animal Feed Science and Technology*. 148(2-4), 321-327.
- Ando, S., Nishida, T., Ishida, M., Hosoda, K., and Bayaru, E. (2003). Effect of peppermint feeding on the digestibility, ruminal fermentation and protozoa. *Livestock Production Science*. 82(2-3), 245-248.
- Bach, A., Calsamiglia, S., and Stern, M.D. (2005). Nitrogen metabolism in the rumen. *Journal of Dairy Science*, 88, E9-E21.
- Bhat, A.R., Ganai, A.M., Ishfaq, A., Masood, D., Sheikh, G.G., and Beigh, Y.A. (2017). Effects of mentha piperita on in vitro fermentation and digestibility of complete rations for small ruminants. *Indian Journal of Animal Nutrition*. 34(2), 173-177.
- Farghaly, M.M., and Abdullah, M.A.M. (2021). Effect of dietary oregano, rosemary and peppermint as feed additives on nutrients digestibility, rumen fermentation and performance of fattening sheep. *Egyptian Journal of Nutrition and Feeds*. 24(3), 365-376.
- Hosoda, K., Nishida, T., Park, W.Y., and Eruden, B. (2005). Influence of *Mentha* × *piperita* L. (peppermint) supplementation on nutrient digestibility and energy metabolism in lactating dairy cows. *Asian-australasian Journal of Animal Sciences*. 18(12), 1721-1726.
- Ishfaq, A., Bhat, A.R., Ganai, A.M., Beigh, Y.A., and Sheikh, G.G. (2019). Effect of Pudina (*Mentha piperita*) Supplementation on Nutrient Utilization and Blood Biochemical Parameters of Sheep. *Indian Journal of Animal Nutrition*. 36(2), 146-152.
- Jang, I.S., Ko, Y.H., Kang, S.Y., and Lee, C.Y. (2007). Effect of a commercial essential oil on growth performance, digestive enzyme activity and intestinal microflora population in broiler chickens. *Animal Feed Science and Technology*. 134(3-4), 304-315.
- Khamisabadi, H., Kafilzadeh, F., and Charaien, B. (2016). Effect of thyme (*Thymus vulgaris*) or peppermint (*Mentha piperita*) on performance, digestibility and blood metabolites of fattening Sanjabi lambs. *Biharean Biologist*. 10(2):118-122.
- McKay, D.L., and Blumberg, J.B. (2006). A review of the bioactivity and potential health benefits of peppermint tea (*Mentha piperita* L.). *Phytotherapy Research: An International Journal Devoted to Pharmacological and Toxicological Evaluation of Natural Product Derivatives*. 20(8), 619-633.
- Mehri, M., Sabaghi, V., and Bagherzadeh-Kasmani, F. (2015). *Mentha piperita* (peppermint) in growing Japanese quails' diet: Serum biochemistry, meat quality, humoral immunity. *Animal Feed Science and Technology*. 206, 57-66.
- Mucciarelli, M., Camusso, W., Berteau, C.M., Bossi, S., and Maffei, M. (2001). Effect of (+)-pulegone and other oil components of *Mentha* × *piperita* on cucumber respiration. *Phytochemistry*. 57(1), 91-98.
- Nair, B. (2001). Final report on the safety assessment of *Mentha piperita* (Peppermint) oil, *Mentha piperita* (Peppermint) leaf extract, *Mentha piperita* (Peppermint) leaf, and *Mentha piperita* (Peppermint) leaf water. *International Journal of Toxicology*. 20, 61-73.
- Paul, R., and Datta, A. (2011). An updated overview on peppermint (*Mentha piperita* L.). *The International Research Journal of Pharmacy*. 2(8), 9-18.
- Rahmati Zaed, M., Hozhabri, F., and Kafilzadeh, F. (2023). The effect of adding a mixture of peppermint, thyme and rosemary essential oils to diet on growth performance, rumen fermentation parameters and blood metabolites of fattening lambs. *Iranian Journal of Animal Science*. 53(4), 273-285.
- Singh, R., Shushni, M.A., and Belkheir, A. (2015). Antibacterial and antioxidant activities of *Mentha piperita* L. *Arabian Journal of Chemistry*. 8(3), 322-328.



Zaki, M.G., Baraka, T.A., and Tayeb, F.A.E.F. (2021). Effect of thyme (*Thymus vulgaris*) powder on acid-base balance, rumen, and blood constituents in healthy Egyptian sheep. Comparative Clinical Pathology. 30(4), 665-669.



اثرات تغذیه برگ گیاه مورد بر آنزیمهای کبدی و برخی فراسنجههای خونی در گوسفندان کرمانی

مرضیه رفیعی^۱، جمیل بهرام پور^{۲*}، ارسلان برازنده^۳، یدالله بدخشان^۲

^۱گروه علوم دام، دانشکده کشاورزی، دانشگاه جیرفت، جیرفت.

^{۲*}گروه علوم دامی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه جیرفت، جیرفت (Jamilb60@gmail.com)

^۳گروه علوم دامی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه جیرفت، جیرفت.

چکیده

امروزه در صنعت دام پروری، توجه به گیاهان دارویی به دلیل داشتن ترکیبات ثانویه که نقش آنتی بیوتیکی و آنتی اکسیدانی دارند افزایش یافته است. گیاه مورد (*Myrtus communis*) از گیاهان دارویی است که دارای ترکیبات آنتی بیوتیکی می باشد. هدف از این آزمایش بررسی اثرات تغذیه برگ گیاه مورد بر برخی فراسنجههای خونی در گوسفندان کرمانی می باشد. بدین منظور تعداد ۱۵ رأس گوسفند نر کرمانی یک ساله با میانگین وزن ۳۲/۴ کیلوگرم از گله تحقیقاتی دانشگاه جیرفت انتخاب و در سه گروه شاهد، تیمار ۲۵ گرم برگ گیاه مورد در کیلوگرم خوراک و ۵۰ گرم برگ گیاه مورد در کیلوگرم خوراک تقسیم بندی شدند. طول دوره آزمایش ۲۱ روز (۱۴ روز عادت پذیری و ۷ روز نمونه برداری) بود. مقادیر برگ گیاه مورد تیمارهای آزمایشی جایگزین یونجه در بخش علوفه ای جیره شد. پارامترهای اندازه گیری شده، متابولیت های سرم خون شامل؛ آلومین، پروتئین تام، گلوکز، کلسترول، تری گلیسرید و آنزیم های کبدی (ALT، ALP و AST) بود. نتایج این آزمایش نشان داد که سطح سرمی آلومین، پروتئین تام، گلوکز، کلسترول و تری گلیسرید بین تیمارهای آزمایشی و گروه شاهد تفاوت معنی داری نداشت ($P>0/05$). میزان آسپاراتات آمینوترانسفراز در تیمار ۵۰ گرم برگ گیاه مورد (۱۰۹ واحد در لیتر) در مقایسه با گروه شاهد (۶۷/۷۵ واحد در لیتر) تفاوت معنی داری داشت ($P<0/05$) اما با سطح ۲۵ گرم برگ گیاه مورد (۸۱/۱۰ واحد در لیتر) تفاوت معنی داری مشاهده نشد. در هر دو سطح ۲۵ و ۵۰ گرم برگ گیاه مورد میزان آلانین آمینوترانسفراز سرم خون (به ترتیب ۴۱/۲۴ و ۳۹/۵۰ واحد در لیتر) به طور معنی داری بیشتر از گروه شاهد (۱۹/۵۲ واحد در لیتر) بود ($P<0/05$). میزان آلکالین فسفاتاز سرم خون در گروه شاهد کمتر از تیمارهای ۲۵ و ۵۰ گرم گیاه مورد بود اما این تفاوت معنی دار نبود ($P>0/05$).

واژگان کلیدی: آنزیم های کبدی، گوسفندان کرمانی، گیاه مورد، متابولیت های خون



۱. مقدمه

دام‌ها بخش جدایی‌ناپذیر از بخش کشاورزی هستند و تأثیر زیادی بر اقتصاد ملی دارند. بسیاری از روش‌ها مانند استفاده از آنتی‌بیوتیک‌ها، پری‌بیوتیک‌ها و پروبیوتیک‌ها، هورمون‌ها، مهارکننده‌های متان و دیگر افزودنی‌ها در رژیم غذایی دام‌ها از دهه‌ها پیش مورد استفاده قرار گرفته‌اند. این شیوه‌ها نه تنها بار مالی اضافی بر دوش دام‌داران می‌گذارند، بلکه ممکن است باقی‌مانده‌هایی در محصولات دامی ایجاد کنند که می‌تواند نگرانی‌های بهداشتی به همراه داشته باشد (Sharma et al., 2008). استفاده از آنتی‌بیوتیک‌ها به عنوان افزودنی‌های خوراکی در تغذیه دام‌ها در بسیاری از کشورهای اروپایی ممنوع شده است (Anadon, 2006) به دلیل افزایش بروز پاتوژن‌هایی که به آنتی‌بیوتیک‌های استفاده‌شده در دام‌ها و انسان‌ها مقاوم شده‌اند. با محدودیت در استفاده یا ممنوعیت کامل افزودنی‌های خوراکی، باید استراتژی‌های جدیدی برای بهبود و حفاظت از وضعیت سلامتی دام‌های مزرعه‌ای بررسی شود.

خانواده موردیان یک خانواده از گیاهان چوبی گل‌دهنده است که تقریباً ۵۵۰۰ گونه در ۱۴۴ جنس و ۱۷ خانواده دارد. در این خانواده، راسته *Myrteae* نیمی از تنوع زیستی خانواده را شامل می‌شود، که ۵۱ جنس و حدود ۲۵۰۰ گونه عمدتاً در نواحی نئوتروپیک یافت می‌شوند. مورد تنها جنسی است که در اروپا، شمال آفریقا، آسیا و به‌ویژه در منطقه مدیترانه‌ای جنوب اروپا یافت می‌شود (Hosseini et al., 2023; Yahyazadeh et al., 2021). گیاه مورد (*Myrtus communis*) یکی از معروف‌ترین انواع سرده مورد است که در کتاب‌های سنتی به آن اشاره شده، (Mahboubi, 2017) این گیاه به ارتفاع ۲/۴ تا سه متر می‌رسد و شاخه‌ها به گونه‌ای رشد می‌کنند که یک تاج پرپشت و کامل تشکیل می‌دهند که به‌طور متراکم با برگ‌ها پوشیده شده است (Sumbul et al., 2010). میوه‌ها کوچک و تیره رنگ هستند و برگ‌های سبز کوچک دارند (Asif et al., 2011). برگ‌های همیشه‌سبز آن بین دو تا پنج سانتی‌متر طول دارند و طعمی تلخ به دلیل خواص قابض خود دارند (Alipour et al., 2014). مهمترین ترکیبات برگ خشک مورد شامل، ۸۱ سینئول (۲۳/۴٪)، آلفا-پینن (۲۲/۴٪)، لیمونن (۱۹٪)، لینالول (۱۱/۷٪)، استات لینالیل (۶/۱٪)، ۴-تریپینئول (۲/۴٪)، آ-تریپینئول (۲/۴٪)، متیل اوژنول (۲٪)، ژرانیول (۱/۵٪) می‌باشند (برازنده، ۱۳۷۹).

گونه‌های مورد از نظر روغن‌های فرار، اسیدهای فنولیک، فلاونوئیدها، تانن‌ها، رنگدانه‌های آنتوسیانین و اسیدهای چرب بسیار غنی گزارش شده‌اند. *Myrtus communis* L حاوی پلی‌فنل و اسانس است. محققان وجود چندین ترکیب شیمیایی خاص را در قسمت‌های هوایی نشان داده‌اند. به‌عنوان مثال، برگ‌های خشک این گیاه حاوی ۱۸-سینئول (۱۹/۶-۱۳/۵ درصد)، لینالول (۷/۷-۱۵/۸ درصد)، لینالیل استات (۶-۲/۵ درصد)، ترپینول، ترپینولن، تانن‌ها و ترکیبات فلاونوئیدی است. برگ و گل آن حاوی اسانس، اسیدهای فنولیک، فلاونوئیدها و تانن است. میوه‌ها از تانن‌ها، آنتوسیانین‌ها (۵۴-۰/۲ درصد)، اسیدهای چرب و آلی (۹ تا ۵۲ درصد) تشکیل شده‌اند و محتوای آن به حلال استخراج مورد استفاده و یا دوره رسیدن بستگی دارد. بدیهی است که محتوای این ترکیبات بسته به قسمت گیاهی مورد استفاده نیز متفاوت است (Anwar et al., 2016).



برگ مورد دارای مواد رزینی، تانن، فلاونوئید، ویتامین C، اسیدتانیک و اسیدهای آلی بوده و فاقد آلکالوئید و گلیکوزید است. به همین سبب در مواردی نظیر ضداحتقان، قابض، تقویت کننده، درمان آکنه، ناراحتی های مجاری تنفسی، سینوزیت و عفونت لثه کاربرد دارد و به عنوان ضد عفونی کننده و ضد انگلی مورد استفاده قرار می گیرد (اسماعیلی و همکاران، ۱۳۹۱).

میوه مورد شامل اسانس ها، آلکالوئیدها، فلاونوئیدها، ترکیبات فنلی، کومارین ها، ساپونوزیدها، تانن ها، کینین ها و آنتراکینون ها می باشد (Mahboubi and Ghazian, 2010; Sumbul *et al.*, 2012; Dellaoui *et al.*, 2018). گزارش شده است که میوه مورد حاوی ۲/۳۴ درصد تانن می باشد (Sumbul *et al.*, 2012).

بررسی ترکیبات شیمیایی گونه گیاه مورد موجود در ایران نشان می دهد که این میزان اسانس این گیاه در بخش های مختلف برابر با ۰/۱۷ درصد از میوه، ۱/۳ درصد از برگ ها در هنگام رسیدن میوه و ۲/۶۱ درصد از برگ ها در مرحله گل دهی است. بیشترین نوع اسانس های برگ این گیاه در مرحله گل دهی و رسیدن میوه شامل آلفا پنین، یک و هشت سینئول، لیمونن و لینالول گزارش شده است (Al-Snafi *et al.*, 2024). گیاه مورد دارای خواص ضد میکروبی، ضد انگلی، آنتی اکسیدانی و تعدیل کننده سیستم ایمنی می باشد.

ترکیبات مختلف گیاه مورد مانند مریتوکاموآستالون، مریستین و فاکتور تنظیم رشد G3 توانایی کاهش پاسخ ایمنی را از طریق تأثیر بر اجزای سیستم ایمنی نشان دادند. مریتوکاموآستالون و فاکتور G3 تولید نیتریک اکسید را مهار کردند، در حالی که مریستین تولید رادیکال های آزاد اکسیژن (ROS) را در فاگوسیت های خونی مهار کرد. همچنین مریتوکاموآستالون اثر ضد پروتولیراتی قوی بر تکثیر سلول های T داشت (Ozcan *et al.*, 2019).

۲. مواد و روش ها

این پژوهش در آبان ماه ۱۴۰۲ در ایستگاه تحقیقاتی شهید بهشتی دانشگاه جیرفت انجام گردید که در آن تعداد ۱۵ رأس بره نر نژاد کرمانی با میانگین وزن ۳۲/۴ کیلوگرم انتخاب، وزن کشی و در باکس های انفرادی با ابعاد ۱/۵×۱/۵ متر قرار گرفتند. این آزمایش در قالب طرح کاملاً تصادفی با سه تیمار و پنج تکرار و به مدت ۲۱ روز (۱۴ روز عادت پذیری و هفت روز نمونه برداری) اجرا شد.

برای هر تیمار ۵ تکرار در نظر گرفته شده که با جیره های آزمایشی تعیین شده در حد اشتها هر روز صبح ساعت ۷/۵ تغذیه شدند همچنین دام ها به طور آزاد به آب دسترسی داشتند. در این دوره ابتدا دام ها با علوفه یونجه تغذیه شدند (Ferreira, 2004) و سپس به طور تدریجی گیاه دارویی به جیره افزوده شد. تا جایی که به میزان تعیین شده برای هر تیمار تأمین شد. برگ گیاه مورد با مقدار ۲۵ گرم و ۵۰ گرم در کیلوگرم خوراک به جیره پایه (یونجه) اضافه گردید.

گیاه دارویی مورد، استفاده شده در این آزمایش، در فصل بهار و تابستان از مرتع پشته موردی دهستان دلفارد شهرستان جیرفت جمع آوری، خشک و آسیاب گردید. بعد از عادت دهی دام ها به جیره آزمایشی و باکس های انفرادی، دوره اصلی آزمایش به مدت هفت روز آغاز گردید. خوراک مصرفی بره ها در طول دوره آزمایشی در جدول ۳ نشان داده شده است.



خوراک به صورت روزانه در یک نوبت صبح در اختیار دامها قرار می گرفت به صورتی که ۵ تا ۱۰ درصد خوراک در کف آخورهای انفرادی باقی بماند.

ترکیب شیمیایی برگ مورد شامل؛ ماده خشک ۲۵/۳۶، خاکستر ۲/۲، ADF ۲۷/۳۲، NDF ۵۵/۴ و پروتئین خام ۱۶/۲۹ درصد بود.

جدول ۱- درصد اجزا و ترکیب شیمیایی جیره های آزمایشی

تیمار ۲	تیمار ۱	شاهد	گروه های آزمایشی
			اقلام خوراکی جیره (گرم / کیلوگرم)
۹۴	۹۶/۵	۹۹	یونجه
۱	۱	۱	مکمل ویتامین و معدنی
۵	۲/۵	۰	گیاه مورد
			ترکیب شیمیایی (گرم / کیلوگرم)
۰/۶۲	۰/۶۱	۰/۶۲	ماده خشک
۰/۴۱	۰/۴۳	۰/۳۲	چربی خام
۷۳	۷۱/۲۰	۷۲/۷۵	خاکستر
۰/۴۰	۰/۴۱	۰/۴۳	پروتئین خام

تیمارهای آزمایشی عبارت بودند از: تیمار شاهد: جیره (بدون گیاه مورد)، تیمار ۱: جیره شاهد + ۲۵ گرم برگ گیاه مورد در هر کیلو گرم خوراک، تیمار ۲: جیره شاهد + ۵۰ گرم برگ گیاه مورد در هر کیلو گرم خوراک.

در این آزمایش برای اندازه گیری فراسنجه های خونی شامل آلبومین، پروتئین، گلوکز، تری گلیسیرید، کلسترول، آنزیم های آسپاراتات آمینوترانسفراز، آلانین آمینوترانسفراز و آلکالین فسفاتاز سرم خون در روز پایانی آزمایش پس از ۱۶ ساعت گرسنگی شبانه و قبل از تغذیه صبح از سیاهرگ و داج گردنی هر دام، در لوله های آزمایش فاقد ماده ضد انعقاد نمونه خون تهیه و پس از سانتریفیوژ (دور ۳۵۰۰ در زمان ۱۵ دقیقه) سرم آن جدا شد. سپس نمونه ها به آزمایشگاه ارسال و با استفاده از کیت های شرکت پارس آزمون و با استفاده از روش اسپکتوفتومتری، فراسنجه های خون اندازه گیری شدند. تجزیه و تحلیل آماری داده ها با کمک نرم افزار آماری R و مقایسه میانگین داده ها با استفاده از آزمون توکی در سطح خطای ۵ درصد انجام شد.

۳. نتایج

۳-۱. متابولیت های بیوشیمیایی سرم خون

تأثیر تیمارهای آزمایشی بر میزان فراسنجه های بیوشیمیایی سرم خون گوسفندان کرمانی در جدول ۲ نشان داده شده است که براساس آن میزان آلبومین، پروتئین، گلوکز، تری گلیسیرید و کلسترول خون تحت تأثیر تیمارهای آزمایشی قرار نگرفت ($P > 0.05$).



جدول ۲- اثر تیمارهای آزمایشی بر میزان آنزیمهای کبدی سرم خون گوسفندان کرمانی

تیمار/فراسنجه	آلبومین (گرم بر دسی لیتر)	پروتئین (گرم بر دسی لیتر)	گلوکز (گرم بر دسی لیتر)	کلسترول (میلی گرم در دسی لیتر)	تری گلیسرید (میلی گرم در دسی لیتر)
شاهد	۳/۶۳	۷/۲۵	۶۳/۰۰	۴۷/۲۵	۲۵/۰۰
تیمار ۱	۴/۰۱	۷/۲۵	۶۷/۱۰	۴۹/۸۰	۲۹/۳۸
تیمار ۲	۳/۷۲	۷/۷۸	۶۳/۰۰	۴۶/۵۰	۱۸/۳۳
SEM	۰/۱۵	۰/۲۸	۲/۸۲	۲/۷۶	۳/۵۹
P-value	۰/۲۸	۰/۴۹	۰/۵۳	۰/۶۸	۰/۱۴

SEM: خطای استاندارد میانگین، شاهد: جیره پایه، تیمار ۱: جیره پایه + ۲۵ گرم برگ گیاه مورد در کیلوگرم خوراک، تیمار ۲: جیره پایه + ۵۰ گرم برگ گیاه مورد در کیلوگرم خوراک.

۳-۲. آنزیمهای کبدی

در جدول ۳ تأثیر تیمارهای آزمایشی بر میزان آنزیمهای کبدی سرم خون گوسفندان کرمانی نشان داده شده است. تیمارهای آزمایشی تأثیر معنی داری بر میزان آسپاراتات آمینوترانسفراز (AST) و آلانین آمینوترانسفراز (ALT) داشتند ($P < 0.05$)، اما میزان آلکالین فسفاتاز (ALK) سرم خون تحت تأثیر تیمارهای آزمایشی قرار نگرفت ($P > 0.05$).

جدول ۳- اثر تیمارهای آزمایشی بر میزان آنزیمهای کبدی سرم خون گوسفندان کرمانی

تیمار/فراسنجه	آسپاراتات آمینوترانسفراز (واحد در لیتر)	آلانین آمینوترانسفراز (واحد در لیتر)	آلکالین فسفاتاز (واحد در لیتر)
شاهد	۶۷/۷۵ ^b	۱۹/۵۲ ^b	۲۳۴/۵۰
تیمار ۱	۸۱/۱۰ ^{ab}	۴۱/۲۴ ^a	۳۴۵/۰۰
تیمار ۲	۱۰۹/۰۰ ^a	۳۹/۵۰ ^a	۳۸۳/۲۰
SEM	۸/۱۶	۵/۵۶	۶۶/۲۷
P-value	۰/۰۱	۰/۰۴	۰/۳۴

SEM: خطای استاندارد میانگین، شاهد: جیره پایه، تیمار ۱: جیره پایه + ۲۵ گرم برگ گیاه مورد در کیلوگرم خوراک، تیمار ۲: جیره پایه + ۵۰ گرم برگ گیاه مورد در کیلوگرم خوراک.

میزان آنزیم آسپاراتات آمینوترانسفراز در تیمار ۲۵ و ۵۰ گرم برگ گیاه مورد در کیلوگرم خوراک و شاهد به ترتیب برابر با ۸۱/۱۰، ۱۰۹ و ۶۷/۷۵ واحد در لیتر بود. میزان این آنزیم در تیمار ۵۰ گرم برگ گیاه مورد به طور معنی داری بیشتر از گروه شاهد بود ($P < 0.05$)، اما تیمار ۲۵ گرم برگ گیاه مورد تفاوت معنی داری با شاهد نداشت ($P > 0.05$).

میزان آلانین آمینوترانسفراز در گروه شاهد، تیمار ۲۵ گرم برگ گیاه مورد در کیلوگرم خوراک و تیمار ۵۰ گرم برگ گیاه مورد در کیلوگرم خوراک به ترتیب برابر با ۴۱/۲۴، ۳۹/۵۰ و ۳۴۵ واحد در لیتر بود. میزان آلانین آمینوترانسفراز در دو تیمار ۲۵ و ۵۰ گرم برگ گیاه مورد به طور معنی داری بیشتر از گروه شاهد بود ($P < 0.05$). میزان آلکالین فسفاتاز سرم خون در گروه شاهد و تیمارهای ۲۵ و ۵۰ گرم برگ گیاه مورد به ترتیب برابر با ۲۳۴/۵۰، ۳۴۵ و ۳۸۳/۲۰ واحد در لیتر بود. با وجود اینکه



میزان آلکالین فسفاتاز در تیمارهای ۲۵ و ۵۰ گرم برگ گیاه مورد نسبت به گروه شاهد بالاتر بود اما این تفاوت معنی دار نبود ($P>0.05$).

۴. بحث و نتیجه گیری

۴-۱. متابولیت‌های بیوشیمیایی سرم خون

محققان همسو با نتایج ما گزارش کردند که غلظت تری گلیسرید، آلبومین و پروتئین تام در گروه‌های مختلف دریافت کننده عصاره مورد در موش‌ها بی تأثیر بود. همچنین گزارش کردند که کلسترول و گلوکز در موش‌های دیابتی تحت درمان با عصاره مورد نسبت به گروه کنترل دیابتی کاهش معنی داری داشت که مخالف با یافته‌های ما بود (Joheri et al., 2014). پژوهشگران کاهش معنی دار غلظت گلوکز و تری گلیسرید را با استفاده از سطوح مختلف پودر برگ مورد در گوسفند عربی گزارش کردند اما غلظت کلسترول به طور معنی داری تحت تأثیر جیره‌های آزمایشی قرار نگرفت (صالح پور و همکاران، ۱۳۹۷). همچنین گزارش شده است افزودن اسانس گیاه مورد (ریشه و برگ) به جیره گوساله‌های شیرخوار هلشتاین بر مقادیر پروتئین تام بی تأثیر بود ولی باعث کاهش معنی دار گلوکز سرم خون در همه تیمارها شد (Uyarlar et al., 2024).

۴-۲. آنزیم‌های کبدی

کبد با داشتن آنزیم‌های متعدد، محل اصلی متابولیسم داروهای مختلف می باشد. آسیب به بافت کبد می تواند به افزایش آنزیم‌های مختلف این اندام در پلاسماي خون منجر گردد. آنزیم‌هایی چون آلانین آمینوترانسفراز، آسپاراتات آمینوترانسفراز و آلکالین فسفاتاز، از مهمترین آنزیم‌های موجود در سلول‌های کبدی می باشد که جزء آنزیم‌های غیرعملکردی پالاسما به حساب می آیند. کبد نقش مهمی در فرآیندهای متابولیکی بدن ایفا می کند که فعالیت متابولیکی کبد برای عملکرد طبیعی وقایع سلولی، مهم است. آلانین آمینوترانسفراز و آسپاراتات آمینوترانسفراز سرم شاخص‌های عملکرد طبیعی کبد می باشند (خدایی مطلق و همکاران، ۱۳۹۸). آنزیم آلانین آمینوترانسفراز در سیتوپلاسم سلول‌های کبدی چندین مرتبه بیشتر از مایع خارج سلولی است و زمانی که به غشاء سلول‌های کبدی صدمه ای وارد شده باشد و یا در صورت مرگ سلول‌های کبدی میزان آن در پلاسما افزایش می یابد و میزان این افزایش نشانه‌ای از درجه وسعت ضایعات کبدی است. آنزیم آسپاراتات آمینوترانسفراز در تمام بافت‌های بدن وجود دارد و در بافت‌های عضلانی، اسکلتی و قلبی، نظیر بافت کبدی مقادیر زیادی از این آنزیم وجود دارد و در آسیب‌های قلبی، عضلانی و خصوصاً کبدی سطح این آنزیم در سرم به شدت افزایش می یابد (خدایی مطلق و همکاران، ۱۳۹۸).

(جوهری و همکاران، ۲۰۱۴) کاهش معنی دار آنزیم‌های آلانین آمینوترانسفراز و آسپاراتات آمینوترانسفراز و آلکالین فسفاتاز سرم خون موش‌های دریافت کننده سطوح مختلف عصاره مورد را گزارش کردند. در پژوهشی دیگر اسانس مورد باعث افزایش معنی دار میزان آنزیم آلانین آمینوترانسفراز و آسپاراتات آمینوترانسفراز و عدم تأثیر بر آلکالین فسفاتاز موش‌ها شد (Odeh et al., 2022) که موافق با نتایج ما بود. مخالف با نتایج حاضر، محققان عدم تأثیر اسانس مورد در موش‌ها بر میزان آلانین آمینوترانسفراز، آسپاراتات آمینوترانسفراز و آلکالین فسفاتاز گزارش کردند (Hsouna et al., 2019).



آسپاراتات آمینوترانسفراز در بافت‌های بدن نظیر کبد، گلبول‌های قرمز، قلب، عضلات، کلیه‌ها و لوزالمعده ذخیره شده و در فعالیت‌های متابولیسمی سلول‌ها نقش مهمی دارد و نشان داده شده است که ترکیبات فنولی موجود در گیاهان دارویی سطح این آنزیم را افزایش می‌دهد (Mokhtari *et al.*, 2015). همچنین، برخی از ترکیبات مانند اتیل استات، ترانس آنتول، کومارین (از ترکیبات موجود در گیاه مورد) و مشتقات آن‌ها در گیاهان دارویی باعث افزایش سطح این آنزیم می‌شود (Hajalizadeh *et al.*, 2019).

منابع

اسماعیلی، ا.، عیسوند، ح. ر.، رضائی نژاد، ع. ح.، سمیعی، ک.، و ضابطی، س. م. ۱۳۹۱. مطالعه شاخص‌ها و خصوصیات جوانه زنی بذر و استقرار دانه رست گیاه دارویی مورد (*Myrtus communis*) فصلنامه علمی پژوهشی دانشگاه علوم پزشکی لرستان. ۱۴(۲): ۷۱-۸۰.

برازنده، م. م. ۱۳۷۹. شناسایی ترکیب‌های تشکیل دهنده اسانس مورت (مورد). *Myrtus Communis* L. مجله تحقیقات گیاهان دارویی و معطر ایران. ۱۶(۱): ۱۱۵-۱۲۷.

چرخ، و.، هژبری، ف.، و حجازیان، ه. ۱۴۰۲. استفاده از گیاهان دارویی در جیره میش‌های شیرده نژاد رومن و تأثیر آن بر عملکرد و فراسنجه‌های خونی بره‌های نر شیرخوار. پژوهش در نشخوارکنندگان. ۱۲(۲): ۱۳۳-۱۵۲.

خدایی‌مطلق، م.، کاظمی بنجاری، م.، و مرادی، م. ح. ۱۳۹۷. اثر گاوآذ عصاره آویشن شیرازی بر برخی فراسنجه‌های خونی بره. فصلنامه علمی پژوهشی محیط زیست جانوری. ۱۱(۲): ۷۷-۸۴.

رحمتی‌زاده، م.، هژبری، ف.، و کفیل‌زاده، ف. ۱۴۰۱. تأثیر افزودن مخلوطی از اسانس‌های نعناع فلفلی، آویشن و رزماری به جیره بر عملکرد رست، فراسنجه‌های تخمیر شکمبه و متابولیت‌های خون بره‌های پرواری. علوم دامی ایران. ۵۳(۴): ۲۷۳-۲۸۵.

صحرائی بلوردی، م.، و پیرمحمدی، ر. ۱۳۹۳. تأثیر اسانس گیاه رزماری بر قابلیت هضم و فراسنجه‌های خونی و شکمبه گوسفندان نژاد قزل. نشریه علوم دامی. ۱۰۳: ۷۲-۸۲.

Alipour, G., Dashti, S., and Hosseinzadeh, H. (2014). Review of pharmacological effects of *Myrtus communis* L. and its active constituents. *Phytotherapy Research*, 28(8): 1125-1136.

Asif, H. M., Akram, M. S., Shahab Uddin, U., Zahoor-ul-Hasan, Z. U. H., Abdul Sami, A. S., Asif Iqbal, A. I., and Abdul Bari, A. B. (2011). *Myrtus communis* Linn. (pharmacological activity). *Journal of Medicinal Plants Research*, 5(26): 6257-6259.

Al-Snafi, A. E., Teibo, J. O., Shaheen, H. M., Akinfe, O. A., Teibo, T. K. A., Emieseimokumo, N., and Batiha, G. E. S. (2024). The therapeutic value of *Myrtus communis* L.: an updated review. *Naunyn-Schmiedeberg's Archives of Pharmacology*, 1-22.

Anadón, A. (2006). WS14 the EU ban of antibiotics as feed additives: alternatives and consumer safety. *Journal of Veterinary Pharmacology and Therapeutics*, 29: 41-44.

Anwar, S., Ahmed, N., Awwad, N. A. L., Ansari, S. Y., and Wagih, M. E. (2016). *Myrtle (Myrtus communis L.) oils*. Elsevier. 581-592.

Dellaoui, H., Berroukche, A., Halla, N., Boudaoud, L., and Terras, M. (2018). Phytochemical study and evaluation of the antioxidant of *Myrtus communis* L. fruit's methanolic extract. *PhytoChem & BioSub Journal*, 12(2): 100-109.

Hajalizadeh, Z., Dayani, O., Khezri, A., Tahmasbi, R., and Mohammadabadi, M. R. (2019). The effect of adding fennel (*Foeniculum vulgare*) seed powder to the diet of fattening lambs on performance, carcass characteristics and liver enzymes. *Small Ruminant Research*, 175: 72-77.



- Hosseini, A., Alipour, A., Baradaran Rahimi, V., and Askari, V. R. (2023). A comprehensive and mechanistic review on protective effects of kaempferol against natural and chemical toxins: Role of NF- κ B inhibition and Nrf2 activation. *BioFactors*, 49(2): 322-350.
- Hsouna, A. B., Dhibi, S., Dhifi, W., Mnif, W., and Hfaiedh, N. (2019). Chemical composition and hepatoprotective effect of essential oil from *Myrtus communis* L. flowers against CCL4-induced acute hepatotoxicity in rats. *RSC advances*, 9(7): 3777-3787.
- Mahboubi, M., and Bidgoli, F. G. (2010). In vitro synergistic efficacy of combination of amphotericin B with *Myrtus communis* essential oil against clinical isolates of *Candida albicans*. *Phytomedicine*, 17(10): 771-774.
- Mahboubi, M., 2017. Effectiveness of *Myrtus communis* in the treatment of hemorrhoids. *Journal of Integrative Medicine*, 15(5): 351-358.
- Mahmoodi Bardzardi, M., Ghazanfari, S., Salehi, A., and Sharifi, S. D. (2014). Growth performance, carcass characteristics, antibody titer and blood parameters in broiler chickens fed dietary myrtle (*Myrtus communis*) essential oil as an alternative to antibiotic growth promoter. *Poultry Science Journal*, 2(1): 37-49.
- Mokhtari, M., Saed, K., and Fahimeh, B. (2015). Effect of hydro-alcoholic extract of *Heracleum persicum* during pregnancy on liver enzymes (AST-ALT-ALP) and biochemical factors (albumin and protein) of infant male rats. *Pars Journal of Medical Sciences*. 13(1): 7-13.
- Odeh, D., Oršolić, N., Berendika, M., Đikić, D., Domjanić Drozdek, S., Balbino, S., and Jurčević, I. L. (2022). Antioxidant and anti-atherogenic activities of essential oils from *Myrtus communis* L. and *Laurus nobilis* L. in rat. *Nutrients*, 14(7): 1465.
- Ozcan, O., Ipekci, H., Alev, B., Ustundag, U. V., Ak, E., Sen, A., and Akbay T. T. (2019). Protective effect of myrtle (*Myrtus communis*) on burn induced skin injury. *Burns*, 45(8): 1856-1863.
- Salehifar, E., Abbasi, M., and Bahari-Kashani, R. (2017). Effects of myrtle (*Myrtus communis*) essential oil on growth performance, carcass characteristics, intestinal morphology, immune response and blood parameters in broiler chickens. *Journal of Livestock Science*, 8: 63-71.
- Salehpour, k., MohammadAbadi, T., and Ghorbani, M. R. (2018). The effect of myrtle leaves and essential oil on the fermentation characteristics and digestibility in arabi sheep. *Journal of Animal Science*, 28: 143-157.
- Sharma, R. K., Maini, S., and Ravikanth, K. (2008). Beneficial effects of superliv DS and Xlivpro on growth promotion and carcass quality traits in broilers. *Veterinary World*, 1(12): 363-365.
- Sumbul, S., Ahmad, M. A., Asif, M., Saud, I., and Akhtar, M. (2010). Evaluation of *Myrtus communis* Linn. berries (common myrtle) in experimental ulcer models in rats. *Human and Experimental Toxicology*, 29(11): 935-944.
- Sumbul, S., Ahmad, M. A., Asif, M., Akhtar, M., and Saud, I. (2012). Physicochemical and phytochemical standardization of berries of *Myrtus communis* Linn. *Journal of Pharmacy and Bioallied Sciences*, 4(4): 322-326.
- Ferreira, A.V., (2004). Nutritive value of red vine husks and pips for sheep. *South African Journal of Animal Science*, 34: 23-25.
- Uyarlar, C., Rahman, A., Ozcinar, U. Cetingul, I. S., Gultepe, E. E., and Bayram, I. (2024). Effect of *Myrtus communis* L. plant extract as a milk supplement on the performance, selected blood parameters and immune response of holstein calves. *Animals*, 14(5): 725.
- Yahyazadeh, R., Baradaran Rahimi, V., Yahyazadeh, A., Mohajeri, S. A., and Askari, V. R. (2021). Promising effects of gingerol against toxins: a review article. *Biofactors*, 47(6): 885-913.



ارزیابی روش های مختلف استخراج متابولیت های ثانویه از گل همیشه بهار (*Calendula Officinalis*)

مأده شهری طبرستانی^{*۱}

^{*۱}گروه کشاورزی، دانشگاه پیام نور، تهران، ایران، (Maedeshahiri@pnu.ac.ir)

چکیده

گیاهان دارویی حاوی ترکیبات متعدد با ساختارهای متفاوتی هستند. استخراج این ترکیبات به عوامل متعددی بستگی دارد که مهم ترین آن ها، نوع حلال و روش استخراج می باشند. انتخاب حلال و روش استخراج بستگی به قسمت های مختلف یک گیاه و نیز مواد متشکله آن دارد. از آنجا که این ترکیبات برای انسان ها مفید بوده و دارای اثرات گوناگون دارویی هستند لذا اهمیت فراگیری روش استخراج آن ها نمایانتر می گردد. فلاونوئیدها دسته ای از ترکیبات طبیعی و متابولیت های ثانویه هستند که به دلیل داشتن خاصیت آنتی اکسیدانی از اهمیت فراوانی برخوردار می باشند. در این تحقیق، استخراج کوئرستین به عنوان یکی از ترکیبات متابولیت ثانویه گیاه گل همیشه بهار، به روش ماسراسیون ساده، ماسراسیون همراه با هیدرولیز اسیدی، اولتراسونیک و پرکولاسیون مورد بررسی قرار گرفت و مقدار کوئرستین به عنوان یکی از ترکیبات فلاونوئیدی موجود در گیاه با استفاده از دستگاه HPLC اندازه گیری شد. با توجه به نتایج بدست آمده، ماکزیمم درصد فلاونوئید کوئرستین در استخراج به روش پرکولاسیون حاصل گردید. سرعت بالای استخراج، حجم کم حلال مصرفی و سهولت عمل، از دیگر مزایای این روش می باشد.

واژگان کلیدی: استخراج، همیشه بهار، گیاه دارویی، متابولیت ثانویه



۱. مقدمه

همیشه بهار یکی از گیاهان دارویی مفید می باشد که به دلیل دارا بودن ترکیبات موثره مفید، تحقیقات زیادی روی آن انجام می پذیرد. این گیاه به عنوان دارو برای مداوای بیماری های معده و روده استفاده می شود. این گیاه حاوی مقادیر کم اسانس، ساپونین، رزین، ماده ی تلخ، اسیدهای آلی، صمغ، آلبومین، اینولین (در ریشه)، اسید سالیسیلیک، اسید لوریک، اسید پالمیتیک و کلسترول میباشد (فلاحیگر، ۱۳۸۲). گلیکوزیدهای اولئانولیک اسید، موسیلاژ، توکوفرول، کاروتنوئیدها، ترپنوئیدها، فلاونوئیدهای گلیکوزیدی حاوی کوئرستین، تانن ها، پلی ساکاریدها، تری ترپن و کالندولادیول از ترکیبات دیگر موجود در آن هستند (صالحی سورمقی و منصوری، ۱۳۹۳). کوئرستین یکی از مواد موثره فلاونوئیدی و آنتی اکسیدانی مفید در این گیاه هست که به عنوان ماده ضد پیری و جوان ساز شناخته می شود (زمان، ۱۳۸۲). این ماده علاوه بر گل همیشه بهار در درخت چینی جینگو (*Ginkgo biloba*) نیز وجود دارد (زمان، ۱۳۸۲). همیشه بهار به عنوان معرق، تصفیه کننده خون، پایین آورنده قند خون و ضدالتهاب پوستی مصرف سنتی دارد (زمان، ۱۳۸۲). عصاره آبی گل همیشه بهار، مجرای صفراوی را تحت تأثیر قرار داده و با اثر ضد التهابی و ضد ویروسی با گشاد شدن عروق، پوست را تقویت می کند. عصاره گل آن، به طور موضعی برای تسریع درمان زخم و کاهش تورم نیز استفاده می شود (Ullah et al., 2024). لوسیون حاصل از گلبرگ های همیشه بهار، پوست تاول زده را ترمیم و تقویت نموده و در رفع چین و چروک پوست صورت نیز مؤثر است به همین دلیل، در صنعت تولید لوازم آرایشی از عصاره این گیاه برای نرم کردن پوست و مصارف موضعی بکار می رود (زمان، ۱۳۸۲). از بوی تند این گیاه، به عنوان یک آفت کش مؤثر جهت دفع حشرات استفاده می گردد (Martin and Mastebroek, 2005). در تحقیق به عمل آمده با عصاره گیری گل همیشه بهار به روش ماسراسیون با حلال های آب، متانول و دی کلرومتان مشخص شد، عصاره متانولی این گیاه سرشار از ترکیبات فنولیک به ویژه فلاونوئیدها با پتانسیل بالای آنتی اکسیدانی قوی بود. این عصاره در برابر لارو سن ۳ و ۴ آفت سوسک کلرادو سیب زمینی^۱ فعالیت ضد تغذیه ای خوبی نشان داد. لذا می توان در آینده، به عنوان یک جایگزین سبز (دوستدار محیط زیست) حشره کش شیمیایی، از عصاره متانولی این گیاه جهت کنترل سوسک کلرادو استفاده نمود (Devrnja et al., 2022).

۱-۱. روش های مختلف عصاره گیری گیاهان دارویی

۱-۱-۱. استخراج به روش اولتراسونیک

در فرآیند استخراج جامد-جامد با امواج اولتراسونیک، نمونه های پودر شده گیاه در حلال غوطه ور شده و در محفظه مخصوص دستگاه اولتراسونیک قرار می گیرند. پس از زمان لازم استخراج، نمونه ها، تحت فیلتراسیون قرار گرفته و سپس با دستگاه روتاری، تغلیظ می شوند (سوداگر و حیدری نسب، ۱۳۹۳). استخراج مایع-مایع با امواج اولتراسونیک، بر اساس بکارگیری حلال های آلی (با چگالی کمتر از آب) انجام می گیرد. در برخی از فرآیندهای استخراج، روش اولتراسونیک، تکنیک بهتری شناخته می شود (سوداگر و حیدری نسب، ۱۳۹۳). تحقیق به عمل آمده با امواج اولتراسونیک جهت استخراج ترکیبات

¹ Colorado potato beetle



فلاونوئیدی بر روی گیاه گزنه، نشان داد که از بین چهار روش ماسراسیون، پرکولاسیون، سوکسله و اولتراسونیک، بهترین روش برای استخراج ترکیبات فلاونوئیدی، استفاده از روش استخراج با امواج اولتراسونیک بوده است (سوداگر و حیدری نسب، ۱۳۹۳). در بررسی دیگری استخراج با روش اولتراسونیک در مدت ۲ ساعت در دمای ۳۰ درجه سلسیوس و با حلال اتانول ۹۶ درصد بر روی گیاه همیشه بهار انجام شد. در این تحقیق، متابولیت های استخراج شده با این روش، بهترین اثر را بر روی اشیریشیا کلی (*Escherichia coli*) داشته است (Rojas-Bedoya et al., 2020).

۱-۲-۱. استخراج به روش ماسراسیون (خیساندن)

برای انجام این روش، گیاه خرد شده را وارد ظرفی (شیشه، استیل، چینی و غیره) نموده و حلال را بر روی آن می ریزند. برای اینکه از تغییرات شیمیایی، در اثر فعل و انفعالات شیمیایی حاصل از تابش نور بر روی مواد متشکله گیاهی جلوگیری شود، عمل عصاره گیری را در مکانی دور از تابش مستقیم خورشید انجام داده و با محکم کردن درب ظرف عصاره گیری، از تبخیر حلال جلوگیری می گردد. عمل عصاره گیری را ضمن تکان دادن و یا هم زدن مکرر، پنج روز تمام در حرارت اتاق ادامه داده و بعد از این زمان که تعادل غلظت مواد موجود در حلال و بافت گیاهی برقرار شد، عمل عصاره گیری را خاتمه داده و سپس عصاره حاصل را صاف نموده و باقیمانده گیاهی را با دستگاه پرس تحت فشار قرار می دهند. در خاتمه، عصاره ها را با هم مخلوط و جهت ته نشین شدن رسوبات و کدورت حاصل پنج روز تمام در حرارت کمتر از ۱۵ درجه سلسیوس نگهداری می گردد (Monton and Luprasong, 2019).

۱-۳-۱. استخراج به روش پرکولاسیون

با این روش می توان عمل عصاره گیری را به طور کامل انجام داد. برای انجام این روش از دستگاه پرکولاتور که اغلب به صورت استوانه ای یا قیفی ساخته شده، استفاده می گردد. در انتهای این ظرف، یک شیر مناسب تعبیه شده که به وسیله آن می توان به خوبی سرعت خروج عصاره تهیه شده را تنظیم نمود. در کل نسبت ارتفاع پرکولاتور به میزان پودر گیاهی مورد عصاره گیری ۵ به ۱ می باشد. به طور کلی شکل استوانه ای ظرف باعث تسهیل در عمل تخلیه پرکولاتور می گردد. جهت انجام عصاره گیری داروهای گیاهی خرد شده را قبل از وارد کردن به پرکولاتور با ۳۰ درصد از حلال مورد نظر مرطوب نموده و توده حاصل را دو ساعت تمام به حال خود باقی می گذارند. این عمل، از خشک شدن و شکاف برداشتن محتویات گیاهی داخل پرکولاتور در مراحل بعد جلوگیری می نماید. داروی گیاهی مرطوب شده را سپس از طریق غربال های مخصوص، به صورت یکنواخت داخل پرکولاتور می نمایند. بدین ترتیب در اثر خیساندن اولیه، دیواره های سلولی برای پذیرش حلال عصاره گیری آماده می شود. ضمن وارد کردن یکنواخت مواد گیاهی به داخل پرکولاتور فشار ملایمی هم بر روی توده گیاهی وارد می نماید و در نهایت روی سطح گیاهان مرطوب را با کاغذ صافی پوشانده و با چند استوانه شیشه ای از جا به جا شدن ذرات گیاهی بر روی آن جلوگیری می کنند (Luksta, and Spalvins, 2023).

۱-۴-۱. استخراج به روش سوکسله

این روش که توسط دانشمند معروف سوکسله^۱ ابداع شده است، درحقیقت یک عمل پرکولاسیون مداوم می باشد. در این روش ماده گیاهی را در محفظه ی کاغذی^۲ قرار داده و داخل دستگاه سوکسله وارد می نمایند. در این حال با تبخیر مرتب حلال از بالن تحتانی، به طور مداوم حلال خالص بر روی ماده گیاهی قرار گرفته و موجب خروج کامل مواد مؤثره از درون سلول های گیاهی می گردد. با این دستگاه فقط می توان از حلال های خالص فرار و یا مخلوطی از حلال هایی که دارای نقطه ی جوش پایینی هستند، استفاده نمود. به طور کلی از این روش برای تهیه عصاره ها در مقیاس آزمایشگاهی استفاده می گردد (Luksta, and Spalvins, 2023).

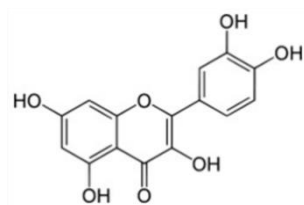
۲. مواد و روش ها

۲-۱. دستگاه ها و تجهیزات

اندازه گیری غلظت کوئرستین در فرآیند استخراج عصاره ی طبیعی گل همیشه بهار با استفاده از دستگاه HPLC با مارک KNAUER مدل Smartline و ستون C₁₈، در طول موج ۲۵۰ نانومتر با سرعت جریان ۱ میلی لیتر بر دقیقه از فاز متحرک (آب : استونیتریل) و به نسبت حجمی (۸۰:۲۰) انجام گرفت.

۲-۲. روش تحقیق

تعداد ۲۰۰ شاخه گل همیشه بهار در شهرستان بابل تهیه شده و پس از تمیز کردن مقدماتی، گلبرگ های آن جدا گردید. گلبرگ ها پس از چربی زدایی و شستشو با مقداری حلال هگزان نرمال، زیر سایه و در دمای حدود ۳۰-۴۰ درجه سلسیوس به مدت ۲۰ روز خشک شده و سپس بصورت پودر نرم درآمد.



ج



ب



الف

شکل ۱. گیاه دارویی گل همیشه بهار (الف) گلبرگ های گل همیشه بهار (ب) ساختار مولکول کوئرستین (ج) (Materska, 2008)

ترکیبات مؤثره موجود در عصاره ی گل همیشه بهار به طور عمده شامل ترپنوئیدها مانند پارادیول، کارتوئیدها و فلاونوئیدها می باشند (Rajan et al., 2021). در این عصاره، فلاونوئیدهای مختلفی وجود دارند که مهم ترین آن ها کوئرستین است (Altemimi et al., 2017). با استفاده از دستگاه HPLC می توان مقدار کوئرستین موجود در عصاره ها را اندازه گیری نمود. (Rajan et al., 2021). با تهیه ی محلول استاندارد کوئرستین و تزریق به ستون، جای پیک های کوئرستین در طیف HPLC مشخص می شود. در عصاره ی گل همیشه بهار، کوئرستین به دو صورت آزاد و گلیکوزیدی وجود دارد (Politi et

1 Soxhlet

2 Cartouche cellulose soxhlet



(al., 2012). معمولاً از هر یک کیلو گرم گل همیشه بهار به میزان پنج کیلو گرم (یا پنج لیتر) عصاره گیاه حاصل می شود (زمان، ۱۳۸۲). عصاره گیری معمولاً با حلال هیدروالکلی به نسبت حجمی ۳۰ به ۷۰ (آب- متانول)، ۲۰ به ۸۰ (آب- متانول) و یا نسبت های دیگر، انجام می شود که در تحقیق حاضر، حلال ۸۰٪ متانولی به کار گرفته شد (حاجی مهدی پور و همکاران، ۱۳۸۸). عصاره های به دست آمده در طول موج مربوط به جذب کوئرتستین، با استفاده از دستگاه HPLC تحت آنالیز قرار گرفتند. از گلبرگ های گل همیشه بهار، عصاره گیری به چهار روش ماسراسیون ساده، ماسراسیون همراه با هیدرولیز اسیدی (برای جداسازی کوئرتستین از ترکیب گلیکوزیدی آن)، سونیکاسیون (استخراج با دستگاه اولتراسونیک) و پرکولاسیون انجام شد که در زیر به آن ها اشاره می گردد.

۲-۲-۱. استخراج به روش ماسراسیون ساده

نمونه ۰/۲ گرمی از پودر خشک گلبرگ های گل همیشه بهار داخل ارلن مایر ۵۰ میلی لیتری قرار گرفته و بر روی آن ۲۰ میلی لیتر حلال متانول ۸۰ درصد، اضافه شد. مخلوط بخوبی (بر روی شیکر) بهم زده شد و سپس به مدت ۲۴ ساعت به حال خود قرار داده شد. پس از طی مدت زمان مربوطه، عصاره ها توسط کاغذ صافی فیلتر شده و با متانول ۸۰ درصد به حجم ۲۰ میلی لیتر رسانده شد (زمان، ۱۳۸۲).

۲-۲-۲. استخراج به روش ماسراسیون همراه با هیدرولیز اسیدی

نمونه ۰/۲ گرمی از پودر خشک گلبرگ های گل همیشه بهار درون ارلن ۱۰۰ میلی لیتری قرار گرفت و بر روی آن ۶ میلی لیتر اسید کلریدریک ۲۵ درصد و ۹۴ میلی لیتر حلال متانول ۸۰ درصد اضافه گردید. مخلوط با استفاده از شیکر، به خوبی بهم زده شد و سپس به مدت ۲۴ ساعت در حال سکون قرار گرفت. پس از طی زمان مربوطه، عصاره ها با استفاده از کاغذ صافی، فیلتر شده و محلول به حجم ۱۰۰ میلی لیتر رسانده شد. پس از آن، محلول به مدت ۵ روز در دمای محیط و در سایه به حال خود قرار داده شد تا عصاره شفاف بدست آمد (Oluwaseun et al., 2021).

۲-۲-۳. استخراج به روش اولتراسونیک

بر روی ۰/۲ گرم از پودر خشک گلبرگ های گل همیشه بهار در داخل ارلن ۵۰ میلی لیتری، مقدار ۲۰ میلی لیتر حلال متانول ۸۰ درصد اضافه گردید. مخلوط با استفاده از شیکر، به خوبی بهم زده شد و سپس به مدت ۲۴ ساعت در حال سکون قرار گرفت. پس از طی زمان مربوطه، نمونه ها به مدت ۲ ساعت با استفاده از دستگاه اولتراسونیک، تحت استخراج قرار گرفتند. عصاره توسط کاغذ صافی فیلتر شده و بوسیله متانول ۸۰ درصد به حجم ۲۰ میلی لیتر رسانده شد (سوداگر و حیدری نسب، ۱۳۹۳).

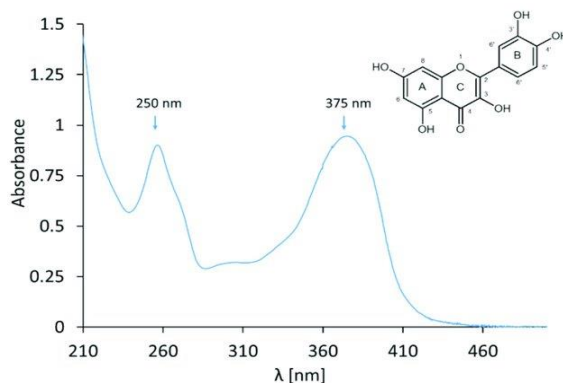
۲-۲-۴. استخراج به روش پرکولاسیون

قیف دکانتور برای انجام فرآیند استخراج به روش پرکولاسیون انتخاب شده و مقداری پنبه در داخل آن قرار گرفت تا مانع از خروج ذرات گلبرگ های خیسانده شده شود. نمونه ۰/۲ گرمی از پودر خشک گلبرگ های گل همیشه بهار، داخل قیف دکانتور (بر روی پنبه) قرار گرفت. حدود ۵۰ میلی لیتر حلال متانول ۸۰ درصد (به آرامی) بر روی آن اضافه گردید. پس از مدت زمان ۲۴ ساعت، به آرامی شیر دکانتور باز شده و عصاره استخراج شده، از آن خارج شد. چند بار حلال اضافه گردید تا محلول خروجی از آن بی رنگ و شفاف شد. عصاره به دست آمده با استفاده از دستگاه روتاری، حلال پرانی شده و با متانول ۸۰ درصد

به حجم ۲۰ میلی لیتر رسانده شد. با هر یک از روش‌ها، عصاره گیری انجام پذیرفته و آنالیز عصاره‌ها با استفاده از دستگاه HPLC انجام گردید و غلظت کوئرستین موجود در هر عصاره، از روی معادله استاندارد بدست آمد. محلول استخراج شده از هر یک از روش‌های اشاره شده، با نسبت ۱:۲۰ با حلال متانول ۸۰٪ رقیق شده و برای اندازه گیری غلظت کوئرستین موجود در عصاره‌ها، ۲۰ میکرولیتر از این محلول‌ها، به ستون HPLC تزریق شد (Luksta, and Spalvins, 2023).

۲-۳. بررسی طول موج جذبی مناسب جهت اندازه گیری غلظت مولکول هدف در تابش UV

آنالیز جذبی کوئرستین در طول موج ۲۵۰ نانومتر (در آنالیز با دستگاه HPLC) انجام شد. شکل ۲، طیف جذبی کوئرستین را نشان می‌دهد که مولکول کوئرستین در طول موج‌های ۲۵۰ و ۳۷۵ نانومتر، دارای مقدار جذب ماکزیمم می‌باشد (Golonka, I. et al. 2020).



شکل ۲. طیف جذبی UV مربوط به کوئرستین

۳. نتایج

۳-۱. اندازه گیری مقدار کوئرستین موجود در عصاره گل همیشه بهار حاصل از تکنیک‌های مختلف استخراج با استفاده

از دستگاه HPLC

۳-۱-۱. رسم منحنی استاندارد غلظت کوئرستین بر حسب سطح زیر پیک در کروماتوگرام

غلظت‌های متفاوتی از کوئرستین خالص تهیه شده (جدول ۱) و از روی طیف کروماتوگرام محلول‌های استاندارد، معادله

خطی استاندارد سطح زیر پیک بر حسب غلظت محلول کوئرستین خالص، بدست آمد:

$$Y = 10294 X + 117674$$

در این معادله، X غلظت کوئرستین بر حسب قسمت در میلیون^۱ و Y سطح زیر پیک در نمودار HPLC می‌باشد (Rajan

et al., 2021).



جدول ۱. مقادیر سطح زیر پیک کروماتوگرام بر اساس غلظت های مختلف کوئرستین خالص

غلظت کوئرستین در محلول استاندارد (ppm) حلال: (آب: استونیتریل)	سطح زیر پیک (mAU)	معادله خطی سطح زیر پیک بر حسب غلظت کوئرستین X= غلظت (ppm) Y= سطح زیر پیک (mAU)
۱۰	۱۹۴۹۲۲	$Y = 10294 X + 117674$
۵۰	۸۶۴۳۱۰	
۱۰۰	۱۰۸۳۲۸۹	
۲۰۰	۲۱۵۱۶۱۱	

۳-۲. نتایج استخراج به روش ماسراسیون ساده

طیف بدست آمده دارای سطح زیر پیک معادل ۹۸۹۶۴۴ بوده است (شکل ۲). با توجه به سطح زیر پیک کوئرستین خالص (استاندارد)، غلظت کوئرستین در محلول استخراج شده به روش ماسراسیون ساده، محاسبه شده و در جدول ۲ درج گردید.

۳-۳. نتایج استخراج به روش ماسراسیون همراه با هیدرولیز اسیدی

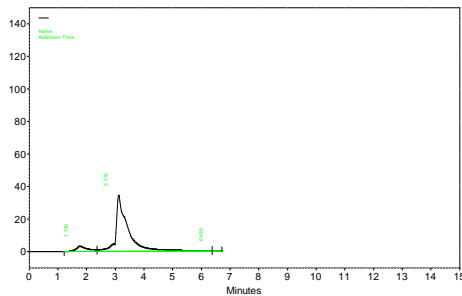
طیف بدست آمده دارای سطح زیر پیک معادل ۹۷۵۵۲۵ بوده است. با توجه به سطح زیر پیک کوئرستین خالص (استاندارد)، غلظت کوئرستین در محلول استخراج شده به روش ماسراسیون همراه با هیدرولیز اسیدی محاسبه شده و در جدول ۲ آمده است. شکل ۲، طیف کروماتوگرام مربوط به غلظت کوئرستین موجود در عصاره استخراج شده را نشان می دهد.

۳-۴. نتایج استخراج به روش اولتراسونیک

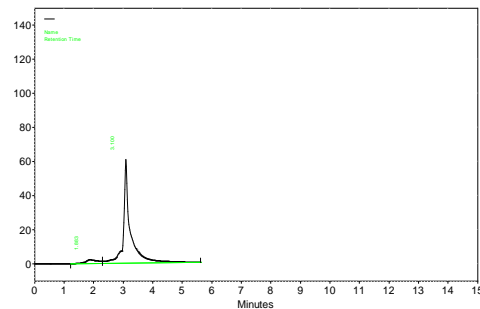
طیف بدست آمده دارای سطح زیر پیک معادل ۸۵۱۳۸۰ بوده است که با توجه به سطح زیر پیک کوئرستین خالص (استاندارد)، غلظت کوئرستین در محلول استخراج شده به روش سونیکاسیون پس از ۲۴ ساعت خیساندن، محاسبه و در جدول ۲ درج گردیده است. طیف کروماتوگرام در شکل ۲ آمده است.

۳-۵. نتایج استخراج به روش پرکولاسیون

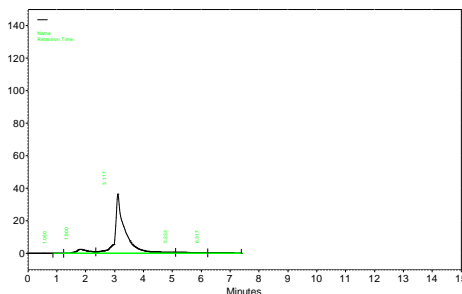
طیف بدست آمده دارای سطح زیر پیک معادل ۱۱۰۱۹۱۷ بوده است. طبق منحنی استاندارد، غلظت کوئرستین در محلول استخراج شده به روش پرکولاسیون، محاسبه شده و در جدول ۲ آمده است. در آزمایش اندازه گیری غلظت کوئرستین مربوط به همه نمونه های استخراج شده (عصاره گیری به روش های مختلف)، محلول استخراج شده با نسبت ۱:۲۰ با حلال متانول ۸۰٪ رقیق شده و ۲۰ میکرولیتر از این محلول به ستون HPLC تزریق شد. طیف کروماتوگرام مربوطه در شکل ۲ نشان داده شده است.



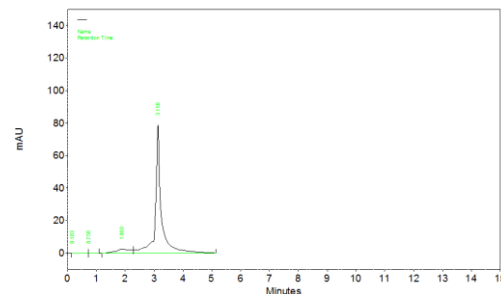
استخراج به روش ماسراسیون ساده



استخراج به روش ماسراسیون همراه با هیدرولیز اسیدی



استخراج مربوط به روش اولتراسونیک



استخراج به روش پرکولاسیون

شکل ۲. کروماتوگرام مربوط به کوئرستین موجود در عصاره گل همیشه بهار به روش های مختلف استخراج

نتایج آنالیز HPLC در جدول ۲ خلاصه شد. نتایج نشان می دهد، بهترین روش استخراج کوئرستین، روش پرکولاسیون بوده و با روش اولتراسونیک، کمترین مقدار کوئرستین از گل همیشه بهار استخراج گردید.

جدول ۲. ارزیابی مقادیر استخراج شده کوئرستین از گل همیشه بهار با روش های مختلف استخراج

روش استخراج	سطح زیر پیک	غلظت کوئرستین در نمونه تزریق شده (ppm)	محلول استخراجی (ml)	غلظت کوئرستین در محلول استخراج شده (ppm)	مقدار کوئرستین به ازای یک گرم پودر گل همیشه بهار
ماسراسیون ساده	۹۸۹۶۴۴	۸۴/۷	۲۰	۱۶۹۴	۱۶۹/۴ (mg/g)
ماسراسیون با هیدرولیز اسیدی	۹۷۵۵۲۵	۸۳/۳	۱۰۰	۱۶۶۶	۱۶۶/۶ (mg/g)
اولتراسونیک	۸۵۱۳۸۰	۷۱/۲	۲۰	۱۴۲۵	۱۴۲/۵ (mg/g)
پرکولاسیون	۱۱۰۱۹۱۷	۹۵/۶	۲۰	۱۹۱۲	۱۹۱/۲ (mg/g)

۴. بحث و نتیجه گیری

استخراج متابولیت های ثانویه از گیاهان دارویی، به روش های مختلف گزارش شده است. ماسراسیون و پرکولاسیون از ساده ترین روش ها هستند که با تجهیزات کم و زمان کمتر قابل انجام می باشند (Luksta and Spalvins, 2023). انتخاب حلال جهت استخراج، به ماهیت ترکیبات زیست فعال موجود در گیاه مورد نظر بستگی دارد (Altemimi et al. 2017). یکی از مواد موثره فلاونوئیدی و آنتی اکسیدانی مفید در همیشه بهار، کوئرستین است (زمان، ۱۳۸۲). تحقیق انجام شده در خصوص



خشک کردن گلبرگ‌های این گیاه در دماهای ۳۰، ۶۰ و ۹۰ درجه سلسیوس روی چهار گونه همیشه بهار نشان داد، خشک کردن گلبرگ‌های این گیاه در دمای بالا، موجب کاهش مقدار کوئرستین و کاهش اثر آنتی‌اکسیدانی مواد استخراج شده می‌گردد (Kim et al., 2024)، لذا در این پژوهش، خشک کردن گلبرگ‌های این گیاه، زیر سایه و در دمای حدود ۳۰-۴۰ درجه سلسیوس به مدت بیست روز انجام شد. از آنجا که کوئرستین به صورت ترکیبات گلیکوزیدی هم در گیاه وجود دارد، انتظار می‌رود با انجام هیدرولیز اسیدی، مولکول‌های کوئرستین از مشتقات گلیکوزیدی جدا شده و در نهایت مقدار آن در عصاره افزایش یابد. در حالی که در این تحقیق، مقدار کوئرستین استخراج شده به روش ماسراسیون با هیدرولیز اسیدی کمتر از روش ماسراسیون ساده بوده است. در بررسی (پولیتی و همکاران، ۲۰۱۲) نیز، کوئرستین به عنوان یکی از فلاونوئیدهای غالب در عصاره همیشه بهار به عنوان بخشی از گلیکوزید که با هیدرولیز جدا شده باشد، تشخیص داده نشد در حالی که طیف گسترده‌ای از گلیکوزیدهای کوئرستین در تمام عصاره‌های برگ وجود داشت. ایشان کامفرول و پاتولتین همراه با ده فلاونوئید گلیکوزیدی دیگر را با حلال اتانولی از برگ‌های همیشه بهار استخراج و شناسایی نمودند (Politi et al., 2012). در پژوهشی دیگر در مورد استخراج متابولیت‌های ثانویه از برگ‌های همیشه بهار به روش پرکولاسیون نیز گزارش گردید که در آن ترکیبات مختلفی مانند ترپنوئیدها، استروئیدها، گلیکوزیدها، ساپونین‌ها، آلکالوئیدها، تانن‌ها و فلاونوئیدها با استفاده از کروماتوگرافی لایه نازک و کروماتوگرافی مایع با کارآیی بالا، تشخیص داده شد. مقدار کوئرستین استخراج شده از برگ، به اندازه مقدار موجود در گلبرگ‌های گیاه نبود (Rajan et al., 2021). در تحقیق حاضر نیز، بیشترین درصد استخراج کوئرستین از گلبرگ‌های همیشه بهار، به روش پرکولاسیون حاصل شد. سرعت بالای استخراج، حجم کم حلال مصرفی و سهولت عمل، از مزایای این روش می‌باشد. این روش، توسط سایر محققین نیز جهت استخراج کوئرستین از گیاه همیشه بهار بکار برده شد (Politi et al., 2012). نظر به اینکه کشور ایران از لحاظ کشت و تنوع گیاهان دارویی غنی می‌باشد و با توجه به اهمیت گیاهان دارویی و توصیه‌هایی که دانشمندان طب سنتی از این نعمت الهی داشته‌اند و همچنین مقدار کم مواد مؤثره موجود در گیاهان دارویی، دستیابی به تکنیک و یا فناوری که بتوان ماده‌ی مؤثره موجود در آن‌ها را استخراج و تغلیظ نمود، ضروری به نظر می‌رسد.

منابع

- حاجی‌مهدی‌پور، ه.، خانوی، م.، شکرچی، م.، عابدی، ز.، پیرعلی‌همدانی، م. ۱۳۸۸. بررسی بهترین روش استخراج ترکیبات فنلی موجود در گیاه سرخارگل. فصلنامه گیاهان دارویی. ۳۲ (۴): ۱۴۵.
- زمان، س. ۱۳۸۲. گیاهان دارویی. انتشارات ققنوس.
- سوداگر، آ.، حیدری نسب، ا. ۱۳۹۳. بررسی بهترین روش استخراج ترکیبات فلاونوئیدی موجود در گیاه گزنه. اولین همایش ملی تکنولوژی-های نوین در شیمی و پتروشیمی.
- صالحی سورمقی، م.، منصوری، م. ۱۳۹۳. گیاهان دارویی و گیاه درمانی. نشر دنیای تغذیه.
- فلاح‌نگر، آ. ۱۳۸۲. گیاهان دارویی. چاپ لاهیجی.

Altemimi, A., Lakhssassi, N., Baharlouei, A., Watson, D. G. and Lightfoot, D. A. (2017). Phytochemicals: Extraction, isolation, and identification of bioactive compounds from plant extracts. *Plants*, 6(42).



- Devrnja, N., Gašić, U., Šajkunić, S., Cingel, A., Stupar, S., Tubić, L., and Savić, J. (2022). UHPLC- Orbi trap MS characterization of phenolic profiles in French marigold extracts and analysis of their antifeedant activity against Colorado potato beetle. *Plants*, 11(3), 407; <https://doi.org/10.3390/plants11030407>.
- Golonka, I., Wilk, S. and Musiał, W. (2020). The Influence of UV radiation on the degradation of pharmaceutical formulations containing quercetin. *Molecules*. 25: 5454.
- Kim, J. H., Lim, Y. J., Kim, J. H., and Eom, S. H. (2024). Impact of dry Processing on secondary metabolites in the petals of Marigold (*Tagetes* spp.) Cultivar. *Horticulturae*. mdpi.com
- Luksta, I., and Spalvins, K. (2023). Methods for extraction of bioactive compounds from products: A Review. *Environmental and Climate Technologies*, 27(1): 422–437.
- Materska, M. (2008). Quercetin and its derivatives: chemical structure and bioactivity: A Review. *Polish Journal of Food and Nutrition Sciences*, 58(4): 407-413.
- Martin, F., Mastebroek, D., and Gorp, K.V. (2005). A grower's manual for *Calendula officinalis* L. ADAS Bridget Research Centre.1: 11-12.
- Monton C., and Luprasong C. (2019). Effect of temperature and duration time of maceration on nitrate content of *Vernonia cinerea* (L.) less.: Circumscribed central composite design and method validation. *International Journal of Food Science*. <https://doi.org/10.1155/2019/1281635>.
- Oluwaseun R.A., Nour H.A., and Chinonso I.U. (2021). Extraction of phenolic compounds: A review. *Current Research in Food Science*. 4: 200-214.
- Politi, F.A.S., Figueira, G.M., Araújo, A.M., Sampieri, B.R., Mathias, M.I., Szabó, M.P., Bechara, G.H., Dos Santos, L.C., Vilegas, W. and Pietro, R.C. (2012). Acaricidal activity of ethanolic extract from aerial parts of *Tagetes patula* L. (Asteraceae) against larvae and engorged adult females of *Rhipicephalus sanguineus*. *Parasites Vectors*, Dec 17(5):295. doi: 0.1186/1756-3305-5-295.
- Rajan, N., Tiwari, S., Singh Baath, R. and Dwivedi, S.U. (2021). Phytochemical screening of ethanolic extract of *Calendula Officinalis*. *The International journal of analytical and experimental modal analysis*. 8(4): 1206-1219.
- Rojas-Bedoya, A., Gómez-López, C., and Marín-Pareja, N. (2020). Extraction of metabolites from *Calendula officinalis* and evaluation of their colorant and antibacterial capacity. *Revista Colombiana de Biotecnología*. 22(1): 60 - 69.
- Ullah, M.A., Hassan, A., and Hamza, A. (2024). *Calendula (Calendula Officinalis)* Marigold as Medicinal Plant. *ClinicSearch*. 2(6):1-9. doi:10.31579/2835-8465/009.



بررسی چالش های علمی در توسعه فرمولاسیون محصولات آرایشی گیاهی

سیف اله کاشانی^{۱*}، فریده ممیز^۲

^{۱*} گروه مراقبت زیبایی پوست و مو، دانشکده مهارت و کارآفرینی دانشگاه آزاد قم (kashaniseifollah@gmail.com)

^۲ گروه گیاهان دارویی و معطر، دانشکده کشاورزی، دانشگاه اراک

چکیده

فرمولاسیون محصولات آرایشی گیاهی به دلیل برخورداری از ترکیبات طبیعی و سازگاری بیشتر با پوست، به عنوان جایگزین مناسبی برای محصولات آرایشی شیمیایی مورد توجه قرار گرفته اند. با این حال، توسعه این محصولات با چالش های علمی متعددی همراه است که بر پایداری، اثربخشی و ایمنی آنها تأثیر می گذارد. در این مقاله مروری، مهم ترین چالش های علمی در توسعه فرمولاسیون های آرایشی گیاهی مورد بررسی قرار گرفته است. یافته ها نشان می دهد که مشکلات پایداری ترکیبات گیاهی، زیست دسترس پذیری و نفوذ آنها در پوست، تعاملات و ناسازگاری های فرمولاسیونی، و تنظیم دوز و ایمنی مصرف از مهم ترین موانع در این حوزه محسوب می شوند. علاوه بر این، عدم وجود استانداردهای مشخص برای ارزیابی اثرگذاری و ایمنی ترکیبات گیاهی، چالش های بیشتری را در مسیر فرمولاسیون محصولات آرایشی ایجاد کرده است. به منظور رفع این مشکلات، به کارگیری فناوری های نوین مانند نانوحامل ها، سیستم های تحویل کنترل شده، و روش های پایداری سازی زیستی پیشنهاد شده است. این تحقیق نشان می دهد که توسعه روش های نوین در کنار تحقیقات گسترده تر در زمینه تنظیم دوز، اثرگذاری و ایمنی، می تواند مسیر پیشرفت این صنعت را تسهیل کرده و منجر به تولید محصولات آرایشی گیاهی پایدارتر و مؤثرتر شود.

واژگان کلیدی: فرمولاسیون محصولات آرایشی گیاهی، پایداری ترکیبات گیاهی، اثرگذاری ترکیبات گیاهی، ایمنی محصولات گیاهی، استانداردسازی فرآورده های گیاهی.



۱. مقدمه

در سال‌های اخیر، تمایل به استفاده از محصولات آرایشی و بهداشتی طبیعی به دلیل افزایش آگاهی مصرف‌کنندگان نسبت به اثرات نامطلوب ترکیبات شیمیایی، رشد قابل توجهی داشته است (Costa et al., 2022). استفاده از مواد اولیه گیاهی به عنوان جایگزینی برای ترکیبات شیمیایی در فرمولاسیون‌های آرایشی، به دلیل خواص آنتی‌اکسیدانی، ضدالتهابی و مرطوب‌کنندگی، مورد توجه بسیاری از محققان و شرکت‌های آرایشی قرار گرفته است (Sathyaseelan et al., 2024). با این حال، ورود ترکیبات گیاهی به فرمولاسیون‌های تجاری و تولید انبوه، همچنان با چالش‌های علمی و فناورانه متعددی همراه است که نیاز به بررسی دقیق و ارائه راهکارهای نوین دارد.

یکی از مهم‌ترین چالش‌های علمی در این حوزه، پایداری کم ترکیبات زیست‌فعال گیاهی است. بسیاری از ترکیبات مؤثره موجود در گیاهان مانند فلاونوئیدها، پلی‌فنول‌ها و کاروتنوئیدها، در برابر عوامل محیطی مانند نور، اکسیژن، دما و pH ناپایدار بوده و به سرعت تخریب می‌شوند (Moldovan et al., 2017). این موضوع باعث کاهش اثربخشی آن‌ها در محصولات نهایی و در نتیجه کاهش عملکرد مورد انتظار از این فرمولاسیون‌ها می‌شود. علاوه بر این، زیست‌دسترس‌پذیری پایین بسیاری از ترکیبات گیاهی مانع از نفوذ کافی آن‌ها به لایه‌های عمقی پوست شده و اثربخشی مورد انتظار را کاهش می‌دهد (Ahuja & Bajpai, 2024). بنابراین، یافتن راهکارهایی برای افزایش پایداری و بهبود نفوذپذیری ترکیبات گیاهی به یکی از حوزه‌های مهم تحقیقاتی در علوم آرایشی و بهداشتی تبدیل شده است.

علاوه بر این، استانداردسازی ترکیبات گیاهی یکی دیگر از چالش‌های مهم در این حوزه محسوب می‌شود. ماهیت متغیر مواد گیاهی، که به دلیل تفاوت در شرایط رشد، زمان برداشت، و روش‌های فرآوری ایجاد می‌شود، کنترل کیفیت محصولات نهایی را دشوار می‌کند (Agrawal et al., 2024). نبود استانداردهای جهانی مشخص برای ترکیبات گیاهی در صنعت آرایشی، منجر به نوسان در کیفیت، کارایی و ایمنی محصولات تولید شده می‌شود. بنابراین، توسعه روش‌های تحلیلی دقیق‌تر برای کنترل کیفیت و یکنواختی ترکیبات گیاهی در فرمولاسیون‌های آرایشی ضروری به نظر می‌رسد.

در کنار چالش‌های فوق، توسعه فناوری‌های جدید مانند نانو تکنولوژی و سیستم‌های تحویل کنترل‌شده، فرصت‌های جدیدی را برای غلبه بر محدودیت‌های علمی و فناورانه فرمولاسیون‌های آرایشی گیاهی فراهم کرده‌اند (Ahuja & Bajpai, 2024). استفاده از نانوحامل‌ها و لیپوزوم‌ها می‌تواند به افزایش پایداری و نفوذپذیری ترکیبات گیاهی کمک کرده و اثربخشی آن‌ها را بهبود بخشد. همچنین، بهره‌گیری از روش‌های زیست‌مهندسی در تولید عصاره‌های گیاهی استاندارد شده، امکان بهینه‌سازی عملکرد آن‌ها را در محصولات آرایشی فراهم می‌کند (Yhirayha et al., 2014).

با توجه به رشد روزافزون صنعت آرایشی گیاهی و افزایش تقاضای مصرف‌کنندگان برای محصولات طبیعی و ایمن، بررسی دقیق چالش‌های علمی در این حوزه ضروری است. در این مقاله، مهم‌ترین مشکلات مرتبط با پایداری، زیست‌دسترس‌پذیری، استانداردسازی و فرآوری ترکیبات گیاهی در فرمولاسیون‌های آرایشی مورد بررسی قرار گرفته و راهکارهای نوین برای غلبه بر این محدودیت‌ها ارائه خواهد شد.



۲. چالش های علمی در فرمولاسیون محصولات آرایشی گیاهی

۱-۲. مشکلات پایداری ترکیبات گیاهی در محصولات آرایشی

یکی از چالش های اساسی در فرمولاسیون محصولات آرایشی گیاهی، عدم پایداری ترکیبات زیست فعال گیاهی است. بسیاری از ترکیبات گیاهی مانند پلی فنول ها، فلاونوئیدها، کاروتنوئیدها و اسیدهای چرب ضروری به دلیل ماهیت شیمیایی حساس خود، در معرض تخریب توسط نور، اکسیژن، حرارت و pH نامناسب قرار دارند (Costa et al., 2022). این ناپایداری منجر به کاهش اثربخشی این ترکیبات در محصولات نهایی شده و باعث می شود که خواص آنتی اکسیدانی، ضدالتهابی و مرطوب کنندگی آن ها به مرور زمان از بین برود.

۱-۱-۲. تأثیر نور و اکسیداسیون بر ترکیبات گیاهی

نور یکی از عوامل مخرب برای ترکیبات گیاهی حساس مانند ویتامین C، رتینول (ویتامین A) و برخی از روغن های گیاهی محسوب می شود. این ترکیبات در تماس با اشعه ماوراءبنفش (UV) و اکسیژن محیط، دچار اکسیداسیون شده و ساختار شیمیایی آن ها تغییر می کند، که می تواند منجر به تولید رادیکال های آزاد و کاهش عملکرد محصول نهایی شود (Sathyaseelan et al., 2024).

برای کاهش این مشکل، محققان راهکارهایی مانند استفاده از آنتی اکسیدان های طبیعی (مانند ویتامین E و عصاره های غنی از پلی فنول) بسته بندی های مات و فناوری های محافظتی مانند نانو کپسوله سازی را پیشنهاد کرده اند. این روش ها می توانند ترکیبات گیاهی را از تأثیر مستقیم نور محافظت کرده و باعث افزایش ماندگاری آن ها در فرمولاسیون های آرایشی شوند (Ahuja & Bajpai, 2024).

۲-۱-۲. مشکلات مربوط به pH و دما در پایداری ترکیبات گیاهی

یکی دیگر از عواملی که بر پایداری ترکیبات گیاهی تأثیر می گذارد، pH محیط فرمولاسیون و دمای نگهداری محصول است. بسیاری از ترکیبات زیست فعال گیاهی مانند اسیدهای آلی، فلاونوئیدها و ترکیبات فنلی، در pH های خیلی اسیدی یا قلیایی دچار تخریب شیمیایی می شوند و اثرگذاری خود را از دست می دهند (Moldovan et al., 2017). به عنوان مثال، آسکوربیک اسید (ویتامین C) در محیط های قلیایی بسیار ناپایدار است و سریعاً اکسید می شود، در حالی که برخی از ترکیبات دیگر مانند عصاره های گیاهی سرشار از پلی فنول در محیط های اسیدی ناپایدار هستند. از این رو، تنظیم دقیق pH فرمولاسیون با استفاده از عوامل بافرکننده مناسب، یکی از راهکارهای کلیدی برای حفظ پایداری این ترکیبات است (Mainkar & Jolly, 2001). علاوه بر این، دمای بالا می تواند منجر به واکنش های تخریبی در ترکیبات گیاهی شود. بسیاری از فرمولاسیون های آرایشی، به ویژه کرم ها و لوسیون ها، نیاز به حرارت دهی در حین فرآیند تولید دارند که می تواند منجر به از بین رفتن ترکیبات حساس به حرارت مانند روغن های فرار، آنتوسیانین ها و کاروتنوئیدها شود (Yhirayha et al., 2014). استفاده از فرایندهای تولید در دماهای پایین و تکنیک های خشک کردن انجمادی، راهکارهایی هستند که به حفظ ترکیبات زیست فعال در برابر تخریب حرارتی کمک می کنند.



۳-۱-۲. بهینه‌سازی روش‌های پایدارسازی ترکیبات گیاهی

برای غلبه بر مشکلات پایداری ترکیبات گیاهی در محصولات آرایشی، فناوری‌های نوین متعددی توسعه یافته‌اند که برخی از مهم‌ترین آن‌ها عبارتند از:

- نانوکپسوله‌سازی و لیپوزوم‌ها: نانوسامانه‌های حامل مانند لیپوزوم‌ها، نانوامولسیون‌ها و نانوساختارهای لیپیدی جامد (SLN)، می‌توانند ترکیبات گیاهی را در برابر تخریب محیطی محافظت کرده و زیست‌دسترسی پذیری آن‌ها را افزایش دهند (Agrawal et al., 2024).
- میکروانکپسولاسیون با پلیمرهای زیستی: ترکیبات گیاهی را می‌توان در میکروکپسول‌های طبیعی مانند آلژینات، کیتوزان و پروتئین‌های گیاهی قرار داد تا در برابر نور و اکسیداسیون مقاوم شوند. (محمدی و همکاران، ۱۳۹۸)
- بسته‌بندی‌های فعال و مات: استفاده از بطری‌های شیشه‌ای مات، ظروف فلزی و بسته‌بندی‌های دارای محافظ اشعه UV باعث کاهش اثرات تخریبی نور بر ترکیبات گیاهی می‌شود.
- تثبیت ترکیبات در حامل‌های لیپیدی: ترکیبات روغن دوست مانند کاروتنوئیدها، توکوفرول‌ها و کوآنزیم Q10، می‌توانند در حامل‌های لیپیدی مانند روغن‌های گیاهی تثبیت شوند که به افزایش ماندگاری آن‌ها کمک می‌کند. (پزشکی نجف آبادی و محمدی، ۱۳۹۶)

در مجموع، پایدارسازی ترکیبات گیاهی در محصولات آرایشی یک چالش اساسی است که نیازمند استفاده از روش‌های فناوریانه و تکنیک‌های پیشرفته فرمولاسیون است. توسعه فناوری‌های نوین مانند نانوحامل‌ها، روش‌های استخراج نوین و سیستم‌های محافظتی پیشرفته، می‌تواند بهبود قابل توجهی در کارایی و ماندگاری این ترکیبات ایجاد کند و نقش مهمی در توسعه محصولات آرایشی طبیعی و گیاهی ایفا کند.

۲-۲. چالش زیست‌دسترسی پذیری و نفوذ ترکیبات گیاهی در پوست

یکی از چالش‌های اساسی در فرمولاسیون محصولات آرایشی گیاهی، زیست‌دسترسی پذیری پایین ترکیبات فعال و محدودیت نفوذ آن‌ها در پوست است. بسیاری از ترکیبات گیاهی، اگرچه دارای خواص آنتی‌اکسیدانی، ضدالتهابی و ترمیم‌کننده هستند، اما به دلیل ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی خاص خود، به سختی به لایه‌های عمقی پوست نفوذ کرده و عملکرد مورد انتظار را نشان می‌دهند (Beloqui et al., 2017). این مسئله باعث کاهش اثربخشی محصولات آرایشی گیاهی شده و نیاز به فناوری‌های نوین برای افزایش نفوذپذیری این ترکیبات را ضروری می‌کند.

۱-۲-۲. ساختار پوست و موانع زیستی در جذب ترکیبات گیاهی

پوست به‌عنوان بزرگ‌ترین سد دفاعی بدن، ساختاری پیچیده دارد که از اپیدرم، درم و هیپودرم تشکیل شده است. لایه شاخی (Stratum Corneum) که خارجی‌ترین لایه اپیدرم است، به‌عنوان مانع اصلی در برابر جذب ترکیبات آرایشی عمل



می کند (Prausnitz & Langer, 2008). این لایه متشکل از سلول های کراتینه و لیپید های بین سلولی است که مانع از عبور مولکول های آب دوست و بسیاری از ترکیبات فعال گیاهی می شود.

ویژگی هایی که مانع از نفوذ ترکیبات گیاهی در پوست می شوند:

- وزن مولکولی بالا: ترکیبات گیاهی با وزن مولکولی بیش از 500 دالتون به سختی از لایه شاخی عبور می کنند.
- حلالیت پایین در چربی یا آب: مولکول هایی که بسیار آب دوست یا بسیار چربی دوست هستند، به خوبی از لایه شاخی عبور نمی کنند.
- پیوندهای هیدروژنی زیاد: ترکیباتی که تعداد زیادی گروه های عاملی قطبی (مانند فلاونوئیدها) دارند، تمایل زیادی به آب دارند و در نتیجه به سختی از سد لیپیدی پوست عبور می کنند. (Bos & Meinardi, 2000).

۲-۲. نقش فرمولاسیون های نوین در افزایش نفوذ ترکیبات گیاهی

برای افزایش زیست دسترس پذیری و نفوذ ترکیبات گیاهی در پوست، از فناوری های پیشرفته در فرمولاسیون محصولات آرایشی و بهداشتی استفاده می شود. برخی از مهم ترین راهکارها شامل موارد زیر هستند:

- **استفاده از نانو حامل ها:** نانوامولسیون ها، لیپوزوم ها و نانو ساختارهای لیپیدی جامد (SLN) از جمله فناوری هایی هستند که برای افزایش نفوذ ترکیبات گیاهی در پوست استفاده می شوند (Pardeike et al., 2009). این سیستم ها دارای اندازه ذرات نانومتری بوده و می توانند ترکیبات فعال را در برابر تخریب محیطی محافظت کرده و عبور آن ها از لایه شاخی را تسهیل کنند. مطالعات نشان داده است که فرمولاسیون لیپوزومی آنتی اکسیدان های گیاهی باعث افزایش ۳ برابری جذب پوستی و افزایش اثربخشی آن ها در محافظت از پوست در برابر آسیب های محیطی می شود (Beloqui et al., 2017).
- **استفاده از حامل های لیپیدی و روغن های گیاهی:** ترکیبات روغن دوست مانند کاروتنوئیدها، توکوفرول ها و کوآنزیم Q10، می توانند در حامل های لیپیدی مانند نانوامولسیون های روغنی و میسل ها تثبیت شوند که باعث افزایش ماندگاری و جذب آن ها در پوست می شود (Cevc & Blume, 2001).
- **افزایش نفوذ از طریق روش های فیزیکی:** برخی تکنیک های نوین مانند اولتراسوند، میکرونیدلینگ و مایکروسرماسیون می توانند به باز کردن موقتی منافذ پوست کمک کرده و باعث افزایش جذب ترکیبات گیاهی شوند (Prausnitz & Langer, 2008).

زیست دسترس پذیری پایین و محدودیت نفوذ ترکیبات گیاهی یکی از موانع اصلی در توسعه فرمولاسیون های آرایشی گیاهی است. پوست دارای موانع فیزیکی و شیمیایی متعددی است که از عبور مولکول های زیست فعال جلوگیری می کند. برای غلبه بر این چالش، استفاده از نانو حامل ها، فرمولاسیون های لیپیدی و روش های نوین افزایش نفوذ، می تواند به بهبود اثربخشی



محصولات آرایشی گیاهی کمک کند. مطالعات آینده باید بر توسعه فرمولاسیون‌های هوشمند، بهینه‌سازی نانو حامل‌ها و بررسی مکانیسم دقیق نفوذ ترکیبات گیاهی در پوست تمرکز داشته باشند.

۳-۲. چالش در پایداری و تداخل ترکیبات گیاهی در فرمولاسیون‌های آرایشی

پس از بررسی مشکلات پایداری ترکیبات گیاهی و زیست‌دسترسی پذیری و نفوذ آن‌ها در پوست، یکی دیگر از چالش‌های علمی مهم در توسعه فرمولاسیون‌های آرایشی گیاهی، پایداری فرمولاسیون و تداخل ترکیبات فعال با یکدیگر است. محصولات آرایشی و بهداشتی گیاهی حاوی مجموعه‌ای از ترکیبات زیست‌فعال مانند پلی‌فنول‌ها، فلاونوئیدها، کاروتنوئیدها و روغن‌های ضروری هستند که به دلیل ماهیت شیمیایی پیچیده خود، ممکن است در طول زمان دچار ناپایداری شده یا با سایر ترکیبات موجود در فرمولاسیون واکنش دهند (DK & Jain., 2018).

۳-۲-۱. چالش پایداری شیمیایی و فیزیکی ترکیبات گیاهی در فرمولاسیون

۳-۲-۱-۱. ناپایداری اکسیداتیو ترکیبات گیاهی

ترکیبات زیست‌فعال گیاهی مانند پلی‌فنول‌ها، ویتامین C و برخی روغن‌های ضروری در معرض اکسیژن و نور خورشید به سرعت اکسید شده و تخریب می‌شوند. این مسئله باعث کاهش کارایی این ترکیبات و تغییر رنگ و بوی محصول می‌شود (de Lima Cherubim et al., 2020).

۳-۲-۱-۲. راهکارها برای افزایش پایداری اکسیداتیو:

- استفاده از آنتی‌اکسیدان‌های طبیعی مانند ویتامین E و اسید فرولیک برای کاهش اکسیداسیون و همچنین بسته‌بندی‌های مقاوم به نور و اکسیژن، مانند بطری‌های شیشه‌ای مات و ظروف با محافظ UV (Müller et al., 2018).
- نانو کپسوله سازی ترکیبات حساس به اکسیداسیون برای جلوگیری از تماس آن‌ها با عوامل محیطی (Guía-García et al. 2019).

۳-۲-۱-۳. ناپایداری pH و اثر آن بر ترکیبات گیاهی

بسیاری از ترکیبات گیاهی در محدوده pH خاصی پایدار هستند و در محیط‌های بسیار اسیدی یا قلیایی دچار تخریب می‌شوند. برای مثال، ویتامین C در pH قلیایی بسیار ناپایدار است و به سرعت تجزیه می‌شود (Sheraz et al., 2017). از سوی دیگر، برخی از عصاره‌های گیاهی مانند عصاره‌های بابونه و چای سبز در محیط‌های اسیدی کارایی بیشتری دارند.

۳-۲-۱-۴. راهکارها برای کنترل پایداری pH:

- تنظیم pH فرمولاسیون با استفاده از سیستم‌های بافر مناسب.
- استفاده از حامل‌های لیپیدی و پلیمرهای زیستی برای کاهش حساسیت ترکیبات نسبت به تغییرات pH.
- بررسی برهم کنش بین ترکیبات مختلف در فرمولاسیون و تست پایداری در بازه‌های زمانی طولانی.



۲-۳-۲. تداخل ترکیبات گیاهی و ناسازگاری فرمولاسیون

در بسیاری از موارد، ترکیبات فعال گیاهی در کنار یکدیگر یا در ترکیب با سایر مواد موجود در فرمولاسیون، ممکن است اثرات یکدیگر را کاهش داده یا حتی منجر به تولید ترکیبات ناخواسته شوند. برخی از مهم‌ترین ناسازگاری‌ها در فرمولاسیون‌های آرایشی گیاهی شامل موارد زیر است:

۱-۲-۳-۲. برهم‌کنش‌های شیمیایی بین ترکیبات فعال

ترکیبات دارای خاصیت آنتی‌اکسیدانی قوی مانند پلی‌فنول‌ها و ویتامین C ممکن است در حضور فلزات سنگین (مانند آهن و مس موجود در آب یا سایر مواد خام) دچار اکسیداسیون سریع شوند (Séby, 2021). همچنین اسانس‌های گیاهی ممکن است در ترکیب با مواد فعال دارای بار الکتریکی خاص، ناپایدار شده و اثرات خود را از دست بدهند (Cunha et al., 2022).

۲-۲-۳-۲. راهکارها برای کاهش برهم‌کنش‌های شیمیایی:

- استفاده از کلات‌کننده‌ها مانند EDTA برای حذف یون‌های فلزی که باعث اکسیداسیون ترکیبات فعال می‌شوند.
- جداسازی فازهای آبی و روغنی و استفاده از امولسیفایرهای مناسب برای حفظ پایداری ترکیبات گیاهی.
- انجام تست‌های ناسازگاری ترکیبات قبل از فرمولاسیون نهایی.

۳-۲-۳-۲. کنترل سازگاری ترکیبات گیاهی با سایر اجزای فرمولاسیون

علاوه بر ناپایداری ترکیبات گیاهی، برخی از مواد مورد استفاده در محصولات آرایشی مانند نگهدارنده‌ها، امولسیفایرها و مواد قوام‌دهنده ممکن است باعث کاهش کارایی ترکیبات فعال گیاهی شوند. برای مثال: برخی نگهدارنده‌های سنتزی ممکن است با پلی‌فنول‌های موجود در عصاره‌های گیاهی واکنش داده و کارایی آن‌ها را کاهش دهند (Zillich et al., 2015). و یا اینکه برخی امولسیفایرها ممکن است باعث کاهش پایداری ترکیبات لیپوفیل مانند کاروتنوئیدها شوند (Dewandari et al., 2020).

۴-۲-۳-۲. راهکارها برای کنترل سازگاری ترکیبات:

- انتخاب نگهدارنده‌های طبیعی مانند اسیدهای آلی که با ترکیبات گیاهی سازگار باشند.
 - بررسی رفتار فرمولاسیون در شرایط مختلف دمایی و محیطی برای جلوگیری از جداسازی فازها.
 - استفاده از روش‌های پردازش ملایم مانند اولتراسوند برای بهینه‌سازی توزیع ترکیبات گیاهی در فرمولاسیون.
- پایداری فرمولاسیون‌های آرایشی گیاهی به دلیل ماهیت ناپایدار ترکیبات زیست‌فعال و برهم‌کنش‌های آن‌ها با سایر اجزای محصول، یکی از چالش‌های اصلی در توسعه این محصولات است. ترکیبات گیاهی ممکن است در شرایط نور، اکسیژن، دما و



pH نامناسب دچار تخریب شوند. همچنین، ناسازگاری ترکیبات فعال با یکدیگر و با سایر مواد موجود در فرمولاسیون می تواند باعث کاهش اثربخشی محصول نهایی شود.

برای غلبه بر این چالش ها، استفاده از آنتی اکسیدان ها، نانو کپسوله سازی، تنظیم pH و استفاده از امولسیفایرهای سازگار پیشنهاد شده است. تحقیقات آینده می توانند بر بهینه سازی سیستم های تحویل ترکیبات فعال گیاهی و توسعه روش های نوین برای افزایش پایداری آن ها در فرمولاسیون های آرایشی تمرکز داشته باشند.

۲-۴. چالش در تنظیم دوز، اثرگذاری و ایمنی ترکیبات گیاهی در فرمولاسیون های آرایشی

یکی از چالش های اساسی دیگر در فرمولاسیون های آرایشی گیاهی، تنظیم دوز، ارزیابی اثرگذاری و بررسی ایمنی ترکیبات گیاهی است. ترکیبات گیاهی معمولاً از عصاره های پیچیده ای تشکیل شده اند که حاوی طیف گسترده ای از متابولیت های زیست فعال هستند. این تنوع ترکیبات، تعیین دوز دقیق و میزان اثرگذاری هر ماده را دشوار می کند. علاوه بر این، برخی ترکیبات طبیعی ممکن است حساسیت زا باشند یا در استفاده طولانی مدت اثرات ناخواسته ای ایجاد کنند (Dureja et al., 2005).

۲-۴-۱. چالش تنظیم دوز مؤثر ترکیبات گیاهی در فرمولاسیون های آرایشی

برخلاف مواد شیمیایی خالص که دوز آن ها به دقت تعیین می شود، ترکیبات گیاهی حاوی چندین جزء فعال هستند که ممکن است تأثیرات هم افزا یا مهاری روی یکدیگر داشته باشند. به عنوان مثال، در عصاره بابونه، ترکیبات آلفا-بیزابولول و آپی ژنین دارای اثرات ضدالتهابی هستند، اما در غلظت های بالا ممکن است اثرات متضادی نشان دهند (Foster et al., 2019).

۲-۴-۱-۱. راهکارها برای بهینه سازی غلظت ترکیبات گیاهی

- به کارگیری روش های آنالیتیکی مانند HPLC و LC-MS برای استانداردسازی مقدار ترکیبات زیست فعال در عصاره ها.
- مطالعات in vitro و in vivo برای بررسی اثربخشی و ایمنی دوزهای مختلف.
- استفاده از مدل های ریاضی و شبیه سازی های رایانه ای برای پیش بینی بهترین دوز مورد نیاز در فرمولاسیون.

۲-۴-۲. چالش های ارزیابی اثرگذاری ترکیبات گیاهی در محصولات آرایشی

یکی از مشکلات در تحقیقات آرایشی گیاهی، نبود روش های استاندارد برای اندازه گیری اثرگذاری این ترکیبات بر پوست است. برخلاف داروها که تحت آزمایش های بالینی دقیق قرار می گیرند، محصولات آرایشی گیاهی معمولاً تنها بر اساس تست های in vitro ارزیابی می شوند (Ashawat et al., 2009).

۲-۴-۲-۱. راهکارها برای ارزیابی علمی اثرگذاری ترکیبات گیاهی

- استفاده از مدل های سلولی سه بعدی پوست برای بررسی اثرات طولانی مدت ترکیبات گیاهی بر سلول های پوستی.



- آزمون‌های بالینی کنترل شده بر روی داوطلبان انسانی برای بررسی تأثیرات محصولات گیاهی در شرایط واقعی.
- به کارگیری روش‌های تصویربرداری مدرن مانند درموسکوپی و تکنیک‌های لیزری برای ارزیابی تغییرات پوست پس از مصرف محصولات گیاهی.

۲-۴-۳. بررسی ایمنی ترکیبات گیاهی و احتمال بروز حساسیت‌های پوستی

برخی ترکیبات گیاهی، با وجود خواص مفیدی که دارند، ممکن است در برخی افراد ایجاد التهاب، قرمزی، خارش یا واکنش‌های آلرژیک کنند. به عنوان مثال، روغن‌های ضروری مانند اسطوخودوس و نعناع در برخی افراد باعث حساسیت‌های پوستی و تحریک موضعی می‌شوند (Wölflé et al., 2014).

۲-۴-۱. راهکارهای پیشنهادی برای بررسی ایمنی ترکیبات گیاهی

- انجام تست‌های پچ (Patch Test) برای بررسی حساسیت‌های پوستی قبل از عرضه محصول به بازار.
- به کارگیری روش‌های *in vitro* مانند آزمون‌های سمیت سلولی برای ارزیابی پتانسیل تحریک کنندگی ترکیبات.
- مطالعات بالینی بلندمدت بر روی گروه‌های مختلف جمعیتی برای تعیین احتمال واکنش‌های ناخواسته.

۲-۴-۴. پایداری بیولوژیکی و ایمنی مصرف طولانی مدت ترکیبات گیاهی

یکی دیگر از مسائل مهم در ایمنی ترکیبات گیاهی، پایداری زیستی آن‌ها در طولانی مدت و امکان تجمع در بدن است. برخی ترکیبات ممکن است در صورت مصرف مداوم، در پوست تجمع پیدا کرده و باعث اثرات منفی شوند.

۲-۴-۱. راهکارها برای اطمینان از ایمنی مصرف طولانی مدت

- بررسی متابولیسم ترکیبات گیاهی در پوست و جذب سیستمیک آن‌ها.
- استفاده از فناوری‌های تحویل کنترل شده (Controlled Release) برای کاهش دوز تجمعی ترکیبات.
- مطالعات هم‌افزایی یا سمیت ترکیبات در فرمولاسیون‌های حاوی چندین ماده فعال.

تنظیم دوز مؤثر، بررسی اثرگذاری و ارزیابی ایمنی ترکیبات گیاهی، یکی از مهم‌ترین چالش‌های علمی در فرمولاسیون‌های آرایشی گیاهی است. استانداردسازی غلظت ترکیبات، توسعه روش‌های جدید برای اندازه‌گیری اثربخشی، و انجام تست‌های ایمنی در سطح سلولی و انسانی، راهکارهای کلیدی برای بهینه‌سازی این محصولات هستند. پژوهش‌های آینده می‌توانند بر روی ارزیابی سمیت بلندمدت، توسعه استانداردهای بین‌المللی برای تنظیم دوز، و مطالعات دقیق‌تر در مورد حساسیت‌زایی ترکیبات گیاهی تمرکز کنند.

۳. نتیجه گیری

فرمولاسیون‌های آرایشی گیاهی به دلیل برخورداری از ترکیبات طبیعی و سازگار با پوست، به عنوان جایگزین مناسبی برای محصولات شیمیایی مورد توجه قرار گرفته‌اند. با این حال، چالش‌های علمی متعددی در مسیر توسعه این محصولات وجود



دارد که نیازمند تحقیقات و راهکارهای نوین است. بررسی‌های این مقاله نشان داد که پایدارسازی ترکیبات گیاهی، زیست‌دسترس‌پذیری و نفوذ آن‌ها در پوست، تعاملات و ناسازگاری‌های فرمولاسیونی، و تنظیم دوز و ایمنی مصرف از مهم‌ترین چالش‌های علمی در این حوزه هستند.

برای غلبه بر این موانع، استفاده از فناوری‌های نوین مانند نانوحامل‌ها، روش‌های پایدارسازی زیستی، مدل‌های پیشرفته ارزیابی اثرگذاری و استانداردسازی فرمولاسیون‌ها پیشنهاد می‌شود. همچنین، نیاز به تدوین دستورالعمل‌های دقیق برای تعیین میزان مجاز ترکیبات گیاهی، بررسی اثرات بلندمدت و اجرای آزمایش‌های بالینی گسترده‌تر، امری ضروری به نظر می‌رسد. در نهایت، تحقیق و توسعه در این حوزه می‌تواند به افزایش کیفیت، اثربخشی و ایمنی محصولات آرایشی گیاهی کمک کرده و مسیر رشد پایدار این صنعت را هموار سازد.

۴. منابع

محمدیان، ت.، سراج، بیتا، ناصری پور تکلو، رسول. (۱۳۹۸). تأثیر لاکتوباسیلوس پلانتاروم ریزپوشانی شده با آلژینات/کیتوزان بر برخی فاکتورهای بیوشیمیایی پلاسما خون در فیل ماهی. (Huso huso) مجله تحقیقات دامپزشکی ۷۴(۱): ۹۳-۱۰۳.

پزشکی نجف آبادی، الف و محمدی، م. ۱۳۹۶. حامل‌های لیپیدی نانوساختار به عنوان سیستم‌های رسانش هدفمند جهت غنی سازی نوشیدنی‌های آبی با ترکیبات فعال زیستی. نشریه علمی نوآوری و علوم و فناوری غذایی. ۹(۰): ۴۱-۵۱.

- Costa, E. F., Magalhães, W. V., & Di Stasi, L. C. (2022). Recent Advances in Herbal-Derived Products with Skin Anti-Aging Properties and Cosmetic Applications. *Molecules (Basel, Switzerland)*, 27(21), 7518.
- Sathyaseelan, S., Rao, B. H., & Anushmati, S. (2024). Cosmeceuticals: A transit state from synthetic to natural. *Indian journal of pharmacology*, 56(1), 42–51.
- Moldovan, M., Lahmar, A., Bogdan, C., Părauan, S., Tomuță, I., & Crișan, M. (2017). Formulation and evaluation of a water-in-oil cream containing herbal active ingredients and ferulic acid. *Clujul medical (1957)*, 90(2), 212–219.
- Ahuja, A., & Bajpai, M. (2024). Novel Arena of Nanocosmetics: Applications and their Remarkable Contribution in the Management of Dermal Disorders, Topical Delivery, Future Trends and Challenges. *Current pharmaceutical design*, 30(2), 115–139.
- Mainkar, A. R., & Jolly, C. I. (2001). Formulation of natural shampoos. *International journal of cosmetic science*, 23(1), 59–62.
- Yhirayha, C., Soontaranon, S., Wittaya-Areekul, S., & Pitaksuteepong, T. (2014). Formulation of lyotropic liquid crystal containing mulberry stem extract: influences of formulation ingredients on the formation and the nanostructure. *International journal of cosmetic science*, 36(3), 213–220.
- Beloqui, Ana., María Ángeles Solinís, Alicia Rodríguez-Gascón, António J. Almeida, Véronique Prétat. (2016) Nanostructured lipid carriers: Promising drug delivery systems for future clinics, Nanomedicine: Nanotechnology, Biology and Medicine. 12(1), 143-161.



- Prausnitz, M. R., & Langer, R. (2008). Transdermal drug delivery. *Nature biotechnology*, 26(11), 1261–1268.
- Bos, J. D., & Meinardi, M. M. (2000). The 500 Dalton rule for the skin penetration of chemical compounds and drugs. *Experimental dermatology*, 9(3), 165–169.
- Pardeike, J., Hommoss, A., & Müller, R. H. (2009). Lipid nanoparticles (SLN, NLC) in cosmetic and pharmaceutical dermal products. *International journal of pharmaceutics*, 366(1-2), 170–184.
- Cevc, G., & Blume, G. (2001). New, highly efficient formulation of diclofenac for the topical, transdermal administration in ultradeformable drug carriers, Transfersomes. *Biochimica et biophysica acta*, 1514(2).
- DK, S. S., & Jain, V. (2018). Challenges in formulating herbal cosmetics. *Int J App Pharm*, 10(6), 47-53.
- de Lima Cherubim, D. J., Buzanello Martins, C. V., Oliveira Fariña, L., & da Silva de Lucca, R. A. (2020). Polyphenols as natural antioxidants in cosmetics applications. *Journal of cosmetic dermatology*, 19(1), 33-37.
- Müller, R. H., Petersen, R. D., Hommoss, A., & Pardeike, J. (2007). Nanostructured lipid carriers (NLC) in cosmetic dermal products. *Advanced drug delivery reviews*, 59(6), 522-530.
- Guía-García, J. L., Charles-Rodríguez, A. V., Reyes-Valdés, M. H., Ramírez-Godina, F., Robledo-Olivo, A., García-Osuna, H. T., ... & Flores-López, M. L. (2022). Micro and nanoencapsulation of bioactive compounds for agri-food applications: A review. *Industrial Crops and Products*, 186, 115198.
- Sheraz, M. A., Khan, M. F., Ahmed, S. O. F. I. A., Kazi, S. H., & Ahmad, I. Q. B. A. L. (2015). Stability and stabilization of ascorbic acid. *Househ. Pers. Care Today*, 10, 22-25.
- Séby, F. (2021). Metal and metal oxide nanoparticles in cosmetics and skin care products. In *Comprehensive Analytical Chemistry* (Vol. 93, pp. 381-427). Elsevier.
- Cunha, C., Ribeiro, H. M., Rodrigues, M., & Araujo, A. R. (2022). Essential oils used in dermocosmetics: Review about its biological activities. *Journal of Cosmetic Dermatology*, 21(2), 513-529.
- Zillich, O. V., Schweiggert-Weisz, U., Eisner, P., & Kersch, M. (2015). Polyphenols as active ingredients for cosmetic products. *International journal of cosmetic science*, 37(5), 455-464.
- Dewandari, K. T., Sofwan, G., & Tjahyono, H. (2019, September). Effect of Emulsifier Variation on The Stability of Carotene Nanoemulsion. In *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* (Vol. 309, No. 1, p. 012046). IOP Publishing.
- Dureja, H., Kaushik, D., Gupta, M., Kumar, V., & Lather, V. (2005). Cosmeceuticals: An emerging concept. *Indian Journal of Pharmacology*, 37(3), 155-159.
- Foster, B. C., Arnason, J. T., & Briggs, C. J. (2005). Natural health products and drug disposition. *Annu. Rev. Pharmacol. Toxicol.*, 45(1), 203-226.
- Ashawat, M., Banchhor, M., Saraf, S., & Saraf, S. (2009). Herbal Cosmetics: "Trends in Skin Care Formulation". *Pharmacognosy Reviews*, 3(5), 82.
- Wölfl, U., Seelinger, G., & Schempp, C. M. (2014). Topical application of St. John's wort (*Hypericum perforatum*). *Planta medica*, 80(02/03), 109-120.



خواص مهاری اسانس بابونه بر بیوفیلیم باکتریایی

سمیه سبزی علی^{۱*}، راضیه کوشکی^۱

^{۱*} گروه زیست شناسی، دانشکده علوم پایه، دانشگاه لرستان، خرم آباد، ایران (Sabzali.s@Lu.ac.ir)

چکیده

مقاومت آنتی بیوتیکی یکی از معضلات و مشکلات پیش روی جوامع است. استفاده از گیاهان برای درمان مورد توجه قرار گرفته است. یکی از این گیاهان بابونه (*Matricaria*) است که به صورت چای در سرتاسر دنیا مصرف می شود. در این مطالعه اسانس گیاه بابونه آلمانی (*Matricaria chamomilla*) جمع آوری شده از اطراف خرم آباد با استفاده از کلونجر تهیه شد. خواص ضد باکتریایی این گیاه بر روی *استافیلوکوکوس اورئوس* جداسازی شده از زخم دیابتی بررسی شد. برای این منظور توانایی تشکیل بیوفیلیم باکتری در محیط TSB با ۲٪ گلوکز مورد بررسی قرار گرفت. در ادامه اسانس بابونه در غلظت های مختلف به چاهک ها اضافه و در مدت زمان ۲، ۶، ۱۲ و ۲۴ ساعت مورد بررسی قرار گرفتند. نتایج به دست آمده از این مطالعه نشان داد اسانس بابونه باعث مهار تشکیل بیوفیلیم توسط این باکتری می شود. همچنین اسانس در غلظت ۲۰۰ میکروگرم بر میلی لیتر باعث مهار رشد باکتری و در غلظت ۴۰۰ میکروگرم بر میلی لیتر باعث مهار رشد بیوفیلیم شد. با توجه به نتایج به دست آمده به نظر می رسد اسانس بابونه می تواند گزینه مناسبی برای انجام مطالعات بیشتر به منظور تهیه پماد و یا کرم برای درمان عفونت ناشی از این باکتری در زخم های دیابتی باشد.

واژگان کلیدی: اسانس گیاهی، بیوفیلیم، زخم دیابتی، عفونت باکتریایی



۱. مقدمه

دیابت از جمله بیماری های شایع غدد در جهان و مسئول بیش از ۴ میلیون مرگ در سال است. سازمان جهانی بهداشت با توجه به روند رو به رشد بیماری دیابت در جهان آن را به عنوان یک اپیدمی نهفته اعلام کرده است (Izadi, Rahimi et al. 2017). زخم پای دیابتی یکی از شایع ترین مشکلات و عوارض ایجاد شده در بیماران مبتلا به دیابت ملیتوس است. که با توجه به مواردی مانند عدم کنترل قند خون، دوره طولانی بیماری و عدم رعایت نکات و دستورات بهداشتی بیماران دیابتی مستعد ابتلا به عفونت های زخم پای دیابتی هستند که اغلب با خطر قطع عضو و یا مرگ همراه است (Akrami and Karga Jahromi 2022). ریسک ابتلا به زخم پای دیابتی در بیماران مبتلا به دیابت شیرین (نوع یک یا دو) در طی عمر ممکن است به ۳۴٪ هم برسد.

نتایج کشت زخم، انتخاب آنتی بیوتیک ها و طول مدت درمان از عوامل مهم درمان عفونت های زخم پا می باشد. گونه های غالب باکتریایی که بر روی کشت زخم شناسایی می شوند اغلب شامل *استافیلوکوکوس اورئوس*، (Amini, Mohajeri- Tehrani et al. 2021). *سودوموناس اثرورژینوزا*، *پروتئوس میرابیلیس*، *کلبسیلا*، *استافیلوکوکوس ها*، *انتروکوکوس فکالیس* و *آسینتوباکتر* اشاره کرد (Lipsky, Berendt et al. 2006).

نتایج مطالعه امینی و همکاران و همکاران بر روی زخم های افراد دیابتی نشان داد که زخم ۹۶/۵٪ از افراد مورد مطالعه دارای آلودگی باکتریایی بوده است که از این بین ۷۰ مورد مونومیکروبیال (۵۵/۶٪) و ۴۹ مورد پلی میکروبیال (۳۸/۹٪) بودند. نکته قابل توجه اینکه تمامی میکروارگانیسم های شناسایی شده در این مطالعه نسبت به آنتی بیوتیک مقاوم بودند (Amini, Mohajeri-Tehrani et al. 2021). گیاه درمانی از دیرباز مورد توجه بشر بوده و در درمان بسیاری از عفونت ها از گیاهان استفاده می شود. ماده موثره بسیاری از داروها از گیاهان بدست می آید. گیاه بابونه دارای چهار گونه شیرازی، معطر، دشتی و رومی است. از این گیاه در درمان آگزما، زخم ها، بیماری های گوارشی استفاده شده و خواص ضد التهابی و ضد استرسی نیز دارد (Tiuman, Ueda-Nakamura et al. 2013, Sabzali, Bakhtiyari et al. 2005).

در این مطالعه قدرت مهارت اسانس بابونه بر روی ۲ جدایه باکتریایی شناسایی شده از بیماران مبتلا به زخم دیابتی استفاده شد.

۲. مواد و روش ها

۲-۱. تهیه اسانس

در این مطالعه بابونه آلمانی از دشت های اطراف شهر خرم آباد جمع آوری و در سایه خشک شد. در ادامه با استفاده از دستگاه کلونجر از گیاه بابونه اسانس تهیه شد.

۲-۲. بررسی تشکیل بیوفیلم به روش میکروتیتر پلیت

برای بررسی کمی توانایی تشکیل جدایه ها، ابتدا جدایه ها در محیط تریپتیکاز سوی براث (TSB) حاوی ۱ درصد گلوکز به مدت ۱۸ تا ۲۰ ساعت در ۳۷ درجه انکوبه شده و سپس سوسپانسیونی معادل نیم مک فارلند تهیه شد. پس از آن به هر چاهک



در پلیت ۹۶ خانه ۱۰۰ میکرولیتر از این محیط کشت حاوی باکتری اضافه کرده و میکروپلیت را در ۳۷ درجه ۲۴ ساعت انکوبه شد. پس از ۲۴ ساعت، چاهک‌ها سه بار با PBS شست‌وشو یافتند تا باکتری‌های نجسبیده جدا شوند. در مرحله بعد، سایر باکتری‌های چسبیده به چاهک با ۲۵۰ μl از اتانول ۹۶ درصد به مدت ۱۵ دقیقه فیکس شدند. سپس هر چاهک با ۲۰۰ μl کریستال ویوله ۰/۰۲ درصد رنگ شده و پس از ۵ دقیقه رنگ با آب مقطر شسته شد. پس از خشک شدن پلیت‌ها، آنالیز کمی بیوفیلم با افزودن ۲۰۰ μl از استیک اسید گلاسیال ۳۳ درصد به هر چاهک و خواندن OD آنها در طول موج ۴۹۲ nm توسط دستگاه اسپکتروفتومتر محاسبه می‌شد. برای اطمینان از صحت کار، آزمایش‌های فوق ۳ بار در زمان‌های مختلف تکرار شد. در ارزیابی بیوفیلم تشکیل شده بر اساس میزان جذب نوری، نمونه‌های با OD کمتر از ۰/۱ فاقد بیوفیلم، ۰/۱-۰/۲ به عنوان بیوفیلم ضعیف، ۰/۲-۰/۳ به عنوان بیوفیلم متوسط و بیش از ۰/۳ به عنوان بیوفیلم قوی در نظر گرفته شدند (Dadgar, Vahedi et al. 2019).

۲-۳. مهار بیوفیلم توسط اسانس بابونه

برای تعیین توانایی عوامل ضد میکروبی در حذف بیوفیلم از روش میکروتیتر پلیت استفاده شد. برای این منظور بعد از آماده سازی کشت باکتری ۱۸ تا ۲۰ ساعته، سوسپانسیون میکروبی معادل ۰/۵ مک فارلند از باکتری تهیه شد. این سوسپانسیون به نسبت یک به ۱۰۰ در تریپتیکاز سوی براث استریل رقیق گردید و تمام چاهک‌ها در یک پلیت ۹۶ خانه‌ای با ۲۵۰ میکرولیتر از این محیط پر شدند. سپس به مدت ۲۴ ساعت در دمای ۳۰ درجه سانتی گراد انکوبه شدند و فوراً عوامل ضد عفونی پس از خارج کردن محتویات چاهک‌ها و شستشوی آنها به کار رفتند. تمام این عامل ضد میکروبی (اسانس بابونه) به مدت یک ساعت بکار رفت و نیز هر ۲۰ دقیقه یک بار تعویض شد. علاوه بر این، ستون کنترل (حاوی بیوفیلم و بدون تیمار) و همچنین ستون شاهد (حاوی محیط براث استریل) در پلیت وجود داشتند. بعد از گذشت یک ساعت، عامل ضد میکروبی بوسیله شستن چاهک‌ها خارج شدند و چاهک‌ها با ۲۰۰ میکرولیتر کریستال ویوله ۰/۰۲ به مدت ۵ دقیقه رنگ شدند. چاهک‌ها با آب شیر شسته و با ۲۰۰ میکرولیتر اسید استیک گلاسیال ۳۳٪ پر شدند. سپس پلیت‌ها به مدت ۱۵ دقیقه در دمای ۳۰ درجه سانتی گراد انکوبه و بعد از این مدت به شدت تکان داده شدند و جذب نوری آنها در طول موج ۴۹۲ نانومتر توسط دستگاه اسپکتروفتومتر قرائت گردید. در آخر سنجش کارایی بیوساید یا درصد کاهش بیوفیلم از طریق جذب نوری چاهک‌های تیمار شده، کنترل و شاهد با توجه به فرمول زیر محاسبه شد: (Zhao, He et al. 2023).

$$\text{Reduction Percent} = \left[\frac{(C-B)-(T-B)}{(C-B)} \right] \times 100$$

C = میانگین جذب نوری چاهک‌های کنترل

B = میانگین جذب نوری چاهک‌های شاهد

T = میانگین جذب نوری چاهک‌های تیمار شده

۳. نتایج

نتایج حاصل از بررسی کمی تشکیل بیوفیلم در سویه‌ی مورد استفاده نشان داد که باکتری مورد بررسی دارای توانایی

تشکیل بیوفیلم با توان اتصال متوسط بود.

بررسی مهار بیوفیلم توسط اسانس بابونه

نتایج بدست آمده نشان دادند که اسانس بابونه در غلظت ۴۰۰ میکروگرم/میلی لیتر باعث مهار تشکیل بیوفیلم توسط *استافیلوکوکوس اورئوس* شد.



شکل ۱: مهار تشکیل بیوفیلم توسط اسانس بابونه

۴. بحث و نتیجه گیری

از دیرباز استفاده از گیاهان در درمان بیماری‌های عفونی مورد توجه بوده است. با توجه به بروز و شیوع مقاومت آنتی بیوتیکی استفاده از گیاهان به شدت مورد توج دانشمندان قرار گرفته است (Bakhtiyari, Sabzali et al. 2014). گیاه بابونه یکی از آشنا ترین گیاهان دارویی در سراسر دنیا است که روزانه به صورت چای در سراسر جهان مصرف می‌شود. اسانس این گیاه سرشار از آلفا-بیزابولول بوده که در ترمیم پوست نقش بسیار زیادی داشته همچنین ترکیبات آرام‌بخش در اسانس این گیاه وجود دارند که به تسکین و التیام بافت‌های آسیب دیده پوست کمک می‌کنند. به همین دلیل از آن در کرم‌های آرایشی بهداشتی استفاده می‌شود. مطالعات بسیاری بر روی بررسی خواص ضد میکروبی این گیاه صورت گرفته است که نتایج آنها نیز نشان دهنده تاثیر مهاری اسانس این گیاه در مهار رشد میکروارگانیسم‌ها است (Akpulat, Tepe et al. 2005). در این مطالعه خواص مهاری اساس این گیاه در مهار باکتری‌های ایجاد کننده بیوفیلم در زخم‌های دیابتی که از افراد مبتلا به زخم‌های مقاوم به درمان جداسازی شده بود بررسی شد. نتایج نشان داد که اسانس گیاه بابونه قادر به مهار تشکیل بیوفیلم ایجاد شده توسط باکتری *استافیلوکوکوس اورئوس* است. در مطالعه ایزدی و همکاران نیز خواص مهاری اسانس این گیاه بر روی مهار رشد باکتری‌های *سالمونلاتیفی موربوم*، *اشرشیاکلی*، *لیستریا مونوسیتوژنز*، *باسیلوس سرئوس*، *استافیلوکوکوس اورئوس* و *باسیلوس سوبتیلیس* مورد بررسی قرار گرفت. نتایج این مطالعه نشان دهنده تاثیر اسانس بابونه در مهار رشد باکتری‌های مذکور بود (Izadi, Modarres Sanavi et al. 2013) که با نتیجه بدست آمده از مطالعه فوق مطابقت دارد. در مطالعه دیگری صادری و همکاران به بررسی اثر اسانس بابونه بر تولید بیوفیلم *سودوموناس آئروژینوزا* پرداختند (حوریه, پرویز, et al.). نتایج آنها نشان داد که اسانس تهیه شده از بابونه در غلظت ۰/۵ $\mu\text{g/ml}$ باعث کاهش تولید بیوفیلم توسط این باکتری می‌شود. با توجه به نتایج بدست آمده آنها عنوان کردند که استفاده از اسانس بابونه می‌تواند برای کاهش کلونیزاسیون باکتری بر روی استند‌های مورد استفاده در بدن مورد بررسی قرار بگیرد. کشاورز و همکاران در یک مطالعه به بررسی تاثیر استفاده از اسانس بابونه در بهبود زخم‌های



بعد از جراحی پرداختند (Keshvarze, Nasiri-Formi et al. 2024). نتایج این مطالعات نشان دهنده تاثیر مثبت این ماده بر روند بهبود زخم بود. با توجه به موارد ذکر شده به نظر می رسد استفاده از اسانس بابونه در تولید پمادها و کرم های گیاهی برای بهبود زخم های مقاوم به درمان در افراد دیابتی مفید باشد.

منابع

- صادری، ح.، اولیاء، پ.، هاشمی، ر. ۱۳۸۶. اثر اسانس بابونه بر تولید بیوفیلم در سودوموناس آئروژینوزا. مجله میکروب شناسی ایران. ۱۴-۹: (۲) ۱.
- Akpulat, H. A., B. Tepe, A. Sokmen, D. Daferera and M. Polissiou (2005). Composition of the essential oils of *Tanacetum argyrophyllum* (C. Koch) Tvzel. var. *argyrophyllum* and *Tanacetum parthenium* (L.) Schultz Bip. (Asteraceae) from Turkey. *Biochemical Systematics and Ecology* 33(5): 511-516.
- Akrami, M. and Z. Karga Jahromi (2022). Identification of β -lactamase genes in *Escherichia coli* isolated from diabetic foot ulcer by Multiplex PCR in Jahrom city. *Pars Journal of Medical Sciences* 16(3): 10-16.
- Amini, M. R., M. R. Mohajeri-Tehrani, N. Mehrdad, M. Sanjari, M. Aalaa and N. Alijani (2021). Diagnosis and treatment of diabetic foot infections: adopted IWGDF guideline. 79 (2) :112-123.
- Bakhtiyari, S., S. Sabzali, A. Rostamzad and G. Basati (2014). Investigating antimicrobial activity of hydroalcoholic extract and essential oil of *Tymbra spicata* against some pathogenic bacteria. *J Basic Res Med Sci*: 1-7.
- Dadgar, T., Z. Vahedi, S. Yazdansetad, E. Kiaei and H. Asaadi (2019). Phenotypic Investigation of Biofilm Formation and the Prevalence of *icaA* and *icaD* Genes in *Staphylococcus epidermidis* Isolates. *Iranian Journal of Medical Microbiology* 12(6): 371-381.
- Izadi, N., M. Rahimi, F. Rezvanmadani, H. Shetabi and M. Darbandi (2017). A survey on epidemiology of type II diabetes in patients referring to the diabetes clinic in Kermanshah province du ring 2013-14: A short report. *Journal of Rafsanjan University of Medical Sciences* 16(1): 83-90.
- Izadi, Z., S. Modarres Sanavi, A. Sorooshzadeh, M. Esna-Ashari and P. Davoodi (2013). Antimicrobial activity of chamomile (*Matricaria chamomilla* L.) and feverfew (*Tanacetum parthenium* L.). *Armaghane danesh* 18(1): 31-43.
- Keshvarze, I., E. Nasiri-Formi, S. Azizi and H. Akbari (2024). Comparison of the Effects of *Matricaria Chamomilla* L and Calendite-E Cream on the Healing Process of Surgical Wounds in Rats. *Journal of Mazandaran University of Medical Sciences* 34(233): 15-27.
- Lipsky, B. A., A. R. Berendt, H. G. Deery, J. M. Embil, W. S. Joseph, A. W. Karchmer, J. L. LeFrock, D. P. Lew, J. T. Mader and C. Norden (2006). Diagnosis and treatment of diabetic foot infections. *Plastic and reconstructive surgery* 117(7S): 212S-238S.
- Sabzali, S., S. Bakhtiyari, A. Rostamzad and M. Azodi (2013). Comparison of antibacterial effect of *Thymbra spicata*'s essential oils with common therapeutic antibiotics. 36 (5) :1-6.
- Tiuman, T. S., T. Ueda-Nakamura, D. g. A. c. Garcia Cortez, B. P. Dias Filho, J. A. s. Morgado-Díaz, W. de Souza and C. V. Nakamura (2005). Antileishmanial activity of parthenolide, a sesquiterpene lactone isolated from *Tanacetum parthenium*. *Antimicrobial agents and chemotherapy* 49(1): 176-182.
- Zhao, Y., W. He, S. Zhao, T. Jiao, H. Hu, J. Li, L. Zhang and J. Zang (2023). Advanced Insights into Walnut Protein: Structure, Physiochemical Properties and Applications. *Foods* 12(19): 3603.



اثرات افدرین بر روی جنین در دوران بارداری و تولیدمثل – مروری کوتاه

علیرضا سلمانی^۱، یوسف پناهی^{۱*}، پویا صابر فرزام^۱، بهاره بابازاده^۱

^۱ گروه علوم پایه، دانشکده دامپزشکی، دانشگاه تبریز، تبریز (y.panahi@tabrizu.ac.ir)

چکیده

افدرین، یک آلکالوئید زیست فعال استخراج شده از گیاه افدرا، به دلیل اثرات محرک آن بر سیستم عصبی و قلبی-عروقی به طور گسترده در پزشکی سنتی و مدرن مورد استفاده قرار گرفته است. با این حال، نگرانی‌هایی در مورد اثرات تراژیک (ناهنجاری‌های مادرزادی) و سمیت تولیدمثلی این ترکیب در دوران بارداری مطرح شده است. برای این مطالعه مروری، کلمات کلیدی "جنین"، "افدرا" و "افدرین" در گوگل اسکالر و پاب‌مد جستجو شدند. از ۲۶۵ مقاله منتشر شده بین سال‌های ۲۰۱۴ تا ۲۰۲۴، در مجموع ۱۵ مقاله که مستقیماً با اثرات افدرین بر رشد جنین و تولید مثل مرتبط بودند، انتخاب شدند. مطالعات اخیر نشان می‌دهند که قرار گرفتن در معرض افدرین در زنان باردار و مدل‌های حیوانی ممکن است منجر به نقایص مادرزادی، محدودیت رشد جنین و اختلالات هورمونی شود. علاوه بر این، افدرین با افزایش مقاومت عروق جفتی همراه است که می‌تواند باعث کاهش اکسیژن‌رسانی و ایجاد اختلال در رشد جنین گردد. تحقیقات انجام شده بر روی مدل‌های حیوانی نیز نشان داده‌اند که افدرین می‌تواند عملکرد غدد درون‌ریز، استرس اکسیداتیو و ترشح هورمون‌های تولیدمثلی را تغییر داده و در نتیجه بر باروری و سلامت جنین تأثیر بگذارد. با توجه به این یافته‌ها، مطالعات جامع‌تری برای درک بهتر مکانیسم‌های سمیت تولیدمثلی افدرین و تدوین دستورالعمل‌های ایمن‌تر برای مصرف آن در دوران بارداری ضروری است.

واژگان کلیدی: افدرا، افدرین، ناهنجاری‌های مادرزادی



۱. مقدمه

گیاه افدرا (*Ephedra*) به عنوان یک گیاه دارویی در پزشکی سنتی ژاپنی (کامپو) و چینی مورد استفاده قرار می گیرد و حاوی ترکیبات فعالی مانند افدرین و سودوافدرین است که به دلیل اثرات محرک سیستم عصبی مرکزی و ضد احتقان، در درمان بیماری های تنفسی مانند آسم و سرماخوردگی کاربرد دارند (Noda et al., 2024). در ژاپن، حدود ۶٪ از زنان باردار در سه ماهه اول بارداری از داروهای کامپو حاوی افدرا استفاده می کنند (Noda et al., 2024). با این حال، نگرانی هایی درباره ایمنی افدرین در دوران بارداری وجود دارد، زیرا این ترکیب با افزایش ضربان قلب و فشار خون ممکن است جریان خون رحمی-جفتی را مختل کند (Guo et al., 2015; Noda et al., 2024). مطالعات حیوانی نشان می دهند که افدرین می تواند باعث سمیت جنینی و ناهنجاری های قلبی-عروقی در مدل های جوجه جنینی شود (Oberholzer et al., 2015). از سوی دیگر، پژوهش ها روی موش ها نشان می دهند که عصاره های گیاهی مانند *Ephedra alata* و *Ephedra pachyclada* با خواص آنتی اکسیدانی و ضد التهابی، اثرات محافظتی در برابر سمیت های ناشی از مواد شیمیایی مانند سیکلوفسفامید و پیریمیکارب دارند (Abedi et al., 2023; Khattabi et al., 2023). در زمینه مدیریت فشار خون طی سزارین، افدرین به طور سنتی به عنوان منقبض کننده عروق اولیه استفاده می شده است، اما مطالعات اخیر نشان می دهند که نوراپی نفرین و فنیل افرین ممکن است گزینه های ایمن تری باشند. به عنوان مثال، نوراپی نفرین در مقایسه با افدرین، با کاهش بروز تاکی کاردی مادر (Elnabity & Selim, 2018) و اسیدوز جنینی همراه است (Mohta et al., 2016). با این حال، در زنان مبتلا به پره کلآمپسی شدید، تفاوت معناداری در وضعیت اسید-باز جنین بین افدرین و فنیل افرین مشاهده نشده است (Dyer et al., 2018). همچنین، روش تجویز افدرین (مانند تزریق آهسته) می تواند بر پیامدهای جنینی تأثیرگذار باشد، به طوری که تزریق آهسته با کاهش اسیدوز جنینی همراه است (Gunasekaran et al., 2017). علیرغم پیشرفت های اخیر، شکاف های دانشی قابل توجهی وجود دارد. بسیاری از مطالعات موجود بر روی مدل های حیوانی یا جمعیت های محدود انسانی متمرکز شده اند و داده های کافی درباره ایمنی بلندمدت افدرین در انسان وجود ندارد (Dusitkasem et al., 2017; Oberholzer et al., 2015). علاوه بر این، تفاوت های گونه ای در متابولیسم افدرین و اثرات محافظتی سایر ترکیبات گیاه افدرا، نیاز به پژوهش های بیشتری دارد (Abedi et al., 2023; Khattabi et al., 2023). این مقاله مروری با هدف تحلیل جامع شواهد موجود درباره اثرات افدرین بر جنین و تولیدمثل، و ارائه راهنمایی های بالینی برای استفاده ایمن از این ترکیب در دوران بارداری تدوین شده است.

۲. مواد و روش ها

برای این مطالعه مروری، کلمات کلیدی "جنین"، "افدرا" و "افدرین" در گوگل اسکالر و پاب مد جستجو شدند. از ۲۶۵ مقاله منتشر شده بین سال های ۲۰۱۴ تا ۲۰۲۴، در مجموع ۱۵ مقاله که مستقیماً با اثرات افدرین بر رشد جنین و تولید مثل مرتبط بودند، انتخاب شدند.

۳. نتایج

مطالعه ای که بر روی ۸۷۹،۲۰ زن باردار انجام شد، نشان داد که استفاده از داروهای کامپو (Kampo) حاوی افدرا در سه ماهه اول بارداری با افزایش خطر ناهنجاری های مادرزادی عمده همراه نبوده است. در این مطالعه، ۸۰٪ از زنان از داروهای



کامپو حاوی افدرا استفاده کردند و ۲.۱۳٪ از نوزادان آن‌ها دچار ناهنجاری‌های مادرزادی شدند. اگرچه نسبت شانس برای ناهنجاری‌ها در گروه استفاده کننده از افدرا کمی بالاتر بود، این تفاوت از نظر آماری معنادار نبود (Noda et al., 2024). مطالعه‌ای بر روی موش‌های نر نشان داد که افدرا (*Ephedra alata*) می‌تواند اثرات محافظتی قابل توجهی در برابر سمیت‌های ناشی از حشره کش پیریمیکارب داشته باشد. این مطالعه نشان داد که عصاره خام افدرا (EamCE) باعث بهبود عملکرد شناختی و فیزیکی، افزایش فعالیت آنتی اکسیدانی و ضدالتهابی، و حفظ یکپارچگی بافت‌ها می‌شود. همچنین، این عصاره باعث افزایش سطح تستوسترون و کاهش سطح کورتیزول و IL-1 β در موش‌های تحت تأثیر پیریمیکارب شد (Khatibi et al., 2023). مطالعه‌ای بر روی جنین جوجه نشان داد که افدرین و سیوترامین هر دو باعث سمیت جنینی و آسیب به بافت‌های قلب و کبد می‌شوند. در این مطالعه، دوزهای مختلف افدرین و سیوترامین باعث ایجاد تغییرات مورفولوژیکی مشابه دیستروفی عضلانی در قلب و استئاتوز شدید در کبد شدند. این یافته‌ها نشان می‌دهند که افدرین می‌تواند بر رشد جنین تأثیر منفی بگذارد (Oberholzer et al., 2015). مطالعه‌ای بر روی ۱۴۰ بیمار تحت سزارین با بی‌حسی نخاعی نشان داد که نوراپی نفرین در مقایسه با افدرین، اثرات بهتری در حفظ فشار خون مادر دارد. در این مطالعه، تعداد موارد افت فشار خون و تاکی کاردی در گروه دریافت کننده نوراپی نفرین به طور معناداری کمتر بود ($P < 0.05$). همچنین، شاخص مقاومت عروق رحمی در گروه نوراپی نفرین پایین تر بود، که نشان‌دهنده بهبود جریان خون رحمی-جفتی است (Elnabity & Selim, 2018). مطالعه‌ای دیگر نشان داد که فنیل افرین و افدرین هر دو در مدیریت افت فشار خون پس از بی‌حسی نخاعی مؤثر هستند، اما فنیل افرین با کاهش بروز تاکی کاردی مادر همراه بود. همچنین، هیچ تفاوت معناداری در pH شریان ناف، یا نمرات آپگار* بین دو گروه مشاهده نشد (Mohta et al., 2016). مطالعه‌ای بر روی موش‌های ماده نشان داد که عصاره هیدروالکلی *Ephedra pachyclada* (EPHE) می‌تواند آسیب‌های ناشی از سیکلوفسفامید بر تخمدان‌ها را کاهش دهد. این عصاره باعث افزایش سطح استروژن و پروژسترون، بهبود فعالیت آنتی اکسیدانی، و افزایش تعداد فولیکول‌های تخمدانی شد. دوز ۱۰۰۰ میلی گرم بر کیلوگرم *Ephedra pachyclada* بیشترین اثر محافظتی را نشان داد (Abedi et al., 2023). مطالعه‌ای دیگر نشان داد که تزریق پیش گیرانه فنیل افرین در مقایسه با افدرین، باعث کاهش معنادار افت فشار خون در سزارین انتخابی می‌شود. همچنین، نوزادان گروه فنیل افرین اسیدوز کمتری داشتند ($P < 0.05$) (Moslemi & Rasooli, 2015). مطالعه‌ای با استفاده از سونوگرافی داپلر نشان داد که هیچ تفاوت معناداری در مقاومت عروق جفتی بین گروه‌های دریافت کننده افدرین و فنیل افرین وجود ندارد. این یافته‌ها نشان می‌دهند که هر دو دارو می‌توانند بدون افزایش مقاومت عروق جفتی، فشار خون مادر را حفظ کنند (Guo et al., 2015). بررسی مقالات نشان داد که هر دو فنیل افرین و افدرین می‌توانند به طور ایمن برای مدیریت افت فشار خون در بارداری‌های پرخطر استفاده شوند. هیچ تفاوت معناداری در pH شریان ناف، نمرات آپگار، یا بروز اسیدوز جنینی بین دو گروه مشاهده نشد (Dusitkasem et al., 2017). مطالعه‌ای بر روی زنان مبتلا به پره اکلامپسی شدید نشان داد که استفاده از فنیل افرین و افدرین برای مدیریت افت فشار خون، تأثیر مشابهی بر وضعیت اسید-باز جنین دارد. هیچ تفاوت معناداری در pH شریان ناف، لاکتات، یا نمرات آپگار بین دو گروه مشاهده نشد (Dyer et al., 2018). مطالعه‌ای نشان داد که تزریق



آهسته افرین در مقایسه با تزریق سریع، باعث کاهش اسیدوز جنینی می‌شود ($P < 0.01$). همچنین، تزریق آهسته با کاهش بروز تهوع و استفراغ پس از عمل همراه بود (Gunasekaran et al., 2017). مطالعه‌ای دیگر نشان داد که تزریق پیش‌گیرانه فیل‌افرین و نوراپی‌نفرین در مقایسه با افرین، با کاهش بروز اسیدوز جنینی و عوارض جانبی مادر همراه است. فیل‌افرین و نوراپی‌نفرین هر دو در حفظ فشار خون مادر مؤثر بودند (Eskandr et al., 2021). مطالعه‌ای بر روی ۹۰ زن باردار نشان داد که فیل‌افرین، افرین و مفنترمین^۱ همگی در حفظ فشار خون مادر مؤثر هستند. هیچ تفاوت معناداری در pH بند ناف یا نمرات آپگار^۲ بین سه گروه مشاهده نشد (Lonkar et al., 2016). بررسی منابع سنتی نشان داد که افرین به دلیل خواص ضد آسم و ضد برونشیت، در طب سنتی استفاده گسترده‌ای داشته است. مطالعات تجربی نیز اثرات مفید این گیاه را در پیشگیری از بیماری‌ها تأیید کرده‌اند (Ghavam & Soleimaninejad, 2020). مطالعه‌ای دیگر نشان داد که فیل‌افرین، افرین و مفنترمین همگی در حفظ فشار خون مادر مؤثر هستند. فیل‌افرین با کاهش ضربان قلب مادر همراه بود، اما هیچ تأثیر منفی بر جنین نداشت (Sonika et al., 2024).

۴. بحث و نتیجه‌گیری

این مطالعه مروری با بررسی اثرات افرین و ترکیبات مرتبط با گیاه افرین در دوران بارداری و تولیدمثل، یافته‌های متناقض و جالبی را آشکار می‌کند. در حالی که برخی مطالعات نشان می‌دهند استفاده از داروهای حاوی افرین در سه ماهه اول بارداری با افزایش معنادار خطر ناهنجاری‌های مادرزادی همراه نیست (Noda et al., 2024). سایر تحقیقات هشدار می‌دهند که افرین به عنوان ترکیب فعال این گیاه ممکن است با ایجاد سمیت جنینی و آسیب به بافت‌های حیاتی مانند قلب و کبد، رشد جنین را مختل کند (Oberholzer et al., 2015). این تناقض احتمالاً ناشی از تفاوت در دوز مصرفی، مدت مواجهه، یا اثرات سینرژیک سایر ترکیبات موجود در گیاه افرین است که می‌تواند اثرات افرین را تعدیل کنند. مطالعات تجربی بر روی مدل‌های حیوانی نشان می‌دهند که عصاره‌های گیاهی مانند *Ephedra alata* و *Ephedra pachyclada* نه تنها اثرات مخرب ناشی از سموم شیمیایی مانند پیریمیکارب و سیکلوفسفامید را خنثی می‌کنند، بلکه با بهبود فعالیت آنتی‌اکسیدانی و ضدالتهابی، سلامت بافت‌های عصبی و تولیدمثلی را حفظ می‌کنند (Abedi et al., 2023; Khatabi et al., 2023). به عنوان مثال، در موش‌های نر تحت تأثیر پیریمیکارب، عصاره *Ephedra alata* سطح تستوسترون را افزایش و استرس اکسیداتیو را کاهش داد (Khatabi et al., 2023). این یافته‌ها از کاربرد سنتی افرین در طب گیاهی حمایت می‌کند و نشان می‌دهد که ترکیبات فراوان افرین در این گیاه ممکن است مسئول اثرات محافظتی باشند. در زمینه مدیریت افت فشار خون ناشی از بی‌حسی نخاعی در سزارین، مطالعات مقایسه‌ای بین افرین و وازوپرسورهای مدرن مانند نوراپی‌نفرین و فیل‌افرین انجام شده است. نتایج نشان می‌دهند که نوراپی‌نفرین و فیل‌افرین در مقایسه با افرین، نه تنها در حفظ فشار خون مادر مؤثرتر هستند، بلکه با کاهش عوارض جانبی مانند تاکی‌کاردی مادر و اسیدوز جنینی همراهند (Elnabity & Selim, 2018; Eskandr et al., 2021; Mohta et al., 2021).

¹ Mephentermine

² Apgar scores



(2016). به ویژه، تزریق آهسته افسرین در مقایسه با تزریق سریع، با کاهش قابل توجه اسیدوز جنینی مرتبط بود (Gunasekaran et al., 2017). این یافته‌ها نشان می‌دهند که اگرچه افسرین به طور سنتی به عنوان خط اول درمان استفاده می‌شده، اما جایگزین‌های جدیدتر ممکن است ایمنی بالاتری داشته باشند. یک نکته قابل تأمل، تناقض بین نتایج مطالعات انسانی و حیوانی است. به عنوان مثال، در حالی که مطالعات بر روی جنین‌ها نشان دادند افسرین باعث ناهنجاری‌های قلبی-عروقی می‌شود (Oberholzer et al., 2015)، مطالعات اپیدمیولوژیک روی زنان باردار ژاپنی افزایش خطر آماری معناداری را در ناهنجاری‌های مادرزادی گزارش نکردند (Noda et al., 2024). این تفاوت ممکن است ناشی از عوامل زیر باشد:

- تفاوت‌های گونه‌ای: متابولیسم افسرین در انسان و حیوانات متفاوت است.
 - دوز مصرفی: دوزهای استفاده‌شده در مطالعات حیوانی اغلب بالاتر از دوزهای بالینی است.
 - اثرات محافظتی سایر ترکیبات گیاهی: در مطالعات انسانی، افسرین در قالب گیاه افدر استفاده شده که حاوی ترکیبات آنتی‌اکسیدانی است، در حالی که مطالعات حیوانی اغلب از افسرین خالص استفاده می‌کنند.
- با وجود پیشرفت‌های چشمگیر، محدودیت‌های مهمی در شواهد موجود وجود دارد:
- حجم نمونه کوچک: بسیاری از مطالعات انسانی (مانند مطالعه روی Kampo medicine) حجم نمونه محدودی داشتند که قدرت شناسایی خطرات نادر را کاهش می‌دهد (Noda et al., 2024).
 - عدم بررسی بلندمدت: اثرات مواجهه با افسرین در دوره‌های طولانی‌تر بارداری یا بر پیامدهای تکاملی بلندمدت جنین بررسی نشده است.
 - تفاوت در پروتکل‌های مطالعه: روش‌های مختلف تجویز دارو (مثلاً تزریق سریع با آهسته) می‌تواند نتایج را تحت تأثیر قرار دهد (Gunasekaran et al., 2017).

یافته‌های این مرور چندین پیامد کلیدی دارد:

- استفاده محتاطانه از افسرین: اگرچه افسرین در دوزهای پایین ممکن است بی‌خطر باشد، اما باید از مصرف خودسرانه آن در دوران بارداری اجتناب شود.
 - ترجیح وازوپرسورهای جدید: نوراپی‌نفرین و فیل‌افرین به عنوان گزینه‌های ایمن‌تر برای مدیریت افت فشار خون در سزارین پیشنهاد می‌شوند (Elnabity & Selim, 2018; Eskandr et al., 2021).
 - کاوش در ترکیبات گیاه افدر: تحقیقات آینده باید بر شناسایی ترکیبات خاصی در گیاه افدر متمرکز شوند که اثرات محافظتی دارند تا از آن‌ها به عنوان پایه‌ای برای توسعه داروهای جدید استفاده شود.
- به طور خلاصه، اگرچه افسرین و گیاه افدر در طب سنتی به عنوان داروهای مفید شناخته می‌شوند، اما استفاده از آن‌ها در دوران بارداری نیاز به احتیاط و نظارت دقیق دارد. شواهد موجود نشان می‌دهد که ترکیبات مدرن‌تر مانند فیل‌افرین و نوراپی‌نفرین ممکن است گزینه‌های بهتری برای مدیریت عوارض بارداری باشند. با این حال، پژوهش‌های آینده باید با تمرکز بر مطالعات انسانی بلندمدت و بررسی مکانیسم‌های مولکولی اثرات افسرین، به شفاف‌سازی تناقضات موجود کمک کنند.

منابع

- Abedi, H., Nemati, M., Ebrahimi, B., Dehghani, M., Mikaeiliagah, E., Abdollahzadeh, P., Ghanaatpishe, A., Jahromi, N. S., & Jahromi, H. K. (2023). The protective effect of hydroalcoholic extract of *Ephedra pachyclada* leaves on ovarian damage induced by cyclophosphamide in rat: An experimental study. *International Journal of Reproductive BioMedicine*, 21(8): 629 .
- Dusitkasem, S., Herndon, B. H., Somjit, M., Stahl, D. L., Bitticker, E., & Coffman, J. C. (2017). Comparison of phenylephrine and ephedrine in treatment of spinal-induced hypotension in high-risk pregnancies: A narrative review. *Frontiers in medicine*, 4: 2 .
- Dyer, R., Emmanuel, A., Adams, S., Lombard, C., Arcache, M., Vorster, A., Wong, C., Higgins, N., Reed, A., & James, M. (2018). A randomised comparison of bolus phenylephrine and ephedrine for the management of spinal hypotension in patients with severe preeclampsia and fetal compromise. *International journal of obstetric anesthesia*, 33: 23-31 .
- Elnabtity, A. M. A., & Selim, M. F. (2018). Norepinephrine versus ephedrine to maintain arterial blood pressure during spinal anesthesia for cesarean delivery: A prospective double-blinded trial. *Anesthesia Essays and Researches*, 12(1): 92-97 .
- Eskandr, A. M., Ahmed, A. M., & Bahgat, N. M. E. (2021). Comparative study among ephedrine, norepinephrine and phenylephrine infusions to prevent spinal hypotension during cesarean section. A randomized controlled double-blind study. *Egyptian Journal of Anaesthesia*, 37(1): 295-301 .
- Ghavam, M., & Soleimaninejad, Z. (2020). An Overview of the Various Uses of *Ephedra distachya* L. from the Past to the Present. *Avicenna Journal of Pharmaceutical Research*, 1(2): 82-86 .
- Gunasekaran, P., Elakkumanan, L. B., Balachander, H., & Satyaprakash, M. (2017). Comparing slow and rapid bolus of ephedrine in pregnant patients undergoing planned cesarean section under spinal anesthesia. *Journal of Anaesthesiology Clinical Pharmacology*, 33(1): 92-96 .
- Guo, R., Xue, Q., Qian, Y., Hu, Y., & Tan, J. (2015). The effects of ephedrine and phenylephrine on placental vascular resistance during cesarean section under epidural anesthesia. *Cell biochemistry and biophysics*, 73: 687-693 .
- Khattabi, L., Chettoum, A., Hemida, H., Boussebaa, W., Atanassova, M., & Messaoudi, M. (2023). Pirimicarb induction of behavioral disorders and of neurological and reproductive toxicities in male rats: Euphoric and preventive effects of *Ephedra alata* Monjauzeana. *Pharmaceuticals*, 16(3): 402 .
- Lonkar, S. S., Khatavkar, S. S., Thatte, W., & Santhi, N. (2016). Comparison between phenylephrine, ephedrine and mephentermine in preventing hypotension during spinal anesthesia for caesarean section and their effect on fetal outcome. *IOSR J Dent Med Sci*, 15(09): 52-58 .
- Mohta, M., Aggarwal, M., Sethi, A., Harisinghani, P & .Guleria, K. (2016). Randomized double-blind comparison of ephedrine and phenylephrine for management of post-spinal hypotension in potential fetal compromise. *International journal of obstetric anesthesia*, 27: 32-40 .
- Moslemi, F., & Rasooli, S. (۲۰۱۵). Comparison of prophylactic infusion of phenylephrine with ephedrine for prevention of hypotension in elective cesarean section under spinal anesthesia: a randomized clinical trial. *Iranian journal of medical sciences*, 40(1): 19 .
- Noda, A., Obara, T., Matsuzaki, F., Suzuki, S., Arita, R., Ohsawa, M., Obara, R., Morishita, K., Ueno, F., & Shinoda, G. (2024). Risk of major congenital malformations associated with the use of Japanese traditional (Kampo) medicine containing ephedra during the first trimester of pregnancy. *Drugs-Real World Outcomes*, 11(2): 263-272 .
- Oberholzer, H. M., Van Der Schoor, C., Taute, H., & Bester, M. J. (2015). A descriptive study to provide evidence of the teratogenic and cellular effects of sibutramine and ephedrine on cardiac-and liver-tissue of chick embryos. *Microscopy research and technique*, 78(8): 737-746 .
- Sonika, S., Shalini, Y., Nebu, C., Manjunath, H., & Priya, L. (2024). Comparison of intravenous bolus phenylephrine, ephedrine and mephentermine for maintenance of arterial blood pressure during spinal anaesthesia in caesarean section. *J Med Sci Res*, 12(3): 235-240 .



سنتز سبز کامپوزیت زیستی مبتنی بر سدیم آلژینات حاوی عصاره برگ گیاه غازیاقی با خاصیت ضد میکروبی به منظور استفاده در کاربردهای درمانی

ایلیا غیور و حمیده احتسابی^{*۱}

^{*۱} گروه زیست شناسی سلولی و مولکولی، دانشکده علوم و فناوری زیستی، دانشگاه شهید بهشتی، تهران (h_ehtesabi@sbu.ac.ir)

چکیده

امروزه استفاده از کامپوزیت های مبتنی بر پلیمرهای زیستی بر پلیمرهای مصنوعی که مشکلاتی از قبیل آلودگی های زیستی، زیست تخریب پذیری و زیست سازگاری پایین دارند ارجحیت یافته است. در این پژوهش، پلیمرهای طبیعی مانند پلی ساکاریدها و ترکیبات شیمیایی بدست آمده از گیاهان به دلیل زیست تجزیه پذیری بالا و فقدان ریسک آلودگی زیست محیطی استفاده شد. در این مطالعه از سدیم آلژینات به عنوان یک پلی ساکارید طبیعی به دلیل مقرون به صرفه بودن و زیست سازگاری استفاده شد. همچنین از خواص ضد میکروبی عصاره برگ گیاه غازیاقی استفاده شد. در این مطالعه ابتدا روش عصاره گیری از برگ گیاه غازیاقی شرح داده می شود. سپس به بررسی مراحل آماده سازی کامپوزیت مبتنی بر سدیم آلژینات حاوی عصاره برگ گیاه غازیاقی با غلظت ۲٪ وزنی/حجمی پرداخته می شود و در آخر، خاصیت ضد میکروبی فیلم کامپوزیت زیستی تهیه شده به کمک روش دیسک دیفیوژن آگار بررسی می گردد. طبق مشاهدات این مطالعه، فیلم کامپوزیتی سنتز شده خاصیت ضد میکروبی قابل توجهی علیه باکتری های گرم مثبت *S. aureus* (هاله عدم رشد ۱۸ میلی متر) و گرم منفی *P. aeruginosa* (هاله عدم رشد ۲۰ میلی متر) نشان می دهد که آن را برای کاربردهای درمانی مناسب ساخته است.

واژگان کلیدی: پلیمر طبیعی، سدیم آلژینات، غازیاقی، کامپوزیت زیستی، مواد زیستی



۱. مقدمه

در دهه های اخیر، استفاده فراوان از پلیمرهای مصنوعی در صنایع مختلف از جمله غذایی و دارویی به دلیل ارزان قیمت بودن و استحکام بالا مورد توجه بوده است. اما استفاده از این دست پلیمرها مشکلات فراوانی همچون سمیت، عدم زیست تخریب پذیری و رهایش میکروپلاستیک های مضر برای سلامت انسان داشته است (Li et al., 2022). عصاره های گیاهان دارویی به دلیل داشتن موادی همچون فلاونوئیدها، آلکالوئیدها و کربوهیدرات ها خواصی همچون خواص ضد میکروبی، ضد قارچی و ضد التهابی دارند که بطور قابل توجهی ایمن بوده و فاقد عوارض جانبی می باشند (Abazari et al., 2022; Mahomoodally et al., 2018). استفاده از عصاره برگ گیاه غازیاقی (*Falcaria vulgaris*) به دلیل ویژگی هایی از جمله خواص آنتی اکسیدانی و ضد میکروبی در کاربردهای درمانی از جمله ترمیم زخم گزینه جذابی باشد (چوبکار، ۲۰۱۵). غازیاقی یک گیاه دارویی مهم و اندمیک ایران از خانواده چتریان است که در نواحی جنوب غربی ایران رویش دارد (Hosseini et al., 2021). سدیم آلزینات به دلیل عدم سمیت، زیست سازگاری و قابلیت عالی در تشکیل فیلم توجهات زیادی به خود جلب کرده است (Aziz & Salama, 2022). پلی وینیل الکل به عنوان یک ماتریکس پلیمری برای حفظ رطوبت و انعطاف پذیری به خصوص در کاربردهای بسته بندی مواد غذایی و درمانی مانند زخم پوش استفاده می شود (Monfared-Hajishirkiiae et al., 2024; Sun et al., 2024). پلی وینیل الکل یک پلیمر تشکیل دهنده فیلم می باشد که به خوبی در آب حل می شود، زیست تجزیه پذیری بالایی دارد و سمیت ندارد (Alghamdi, 2024; Rezaei et al., 2023). با این حال، پلی وینیل الکل مشکلاتی از قبیل قطبیت بالا و استحکام مکانیکی پایین دارد (Mathew et al., 2019). برای حل این معضلات، از اختلاط پلی وینیل الکل با آلزینات استفاده می شود (Kumar et al., 2022). هدف از این مطالعه، بررسی یک روش سنتز دوستدار محیط زیست برای کامپوزیت ضد میکروب مبتنی بر آلزینات حاوی عصاره برگ گیاه غازیاقی برای کاربردهای متعدد درمانی می باشد.

۲. مواد و روش ها

۲-۱. مواد

سدیم آلزینات، پلی وینیل الکل (PVA)، گلیسرول (با وزن مولکولی ۹۲۰۰۹ گرم بر مول)، برگ گیاه غازیاقی

۲-۲. روش استخراج عصاره گیاه غازیاقی

عصاره گیری از برگ غازیاقی گیاه به روش خیساندن در آب مقطر انجام شد. بدین منظور، برگ گیاه به مقدار ۱۰ گرم با کوباندن در هاون به اندازه کافی خرد شد و به حالت پودر تبدیل شد. سپس گیاه پودر شده با نسبت ۱ به ۵ به ۵۰ میلی لیتر آب مقطر افزوده شد و روی استیر در شرایط دمایی ۵۰ الی ۶۰ سانتی گراد قرار گرفت. سپس به مدت ۴ ساعت اجازه داده شد تا محلول به خوبی همگن شود و مواد موثره گیاهی از گیاه استخراج شوند. در مرحله بعد، محلول بدست آمده از صافی عبور داده شد تا ذرات حل نشده و ناخالصی ها از آن جدا شوند و محلول خالص وارد بشر جدید شد. محلول بدست آمده به مقدار مساوی

در ۴ عدد فالكون ريخته شد و فالكون‌ها به مدت ۵ دقيقه در دور ۵۰۰۰ rpm) سانترفيوژ شدند (Monfared-). (Hajishirkiaee et al., 2023

در نهايت، به مقدار مورد نياز از محلول نهايي براي سنتز كامپوزيت استفاده شد و مابقي عصاره بدست آمده در يخچال ۴ با دماي درجه سانتي گراد ذخيره سازي شد.



شكل ۱. الف) برگ گیاه خشك شده غازياقي ب) پودر تهيه شده از برگ گیاه خشك غازياقي

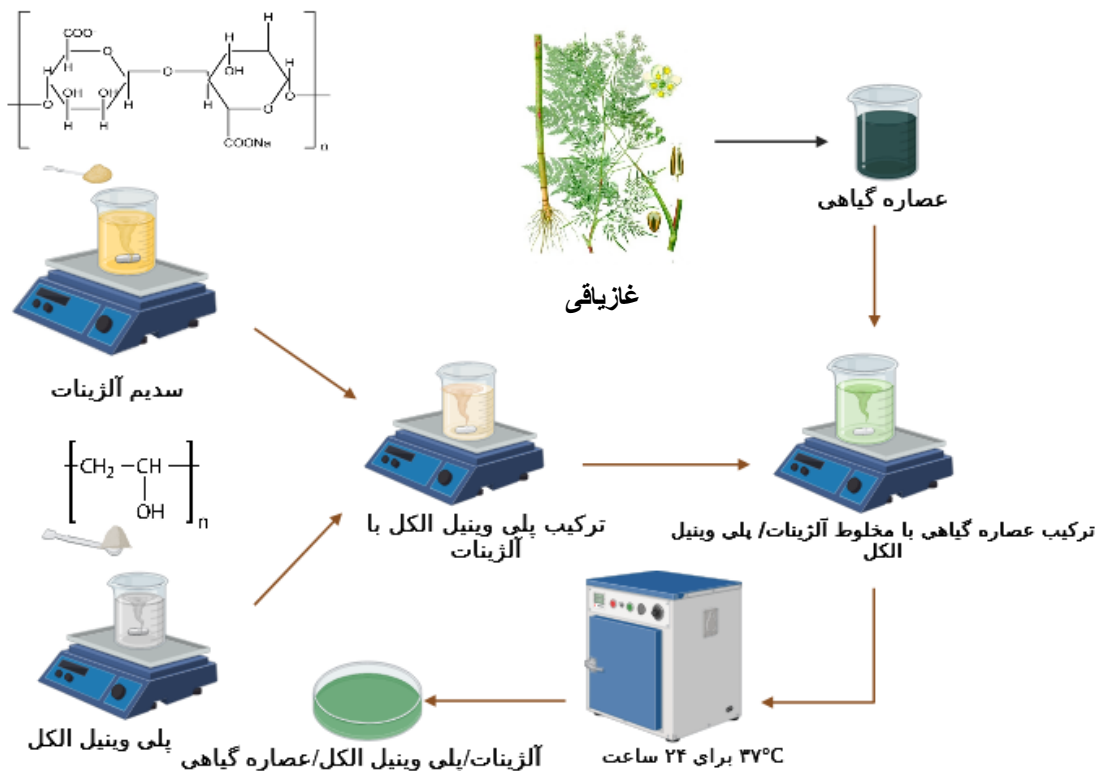
۳-۲. مراحل سنتز كامپوزيت زيستي

در اين مطالعه، سدیم آلژینات و پلی وینیل الکل به عنوان ماتریکس‌های اصلی پلیمری استفاده شدند (Saraiva et al., 2023). در ابتدا، محلول ۲٪ وزنی/حجمی سدیم آلژینات از طریق حل نمودن ۱ گرم پودر سدیم آلژینات ساخته شده توسط شرکت سیگما در ۵۰ میلی لیتر آب مقطر تهیه شد. سپس این محلول به مدت ۲ ساعت برای همگن شدن روی استیرر در دمای ۲۵ درجه سانتي گراد قرار داده شد. از طرفی دیگر، محلول ۲٪ وزنی/حجمی پلی وینیل الکل با حل نمودن ۱ گرم پودر پلی وینیل الکل در ۵۰ میلی لیتر آب مقطر در دمای ۹۰ درجه سانتي گراد آماده شد و روی استیرر قرار گرفت. سپس این دو محلول با یکدیگر ترکیب شدند و اجازه داده شد به خوبی همگن شوند. در مرحله بعد، گلیسرول برای افزایش انعطاف پذیری و خاصیت کشسانی به مقدار ۱.۵٪ وزنی/حجمی به مخلوط پلیمری اضافه شد. سپس به مقدار ۲٪ وزنی/حجمی از عصاره بدست آمده به مخلوط پلیمری اضافه شد و اجازه داده شد تا کامل در مخلوط پلیمری حل شود.

در نهايت، ۱۵ میلی لیتر از محلول نهايي بدست آمده در پليت ۶ سانتي متری ريخته شد و به مدت ۲۴ ساعت در آون با دماي ۳۷ درجه براي خشك شدن قرار داده شد (شكل ۲).



شکل ۲. فیلم کامپوزیت مبتنی بر سدیم آلزینات حاوی عصاره برگ گیاه غازیاقی



شکل ۳. شماتیک مراحل سنتز کامپوزیت مبتنی بر آلزینات حاوی عصاره برگ گیاه غازیاقی

۲-۴. تست آنتی بیوگرام و ارزیابی هاله عدم رشد

تست ضد میکروبی که متداول ترین روش آن روش دیسک دیفیوژن آگار میباشد برای بررسی هاله های عدم رشد باکتری و مطالعه خواص ضد باکتری کامپوزیت مبتنی بر آلزینات حاوی عصاره برگ گیاه غازیاقی استفاده شد.

در این مطالعه، از باکتری گرم مثبت / استافیلوکوکوس اورئوس (*S. aureus*) و گرم منفی سودوموناس آئروجینوزا (*P. aeruginosa*) به عنوان دو باکتری رایج در عفونت محل زخم استفاده شد. در ابتدا، محلول ۳.۴٪ وزنی/حجمی محیط کشت مولر هینتون آگار از شرکت ایرسکو در شرایط دمایی ۱۶۰ درجه سانتی گراد روی هات استیرر آماده شد. سپس به همراه دیگر



وسایل مورد نیاز برای تست آنتی بیوگرام به مدت ۲۰ دقیقه در دمای ۱۲۰ درجه سانتی گراد در اتوکلاو قرار داده شد. به علاوه، محیط زیر هود میکروبی به مدت ۲۰ دقیقه تحت تاثیر اشعه UV به منظور استریلیزاسیون قرار گرفت. سپس محیط کشت استریل شده به مقدار مساوی در پلیت های ۶ سانتی متری ریخته شد و اجازه داده شد تا جامد شود. دو دیسک به قطر ۶ میلی متر توسط پانچ استریل از نمونه فیلم کامپوزیت خشک شده جدا شدند. سوسپانسیون های دو باکتری گرم منفی و گرم مثبت با کمک مقایسه با استاندارد نیم مک فارلند در دو لوله آزمایش استریل مجزا تهیه شدند و بر روی محیط کشت جامد مولر هینتون آگار با سواب استریل کشت داده شدند. در مرحله بعد، دیسک های بدست آمده از کامپوزیت سنتز شده به کمک یک پنس استریل روی محیط حاوی باکتری قرار داده شدند. علاوه بر این، از دیسک های آنتی بیوتیک سیپروفلوکساسین به عنوان کنترل استفاده شد. پس از اتمام فرایند، پلیت ها در انکوباتور با دمای ۳۷ درجه سانتی گراد که دمای مناسب رشد باکتری ها می باشد به مدت ۲۴ ساعت قرار گرفتند. پس از پایان انکوباسیون، قطر هاله های عدم رشد در نمونه ها اندازه گیری شد. این هاله ها نشان دهنده فعالیت ضد میکروبی فیلم کامپوزیت سنتز شده می باشند.

۳. نتایج

۳-۱. تست آنتی بیوگرام و ارزیابی هاله عدم رشد

خاصیت ضد میکروبی فیلم کامپوزیت سنتز شده بر علیه باکتری های *S. aureus* و *P. aeruginosa* توسط تست دیسک دیفیوژن آگار ارزیابی شد.

قطر هاله عدم رشد *S. aureus* برای دیسک کنترل آنتی بیوتیک سیپروفلوکساسین در حدود ۳۴ میلی متر و قطر هاله عدم رشد *P. aeruginosa* در حدود ۳۵ میلی متر بدست آمد. همچنین در بررسی خاصیت ضد میکروبی فیلم های کامپوزیتی سنتز شده، قطر هاله عدم رشد *S. aureus* در حدود ۱۸ میلی متر و قطر هاله عدم رشد *P. aeruginosa* در حدود ۲۰ میلی متر بدست آمد. ارزیابی هاله عدم رشد در این مطالعه نشان داد گیاه غازیاقی می تواند کاندیدای خوبی برای تولید فیلم های کامپوزیتی ضد میکروبی برای کاربردهای درمانی مانند ترمیم زخم ها باشد. این بررسی ها نشان داد که کامپوزیت های سنتز شده می توانند روی رشد باکتری های گرم مثبت و گرم منفی اثر مهاری مناسبی داشته باشند. نتایج حاصل از این آزمون نشان می دهند فیلم کامپوزیتی سنتز شده اثر مهار کنندگی بیشتری بر روی باکتری های گرم منفی دارد. همچنین، این کامپوزیت های زیست سازگار می توانند در ترمیم و بهبود سطح زخم های عفونی جای پلیمر های شیمیایی را پر کنند.

۴. بحث و نتیجه گیری

در این مطالعه، یک کامپوزیت زیستی مبتنی بر آلژینات حاوی عصاره گیاه غازیاقی با بکارگیری آب به عنوان یک حلال سبز سنتز شد. این نانو کامپوزیت نشان داد استفاده از غلظت ۲٪ وزنی/حجمی عصاره بدست آمده از برگ گیاه غازیاقی خواص ضد میکروبی قابل توجهی دارد. نتایج حاصل از مطالعات قبلی تأیید میکنند که استفاده از عصاره گیاهان دارویی در بستر پلیمر های زیستی می تواند راهکار بسیار مناسبی برای تولید کامپوزیت زیستی برای کاربردهای درمانی باشد. به عنوان مثال، استفاده از غلظت



۲٪ حجمی/حجمی عصاره پونه کوهی (*oregano*) همراه با آلژینات در یک فیلم کامپوزیتی خواص ضد میکروبی علیه باکتری‌های *P. aeruginosa* و *E.coli* نشان داد (Zhang et al., 2024). در مطالعه‌ای دیگر، بکارگیری عصاره اندام‌های هوایی گیاه غازیاقی در فیلم سلولز استات اثرات ضد میکروبی بر علیه باکتری‌های گرم مثبت *S. aureus* (هاله عدم رشد حدود ۱۱ میلی متر در غلظت ۰.۳ درصد عصاره) و گرم منفی *E.coli* (قطر هاله عدم رشد حدود ۱۷ میلی متر در غلظت ۰.۳ درصد عصاره) نشان داد (Hassanloofard et al., 2023).

در این مطالعه از عصاره آبی برگ گیاه غازیاقی استفاده شد. پیشنهاد می‌شود برای مطالعات آینده از عصاره‌های هیدروالکلی و استفاده از حلال‌های الکلی همچون اتانول متانول و استون برای بررسی اثربخشی عصاره گیاه غازیاقی در کامپوزیت مبتنی آلژینات برای کاربردهای درمانی بررسی شود.

امروزه انتخاب مواد مناسب به خصوص برای استفاده در کاربردهای درمانی مانند زخم‌پوش‌ها به یک چالش بزرگ تبدیل شده است (Wang et al., 2023). فیلم‌های کامپوزیتی به دلیل خواص متنوع از جمله در دسترس بودن مواد سازنده، زیست تخریب پذیری بالا و قابلیت حفظ و جذب رطوبت جذابیت قابل توجهی دارند (Chong et al., 2022). کامپوزیت بدست آمده در این مطالعه می‌تواند بطور موثری در صنایع درمانی و بسته‌بندی مواد غذایی استفاده شود. برای مثال، استفاده از این کامپوزیت در زخم‌پوش‌ها باعث جذب و حفظ رطوبت محل زخم و در بسته‌بندی مواد غذایی به دلیل کاهش نرخ عبور مرور گاز باعث افزایش ماندگاری مواد غذایی می‌شود (Sarwar et al., 2018; Venkatasubbu & Anusuya, 2017). همچنین عصاره برگ گیاه غازیاقی به علت دارا بودن خواص آنتی اکسیدان، ضد میکروبی و ضد التهابی نقش موثری در کاهش التهاب زخم، بهبود زخم‌های عفونی و جلوگیری از ورود باکتری‌های مضر به محل زخم و مواد غذایی ایفا می‌کند (Goorani et al., 2019). همچنین این کامپوزیت‌ها به دلیل استفاده از مواد طبیعی موجود در عصاره‌های گیاهی و پلیمرهای زیست‌سازگار اثر مضر بر سلامت انسان و محیط‌زیست نخواهند داشت (Deepa et al., 2016).

منابع

چوبکار. (۲۰۱۵). تاثیر گیاه غازیاقی (*Falcaria vulgaris*) در ترمیم زخم پوستی و پاسخ ایمنی ماهی کپور معمولی (*Cyprinus*

carpio). آسیب‌شناسی درمانگاهی دامپزشکی، ۹ (۳۳) بهار، ۹-۱.

Abazari, M., Akbari, T., Hasani, M., Sharifikolouei, E., Raoufi, M., Foroumadi, A., Sharifzadeh, M., Firoozpour, L., & Khoobi, M. (2022). Polysaccharide-based hydrogels containing herbal extracts for wound healing applications. *Carbohydrate Polymers*, 294. ۱۱۹۸۰۸.

Alghamdi, A. M. (2024). Optical, thermal, mechanical, and antibacterial properties of polyvinyl alcohol/sodium alginate/ZnMn2O4 nanocomposites films for various optical devices and food packaging applications. *International Journal of Biological Macromolecules*, 132689.

Aziz, M. S. A., & Salama, H. E. (2022). Development of alginate-based edible coatings of optimized UV-barrier properties by response surface methodology for food packaging applications. *International Journal of Biological Macromolecules*, 212, 294-302.

Chong, W. J., Shen, S., Li, Y., Trinch, A., Pejak, D., Kyratzis, I. L., Sola, A., & Wen, C. (2022). Additive manufacturing of antibacterial PLA-ZnO nanocomposites: Benefits, limitations and open challenges. *Journal of Materials Science & Technology*, 111, 120-151.



- Deepa, B., Abraham, E., Pothan, L. A., Cordeiro, N., Faria, M., & Thomas, S. (2016). Biodegradable nanocomposite films based on sodium alginate and cellulose nanofibrils. *Materials*, 9(1), 50 .
- Goorani, S., Zangeneh, M. M., Koohi, M. K., Seydi, N., Zangeneh, A., Souri, N., & Hosseini, M.-S. (2019). Assessment of antioxidant and cutaneous wound healing effects of *Falcaria vulgaris* aqueous extract in Wistar male rats. *Comparative Clinical Pathology*, 28, 435-445 .
- Hassanloofard, Z., Gharekhani, M., Zandi, M., Ganjloo, A., & Roufegarinejad, L. (2023). Fabrication and characterization of cellulose acetate film containing *Falcaria vulgaris* extract. *Cellulose*, 30(11), 6833-6853 .
- Hosseini, K., Jasori, S., Delazar, A., Asgharian, P., & Tarhriz, V. (2021). Phytochemical analysis and anticancer activity of *Falcaria vulgaris* Bernh growing in Moghan plain, northwest of Iran. *BMC Complementary Medicine and Therapies*, 21, 1-10 .
- Kumar, A., Sood, A., & Han, S. S. (2022). Poly (vinyl alcohol)-alginate as potential matrix for various applications: A focused review. *Carbohydrate Polymers*, 277, 118881 .
- Li, H., Li, W., Zhang, J., Xie, G., Xiong, T., & Xu, H. (2022). Preparation and characterization of sodium alginate/gelatin/Ag nanocomposite antibacterial film and its application in the preservation of tangerine. *Food Packaging and Shelf Life*, 33, 100928 .
- Mahomoodally, F., Suroowan, S., & Sreekeessoon, U. (2018). Adverse reactions of herbal medicine—A quantitative assessment of severity in Mauritius. *Journal of Herbal Medicine*, 12, 49-65 .
- Mathew, S., Mathew, J., & Radhakrishnan, E. K. (2019). Polyvinyl alcohol/silver nanocomposite films fabricated under the influence of solar radiation as effective antimicrobial food packaging material. *Journal of Polymer Research*, 26(9), 223 .
- Monfared-Hajishirkiaee, R., Ehtesabi, H., & Latifi, H. (2024). Peppermint essential oil and ZnO nanoparticles: A green and effective combination for a cooling bilayer patch with antibacterial activity. *Journal of Environmental Chemical Engineering*, 12(3), 112833 .
- Monfared-Hajishirkiaee, R., Ehtesabi, H., Rezaei, A., & Najafinobar, S. (2023). Development of carboxymethyl cellulose/chitosan double-layer hydrogel combining myrtle essential oil and thyme honey to enhance antibacterial and mechanical properties. *Journal of Industrial and Engineering Chemistry*, 126, 382-397 .
- Rezaei, A., Ehtesabi, H., & Ebrahimi, S. (2023). Incorporation of Sazez essential oil into polyvinyl alcohol/chitosan bilayer hydrogel as a potent wound dressing material. *International Journal of Biological Macromolecules*, 226, 383-396 .
- Saraiva, M. M., Campelo, M. d. S., Camara Neto, J. F., Lima, A. B. N., Silva, G. d. A., Dias, A. T. d. F. F., Ricardo, N. M. P. S., Kaplan, D. L., & Ribeiro, M. E. N. P. (2023). Alginate/polyvinyl alcohol films for wound healing: Advantages and challenges. *Journal of Biomedical Materials Research Part B: Applied Biomaterials*, 111(1), 220-233 .
- Sarwar, M. S., Niazi, M. B. K., Jahan, Z., Ahmad, T., & Hussain, A. (2020). Preparation and characterization of PVA/nanocellulose/Ag nanocomposite films for antimicrobial food packaging. *Carbohydrate Polymers*, 184, 453-464 .
- Sun, J., Li, Y., Yan, T., & Yang, J. (2024). Preparation of antibacterial composite film based on arginine-modified chitosan and its application in the preservation of ready-to-eat sea cucumber. *International Journal of Biological Macromolecules*, 279, 135587 .
- Venkatasubbu, G. D., & Anusuya, T. (2017). Investigation on Curcumin nanocomposite for wound dressing. *International Journal of Biological Macromolecules*, 98, 366-378 .
- Wang, W., Ummartyotin, S., & Narain, R. (2023). Advances and challenges on hydrogels for wound dressing. *Current Opinion in Biomedical Engineering*, 26, 100443 .
- Zhang, X., Zhang, B., Mao, R., Huang, Z., Jing, K., Jin, C., Yang, B., Qi, J., Yu, M., & Xiong, G. (2024). A novel multilayer film based on sodium alginate/k-carrageenan-gelatin incorporated with ZnO nanoparticles and oregano essential oil for active food packing. *Progress in Organic Coatings*, 187, 108170 .



طراحی و مشخصه‌یابی کامپوزیت زیستی مبتنی بر سدیم آلزینات حاوی اسانس برگ مریم گلی به منظور استفاده در کاربردهای درمانی

ایلیا غیور و حمیده احتسابی^{*۱}

^{*۱} گروه زیست‌شناسی سلولی و مولکولی، دانشکده علوم و فناوری زیستی، دانشگاه شهید بهشتی، تهران (h_ehtesabi@sbu.ac.ir)

چکید

با توجه به افزایش آلودگی‌های زیست‌محیطی ناشی از پلاستیک‌های مصنوعی، امروزه توجهات بسیاری به سمت رویکردهای جایگزین همچون پلیمرهای طبیعی معطوف شده است. یکی از راه‌حل‌های بسیار امیدوارکننده استفاده از کامپوزیت‌های مبتنی بر پلیمرهای طبیعی می‌باشد. یکی از این پلیمرهای طبیعی که در سنتز کامپوزیت‌های زیستی کاربرد بسیاری دارد سدیم آلزینات می‌باشد. در این مطالعه از سدیم آلزینات استفاده شد که یک پلی‌ساکارید طبیعی بوده که از جلبک‌های قهوه‌ای بدست می‌آید. امروزه می‌توان از خواص متعدد عصاره گیاهان دارویی از جمله خواص ضد میکروبی و ضد التهابی همراه با سدیم آلزینات استفاده نمود. برگ گیاه مریم گلی دارای ترکیبات خاص فنولی می‌باشند که خواص بسیار مفیدی از جمله خواص آنتی اکسیدانی و ضد میکروبی به گیاه افزوده‌اند. در این مطالعه، ابتدا روش عصاره‌گیری از برگ مریم گلی با کلونجر توضیح داده می‌شود. سپس مراحل ساخت دوستدار محیط‌زیست کامپوزیت مبتنی بر سدیم آلزینات حاوی اسانس برگ مریم گلی با غلظت ۲٪ وزنی/حجمی و کاربردهای درمانی بالقوه آن شرح داده می‌شود. در نهایت خواص ضد میکروب برگ مریم گلی با روش دیسک دیفیوژن آگار تعیین می‌گردد. طبق بررسی‌های صورت گرفته در این مطالعه، فیلم کامپوزیتی سنتز شده خاصیت ضد میکروبی قابل توجهی علیه باکتری‌های گرم مثبت *S. aureus* (هاله عدم رشد ۱۷ میلی‌متر) و گرم منفی *P. aeruginosa* (هاله عدم رشد ۲۳ میلی‌متر) دارد که آن را برای کاربردهای درمانی مناسب می‌سازد.

واژگان کلیدی: اسانس گیاهی، پلیمر طبیعی، سدیم آلزینات، کامپوزیت زیستی، مریم گلی



۱. مقدمه

در سال‌های اخیر، به دلیل افزایش نگرانی‌های زیست‌محیطی و رفع چالش‌های درمانی موجود استفاده از کامپوزیت‌های مبتنی بر پلیمرهای طبیعی به رویکردی جذاب تبدیل شده‌است (Priyanka et al., 2024; یاری فیروزآبادی et al., ۱۴۰۱). امروزه به منظور کنترل آلودگی میکروبی در محل زخم و همچنین بهبود التهاب‌ها از اسانس‌های گیاهان دارویی استفاده می‌شود (Mahcene et al., 2020). اسانس یک ترکیب روغنی و مایع می‌باشد که دارای ترکیبات فعال بوده و از بخش‌های مختلف گیاهی می‌تواند به دست آید (Alboofetileh et al., 2014). عصاره‌ها و اسانس‌های گیاهان دارویی به دلیل داشتن موادی همچون فلاونوئیدها، آلکالوئیدها و کربوهیدرات‌ها خواصی همچون خواص ضد میکروبی، ضد قارچی و ضد التهابی دارند که بطور قابل توجهی ایمن بوده و فاقد عوارض جانبی می‌باشند (Zong et al., 2021). برای مثال، برگ گیاه مریم گلی (*Salvia officinalis*) به دلیل وجود کامفور دارای خاصیت ضد میکروبی می‌باشد (Delamare et al., 2007). پلیمرهای آلی همچون سدیم آلزینات و پلی وینیل الکل به دلیل خاصیت زیست تجزیه‌پذیری بالا به وفور در ساخت نانو کامپوزیت‌ها و هیدروژل‌ها به منظور کاربردهای درمانی استفاده می‌شوند (Narayanan & Han, 2017). سدیم آلزینات به دلیل عدم سمیت، زیست سازگاری و قابلیت عالی در تشکیل فیلم توجهات زیادی به خود جلب کرده‌است (کتی‌لته et al., 2024). با این حال، آلزینات نقاط ضعفی از جمله استحکام مکانیکی پایین دارد که آن را نیازمند ترکیب با مواد دیگر می‌نماید (Yang et al., 2018). پلی وینیل الکل به عنوان یک ماتریکس پلیمری که دارای خواصی همچون استحکام مکانیکی بالا، آبدوستی خوب و عدم سمیت می‌باشد، برای حفظ رطوبت و انعطاف پذیری به خصوص در کاربردهای بسته بندی مواد غذایی و درمانی مانند زخم پوش استفاده می‌شود (Monfared-Hajishirkiaee et al., 2024; Rezaei et al., 2023; Rezagholizade-shirvan et al., 2022). ترکیب سدیم آلزینات و پلی وینیل الکل در یک کامپوزیت، برخلاف سدیم آلزینات بدون پلی وینیل الکل خواص مکانیکی خوب از خود نشان می‌دهد (Isawi, 2020). در این تحقیق، روش سنتز کامپوزیت مبتنی بر آلزینات حاوی اسانس مریم گلی به همراه کاربردهای درمانی بالقوه آن‌ها شرح داده می‌شود.

۲. مواد و روش‌ها

۲-۱. مواد

سدیم آلزینات، پلی وینیل الکل (PVA)، گلیسرول، برگ گیاه مریم گلی

۲-۲. تهیه اسانس گیاه مریم گلی

برای اسانس‌گیری از گیاه مریم گلی از دستگاه کلونجر استفاده شد تا ترکیبات فعال گیاه استخراج شوند. بدین منظور، ۱۰۰ گرم از گیاه خشک شده وزن شد و با هاون به شکل پودر درآمد. سپس پودر گیاه به همراه دو برابر وزن آن یعنی ۲۰۰ میلی لیتر آب مقطر در بالن ته گرد یک لیتری مربوط به کلونجر ریخته شد. پس از نصب و راه اندازی دستگاه کلونجر، دمای هیتر کلونجر روی حدود ۱۵۰ درجه سانتی گراد تنظیم شد و فرایند اسانس‌گیری به مدت چهار ساعت به طول انجامید. اسانس بدست آمده پس از عبور از کاغذ صافی تخلیص شد و در فالكون‌های مورد نظر توزیع شد و برای استفاده‌های بعدی در یخچال ۴ درجه سانتی گراد ذخیره شد.



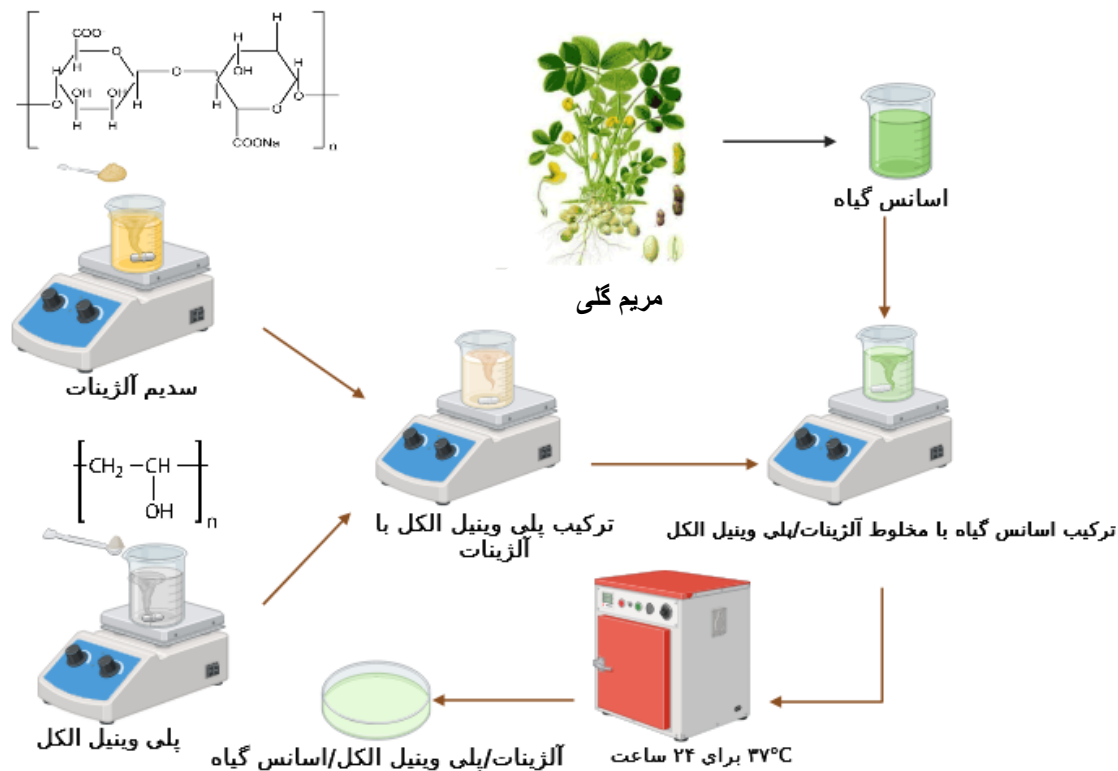
شکل ۱. الف) برگ گیاه خشک شده گیاه مریم گلی ب) برگ گیاه خرد شده مریم گلی

۳-۲. سنتز کامپوزیت

در این مطالعه، سدیم آلژینات و پلی وینیل الکل به عنوان ماتریکس های اصلی پلیمری استفاده شدند (Kim et al., 2008). در ابتدا، محلول ۲٪ وزنی/حجمی سدیم آلژینات از طریق حل نمودن ۲ گرم پودر سدیم آلژینات ساخته شده توسط شرکت سیگما در ۱۰۰ میلی لیتر آب مقطر تهیه شد. سپس این محلول به مدت ۲ ساعت برای همگن شدن روی استیرر در دمای ۲۵ درجه سانتی گراد قرار داده شد. از طرفی دیگر، محلول ۲٪ وزنی/حجمی پلی وینیل الکل با حل نمودن ۲ گرم پودر پلی وینیل الکل در ۱۰۰ میلی لیتر آب مقطر در دمای ۹۰ درجه سانتی گراد آماده شد و روی استیرر قرار گرفت. سپس این دو محلول با یکدیگر ترکیب شدند و اجازه داده شد به خوبی همگن شوند. در مرحله بعد، گلیسرول برای افزایش انعطاف پذیری و خاصیت کشسانی به مقدار ۱.۵٪ وزنی/حجمی به مخلوط پلیمری اضافه شد. سپس به مقدار ۲٪ وزنی/حجمی از اسانس بدست آمده از برگ گیاه مریم گلی به مخلوط پلیمری اضافه شد و اجازه داده شد تا کامل در مخلوط پلیمری حل شود. در نهایت، ۱۵ میلی لیتر از محلول نهایی بدست آمده در پلیت ۶ سانتی متری ریخته شد و به مدت ۲۴ ساعت در آون با دمای ۳۷ درجه برای خشک شدن قرار داده شد (شکل ۲).



شکل ۲. فیلم کامپوزیت مبتنی بر آلژینات حاوی اسانس مریم گلی



شکل ۳. شماتیک مراحل سنتز کامپوزیت مبتنی بر آلژینات حاوی اسانس مریم گلی

۴-۲. تست آنتی بیوگرام و بررسی هاله عدم رشد

تست ضد میکروبی که متداول ترین روش آن روش دیسک دیفیوژن آگار میباشد برای بررسی هاله های عدم رشد باکتری و مطالعه خواص ضد باکتری کامپوزیت مبتنی بر آلژینات حاوی اسانس برگ مریم گلی استفاده شد. در این مطالعه، از باکتری گرم مثبت *استافیلوکوکوس اورئوس* (*S. aureus*) و گرم منفی *سودوموناس آئروجینوزا* (*P. aeruginosa*) به عنوان دو باکتری رایج در عفونت محل زخم استفاده شد. در ابتدا، محلول ۳.۴٪ وزنی/حجمی محیط کشت مولر هیتون آگار از شرکت ایبرسکو در شرایط دمایی ۱۶۰ درجه سانتی گراد روی هات استیرر آماده شد. سپس به همراه دیگر وسایل مورد نیاز برای تست آنتی بیوگرام به مدت ۲۰ دقیقه در دمای ۱۲۰ درجه سانتی گراد در اتوکلاو قرار داده شد. به علاوه، محیط زیر هود میکروبی به مدت ۲۰ دقیقه تحت تاثیر اشعه UV به منظور استریلیزاسیون قرار گرفت. سپس محیط کشت استریل شده به مقدار مساوی در پلیت های ۶ سانتی متری ریخته شد. دو دیسک به قطر ۶ میلی متر توسط پانچ از نمونه فیلم کامپوزیت خشک شده جدا شدند. سوپانسیون های دو باکتری گرم منفی و گرم مثبت با کمک مقایسه با استاندارد نیم مک فارلند در دو لوله آزمایش استریل مجزا تهیه شدند و بر روی محیط کشت جامد مولر هیتون آگار با سواب استریل کشت داده شدند. در مرحله بعد، دیسک های بدست آمده از کامپوزیت سنتز شده به کمک یک پنس استریل روی محیط حاوی باکتری قرار داده شدند. علاوه بر این، از دیسک های آنتی بیوتیک سیپروفلوکساسین به عنوان کنترل استفاده شد. پس از اتمام فرایند، پلیت ها به صورت وارونه در انکوباتور با دمای



۳۷ درجه سانتی گراد که دمای مناسب رشد باکتری‌ها می‌باشد به مدت ۲۴ ساعت قرار گرفتند. پس از پایان مدت انکوباسیون، قطر هاله‌های عدم رشد در نمونه‌ها اندازه گیری شد.

۳. نتایج

۳-۱. تست آنتی بیوگرام و ارزیابی هاله عدم رشد

در این مطالعه، یک کامپوزیت زیستی مبتنی بر آلژینات حاوی اسانس گیاه مریم گلی با بکارگیری آب به عنوان یک حلال سبز سنتز شد. این نانو کامپوزیت نشان داد استفاده از اسانس بدست آمده از برگ گیاه مریم گلی به کمک کلونجر خواص ضد میکروبی قابل توجهی دارد. خاصیت ضد میکروبی فیلم کامپوزیت سنتز شده بر علیه باکتری‌های *S. aureus* و *P. aeruginosa* توسط تست دیسک دیفیوژن آگار ارزیابی شد.

قطر هاله عدم رشد *S. aureus* برای دیسک کنترل آنتی بیوتیک سیپروفلوکساسین در حدود ۳۱ میلی متر و قطر هاله عدم رشد *P. aeruginosa* در حدود ۳۴ میلی متر بدست آمد. همچنین در بررسی خاصیت ضد میکروبی فیلم‌های کامپوزیتی سنتز شده، قطر هاله عدم رشد *S. aureus* در حدود ۱۷ میلی متر و قطر هاله عدم رشد *P. aeruginosa* در حدود ۲۳ میلی متر بدست آمد. ارزیابی هاله عدم رشد در این مطالعه نشان داد گیاه مریم گلی می‌تواند کاندیدای خوبی برای تولید فیلم‌های کامپوزیتی ضد میکروبی برای کاربردهای درمانی مانند ترمیم زخم‌ها باشد. این بررسی‌ها نشان داد که کامپوزیت‌های سنتز شده می‌توانند روی رشد باکتری‌های گرم مثبت و گرم منفی اثر مهاری مناسبی داشته باشند. نتایج حاصل از این آزمون نشان می‌دهند فیلم کامپوزیتی سنتز شده اثر مهارکنندگی بیشتری بر روی باکتری‌های گرم منفی دارد.

زخم‌های انسانی به راحتی می‌توانند توسط باکتری‌ها آلوده شوند (Rezaei et al., 2023). استفاده از فیلم کامپوزیت مبتنی بر آلژینات حاوی اسانس گیاه مریم گلی به دلیل استفاده از مواد طبیعی ضد باکتری حاضر در عصاره یکی از بهترین کاندیداها برای ترمیم و بهبود زخم‌های عفونی به شمار می‌رود (Gherman et al., 2018). نتایج حاصل از این مطالعه نشان داد فیلم کامپوزیتی سنتز شده اثر مهارکنندگی مناسبی بر باکتری‌های گرم مثبت و گرم منفی دارد.

۴. بحث و نتیجه گیری

در این مطالعه، کامپوزیت مبتنی بر آلژینات و حاوی اسانس گیاه مریم گلی بدست آمده از طریق کلونجر با بکارگیری آب به عنوان یک حلال سبز با موفقیت سنتز شد. در مطالعه‌ای دیگر، از اسانس مریم گلی همراه با کیتوزان در یک کامپوزیت زیستی استفاده شد. فیلم سنتز شده خاصیت ضد میکروبی علیه *P. aeruginosa* و *E. coli* از خود نشان داد. حداقل غلظت موثر برای مهار رشد این دو باکتری در محدوده ۵-۱۰ mg/ml گزارش شد (Delamare et al., 2007). این مطالعه اثربخشی اسانس مریم گلی علیه عفونت‌ها را تأیید می‌کند.

فیلم‌های کامپوزیتی به دلیل خواص متنوع از جمله هزینه کمتر، در دسترس بودن مواد سازنده، زیست تخریب پذیری بالا و قابلیت حفظ و جذب رطوبت جذابیت قابل توجهی دارند (Wang et al., 2024). کامپوزیت بدست آمده در این مطالعه

می تواند بطور موثری در صنایع درمانی و بسته بندی مواد غذایی استفاده شود. برای مثال، استفاده از این کامپوزیت در زخم پوش ها باعث جذب و حفظ رطوبت محل زخم و در بسته بندی مواد غذایی به دلیل کاهش نرخ عبور مرور گاز باعث افزایش ماندگاری مواد غذایی می شود (Alghamdi, 2024; Rezaei & Ehtesabi, 2022). همچنین این کامپوزیت به علت زیست تجزیه پذیری بالا اگر در خاک دفن شود هیچ اثر کاهندگی بر رشد طبیعی گیاهان موجود در طبیعت نخواهد داشت (Wu et al., 2024). علاوه بر این، اسانس گیاه مریم گلی به علت دارا بودن ترکیبات فنولی خواص آنتی اکسیدانی، ضد میکروبی و ضد التهابی نقش موثری در کاهش التهاب زخم، بهبود زخم های عفونی و جلوگیری از ورود باکتری های مضر به مواد غذایی ایفا می کند (Karimzadeh & Farahpour, 2017).

منابع

- کتی لته، ر.، دیوکلایی، ک.، & ساروی، ن. ز. (۲۰۲۴). اثر پوشش نانو کامپوزیت (آلژینات/نانورس) به همراه اسانس گیاه چوچاق (*Eryngium caeruleum*) بر زمان ماندگاری و کیفیت گوشت میگوی وانامی (*Litopenaeus vannamei*). مجله علمی شیلات ایران، ۳۳(۴)، ۵۳-۶۹.
- یاری فیروزآبادی، ز.، علی یاری بروجنی، ه.، & شمسیان، م. (۱۴۰۱). استفاده پلیمر طبیعی پلی لاکتیک اسید به جای پلیمرهای مصنوعی نفتی در کامپوزیت چوب پلاستیک چهارمین همایش دانش و نوآوری در صنعت چوب و کاغذ، <https://civilica.com/doc/1738416>.
- Alboofetileh, M., Rezaei, M., Hosseini, H., & Abdollahi, M. (2014). Antimicrobial activity of alginate/clay nanocomposite films enriched with essential oils against three common foodborne pathogens. *Food Control*, 36(1), 1-7.
- Alghamdi, A. M. (2024). Optical, thermal, mechanical, and antibacterial properties of polyvinyl alcohol/sodium alginate/ZnMn2O4 nanocomposites films for various optical devices and food packaging applications. *International Journal of Biological Macromolecules*, 132689.
- Delamare, A. P. L., Moschen-Pistorello, I. T., Artico, L., Atti-Serafini, L., & Echeverrigaray, S. (2007). Antibacterial activity of the essential oils of *Salvia officinalis* L. and *Salvia triloba* L. cultivated in South Brazil. *Food chemistry*, 100(2), 603-608.
- Gherman, T., Popescu, V., Carpa, R., Gavril, G. L., Rapa, M., & Oprescu, E. E. (2018). *Salvia officinalis* essential oil loaded gelatin hydrogel as potential antibacterial wound dressing materials. *Rev Chim*, 69(2), 410-414.
- Isawi, H. (2020). Using zeolite/polyvinyl alcohol/sodium alginate nanocomposite beads for removal of some heavy metals from wastewater. *Arabian Journal of Chemistry*, 13(6), 5691-5716.
- Karimzadeh, S., & Farahpour, M. R. (2017). Topical application of *Salvia officinalis* hydroethanolic leaf extract improves wound healing process.
- Kim, J. O., Park, J. K., Kim, J. H., Jin, S. G., Yong, C. S., Li, D. X., Choi, J. Y., Woo, J. S., Yoo, B. K., & Lyoo, W. S. (2008). Development of polyvinyl alcohol-sodium alginate gel-matrix-based wound dressing system containing nitrofurazone. *International journal of pharmaceutics*, 359(1-2), 79-86.
- Mahcene, Z., Khelil, A., Hasni, S., Akman, P. K., Bozkurt, F., Birech, K., Goudjil, M. B., & Tornuk, F. (2020). Development and characterization of sodium alginate based active edible films incorporated with essential oils of some medicinal plants. *International journal of biological macromolecules*, 145, 124-132.



- Monfared-Hajishirkiaee, R., Ehtesabi, H., & Latifi, H. (2024). Peppermint essential oil and ZnO nanoparticles: A green and effective combination for a cooling bilayer patch with antibacterial activity. *Journal of Environmental Chemical Engineering*, 12(3), 112833 .
- Narayanan, K. B., & Han, S. S. (2017). Dual-crosslinked poly (vinyl alcohol)/sodium alginate/silver nanocomposite beads–A promising antimicrobial material. *Food chemistry*, 234, 103-110 .
- Priyanka, S., Namasivayam, S. K. R., Kennedy, J. F., & Moovendhan, M. (2024). Starch-chitosan-Taro mucilage nanocomposite active food packaging film doped with zinc oxide nanoparticles–Fabrication, mechanical properties, anti-bacterial activity and eco toxicity assessment. *International journal of biological macromolecules*, 277, 134319 .
- Rezaei, A., & Ehtesabi, H. (2022). Fabrication of alginate/chitosan nanocomposite sponges using green synthesized carbon dots as potential wound dressing. *Materials Today Chemistry*, 24, 100910 .
- Rezaei, A., Ehtesabi, H., & Ebrahimi, S. (2023). Incorporation of Saez essential oil into polyvinyl alcohol/chitosan bilayer hydrogel as a potent wound dressing material. *International Journal of Biological Macromolecules*, 226, 383-396 .
- Rezaghilzade-shirvan, A., Najafi, M. F., Behmadi, H., & Masrournia, M. (2022). Preparation of nano-composites based on curcumin/chitosan-PVA-alginate to improve stability, antioxidant, antibacterial and anticancer activity of curcumin. *Inorganic Chemistry Communications*, 145, 110022 .
- Wang, Y., Fu, E., Saghir, S., & Xiao, Z. (2024). Novel superabsorbent polymer composite embedded with sodium alginate and diatomite for excellent water absorbency, water retention capacity, and high thermal stability. *Journal of Molecular Structure*, 1300, 137244 .
- Wu, D., Wang, J., Zhao, Y., Li, S., Yang, H., Tan, R., & Zhang, T. (2024). Bio-inspired seaweed-based nanocomposite materials with excellent degradability and multifunctional barrier properties for green packaging. *Chemical Engineering Journal*, 479, 147285 .
- Yang, M., Shi, J., & Xia, Y. (2018). Effect of SiO₂, PVA and glycerol concentrations on chemical and mechanical properties of alginate-based films. *International journal of biological macromolecules*, 107, 2686-2694 .
- Zong, X., Zhang, X., Bi, K., Zhou, Y., Zhang, M., Qi, J., Xu, X., Mei, L., Xiong, G., & Fu, M. (2021). Novel emulsion film based on gelatin/polydextrose/camellia oil incorporated with *Lactobacillus pentosus*: Physical, structural, and antibacterial properties. *Food Hydrocolloids*, 121, 107063 .



سنتز کامپوزیت مبتنی بر کیتوزان حاوی اسانس خانواده نعنائیان به منظور استفاده در کاربردهای درمانی

پوریا چوندری، حمیده احتسابی^{*۱}

^{*۱} گروه زیست شناسی سلولی و ملکولی، دانشکده علوم و فناوری زیستی، دانشگاه شهید بهشتی، تهران (h_ehtesabi@sbu.ac.ir)

چکیده

در سال‌های اخیر، استفاده از مواد طبیعی به عنوان پایه‌ای برای توسعه کامپوزیت‌های پیشرفته در حوزه‌های درمانی مورد توجه قرار گرفته است. کیتوزان دارای خواص متفاوت و خاصی مانند غیر سمی بودن، زیست تخریب پذیری، زیست سازگاری و امولسیون کنندگی می‌باشد. کیتوزان می‌تواند با پلیمرهای طبیعی موجود در اسانس گیاهان، کراس‌لینک ایجاد نماید. در این پژوهش، سنتز یک کامپوزیت مبتنی بر کیتوزان با استفاده از اسانس گیاهی خانواده نعنائیان به منظور بهبود خواص درمانی و کارایی آن در کاربردهای درمانی بررسی شده است. عصاره ها و اسانس های گیاهی به دلیل خواص ضد باکتریایی، ضد التهابی و آنتی اکسیدانی شناخته شده‌اند. پس از استخراج اسانس به وسیله دستگاه کلونجر ترکیب آن با کیتوزان به روش‌های مناسب انجام شد که می‌تواند خواص مکانیکی و ضد میکروبی آن با استفاده از تکنیک‌های مختلف مورد ارزیابی قرار گیرد. نتایج مطالعات انجام شده نشان‌دهنده بهبود خواص مکانیکی، زیست سازگاری و ضد میکروبی کامپوزیت‌های تهیه شده نسبت به کیتوزان خالص می‌باشد. این کامپوزیت‌ها می‌توانند به عنوان گزینه‌ای مناسب برای کاربردهای درمانی مورد استفاده قرار گیرند. بر اساس یافته‌های این تحقیق، استفاده از گیاهان دارویی در سنتز کامپوزیت‌های زیستی می‌تواند راه‌حل‌های نوینی برای بهبود عملکرد مواد در حوزه پزشکی و درمانی ارائه دهد.

واژگان کلیدی: پلیمر زیستی، زیست سازگاری، ضد میکروبی، کامپوزیت، کیتوزان



۱. مقدمه

در سال‌های اخیر، توجه به استفاده از کامپوزیت‌های زیستی مختلف در زمینه‌های درمانی به طور چشمگیری افزایش یافته است. این کامپوزیت‌ها به عنوان جایگزین‌هایی مناسب برای پلیمرهای مصنوعی که مشکلاتی از قبیل سمی بودن دارند به شمار می‌آیند که به دلیل خواص بیولوژیکی منحصر به فرد خود توانایی بهبود عملکرد درمانی را دارند (Saeed et al., 2024). پلیمرها معمولاً به صورت پودر هستند که می‌توانند ۲۰۰ تا ۵۰۰ برابر وزن خود آب جذب نمایند (Ma & Wen, 2020). کیتوزان، پلی ساکارید طبیعی مشتق شده از کیتین می‌باشد که یکی از مواد مؤثر در ساخت کامپوزیت‌ها می‌باشد که به دلیل خواص ضدباکتریایی نسبی، زیست سازگاری و تجزیه پذیری زیستی، به طور گسترده‌ای مورد توجه قرار گرفته است (Fan et al., 2016). کیتین یک موکو پلی ساکارید طبیعی با فرمول شیمیایی $(C_8H_{13}NO_5)$ بوده که به وفور در اسکلت خارجی بندپایانی مانند میگو، خرچنگ و همچنین گیاهان پست از قبیل مخمرها و کوتیکول حشرات یافت می‌شود (Dragan & Dinu, 2020). پلی وینیل الکل (PVA) نیز یک پلیمر آب رسان، حلال و غیرسمی است که به عنوان ماتریس پلیمری همراه با کیتوزان مورد استفاده قرار می‌گیرد.

از طرف دیگر، گیاهان دارویی به عنوان منابع غنی از ترکیبات فعال زیستی از قبیل پلی فنول‌ها هستند که از دیرباز در درمان بیماری‌ها مورد استفاده قرار گرفته است (Monfared-Hajishirkiaee et al., 2023). ترکیب این دو ماده می‌تواند به تولید کامپوزیت‌هایی با خواص بهبود یافته منجر شود. در این تحقیق، اسانس گیاه خانواده نعنائیان به عنوان منبعی برای تقویت خواص فیزیکی و ضد میکروبی کیتوزان استفاده می‌شود (Torabiardekani et al., 2023). عصاره‌های گیاهی با استفاده از حلال‌های مختلفی همچون آب، اتانول، متانول و اتیل استات از قسمت‌های مختلف گیاه استخراج می‌شوند (Lezoul et al., 2020). خاصیت ضد میکروبی و آنتی اکسیدانی از جمله ویژگی‌های ناشی از ترکیبات و ماهیت عصاره‌های گیاهی هستند (مقامی پور و همکاران، ۲۰۲۰). میتوان گفت که خواص ضد میکروبی عصاره‌های اتانولی به طور معمول بیشتر از عصاره آبی می‌باشد (Dhawan & Gupta, 2017). قسمت‌های مختلف گیاهان دارای مقادیر متفاوتی از ترکیبات مفیدی از جمله پلی فنل‌ها، فلاونوئیدها و ایزوبوتیل آمیدها هستند که تأثیر بسزایی در کاهش اکسیداسیون دارند (Sultana et al., 2009).

از سوی دیگر، عصاره و اسانس‌های گیاهی، به ویژه از خانواده نعنائیان، دارای خواص درمانی و آنتی اکسیدانی قابل توجهی هستند که می‌توانند در بهبود خواص بیولوژیکی کامپوزیت‌های کیتوزان مؤثر باشند. این عناصر طبیعی نه تنها می‌توانند فعالیت‌های ضدباکتریایی و ضد التهابی را افزایش دهند، بلکه به عنوان مکمل‌هایی جهت بهبود و تقویت خواص مکانیکی کامپوزیت‌ها نیز عمل خواهند کرد (نصیری و همکاران، ۲۰۲۲).

۲. مواد و روش ها

۲-۱. مواد و وسایل

کیتوزان- پلی وینیل الکل (PVA)- گلیسرول- همزن مغناطیسی- گیاه پودر شده- اسانس خانواده نعناعیان- پتری دیش- آون- پنس- محیط کشت مولر هیتون آگار- لوله آزمایش- سوآپ استریل- یخچال.

۲-۲. استخراج اسانس خانواده نعناعیان

در ابتدا گیاه از خانواده نعناعیان از یک عطاری معتبر در بازار تجریش تهران تهیه گردید، به منظور سهولت در روند آزمایش از گیاه خشک شده استفاده شد. (شکل ۱، الف)

برای تهیه اسانس خانواده نعناعیان از دستگاه کلونجر که به وسیله آن میتوان به صورت مؤثری ترکیبات فعال این گیاه را استخراج نمود استفاده شد. بسته به ترکیبات مورد نظر، حلال مناسب انتخاب شد. در فرایند اسانس گیری معمولا از آب، الکل یا ترکیب هایی از این دو استفاده می شود. در این تحقیق از آب به عنوان حلال استفاده شد. بدین منظور، ابتدا گیاه خشک شده خانواده نعناعیان به وسیله هاون به صورت پودری شکل درآمد (شکل ۱، ب). سپس مقدار ۱۰۰ گرم از آن درون بالن یک لیتری قرار گرفت و با آب مقطر به حجم ۷۰۰ میلی لیتر رسید و پس راه اندازی دستگاه کلونجر، دمای هیت در حدود صد درجه سانتیگراد قرار داده شد، در نهایت عمل استخراج به مدت چهار ساعت ادامه پیدا کرد و سپس اسانس به دست آمده پس از خالص سازی درون فالدکون ریخته شد و در یخچال و دمای ۴ درجه سانتی گراد نگهداری شد تا خواص آن حفظ گردد.



شکل ۱. الف) برگ گیاه خشک شده خانواده نعناعیان ب) گیاه پودر شده از خانواده نعناعیان

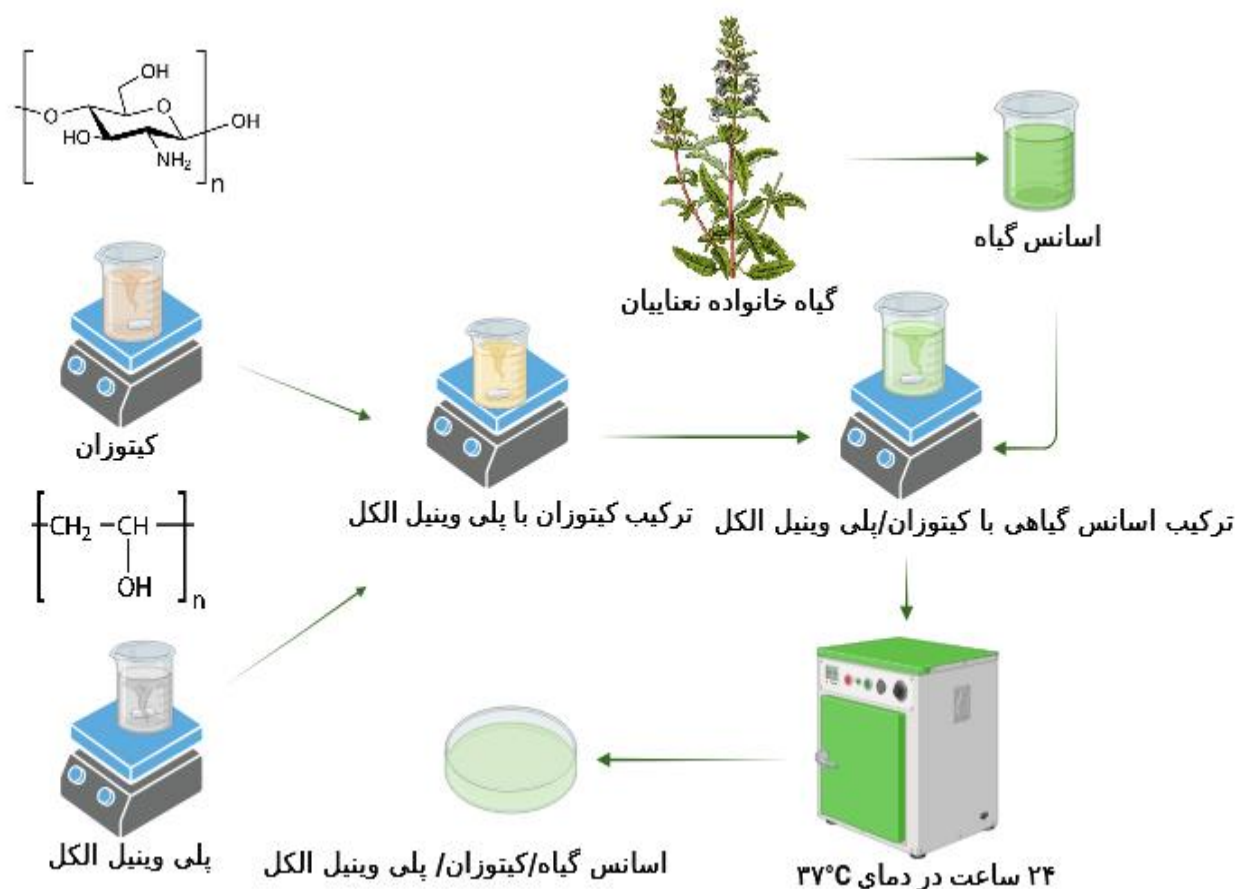
۳-۲. مراحل آماده سازی فیلم کامپوزیت

در این مرحله به منظور ساخت کامپوزیت پلیمری از پودر کیتوزان ساخته شده به وسیله شرکت سیگما و پلیمر پلی وینیل الکل به عنوان ماتریس های پلیمری استفاده شدند. برای ساخت محلول ۲ درصد وزنی/حجمی کیتوزان، ابتدا ۲ گرم از پودر کیتوزان با استفاده از ترازو آزمایشگاهی وزن گردید و به صد میلی لیتر آب مقطر همراه با یک درصد استیک اسید به آرامی اضافه گردید و به مدت چهار ساعت روی همزن مغناطیسی (استیرر) با سرعت ۴۰۰ دور در دقیقه (rpm) هم زده شد تا محلول پلیمری یکنواخت و همگنی به دست آید. از طرفی دیگر محلول ۲ درصد وزنی/حجمی پلی وینیل الکل با حل نمودن ۲ گرم از این ماده در ۱۰۰ میلی لیتر آب مقطر بر روی هیتراستیرر و در دمای ۹۰ درجه سانتی گراد در مدت زمان ۴ ساعت تهیه شد تا محلول همگن شود. سپس محلول های پلیمری پلی وینیل الکل و کیتوزان به آرامی با یکدیگر ترکیب شد تا محلول یکنواختی حاصل گردد. در زمان مخلوط شدن دو محلول با یکدیگر گلیسرول نیز با درصد وزنی/حجمی یک و نیم درصد و به منظور افزایش انعطاف پذیری ماده اضافه گردید. در مرحله بعد نیز به اندازه ۲ درصد وزنی/حجمی از اسانس گیاهی تهیه شده با دستگاه کلونجر به محلول پلیمری اضافه شد.

پس از اتمام فرایند به منظور عملیات خشکاندن، محلول به دست آمده به پلیت های ۶ سانتی متری انتقال داده شد و درون هر پلیت ۱۵ میلی لیتر از محلول پلیمری ریخته شد، در نهایت پلیت ها به مدت ۲۴ ساعت و در دمای ۳۷ درجه ساعت درون آون قرار گرفت تا در نهایت کامپوزیت پلیمری جامد به دست آید (شکل ۲).



شکل ۲. فیلم کامپوزیت مبتنی بر کیتوزان حاوی اسانس گیاه خانواده نعنائیان



شکل ۳. شماتیک مراحل سنتز کامپوزیت مبتنی بر کیتوزان حاوی اسانس خانواده نعنائیان

۲-۴. تست آنتی بیوگرام و ارزیابی هاله عدم رشد

در این مرحله از تست آنتی بیوگرام که یک روش آزمایشگاهی برای ارزیابی اثرات ضد میکروبی ترکیبات مختلف می باشد بهره گرفته شد. در واقع می توان گفت تست آنتی بیوگرام به منظور ارزیابی خواص ضد میکروبی کامپوزیت سنتز شده مبتنی بر کیتوزان و اسانس گیاه دارویی از خانواده نعنائیان به کار گرفته شد.

برای این آزمایش از باکتری های گرم مثبت استافیلوکوک اورئوس و گرم منفی سودوموناس آئروژینوزا که به عنوان دو باکتری رایج عامل عفونت زخم نیز شناخته می شوند استفاده شد. برای تهیه محیط کشت نیز از مولر هینتون آگار ساخته شده به وسیله شرکت کیولب استفاده شد. محیط کشت با درصد وزنی/حجمی سه و نیم درصد و در دمای ۱۶۰ درجه سانتی گراد بر روی هات استیرر تهیه شد و به وسیله اتوکلاو همراه با وسایل لازم برای تست آنتی بیوگرام استریل گشت. سپس محیط کشت درون پلیت های استریل به طور یکنواخت ریخته شد و پس از مدتی سفت شد. در مرحله بعد سوسپانسیونی از باکتری های گرم مثبت و منفی در دو لوله آزمایش تهیه شد و کدورت آن با توجه به استاندارد نیم مک فارلند ارزیابی شد. سپس با استفاده از سوآپ استریل، کشت چمنی باکتری ها به طور مناسب صورت پذیرفت تا یک لایه یکنواخت ایجاد شود.



دیسک های حاوی کامپوزیت هیدروژلی همراه با اسانس گیاه دارویی خانواده نعنائیان به وسیله پنبه استریل در مرکز پلیت قرار داده شد. از طرفی دیسک های آنتی بیوگرام نیز به عنوان نمونه های کنترل در مرکز پلیت ها قرار داده شد، سپس پتری دیش ها به صورت وارونه و در دمای مناسب کشت باکتری ها (۳۷ درجه سانتی گراد) قرار داده شد و برای مدت زمان مشخص (۲۴ ساعت) انکوبه شدند. پس از انکوباسیون، پتری دیش ها بررسی شد و هاله های مهار رشد میکروبی (Inhibition Zone) اندازه گیری شد.

۳. نتایج

ارزیابی هاله عدم رشد به عنوان نشانه ای از اثر ضد میکروبی ترکیب مورد نظر عمل می کند و نشان دهنده این است که باکتری ها در این ناحیه قادر به رشد نیستند. پس میتوان گفت این هاله ها نشان دهنده اثر ضد میکروبی کامپوزیت هیدروژلی همراه با اسانس گیاه دارویی خانواده نعنائیان هستند. این مطالعه نشان داد که کامپوزیت های مبتنی بر کیتوزان حاوی اسانس خانواده نعنائیان دارای خواص مطلوبی همچون خاصیت ضد میکروبی برای استفاده در کاربردهای درمانی مانند زخم پوش هستند. این تحلیل ها نشان داد که کامپوزیت سنتز شده دارای خواص محافظتی، ضدباکتریایی و تراکم پذیری مناسبی می باشد. همچنین، این کامپوزیت ها منجر به تسکین و بهبود سطح زخم و تسریع روند درمان می شوند.

۴. بحث و نتیجه گیری

در این پژوهش، یک فیلم کامپوزیتی مبتنی بر کیتوزان و حاوی اسانس گیاهی خانواده نعنائیان که با استفاده از دستگاه کلونجر به دست آمد با موفقیت سنتز شد. در حال حاضر، انتخاب مواد مناسب و در دسترس برای کاربردهای درمانی نظیر زخم پوش ها به چالشی بزرگ مبدل شده است. این دسته از فیلم های کامپوزیتی به دلیل داشتن ویژگی های متنوعی نظیر دسترسی آسان، زیست تخریب پذیری بالا، زیست سازگار بودن و قابلیت حفظ و جذب رطوبت، بسیار جذاب و کارآمد هستند. به عنوان مثال زخم پوش ها که به عنوان یک نوع پوشش درمانی به کار می روند به محافظت و بهبود زخم ها کمک می کنند. این پوشش ها معمولاً دارای خواصی نظیر جذب رطوبت، تنفس پذیری و خاصیت ضد میکروبی هستند. با توجه به این مطالعه، استفاده از کامپوزیت به دست آمده در زخم پوش ها می تواند باعث حفظ رطوبت در محل زخم شود که به بهبود سریع تر زخم کمک می کند و از ایجاد عفونت های ثانویه نیز جلوگیری می نماید. همچنین، این کامپوزیت به کاهش التهاب و تسکین درد در محل زخم کمک می کند.

در بسته بندی مواد غذایی نیز، به دلیل کاهش نرخ تبادل گاز، به افزایش ماندگاری مواد غذایی می انجامد. علاوه بر این، اسانس گیاهی خانواده نعنائیان به دلیل دارا بودن خواص آنتی اکسیدانی، ضد میکروبی و ضد التهابی، نقش موثری در کاهش التهاب زخم، بهبود زخم های عفونی و جلوگیری از آلوده شدن مواد غذایی در برابر باکتری های مضر ایفا می کنند.



منابع

- فاطمه، نصیری، امید، م.، ساناز، ع. و محمدحسین، م. آ. (۲۰۲۲). تهیه نانو کامپوزیت های اکسیدروی با استفاده از اسانس گیاه پونه وحشی کوهی به روش سبز برای کاربردهای بسته بندی.
- مقامی پور، مغانجوقی، م. و انوار، (۲۰۲۰). ارزیابی خواص آنتی اکسیدانی و ضد میکروبی نانو کامپوزیت کیتوزان و اسانس رازیانه (*Foeniculum vulgare*) در فیله فیل ماهی (*Huso huso*) نگهداری شده در یخچال. تحقیقات دامپزشکی و فرآورده های بیولوژیک، ۳۳ (۴)، ۱۶۱-۱۷۲.
- Dhawan, D., & Gupta, J. (2017). Research article comparison of different solvents for phytochemical extraction potential from datura metel plant leaves. *Int J Biol Chem*, 11(1), 17-22.
- Dragan, E. S., & Dinu, M. V. (2020). Advances in porous chitosan-based composite hydrogels: Synthesis and applications. *Reactive and Functional Polymers*, 146, 104372.
- Fan, L., Yang, H., Yang, J., Peng, M., & Hu, J. (2016). Preparation and characterization of chitosan/gelatin/PVA hydrogel for wound dressings. *Carbohydrate Polymers*, 146, 427-434.
- Lezoul, N. E. H., Belkadi, M., Habibi, F., & Guillén, F. (2020). Extraction processes with several solvents on total bioactive compounds in different organs of three medicinal plants. *Molecules*, 25(20), 4672.
- Ma, X., & Wen, G. (2020). Development history and synthesis of super-absorbent polymers: a review. *Journal of Polymer Research*, 27(6), 136.
- Monfared-Hajishirkiaee, R., Ehtesabi, H., Rezaei, A., & Najafinobar, S. (2023). Development of carboxymethyl cellulose/chitosan double-layer hydrogel combining myrtle essential oil and thyme honey to enhance antibacterial and mechanical properties. *Journal of Industrial and Engineering Chemistry*, 126, 382-397.
- Saeed, A., Guizani, I., Hanash, F., Asnag, G., Al-Harthi, A. M., Alwafi, R., Qahtan, T. F., Morsi, M., & Assran, A. S. (۲۰۲۴). Enhancing optical, structural, thermal, electrical properties, and antibacterial activity in chitosan/polyvinyl alcohol blend with ZnO nanorods: polymer nanocomposites for optoelectronics and food/medical packaging applications. *Polymer Bulletin*, 1-26.
- Sultana, B., Anwar, F., & Ashraf, M. (2009). Effect of extraction solvent/technique on the antioxidant activity of selected medicinal plant extracts. *Molecules*, 14(6), 2167-2180.
- Torabiardekani, N., Karami, F., Khorram, M., Zare, A., Kamkar, M., Zomorodian, K., & Zareshahrabadi, Z. (2023). Encapsulation of Zataria multiflora essential oil in polyvinyl alcohol/chitosan/gelatin thermo-responsive hydrogel: synthesis, physico-chemical properties, and biological investigations. *International journal of biological macromolecules*, 243, 125073.



بررسی جامع خواص و کاربردهای صمغ درخت بنه (سقز) در طب سنتی و طب مدرن

نسترن محمدی کیا^۱، طیبه مومنی^۲، فائزه کاشانیان^{۳،*}

^۱ شرکت دانش بنیان ایستا صنعت و طن، قم.

^۲ گروه شیمی، دانشکده علوم پایه، دانشگاه صنعتی قم، قم.

^۳ گروه نانوبیوتکنولوژی، دانشکده علوم و فنون نوین دانشگاه تهران، تهران، ایران (faezehkashanian1@gmail.com)

چکیده

درخت بنه، از خانواده پسته‌ایان بوده و دارای برگ‌های مرکب شانه‌ای و میوه‌های کوچک و کروی به رنگ قرمز یا قهوه‌ای است. مهم‌ترین محصول این درخت، صمغ آن است که به "سقز" معروف است. سقز به دلیل ترکیبات شیمیایی متنوع و خواص دارویی قابل توجه، از دیرباز در طب سنتی و صنایع مختلف مورد استفاده قرار گرفته است.

این مقاله به بررسی جامع خواص و ترکیبات شیمیایی گیاه بنه و صمغ آن (سقز) می‌پردازد. در ابتدا به گیاه‌شناسی این درخت و سه زیرگونه مهم آن موتیکا، کردیکا و کابولیکا پرداخته می‌شود. سپس به تفصیل در مورد ترکیبات شیمیایی موجود در سقز، از جمله ترین‌ها، سزکوئی‌ترین‌ها، اسیدهای چرب، استرول‌ها و فنول‌ها بحث می‌شود. در ادامه، خواص دارویی و درمانی سقز در طب سنتی و طب مدرن، از جمله خواص التیام‌بخش زخم، بهبود مشکلات گوارشی و... مورد بررسی قرار می‌گیرد. در پایان، به برخی از مطالعات بالینی و آزمایشگاهی انجام شده در مورد اثرات سقز بر بیماری‌های مختلف، از جمله سوء هاضمه، زخم سوختگی، ترک و درد نوک پستان و آسیب‌های روده‌ای ناشی از داروها اشاره می‌شود.

هدف از این مقاله، بررسی جامع خواص و ترکیبات شیمیایی صمغ درخت بنه (سقز) است تا با تکیه بر یافته‌های علمی و پژوهشی، پتانسیل‌های این ماده طبیعی در حوزه‌های دارویی، غذایی و بهداشتی مورد ارزیابی قرار گیرد. با توجه به اهمیت روزافزون استفاده از ترکیبات طبیعی در صنایع مختلف و نیاز به شناسایی منابع جدید با خواص بیولوژیکی مفید، مطالعه دقیق و جامع بر روی صمغ بنه می‌تواند به توسعه کاربردهای نوین و بهره‌برداری بهینه از این منبع ارزشمند منجر شود.

واژگان کلیدی: ترکیبات شیمیایی، درخت بنه، سقز، صمغ بنه، طب سنتی، طب مدرن



۱. مقدمه

درخت بنه با نام علمی *Pistacia atlantica*، که در زبان‌های محلی به آن "کلخنک" یا "قزو" نیز گفته می‌شود، درختی مقاوم و با ارزش است که در مناطق خشک و نیمه‌خشک، به ویژه در نواحی مدیترانه‌ای، خاورمیانه و بخش‌هایی از ایران می‌روید. درخت بنه از خانواده پسته‌ایان^۱ است. این درخت کهنسال و زیبا، این درخت با ارتفاع متوسط تا بلند، دارای برگ‌های مرکب شانه‌ای و میوه‌های کوچک و کروی به رنگ قرمز یا قهوه‌ای است. گل‌های آن به صورت خوشه‌ای و کوچک هستند و میوه آن که ابتدا قرمز و سپس قهوه‌ای می‌شود، شکلی کروی و کوچک دارد.

مهم‌ترین محصول این درخت، صمغ آن است که به "سقر" معروف است. سقر به طور طبیعی از تنه درخت ترشح نمی‌شود، بلکه با ایجاد شکاف در تنه درخت و به روش‌های خاصی جمع‌آوری می‌شود. این صمغ در ابتدا شیری رنگ و چسبناک است و پس از مدتی سفت و زردرنگ می‌شود. سقر به دلیل ترکیبات شیمیایی متنوع و خواص دارویی قابل توجه، از دیرباز در طب سنتی و صنایع مختلف مورد استفاده قرار گرفته است.

ترکیبات شیمیایی موجود در صمغ بنه شامل ترپن‌ها، سزکوئی‌ترپن‌ها و سایر ترکیبات آلی فرار است. مطالعات نشان داده‌اند که آلفا-پنین^۲ و بتا-پنین^۳ از جمله ترکیبات اصلی این صمغ هستند که به ترتیب ۵۷،۰۶٪ و ۹،۸۳٪ از ترکیبات را تشکیل می‌دهند. سایر ترکیبات مهم شامل ترانس-پینوکاروئول^۴، ترانس-وربنول^۵ و آلفا-فلاندرن-۸-آل^۶ می‌باشند. خواص دارویی سقر متنوع است و شامل فعالیت‌های ضد میکروبی، ضد التهابی، آنتی‌اکسیدانی و ضد سرطانی می‌شود. در طب سنتی، از سقر برای درمان مشکلات گوارشی، بهبود زخم‌های دهانی، کاهش التهاب و بهبود بیماری‌های پوستی استفاده می‌شده است. همچنین، تحقیقات نشان داده‌اند که صمغ بنه دارای اثرات محافظتی در برابر استرس اکسیداتیو و التهاب‌های عصبی است که می‌تواند در پیشگیری و درمان بیماری‌های عصبی مؤثر باشد (Ghalavand et al., 2022).

هدف از این مقاله، بررسی جامع خواص و ترکیبات شیمیایی صمغ درخت بنه (سقر) است تا با تکیه بر یافته‌های علمی و پژوهشی، پتانسیل‌های این ماده‌ی طبیعی در حوزه‌های دارویی، غذایی و بهداشتی مورد ارزیابی قرار گیرد. با توجه به اهمیت روزافزون استفاده از ترکیبات طبیعی در صنایع مختلف و نیاز به شناسایی منابع جدید با خواص بیولوژیکی مفید، مطالعه‌ی دقیق و جامع بر روی صمغ بنه می‌تواند به توسعه‌ی کاربردهای نوین و بهره‌برداری بهینه از این منبع ارزشمند منجر شود.

¹ Anacardiaceae² α -pinene³ β -pinene⁴ trans-Pinocarveol⁵ trans-Verbenol⁶ α -Phellandren-8-ol



۲. گیاه شناسی

گیاه پسته شامل حدود ۷۰ سرده و بیش از ۶۰۰ گونه می باشد. گونه های این جنس، درختان و درختچه های همیشه سبز یا دیرخزان دارای صمغ هستند که به عنوان درختان خشکزی شناخته می شوند و ارتفاع آن ها به ۸-۱۰ متر می رسد. گونه های پسته شامل لنتیسکاس^۱، آتلانتیکا^۲، ترپنتوس^۳، ورا^۴ و خینجوک^۵ هستند که از حوضه مدیترانه تا آسیای مرکزی پراکنده اند. سه گونه پسته به طور طبیعی در ایران وجود دارند که شامل گونه های ورا، خینجوک و آتلانتیکا می باشند. پسته ی آتلانتیکا دارای سه زیرگونه یا وارسته به نام های کابولیکا^۶، کُردیکا^۷ و مٹیکا^۸ است. پسته ورا تنها گونه ای از این جنس است که به طور تجاری کشت می شود و بقیه گونه ها عمدتاً به عنوان پایه ی قلمه زدن و پیوند برای این پسته استفاده می شوند (Bahmani, 2015; Mirahmadi et al., 2019a).

جدول ۱. شاخصه های گیاه پسته وحشی (Bahmani, 2015)

اجزای گیاه	شاخصه ها
ساقه ها	درختی مقاوم به خشکی با ریشه دهی گسترده که تا ۷ متر قادر به داشتن ارتفاع هستند. تنه تنومند پوشیده از پوست شکاف دار و شاخه های غالباً گال زده
برگ	متناوب و باریک که اغلب روی آنها گال زنی یا همان شیرهی گیاه وجود دارد.
گل ها	گل های صورتی رنگ
میوه ها/غلاف	تقریباً مستطیلی شکل، گوشتی و روغنی که توسط درخت ماده در اندازه های ۶ تا ۸ میلی متر به رنگ صورتی که به هنگام رسیدن مایل به آبی می شوند.
دوره گل دهی	اواخر بهمن تا اواخر فروردین (فوریه، مارس، آوریل)
زیستگاه	جنگل های مدیترانه ای، سرزمین هایی با سنگ های سخت
توزیع	جنگل ها و بوته زارهای مدیترانه ای، بوته زارهای نیمه استپی، استپ های بوته ای
کورتایپ	Irano-turanian
دوره ریزش	همیشه بهار، دیرخزان

از آنجایی که هدف تحقیقات ما در اصل بررسی خواص صمغ درخت پسته ی وحشی است، در ادامه تنها فقط به گیاه شناسی سه زیر گونه ی گیاه آتلانتیکا می پردازیم.

¹ *P. lentiscus* L.² *P. atlantica* Desf.³ *P. terebinthus* L.⁴ *P. vera* L.⁵ *P. khinjuk* Stocks⁶ *cabulica*⁷ *kurdica*⁸ *mutica*



۱-۲- زیر گونه ی موتیکا

عمدتاً در کوه های زاگرس ایران وجود دارد. میوه های، به نام بنه، به شکل گرد تا بیضی با قطر ۰.۵-۰.۷ سانتی متر هستند. این میوه ها در پوسته چوبی سختی قرار دارند که با پوست تیره سبز رنگی پوشیده شده و حاوی روغن بسیار پایدار و آنتی اکسیدان است (Bozorgi et al., 2013). ترکیب معدنی روغن زیر گونه موتیکا مورد بررسی قرار گرفته است. بنه دارای مقادیر بالایی از مواد معدنی، به ویژه آهن هستند. روغن های بنه همچنین دارای دیگر مواد معدنی مانند سرب (۱۴ میلی گرم در کیلو گرم روغن) و مس (۱۶ میلی گرم در کیلو گرم روغن) است (Behboodi, 2003; Behboodi, 2004).

۲-۲- زیر گونه ی کردیکا

Pistacia atlantica subsp. Kurdica (PAK) در سراسر زاگرس توزیع شده و بومی استان کردستان در غرب ایران است. در کردستان عراق آن را قضوان می نامند. روغن هسته ی این درخت منبع غنی از ویتامین E است. این زیر گونه در ارتفاعات بالای (۹۰۰-۲۸۰۰ متر) یافت می شود و در مناطق با بارندگی سالیانه ۵۰۰-۶۰۰ میلی متر توزیع شده است. این گونه در ایران، عراق، سوریه، ترکیه و فلسطین مشاهده می شود (Behboodi, 2003; Behboodi, 2004).

۳-۲- زیر گونه ی کابولیکا

زیر گونه کابولیکا عمدتاً در مناطق با ارتفاع کمتر رشد می کند، اما تا ارتفاع ۲۵۰۰ متری نیز یافت شده است. این گیاه در مناطقی با بارش سالانه کمتر از ۱۰۰ میلی متر توزیع شده و تا مناطقی با بارش ۲۰۰ میلی متر گسترش یافته است. این زیر گونه در برابر کمبود آب مقاوم ترین است. این زیر گونه در افغانستان، پاکستان و ایران یافت می شود (Behboodi, 2003). ترکیبات معدنی زیر گونه کابولیکا (Kasor) را که در ایران رشد کرده است را بررسی کردند. روغن های کاسور دارای مقادیر بالایی از مواد معدنی، به ویژه آهن است. میزان آهن در روغن کاسور ۳۸۲ میلی گرم در کیلو گرم روغن بود. در کاسور میزان سرب و مس به ترتیب ۲۶ و ۳۵ میلی گرم در کیلو گرم روغن مشاهده شده است (Behboodi, 2004).

نام دیگر درخت پسته وحشی، بنه است و عموم مردم این درخت را با همین نام می شناسند. این درخت به انگلیسی "درخت مومی" (*Atlas mastic tree*) و در زبان عربی "بطم" یا "بتم" نامیده می شود. در ترکی به آن "ملنگیچ" می گویند و در جزایر قناری "المشیکو" نام دارد. از دیگر نام های آن می توان به "چتلانقوس"، "چتلانقوس کابلی" و "ترین" اشاره کرد. میوه درخت مومی که "وانوشک" نامیده می شود، در برخی مناطق به عنوان "پسته کوهی" شناخته می شود. وانوشک دارای پوشش نازک و سبز رنگ و پوسته ای نسبتاً سخت است که مغز آن قابل استفاده می باشد. این محصول عمدتاً توسط ساکنان استان ایلام و مناطق زاگرس ایران مصرف می شود. افراد مسن ایلامی بر این باورند که مصرف این میوه طبیعی که در فصل پاییز در استان های کوهستانی به وفور یافت می شود، خواص فوق العاده ای برای درمان بیماری های معده دارد. وانوشک به دلیل طعم منحصر به فردش بیشتر در میان جوانان محبوب است. بنه دانه ای گیاهی با مغز خوشمزه است که به عنوان دانه کشاورزی استفاده می شود. این دانه معمولاً در پاییز و در استان های ایلام، کردستان و کهگیلویه و بویر احمد رشد می کند (Bahmani et al., 2015).



شکل ۱. تصویر درخت بنه (Bahmani, 2015)

گال زنی در شاخه‌ها و تنه‌ی درختان به معنی خروج صمغ به طور طبیعی بدنه‌ی درخت است. صمغ این درخت حاوی مواد چسبنده و تانن است که می‌توان از آن‌ها در مصارف پزشکی و صنعتی استفاده کرد. این گال‌ها در اوایل پاییز قبل از شروع باران‌های پاییزی جمع‌آوری می‌شوند و بلافاصله خشک می‌شوند تا آماده استفاده شوند. در بافت‌های داخلی درخت مومی، مایع زردی به نام "مصطاک" یا "سقز" وجود دارد که در تابستان معمولاً از منافذ پوست درخت خارج می‌شود. این مایع زرد در تابستان به صورت قطرات از ساقه‌ها و شاخه‌های درخت مومی خارج شده و پس از ریختن زیر درخت و قرار گرفتن در معرض هوا سخت می‌شود. استفاده از شیر ترپن در تهیه صمغ و همچنین در صنایع عطر، خوشبوکننده، حشره‌کش‌ها و صنایع دارویی، تولید ضدعفونی‌کننده‌ها و در صنایع پلاستیک، صنعت پلیمر، صنعت لاک و همچنین به عنوان امولسیفایر در تولید روغن‌های چاپی و کابل روغن، در ساخت پارکت و کف پوش، فرآوری‌ها، کاغذها و همچنین به عنوان قارچ‌کش برای محافظت از چوب، کاغذ و پارچه به کار می‌رود. این شیر ترپن همچنین در تهیه واکس کفش، چرم و صنعت چاپ استفاده می‌شود (Bahmani, 2015).

۳- استخراج

استخراج صمغ نیاز به فردی ماهر، باتجربه و صبور دارد. این یکی از سخت‌ترین فرآیندهاست که مردم محلی در مناطق کوهستانی، جایی که درختان بنه رشد می‌کنند، قادر به انجام آن هستند. این فرآیند معمولاً در پایان فصل بهار و آغاز تابستان، آغاز می‌شود؛ همچنین در سال‌های گرم‌تر ممکن است این فرآیند زودتر آغاز گردد به دلایل زیر:

۱- باران نباریده است

۲- دما بالاتر باعث می‌شود صمغ بیشتری از گیاه خارج شود.

۳- درخت (بن) مقدار مناسبی از رطوبت را جذب کرده و فعال است.



مراحل استخراج صمغ از درخت بنه به شرح زیر است:

مرحله اول: آماده سازی خاک رس

در این مرحله، خاک رس با کیفیت بالا تهیه می شود تا از ترک خوردن جلوگیری شود. خاک استخراج شده با آب مخلوط و ورز داده می شود تا به گل تبدیل شود.

مرحله دوم: زخم زنی درخت

با استفاده از ابزار تیز، زخم هایی به شکل زیگزاگ روی تنه درخت ایجاد می شود. این کار باید با دقت انجام شود تا از آسیب به درخت جلوگیری شود.

مرحله سوم: نصب کاسه های گلی (کوچله)

کاسه های گلی به نام "کوچله" در محل زخم ها نصب می شوند تا صمغ ترشح شده را جمع آوری کنند. این کاسه ها باید به خوبی به درخت چسبیده و عمق کافی برای جمع آوری صمغ داشته باشند.

مرحله چهارم: جمع آوری صمغ

پس از ۱۰ تا ۱۵ روز، کاسه ها پر می شوند و صمغ جمع آوری می شود. این کار باید در صبح زود و از پایین به بالا انجام شود تا از ذوب نشدن صمغ جلوگیری شود (Aziz et al., 2022).

۴- مواد موثره سقز

مطالعات انجام شده بر روی صمغ های تراوش شده از درختان بنه عمدتاً نشان می دهند که این صمغ ها متشکل از پلی ساکاریدهایی حاوی گالاکتوز، آرابینوز، رامنوز و اسید اورونیک هستند (Mirahmadi and gum). مقدار کل کربوهیدرات در صمغ درخت بنه حدود ۳۹.۳۸-۴۵.۵۶ درصد گزارش شده است که بسته به نوع آن متفاوت است. فراوان ترین مونوساکاریدها در سقز آرابینوز و گالاکتوز هستند. سقز دارای واحدهایی از آمینو اسیدهاست. بدیهی است که مصرف سقز به دلیل وجود مقدار بالای آمینو اسید در آن باعث ایجاد پروتئین های مفیدی از قبیل کلاژن و کراتین می شود (Mirahmadi et al., 2019b). آمینو اسیدهایی از قبیل گلیسین، پرولین، آلانین، آرژنین که در سقز نیز موجود هستند، باعث تولید کلاژن می شود (Toshiharu, 1972). میتونین، گلیسینو آرژنین موجود در سقز تولید کننده ی کراتین هستند (Block, 1939). والین و لیزین موجود در سقز مانند آمینو اسیدهای دیگر مثل آلانین پرولین و گلیسین در تولید الاستین نقش دارند (Bowes and Kenten, 1949).

ترپنوئیدها ترکیباتی با خواص ضد التهابی و آنتی اکسیدانی هستند و از معروف ترین آنها می توان به پینن ها اشاره کرد. ترپنوئیدها همچنین باعث عطر و ایجاد رایحه در گیاهان می شوند. مانند لینالول که در سقز نیز یافت می شود (Mittu et al., 2024). فلاونوئیدها ترکیباتی با خواص آنتی اکسیدانی و ضد سرطانی هستند که از این گروه متابولیت ثانویه در سقز کمتر دیده می شوند اما ترکیبی مانند مایر سین که یک نوع فلاونوئید است در آن دیده می شود (Malinowska, 2013).



۵- کاربرد در طب سنتی

درخت سقز به نام سقز به عنوان عصاره روغنی برای دردهای اسکلتی، آرتрит روماتیسمی، آرتروز، درد سیاتیک و آرتراژی استفاده می شود (Mikaili et al., 2012). صمغ درخت بطم وقتی خشک شود، به صورت پودر در می آید و به آن «قلفون» گفته می شود.

- محلل و ملطف: صمغ بطم به عنوان یک محلل و ملطف شناخته می شود و می تواند به تسهیل هضم کمک کند.

- مدر بول: این صمغ خاصیت مدر بول (ادرار آور) داشته و می تواند به پاکسازی بدن کمک کند.

- منقی اوساخ: به عنوان یک پاک کننده، از مواد مضر در بدن جلوگیری می کند.

بر اساس گفتار حکمای یونان و روم، این صمغ در تمام خواصش بهتر از مصطکی است. از جمله مزایای آن می توان به جذب رطوبات بلغم از دماغ و تنقیه حلق اشاره کرد. همچنین، تقویت معده و تحلیل رطوبات آن تأثیر مثبتی بر اعضاء نفس و قلب دارد. برای افراد دچار سرفه مرطوب و خفقان، می توان یک اوقیه (اوقیه، یک واحد اندازه گیری وزن در جوامع عربی معادل ۴۰۳ گرم) از این صمغ را با دو اوقیه پیه بز مخلوط کرد و در مدت سه شب، پیش از خواب، مصرف نمود. همچنین، می توان آن را با عسل جهت درمان زخم های داخلی یا با زرده تخم مرغ نیم بز جهت ترمیم شکستگی ها به کار برد. صمغ بطم برای بهبود زخم ها و همچنین به عنوان یک مرهم در باند های زخم ها مفید است. به علاوه، ضماد کداخته آن در پیه بز می تواند کجی ناخن و درد اعضا را تسکین دهد. این صمغ با ترکیب با روغن زیتون برای تحلیل اورام و هموروئید خفیف نیز توصیه می شود. برای افرادی که از حرارت رنج می برند، ممکن است مصرف آن مضر باشد، که در این صورت می توان از سکنجین به عنوان مصلح استفاده کرد. برای مشخه داران از عسل به عنوان مصلح استفاده می شود. مقدار مصرف روزانه این شربت یک مثقال می باشد (SMH, 2008).

مصطکی دارای خواص متعددی است که شامل ملطف بودن، محلل، جالی و قابض می شود. این ماده به تقویت اعضای اصلی بدن از جمله معده و سر کمک می کند. استفاده از آن به رطوبت ها و بلغم هایی که از بینی، دهان و زبان خارج می شوند را جذب می کند و همچنین در تسکین سردردهای بارد موثر است. استنشاق و بوییدن مصطکی به همراه روغن زنبق و هلیجیات می تواند به درمان وسواس، افکار نگران کننده، و نشانه های مالیخولیا کمک کند. برای تصفیه مجاری ریه نیز مفید است. این ماده به عنوان مسهل سودا عمل می کند و مصرف آن همراه با کندر به بهبود کاهش ذهن و تقویت حافظه کمک می کند. طلای مطبوخ مصطکی به همراه روغن، برای درمان کزاز، لرزش و ضربان قلب کاربرد دارد. همچنین مصرف آن می تواند علائم لرز را کاهش دهد. استفاده از مصطکی در چشم به تسکین درد و مشکلات بینایی کمک می کند. چنانچه مصطکی را با روغن کنجد بجوشانید، می تواند برای درمان مشکلات شنوایی مفید باشد. روغن غلیظ استخراج شده از آن به عنوان محلل درد و همچنین برای تقویت دندان و لثه ها کاربرد دارد.



آشامیدن مصطکی برای تسکین سرفه، بهبود بیماری‌های ریه و تنظیم عمل هضم مفید است. این ماده باعث تحریک اشتها و بهبود فعالیت‌های گوارشی می‌شود و همچنین برای از بین بردن رطوبات و رفع مشکلات معده مؤثر است. به طور کلی، ویژگی‌های مصطکی شامل تسکین درد، بهبود هضم، و رفع نفخ معده و روده‌هاست. این ماده با ترکیبات مختلف می‌تواند برای بهبود سلامت کلی بدن و درمان برخی بیماری‌ها مورد استفاده قرار گیرد (SMH, 2008).

۶- کاربرد در طب مدرن

مطالعات دقیق و گسترده فیتوشیمیایی بر روی گونه‌های *P. atlantica* منجر به مجموعه‌ای از متابولیت‌های ثانویه شده است. متابولیت‌های مهمی مانند ترپن‌ها، فلاونوئیدها، تانن‌ها، استروئیدها، اسیدهای چرب، اسانس‌ها و سایر ترکیبات در میوه، برگ، پوست ساقه، پوست ریشه و صمغ زیر گونه‌های *P. atlantica* وجود دارد. برخی از آنها چندین فعالیت زیستی را در داخل بدن یا در شرایط آزمایشگاهی نشان داده‌اند، و برخی از آنها دارای حق ثبت اختراع هستند. امروزه بیش از ۱۵۰ ترکیب از زیر گونه *P. atlantica* جدا و شناسایی شده است. میوه، برگ و صمغ بنه دارای خاصیت ضد باکتری، ضد قارچ، سیتوتوکسیک، ضد سرطان، ضد تکثیر، آنتی اکسیدان، ضد التهاب، ضد دیابت، ضد هپاتیت، ضد آترواسکلروز و ضد کولین استراز است (Ghadermazi et al., 2019). بخش‌هایی از ترکیبات اصلی سقز عبارتند از α -پنین، ترپنوئیدها و فلاونوئیدها که از رشد و تولید اسید میکروارگانیزم‌های دخیل در پوسیدگی دندان جلوگیری می‌کنند. (Mohammadi et al., 2019). در محصولات آرایشی بهداشتی و استفاده از اثر آنتی اکسیداسیونی سقز از روغن زیتون به عنوان حلال استفاده می‌شود. (Al-Habbal et al., 1984) (Al-Said et al., 1986)، در کشورهای با قدمت طولانی از بنه و صمغ آن فراتر از درمان اختلالات گوارشی استفاده شد. مثل اثر درمانی که صمغ بنه روی درمان زخم‌ها و فعالیت ضد هلیکوباکتری داشته است (Huwez et al., 1998). به موازات فعالیت ضد هلیکوباکتر پیلوری، اثر سقز، اسانس آن و روغن سقز بر سایر باکتری‌های بیماری‌زا، هم در باکتری‌های گرم منفی و هم گرم مثبت، بررسی شده و اثر آنتی‌بیوتیکی آن ثابت گردیده است (Magiatis et al., 1999; Tassou and Nychas, 1995).

فکور و همکارانش در سال ۲۰۱۷، به منظور بررسی اثر عصاره سقز بر بهبود زخم سوختگی، کرم موضعی و سوسپانسیون خوراکی از این گیاه تهیه کردند. در این مطالعه، ۴۰ خرگوش نر به صورت تصادفی انتخاب و تحت القای استرس اکسیداتیو و آسیب بافتی ناشی از سوختگی قرار گرفتند. گروه‌های درمانی به مدت ۲۱ روز به صورت روزانه از کرم موضعی سقز استفاده کردند. در روزهای ۱، ۷، ۱۴ و ۲۱، پارامترهای اکسیداتیو سرم خون شامل مالون دی‌آلدهید (MDA)، کاتالاز، گلوکاتیون پراکسیداز، سوپراکسید دیسموتاز و پارامترهای بیوشیمیایی لیپوپروتئین‌های کم‌چگالی (LDL) و پرچگالی (HDL) و همچنین سطح گلوکز اندازه‌گیری شد. روند بهبود و درجه‌بندی زخم توسط بافت‌شناسی ارزیابی شد. نتایج حاصل از معاینه در روز ۲۱ نشان داد که عصاره سقز دارای خاصیت التیام‌دهندگی زخم است و می‌تواند به عنوان یک آنتی‌اکسیدان طبیعی مورد استفاده قرار گیرد (Fakour et al., 2017).



اسدی و همکارانش در سال ۲۰۱۷ یک کارآزمایی بالینی تصادفی را بر روی ۱۰۰ نفر از بیماران بستری در مراکز بهداشتی درمانی شهر تهران انجام دادند. شرکت کنندگان به صورت تصادفی به دو گروه مساوی ۵۰ نفره تقسیم شدند: گروه پماد سقر و گروه شاهد. از نظر ویژگی‌های جمعیت‌شناختی (دموگرافیک) تفاوت معناداری بین دو گروه مشاهده نشد. با این حال، نتایج حاصل از مدل فراوانی تراکمی^۱ نشان داد که سطوح بالای شکاف و درد نوک پستان در گروه پماد سقر به طور معناداری کمتر از گروه شاهد بود. به طور تقریبی، ۸۳ درصد کاهش در شدت ترک و ۸۵ درصد کاهش در شدت درد در گروه پماد سقر در مقایسه با گروه شاهد مشاهده شد. این مطالعه نشان می‌دهد که پماد سقر می‌تواند در کاهش ترک و درد نوک پستان مؤثر باشد (As'adi et al., 2017).

در مطالعه‌ای که توسط پاپادا و همکارانش در سال ۲۰۱۸ انجام شد تأثیر روغن سقر در کاهش آسیب‌های روده‌ای ناشی از دیکلوفناک و باکتری در موش‌ها بررسی شد. این آسیب‌ها معمولاً توسط داروهای ضدالتهابی غیراستروئیدی ایجاد می‌شوند. پس از اندازه‌گیری پارامترهای مختلف که با تجویز دیکلوفناک افزایش می‌یافتند، مشخص شد که تجویز ۰/۱ میلی گرم روغن سقر به ازای هر کیلوگرم وزن بدن، شدت عوارض را در تمامی موارد مورد بررسی کاهش داده است (Papada et al., 2018).

دابوس و همکارانش در مطالعه‌ای نشان دادند که صمغ درخت بنه می‌تواند به بیماران مبتلا به سوء هاضمه کمک کند. در این مطالعه، پس از سه هفته مصرف صمغ درخت بنه، علائم سوء هاضمه در ۷۷ درصد از بیماران کاهش یافت. این در حالی بود که تنها ۴۰ درصد از بیمارانی که از داروهای صنعتی برای درمان سوء هاضمه استفاده می‌کردند، بهبود علائم را تجربه کردند. این مطالعه، نخستین کارآزمایی بالینی در خصوص تأثیر صمغ درخت بنه بر سوء هاضمه به شمار می‌رود (Paraschos et al., 2012).

نتیجه‌گیری

درخت بنه و صمغ آن (سقر) به عنوان منابعی ارزشمند در طب سنتی و صنایع مختلف شناخته می‌شوند. این درخت با سه زیرگونه مهم خود موتیکا، کردیکا و کابولیکا در مناطق مختلف ایران و جهان پراکنده شده و با خواص منحصر به فرد خود، همواره مورد توجه بوده است. سقر، به عنوان محصول اصلی این درخت، حاوی ترکیبات شیمیایی متنوعی از جمله ترپن‌ها، سزکوئی‌ترپن‌ها، اسیدهای چرب، استرول‌ها و فنول‌ها است که خواص دارویی و درمانی متعددی را به آن می‌بخشند. این خواص شامل فعالیت‌های ضد میکروبی، ضد التهابی، آنتی‌اکسیدانی، ضد سرطانی، التیام‌بخش زخم و بهبود مشکلات گوارشی می‌شود. مطالعات علمی و پژوهشی متعددی نیز به بررسی اثرات سقر بر بیماری‌های مختلف پرداخته‌اند. نتایج این مطالعات نشان داده است که سقر می‌تواند در درمان سوء هاضمه، زخم سوختگی، ترک و درد نوک پستان و آسیب‌های روده‌ای ناشی از داروها مؤثر باشد. علاوه بر خواص دارویی، سقر در صنایع مختلف از جمله صنایع غذایی، آرایشی و بهداشتی، رنگ و رزین نیز کاربرد

¹ Cumulative Logit model



دارد. این ماده طبیعی می تواند به عنوان طعم دهنده، قوام دهنده، ماده ضد التهاب و ترمیم کننده پوست در این صنایع مورد استفاده قرار گیرد. با توجه به اهمیت روزافزون استفاده از ترکیبات طبیعی در صنایع مختلف و نیاز به شناسایی منابع جدید با خواص بیولوژیکی مفید، مطالعه دقیق و جامع بر روی صمغ بنه (سقز) از اهمیت ویژه ای برخوردار است. نتایج این مطالعات می تواند به توسعه کاربردهای نوین و بهره برداری بهینه از این منبع ارزشمند منجر شود و در نهایت به بهبود سلامت جامعه کمک کند. در پایان می توان گفت که درخت بنه و صمغ آن (سقز) با خواص متعدد و کاربردهای متنوع خود، می توانند نقش مهمی در تأمین سلامت جامعه و توسعه صنایع مختلف ایفا کنند.

منابع

- Al-Habbal, M. J., Al-Habbal, Z., and Huwez, F. U. (1984). A double-blind controlled clinical trial of mastic and placebo in the treatment of duodenal ulcer. *Clin Exp Pharmacol Physiol*, 11(5), 541-544. <https://doi.org/10.1111/j.1440-1681.1984.tb00864.x>
- Al-Said, M. S., Ageel, A. M., Parmar, N. S., and Tariq, M. (1986). Evaluation of mastic, a crude drug obtained from *Pistacia lentiscus* for gastric and duodenal anti-ulcer activity. *J Ethnopharmacol*, 15(3), 271-278. [https://doi.org/10.1016/0378-8741\(86\)90165-0](https://doi.org/10.1016/0378-8741(86)90165-0)
- As'adi, N., Kariman, N., Mojab, F., and Pourhoseingholi, M. A. (2017). The effect of Saez (Pistacia atlantica) ointment on nipple fissure improvement in breastfeeding women during one-month follow-up. *Avicenna J Phytomed*, 7(6), 477-485 .
- Aziz, P. Y., HamaAmin, H. H., and Azeez, S. H. (2022). Evaluation of Antibacterial and Antifungal Activity of *Pistacia atlantica* Subsp. *kurdica* Oil Gum Extract from Halabja Province/Kurdistan Region of Iraq. *Polytechnic Journal*, 12(1), 20 .
- Bahmani, M. (2015). *The effects of nutritional and medicinal mastic herb (Pistacia atlantica)* . (Bahmani, M., Saki, K., Asadbeygi, M., Adineh, A., Saberianpour, S., Rafieian-Kopaei, M., Bahmani, F., and Bahmani, E. (2015). The effects of nutritional and medicinal mastic herb (*Pistacia atlantica*). *J Chem Pharm Res*, 7(1), 646-653 .
- Behboodi, B. (2003). Ecological distribution study of wild pistachios for selection of rootstock. *Options Mediterr Ser A*, 63, 61-67 .
- Behboodi, B. S. (2004). *Pistacia atlantica* Desf. 1800 in Iran .
- Block, R. J. (193 .⁴). The composition of keratins: The amino acid composition of hair, wool, horn, and other eukeratins. *Journal of biological chemistry*, 128(1), 181-186 .
- Bowes, J., and Kenten, R. (1949). Some observations on the amino-acid distribution of collagen, elastin and reticular tissue from different sources. *Biochemical Journal*, 45(3), 281 .
- Bozorgi, M., Memariani, Z., Mobli, M., Salehi Surmaghi, M. H., Shams-Ardekani, M. R., and Rahimi, R. (2013). Five *Pistacia* species (*P. vera*, *P. atlantica*, *P. terebinthus*, *P. khinjuk*, and *P. lentiscus*): a review of their traditional uses, phytochemistry, and pharmacology. *ScientificWorldJournal*, 2013, 219815. <https://doi.org/10.1155/2013/219815>
- Fakour, S., Heydari, S., Akradi, L., and Rahymi Bane, R. (2017). Effect of *Pistacia atlantica* Mastic Extract on Experimental Wound Healing and Various Biochemical Parameters of Blood Serum in Rabbit Models [Effect of *Pistacia atlantica* Mastic Extract on Experimental Wound Healing and Various Biochemical Parameters of Blood Serum in Rabbit Models]. *jmpir*, 16(63), 78-91. <http://jmpir.ir/article-1-1834-en.html>
- Ghadermazi, R., Khosrowshahi Asl, A., Azizi, M. H., and Tamjidi, F. (2019). Investigation of ultrasonic bath, surfactant to oil ratio and quince seed mucilage concentration effect on spontaneous



- nanoemulsion properties. *Innovative Food Technologies*, 6(4), 533-547. <https://doi.org/10.22104/jift.2019.3445.1829>
- Ghalavand, M., Esmaeili-Gouvarchin-Ghaleh, H., Mirzaei-Nodooshan, M., Vazifedost, S., and Mohammadi-Yeganeh, S. (2022). An evaluation of the effects of Pistacia atlantica gum hydro-alcoholic extract on the phagocytosis ability of macrophages and atherosclerosis development in hypercholesteremic rats. *ARYA Atheroscler*, 18(4), 1-6. <https://doi.org/10.22122/arya.2022.11866.0>
- Huwez, F. U., Thirlwell, D., Cockayne, A., and Ala'Aldeen, D. A. (1998). Mastic gum kills *Helicobacter pylori*. *N Engl J Med*, 339(26), 1946. <https://doi.org/10.1056/nejm199812243392618>
- Magiatis, P., Melliou, E., Skaltsounis, A. L., Chinou, I. B., and Mitaku, S. (1999). Chemical composition and antimicrobial activity of the essential oils of Pistacia lentiscus var. chia. *Planta Med*, 65(8), 749-752. <https://doi.org/10.1055/s-2006-960856>
- Malinowska, P. (2013). Effect of flavonoids content on antioxidant activity of commercial cosmetic plant extracts. *Herba Polonica*, 59(3).
- Mikaili, P., Shayegh, J., Sarahroodi, S., and Sharifi, M. (2012). Pharmacological properties of herbal oil extracts used in Iranian traditional medicine. *Adv Environ Biol*, 6(1), 153-158.
- Mirahmadi, F., Mizani, M., Sadeghi, R., and Givianrad, M. H. (2019a). Chemical composition and thermal properties of Pistacia atlantica subsp. Kurdica gum. *Applied Biological Chemistry*, 62(1), 4. <https://doi.org/10.1186/s13765-019-0408-6>
- Mirahmadi, F., Mizani, M., Sadeghi, R., and Givianrad, M. H. (2019b). Chemical composition and thermal properties of Pistacia atlantica subsp. Kurdica gum. *Applied Biological Chemistry*, 62, 1-13.
- Mirahmadi, F., Mizani, M., Sadeghi, R., and Givianrad, M. H. (2023). Physical properties, and gum, : a. c. c. o. P. a. s. k. Z. R. F.
- Mittu, B., Chaubey, N., Singh, M., and Begum, Z. (2024). Cosmeceutical applications of terpenes and terpenoids. In *Specialized Plant Metabolites as Cosmeceuticals* (pp. 25-41). Elsevier.
- Mohammadi, N., Ehsani, M. R., and Bakhoda, H. (2019). Characterization of Saez as a natural chewing gum. *Journal of Thermal Analysis and Calorimetry*, 137(3), 825-829. <https://doi.org/10.1007/s10973-018-7983-3>
- Papada, E., Forbes, A., Amerikanou, C., Torović, L., Kalogeropoulos, N., Tzavara, C., Triantafillidis, J. K., and Kaliora, A. C. (2018). Antioxidative Efficacy of a Pistacia Lentiscus Supplement and Its Effect on the Plasma Amino Acid Profile in Inflammatory Bowel Disease: A Randomised, Double-Blind, Placebo-Controlled Trial. *Nutrients*, 10(11), 1779. <https://doi.org/10.3390/nu10111779>
- Paraschos, S., Mitakou, S., and Skaltsounis, A. L. (2012). Chios gum mastic: A review of its biological activities. *Curr Med Chem*, 19(14), 2292-2302. <https://doi.org/10.2174/092986712800229014>
- SMH, A. K. (2008). (Makhzan-al-Advieh. Tehran, Iran: University of Tehran Press.
- Tassou, C. C., and Nychas, G. J. E. (1995). Antimicrobial activity of the essential oil of mastic gum (Pistacia lentiscus var. chia) on Gram positive and Gram negative bacteria in broth and in Model Food System. *International Biodeterioration and Biodegradation*, 36(3), 411-420. [https://doi.org/https://doi.org/10.1016/0964-8305\(95\)00103-4](https://doi.org/https://doi.org/10.1016/0964-8305(95)00103-4)
- Toshiharu, M. (1972). Relationship between amino-acid composition and differentiation of collagen. *International Journal of Biochemistry*, 3(15), 265-274.

بررسی مزایای کاربردی گیاه آلوئه ورا (*Aloe vera*) در طب دامپزشکی

رضا آذرگون^۱، مارال تکمر^{۲*}

^۱ استادیار گروه بیماری‌های درونی و کلینیکال پاتولوژی دانشکده دامپزشکی دانشگاه ارومیه، ارومیه، ایران

^{۲*} دانشجوی دکتری عمومی دامپزشکی، دانشکده دامپزشکی دانشگاه ارومیه، ارومیه، ایران (takmarmaral@gmail.com)

چکیده

طب سنتی به عنوان یک رویکرد طبیعی و جامع در درمان بیماری‌ها، در سال‌های اخیر مورد توجه زیادی در طب دامپزشکی قرار گرفته است. این روش درمانی با استفاده از منابع طبیعی، عوارض جانبی داروها را کاهش می‌دهد و بر بهبود کیفیت زندگی بیماران و دام‌ها تمرکز دارد. در این زمینه، گیاه آلوئه ورا (*Aloe vera*) به دلیل خواص درمانی و ترکیبات منحصر به فرد، توجه ویژه‌ای را به خود جلب کرده است. این گیاه حاوی موادی نظیر ویتامین‌ها، آنزیم‌ها، اسیدهای آمینه و مواد معدنی است که هر یک نقش حیاتی در بهبود سلامت ایفا می‌کنند. آلوئه ورا به اشکال مختلفی از جمله هیدروژل برای بافت نرم و پوست، پماد برای درمان سوختگی و بیماری‌های پوستی، پانسمان برای ترمیم زخم و پودر خوراکی برای رفع مشکلات گوارشی ارائه می‌شود. این گیاه علاوه بر درمان مشکلات گوارشی، زخم‌ها و سوختگی‌ها، به عنوان یک درمان طبیعی برای اختلالات جنسی و حتی سرطان نیز شناخته شده است. علاوه بر این، آلوئه ورا می‌تواند به تقویت سیستم ایمنی کمک کند و در درمان پیودرم در سگ‌ها به عنوان جایگزینی برای آنتی‌بیوتیک‌ها، که ممکن است منجر به مقاومت دارویی شوند، موثر واقع شود. در نهایت، آلوئه ورا به عنوان یک گزینه مؤثر و طبیعی در درمان طیف وسیعی از مشکلات بهداشتی مطرح می‌شود و می‌تواند جایگزینی مناسب برای درمان‌های شیمیایی باشد. این موضوع اهمیت گیاهان دارویی در طب سنتی را نشان می‌دهد و ضرورت توجه بیشتر به آن‌ها در پژوهش‌های علمی و بالینی را مورد تأکید قرار می‌دهد.

واژگان کلیدی: آلوئه ورا، دامپزشکی، طب سنتی



۱. مقدمه

طب سنتی گیاهی نتایج بسیار امیدوارکننده‌ای را در درمان طیف وسیعی از بیماری‌ها ارائه می‌دهد. امروزه، کاربرد گیاهان دارویی مختلف به‌طور فزاینده‌ای در طب دامپزشکی دیده می‌شود (Johri et al., 2023). حتی برآورد شده است که تقریباً ۸۰٪ از جمعیت جهان به داروهای گیاهی سنتی برای مراقبت‌های اولیه بهداشتی وابسته هستند. آلوئه ورا یکی از این گیاهان است که معمولاً در شرایط بالینی مختلف حیوانات استفاده می‌شود (Musuc et al., 2023).

آلوئه ورا (Aloe vera) یک گیاه طبیعی متعلق به خانواده‌ی آسفودلاستا (لیلیاستا) است. این گیاه دارویی علاوه بر خواص ضد ویروس، ضد قارچ، محافظت از پوست، آنتی اکسیدان، ضد دیابت، ضد التهاب، ضد میکروب و ضد سرطان، عملکردهای متعددی از جمله بهبود زخم و تنظیم سیستم ایمنی (تغییر در سیستم ایمنی بدن، ناشی از عواملی که عملکرد آن را فعال یا سرکوب می‌کنند) دارد و غنی از آنتراکینون‌ها، پلی ساکاریدها، آمینواسیدها، پیروکاته‌کول و یک فنل هیدروکسیله شده، که عملکرد آن همچون تتراسایکلین‌ها از طریق مهار سنتز پروتئین باکتریایی است، می‌باشد (Arbaga et al., 2021; Kamr et al., 2020). بیش از ۲۵۰ گونه گیاه آلوئه وجود دارد. با این حال، امروزه تنها دو گونه محبوب به صورت تجاری رشد می‌کنند، Aloe barbadensis Miller و Aloe arborescens (Johri et al., 2023). عصاره‌ی آلوئه ورا شامل دو بخش اصلی است: شیره (لاتکس) و ژل. ژل آلوئه ورا از ۹۸.۵ تا ۹۹.۵ درصد آب تشکیل شده است و ماده خشک باقی‌مانده حاوی بیش از ۷۵ ماده‌ی فعال زیستی می‌باشد که برای درمان بیماری‌ها مفید هستند (Arbaga et al., 2021)؛ مانند پلی ساکاریدها، آنزیم‌ها (برادی‌کیناز و کربوکسی‌پپتیداز با اثرات تسکین‌دهنده‌ی درد و ضد التهابی، لیپاز، سلولاز، کاتالاز)، ویتامین‌ها (A، C، E، B12، اسید فولیک، کولین)، مواد معدنی (کلسیم، کروم، مس، سلنیوم، پتاسیم، منیزیم، روی، سدیم)، قندها، هورمون‌ها (اکسین‌ها و ژبرلین‌ها)، استروئیدهای گیاهی (کلسترول، کامپسترول، بتا-سیتوسترول و لوپتول)، اسیدهای چرب، آنتراکینون‌ها، آلوئه-امودین، آلوئزین، آلوئین و آسمانان، که آسمانان برای القای ترمیم بافت و درمان بیماری‌ها شناخته شده است (Elgegren et al., 2020; Mansoor et al., 2020; Saucedo-Acuña et al., 2021).

هدف اصلی این پژوهش، بررسی یافته‌های نوین دانشمندان با نتیجه‌گیری معتبر درباره کاربرد گیاهان دارویی، از جمله آلوئه ورا، به عنوان گزینه‌ای ایمن، در دسترس و مقرون به صرفه در طب دامپزشکی است.

۲. مواد و روش‌ها

این گیاه دارای دامنه‌ی وسیعی از اثرات درمانی و حالت‌های قابل استفاده‌ی متعدد از جمله پودر، هیدروژل، پماد و... است که به طور سنتی برای درمان انواع بیماری‌های دامپزشکی و انسانی مورد استفاده قرار می‌گیرد و به دلیل خواص درمانی‌اش در طیف وسیعی از بیماری‌ها شامل تب خفیف، زخم‌ها و سوختگی‌ها، مشکلات گوارشی، هایپرگلیسمی، نشاط جنسی، مشکلات باروری، سرطان، تعدیل‌کننده‌های سیستم ایمنی، ایدز و بیماری‌های مختلف پوستی شناخته شده است (Arbab et al., 2020). در زندگی روزمره، بدن انسان‌ها و حیوانات با انواع متنوعی از آسیب‌ها رو به رو می‌شود که برخی از آن‌ها به حدی شدید هستند که پیوستگی پوست را مختل می‌کنند و این اختلال به شکل زخم بروز می‌یابد. پوست به عنوان یک سد بیولوژیکی عمل می‌کند



که از بدن در برابر عوامل محیطی فیزیکی و شیمیایی مانند اشعه‌ی ماوراء بنفش، آلودگی هوا، سموم و استرس مکانیکی محافظت می‌نماید. به منظور پیشگیری و تعدیل آسیب‌های اکسیداتیو پوست و زخم‌ها، آنتی‌اکسیدان‌های متنوعی از منابع طبیعی تولید شده‌اند. هر زمان که پیوستگی پوست از بین برود، اعضای داخلی بدن در معرض خطر قرار می‌گیرند. این وضعیت می‌تواند تهدیدی جدی برای حیات باشد. واکنش فوری پوست پس از بروز زخم، آغازگر فرآیند خود به خودی بهبود زخم است. این فرآیند می‌تواند با جلوگیری از آلودگی زخم به وسیله باکتری‌ها، حفظ رطوبت و جلوگیری از ورود آلودگی، انجام شود.

چندین روش در مراقبت و مدیریت زخم دخیل هستند، مانند پانسمان زخم، تجویز مسکن، استفاده از عوامل ضد التهابی، عوامل ضد باکتری موضعی و سیستمیک و استفاده از داروهایی که باعث بهبودی می‌شوند (Prakash, 2024). به همین منظور، انواع متنوعی از پانسمان‌های ضد عفونی کننده وجود دارند که با استفاده‌ی موضعی می‌توانند فرآیند بهبود زخم را تسهیل کنند. این پانسمان‌ها امکان جلوگیری از آلودگی زخم توسط میکروارگانیسم‌ها را فراهم کرده و زمان بهبود زخم را کاهش می‌دهند. آلوه ورا به عنوان یکی از این پانسمان‌ها دارای خواص بی‌نظیری برای بهبود زخم است. بهبود زخم یک فرآیند پیچیده است که شامل مجموعه‌ای از شرایط متداخل می‌شود. این فرآیند تحت تأثیر مراحل مختلفی از فعالیت‌های سلولی و شیمیایی قرار دارد و همچنین تحت تأثیرات هورمونی نیز به انجام می‌رسد. مراقبت از زخم بسیار مهم است تا از عفونت‌های احتمالی، که شایع‌ترین مشکل برای پوست آسیب‌دیده است، جلوگیری کنیم یا آن‌ها را کاهش دهیم. پانسمان‌ها به‌طور اصلی برای جلوگیری از ورود میکروارگانیسم‌ها به زخم، حفظ رطوبت ناحیه‌ی زخمی و جذب ترشحات مورد استفاده قرار می‌گیرند. به‌طور سنتی، پانسمان‌های گاز استریل به‌طور وسیعی بر روی زخم‌ها قرار داده می‌شوند. اما این پانسمان‌ها همیشه مؤثر نیستند، زیرا ممکن است رطوبت را به خوبی تأمین نکنند و گاهی هم آن‌ها را به سختی می‌توانیم جدا کنیم چون به زخم می‌چسبند و این کار می‌تواند دردناک باشد. همچنین، برای جلوگیری از ایجاد عفونت، از کرم‌ها و پمادهای مختلف با اثرات ضد میکروبی استفاده می‌شود که باید به‌طور مداوم پاک شده و دوباره روی زخم زده شوند. ژل آلوه ورا به‌ویژه برای درمان آسیب‌های پوستی مانند بریدگی‌ها، سوختگی‌ها، سرمازدگی، آسیب‌های ناشی از تابش و برق گرفتگی مرتبط است. در این راستا، عصاره اتانولی آلوه ورا به عنوان یک ماده مؤثر با فعالیت ضدباکتریایی بالا، به ویژه در مقایسه با دیگر ایزوله‌ها و حتی عصاره‌ی خالص آلوه ورا، شناخته شده است که این خواص به دلیل قطبیت بالای آن است (Musuc et al., 2023; Arbab et al., 2020). تحقیقات نشان داده‌اند که پانسمان‌های آلوه ورا در بهبود زخم‌های سوختگی نسبت به پانسمان‌های معمولی عملکرد بهتری دارند. در مطالعه‌ای، پانسمان آلوه ورا با سولفادیازین نقره ۱٪ به مدت تقریبی ۲۱ تا ۲۶ روز استفاده شد. نتایج نشان داد که بیمارانی که با پانسمان آلوه ورا درمان شده بودند، سرعت بهبودی بیشتری در انواع زخم‌ها داشتند. همچنین، این بیماران درد کمتری را نسبت به کسانی که تحت درمان با سولفادیازین نقره ۱٪ بودند، تجربه کردند. علاوه بر این، پانسمان آلوه ورا از نظر هزینه نیز ارزان‌تر بود. بنابراین، آلوه ورا به عنوان یک جایگزین ارزان‌تر و مؤثرتر برای پانسمان‌های متداول در بهبود زخم‌های ناشی از سوختگی پیشنهاد می‌شود. در این میان، پماد آلوه ورا نیز به عنوان یکی از مهم‌ترین منابع آنتی‌اکسیدانی، به طرز گسترده‌ای برای مصارف مختلف پزشکی و



آرایشی مورد استفاده قرار می گیرد. این گیاه حاوی تعداد زیادی فیتوشیمیایی، از جمله ترکیبات فلی است که نقش بسزایی در فعالیت آنتی اکسیدانی ایفا می کنند (Lee et al., 2024).

هیدروژل ها دسته ای دیگر از مواد هستند که معمولاً در بافت نرم پوست، عروق خونی و عضلات مورد استفاده قرار می گیرند. در هیدروژل ها، با ساختار سه بعدی متخلخل، از طریق پیوندهای متقاطع فیزیکی یا شیمیایی پلیمرهای هیدروفیلی تشکیل می شوند. این مواد همچنین نامحلول هستند و ظرفیتی استثنایی برای جذب ترشحات زخم دارند و اجازه می دهند تا اکسیژن، به منظور تسریع در فرآیند بهبود زخم، به ناحیه آسیب دیده نفوذ کند. هیدروژل ها می توانند چندین برابر وزن خشک خود آب را حفظ کنند و رطوبت مناسبی را در ناحیه آسیب دیده نگه دارند. به دلیل این ویژگی های فیزیکی منحصر به فرد، هیدروژل ها مناسب ترین پانسمان ها برای پوشش زخم های پوستی هستند. به عنوان پانسمان، هیدروژل ها باید زیست سازگار باشند، خواص فیزیکی و مکانیکی مناسبی داشته باشند و به طور صحیحی موجب تکثیر سلول ها در زخم ها شوند (Musuc et al., 2023).

نتایج تحقیقات نشان داده اند که هیدروژل آلئوئه ورا، که با استفاده از پروپان دیول و TEA (تری اتیل آمین) تهیه شده است، به دلیل ویژگی های سطحی خاص خود، توانایی نفوذ سریع به بافت را فراهم می آورد و این نفوذ بدون ایجاد خشکی در بافت درمان شده صورت می گیرد. این ویژگی ها تأثیرات مثبتی بر روند التهاب، آنژیوژنز (رگ زایی) و بهبود زخم دارند. به طوری که این هیدروژل قادر خواهد بود ۲۹٪ از کل زمان بهبودی را کاهش دهد و منجر به بسته شدن کامل زخم در مدت ۱۵ روز شود. این نتایج نشان دهنده ی کارایی بالای هیدروژل آلئوئه ورا در تسریع روند بهبودی و بهبود شرایط درمان زخم ها هستند. اندازه گیری زاویه ی تماس هیدروژل آلئوئه ورا با بافت بدن و حداکثر مقدار تورم، ویژگی های آب دوستی هیدروژل را به طور واضح نشان می دهد. این خاصیت از اهمیت بالایی برخوردار است زیرا به بهبود فرایند ترمیم زخم و تکثیر سلولی، ارتقای ظاهر بالینی و تسریع در بسته شدن زخم کمک می کند. گروه های قطبی در جذب مواد نقش کلیدی دارند و در عین حال، گروه های غیرقطبی موجود در آلئوئه ورا نیز می توانند ادغام زیستی هیدروژل با پروتئین ها و فاکتورهای رشد در زخم را تسهیل کنند. تحقیقات نشان داده اند که بین مقدار زاویه ی تماس و جذب پروتئین ارتباط مستقیمی وجود دارد که به افزایش چسبندگی سلولی بر روی سطح ماده کمک می کند. مقادیر زاویه ی تماس بین ۴۰ تا ۶۰ درجه، به خصوص در این زمینه، چسبندگی سلولی را بهبود می بخشد و یک محیط مناسب تری برای بازسازی بافت فراهم می آورند. به طور کلی، این ویژگی ها در ترکیب با خاصیت آب دوستی هیدروژل، می توانند به بهبود فرآیند بهبودی و ترمیم زخم ها به شکل موثری کمک کنند (Saucedo-Acuña et al., 2021). علاوه بر این، آلئوئه ورا می تواند به بهبود زخم ها در محل های اهدای پیوند پوست با شکاف عمیق کمک کند. همچنین استفاده ی روزانه از پانسمان آلئوئه ورا در مقایسه با گلیسرین، اپیتلیالیزاسیون سریع تری را به همراه خواهد داشت (Lee et al., 2024).

فرآیند بهبود زخم شامل چهار مرحله ی بسیار یکپارچه و همپوشان است. هموستاز اولین مرحله است. این مرحله شامل انعقاد است که خون را از حالت مایع به ژل تغییر می دهد. مرحله دوم، التهاب، در زمان آسیب آغاز می شود و تا چهار روز ادامه دارد. با وقوع آپوپتوز در سلول های التهابی، بهبود زخم به مرحله ی سوم، یعنی تکثیر، پیش می رود. این مرحله تقریباً سه روز پس



از آسیب آغاز می‌شود و با مرحله‌ی التهاب همپوشانی دارد، در حالی که مرحله‌ی بازسازی بافت، که با تشکیل بافت گرانوله، آنژیوژنز (تشکیل رگ‌های خونی)، انقباض زخم و فرآیند اپیتلیالیزاسیون مشخص می‌شود، می‌تواند برای شش ماه تا یک سال پس از آسیب ادامه یابد که منجر به تشکیل بافت اسکار می‌شود. بسیاری از متغیرها می‌توانند یک یا چند مرحله از این فرآیند را مختل کنند و در نتیجه بهبود ناکافی یا نادرست زخم‌های پوستی را به وجود آورند. عناصر اصلی که بر بهبود زخم تأثیر می‌گذارند شامل اکسیژن‌رسانی، عفونت، سن، استرس، دیابت، چاقی، داروها، تروماهای مکرر، رژیم غذایی و گردش خون ضعیف هستند. عفونت شایع‌ترین عارضه برای پوست آسیب‌دیده است؛ بنابراین، پیشگیری یا کاهش عفونت از اهمیت بالایی برخوردار است (Musuc et al., 2023).

روش دیگر استفاده از گیاه آلوئه ورا به صورت خوراکی است. حالت پودر خوراکی آن برای مقابله با چندین مشکل، از جمله یبوست، کولیت، سندرم روده‌ی تحریک‌پذیر، اختلالات دستگاه تنفسی، اختلالات قلبی عروقی، تقویت سیستم ایمنی، التهاب و زخم معده و عفونت‌های باکتریایی و ویروسی مختلف استفاده می‌شود. آب آلوئه ورا غیرسمی و غیرتحریک‌کننده است و استفاده از آن به عنوان یک انرژی‌زا برای حیوانات خانگی خسته، در حال بهبودی یا حیوانات مسن بسیار مناسب است (Johri et al., 2023; Arbab et al., 2020).

اکثر کارآزمایی‌های بالینی هیچ عارضه‌ی جانبی را با استفاده از آلوئه ورا مشاهده نکردند. با این حال، یک مطالعه‌ی بالینی، خشکی پوست همراه با ترک‌ها، احساس سوزش و درد را گزارش کرد. همچنین گاهی حساسیت بیش از حد به آلوئه ورا نیز امکان‌پذیر است (Lee et al., 2024).

۳. نتایج

در صنعت دامپزشکی، آلوئه ورا می‌تواند به اشکال مختلفی مورد استفاده قرار گیرد، از جمله پودرهای غذایی مخصوص حیوانات خانگی، پودرهای با ذرات غیرمنسجم و رطوبت کمتر از ۵٪ برای ساخت پلت، چاو یا پودرهای عمده؛ که میزان استفاده از این محصولات از ۵٪ تا بیش از ۷۰٪ متغیر است و به نوع ماده بستگی دارد. همچنین آلوئه ورا به صورت آبمیوه، قرص‌های جویدنی، خوراک نرم، گرانول‌ها و مواد نیمه جامد نیز کاربرد دارد. مقدار آلوئه ورا مورد نیاز هر حیوان با توجه به نوع، نژاد، سن و وزن حیوان متفاوت است.

جدول ۱. دوز توصیه شده‌ی عصاره‌ی گیاه آلوئه ورا در حیوانات مختلف براساس وزن بدن (Johri et al., 2023).

حیوان	وزن بدن	مقدار مورد نیاز آلوئه ورا در روز
سگ	۳-۶ کیلوگرم	۱۰-۲۰ میلی لیتر
گربه	۳-۶ کیلوگرم	۱۰-۲۰ میلی لیتر
گاو	حدود ۵۰۰ کیلوگرم	۲۰۰-۲۵۰ میلی لیتر



اسب	حدود ۵۰۰ کیلوگرم	۲۵۰-۲۰۰ میلی لیتر
گوسفند و خوک	حدود ۱۵۰ کیلوگرم	۱۲۰-۱۰۰ میلی لیتر
گوساله، کره اسب	۲۰۰-۱۰۰ کیلوگرم	۱۵۰-۱۰۰ میلی لیتر
همستر، موش	۱۰۰-۰ گرم	۲ میلی لیتر
رت، خرگوش و	۴۰۰ گرم تا ۲	۴ میلی لیتر
خوکچه هندی	کیلوگرم	

۱-۳ تعدادی از کاربردهای آلوئه ورا در دامپزشکی:

- درمان کمکی در درمان ورم پستان گاوهای شیرده از طریق تجویز داخل پستانی.
- تحریک رشد سلولی کراتینوسیت‌های پایه با ژل آلوئه ورا.
- تجویز خوراکی ژل آلوئه ورا با خواص ضد آرتريت، کاهش سطح گلوکز خون و لیپید سرم.
- بهبود روند درمان با استفاده مستقیم از ژل آلوئه ورا تازه بر روی نقص غضروف مفصلی از طریق تکثیر کندروبلاست و تشکیل غضروف جدید (Al-Saiegh et al., 2024).
- خواص ضد التهابی و آنتی اکسیدانی پماد ژل آلوئه ورا را بر روی پیودرم استافیلوکوکی سگ‌ها در مقایسه با پماد جنتامایسین.
- به عنوان مکمل غذایی در بخش طیور برای کنترل کوکسیدیوز به دلیل خواص تقویت کننده‌ی زیستی و رقیق کننده.
- افزودن ژل آلوئه ورا به غذا و مکمل‌های حیوانات خانگی به دلیل تحریک اشتها، افزایش پتانسیل انرژی، تقویت ناحیه‌ی گوارشی، سم‌زدایی و تخلیه‌ی متابولیت‌های مضر.
- استفاده از مخلوط آب آلوئه ورا، نعناع و پونه‌ی کوهی به عنوان خوشبو کننده‌ی دهان و تازه کردن نفس حیوان خانگی، در نتیجه مراقبت از سلامت دهان و دندان.
- تهیه‌ی شامپوی مخصوص حیوانات خانگی.
- ترکیب آب آلوئه ورا با یک ماده‌ی اسیدی کننده‌ی ادرار، به نام curecal، و تجویز آن به صورت خوراکی برای درمان التهاب مثانه‌ی گربه‌سانان.
- افزایش حلالیت داروهای محلول در آب با کمک پودر آلوئه ورا. (غلظت آلوئه ورا با آزادسازی دارو رابطه مستقیم دارد، بنابراین می‌توان از آن به عنوان تقویت کننده‌ی دسترسی زیستی استفاده کرد).
- آلوئه ورا با گلوکز آمین و کندروایتین به تنهایی یا در ترکیب، برای درمان استئوآرتريت در سگ‌ها و گربه‌ها.
- آلوئه ورا با اسیدهای چرب امگا ۳ برای خواص ضد التهابی در حمایت از مفاصل.
- مخلوط کردن آلوئه ورا با گیاهان آرامش‌بخش، روغن‌های ضروری و فرومون‌های طبیعی برای کاهش عصبی بودن، اضطراب و تهوع ناشی از حرکت.



- آلوئه ورا با اسیدهای چرب امگا ۳، DHA و EPA به عنوان مکمل هایی برای آب مروارید در سگ ها و گربه های مسن.
- تحریک رشد باکتری های مفید و جلوگیری از رشد میکروارگانیسم های بیماری زا با آلوئه ورا و پری بیوتیک هایی مانند لاکتوباسیلوس اسیدوفیلوس و بیفیدوباکتریوم بیفیدوم.
- ضد عفونی کننده ی زخم ها یا درمانیت ناشی از گزش کک با آلوئه ورا و کلوئیدی نقره به صورت استفاده ی مستقیم ژل یا مالش.
- ملین و تسکین عملکرد دستگاه گوارش (Johri et al., 2023; Lee et al., 2024; Musuc et al., 2023).
- پاک سازی روده ی سگ و درمان فلور روده ی آسیب دیده (Johri et al., 2023).
- دارای خاصیت آنتی اکسیدانی، ضد ویروسی، ضد باکتریایی، ضد قارچی و فعالیت ضد سمی علیه *Aspergillus carbonarius*، *Aspergillus niger*، *Penicillium digitatum*، *Penicillium expansum* و *Botrytis cinerea* در زمینه غذایی.
- فیتواستروئول های موجود در ژل آلوئه ورا موثر در کاهش چربی احشایی و متابولیسم گلوکز و کاهش قند خون.
- بهبود زخم های پوستی و سوختگی، شرایط آلرژیک خارش دار، نیش و گزش حشرات.
- افزایش زنده ماندنی سلول های بنیادی در پالپ دندانانی دندان های شکسته یا کنده شده توسط عصاره ی آلوئه ورا.
- افزایش جذب هر دو ویتامین C و E از طریق مکانیزم جذب کندتر، در نتیجه، باقی ماندن طولانی تر این ویتامین ها در پلاسما همراه با آلوئه ورا.
- درمان موضعی بیماری پسوزیاریس با خارش و جوش های پوستی بر روی زانوها، آرنج، تنه، پوست سر و... با عصاره ی برگ آلوئه ورا، به دلیل وجود پلی ساکاریدها، گلوکومانان، آسمانان، ترکیبات پکتینی، سلولز و همی سلولزها (Musuc et al., 2023).
- کاهش پاسخ فاز حاد با استفاده ی موضعی از دوزهای مختلف عصاره ی آلوئه ورا بر روی پوست آسیب دیده (Kamr et al., 2020).

۳-۲ کاربرد گیاه آلوئه ورا در بیماری پیودرم در سگ ها

پیودرم، بیماری شایعی در سگ ها است که به وسیله باکتری های استافیلوکوکوس اورئوس و استرپتوکوک های گروه A ایجاد می شود. درمان این نوع عفونت های پوستی که معمولاً به همراه چرک هستند، به دلیل مقاومت دارویی با چالش هایی مواجه است و بنابراین نیاز به داروهای جدید غیر از آنتی بیوتیک ها احساس می شود. تحقیقات نشان می دهد که استفاده ی موضعی از پماد آلوئه ورا ۴۰٪ در مقایسه با پمادهای ۲۰٪ آلوئه ورا و جنتامایسین ۰.۱٪، به بهبود سریع تر پوست و کاهش تغییرات التهابی ناشی از عفونت *S. aureus* کمک می کند. علاوه بر این، پماد آلوئه ورا می تواند به درمان پیودرم عمیق که شامل چربی و عروق خونی در بافت زیر جلدی است، کمک کند. سگ هایی که با پماد آلوئه ورا ۲۰٪ و جنتامایسین ۰.۱٪ درمان شده بودند، تغییرات



التهابی متوسطی در اپیدرم و تغییرات شدیدتری در درم و بافت زیرجلدی نشان دادند. اما در مقابل، سگ‌هایی که از پماد آلوئه ورا ۴۰٪ استفاده کردند، تنها تغییرات التهابی متوسطی در تمام لایه‌های پوست داشتند. با توجه به بهبود قابل توجه در خصوصیات بیوشیمیایی و هیستوپاتولوژیک ضایعات پوستی، استفاده از پماد آلوئه ورا ۴۰٪ می‌تواند به عنوان یک درمان گیاهی و مناسب علیه پیودرم استافیلوکوکی در سگ‌ها مطرح شود. به همین دلیل، این دارو گزینه‌ای مناسب و بدون عوارض جانبی مرتبط با آنتی‌بیوتیک‌ها برای استفاده در دامپزشکی به شمار می‌آید (Arbaga et al., 2021).

۴. بحث و نتیجه‌گیری

گیاهان دارویی، از دیرزمان بخشی انکارناپذیر از اشکال مختلف پزشکی سنتی و غیرسنتی بوده‌اند و قدمت آن‌ها به حداقل ۵۰۰۰ سال قبل برمی‌گردد. حتی در یونان باستان برای درمان زخم‌های سربازان مجروح به کار می‌رفت. داروهای گیاهی به ویژه در مدیریت زخم شامل ضد عفونی، برداشتن بافت مرده و فراهم کردن محیط مناسب برای تسهیل روند طبیعی بهبود هستند (Kim et al., 2021; Lee et al., 2024; Mansoor et al., 2020).

آلوئه ورا قدیمی‌ترین و پرکاربردترین گیاه دارویی در سراسر جهان است. امروزه، استفاده از گیاهان دارویی مختلف به‌طور مداوم در دامپزشکی دیده می‌شود. این گیاه کلید زندگی سالم و طولانی برای حیوانات است (Johri et al., 2023). آلوئه ورا می‌تواند جایگزین بهتری از کورتیکواستروئیدها در کاهش التهاب پوست باشد زیرا عوارض جانبی موضعی و سیستمیک بلند مدت ایجاد نمی‌کند (Lee et al., 2024). بهبود زخم نیز یک فرآیند پیچیده است که در آن پوست یا سایر بافت‌های بدن پس از آسیب، خود را ترمیم می‌کنند؛ اما ممکن است پس از مدتی بهبودی به دلیل وقفه در هر مرحله با شکست مواجه شود. عوامل زیادی از جمله دیابت، کم خونی، کمبود تغذیه، عفونت‌های موضعی، هموتوم و غیره می‌توانند روند بهبود زخم را کند کنند. بسیاری از گیاهان مانند چریش، زردچوبه، آلوئه ورا و غیره در درمان زخم مفید هستند. التیام زخم توسط آلوئه ورا ارزان، مقرون به صرفه و بی‌خطر است، زیرا معمولاً عوارض جانبی ندارد. این پمادهای گیاهی با مکانیسم‌های متعددی باعث التیام و بازسازی بافت‌های از دست رفته می‌شوند. اما نیاز به ارزیابی علمی، استانداردسازی و ارزیابی ایمنی این پمادهای گیاهی وجود دارد.

آلوئه ورا ممکن است با افزایش فعالیت آنزیم گلیکولیتیک و ارائه انرژی کافی برای ترمیم سلولی، بهبود زخم را تسریع کند. آلوئه ورا را می‌توان به عنوان یک عامل موضعی اقتصادی، به راحتی در دسترس، ایمن و قوی در درمان زخم‌ها در نظر گرفت (Mansoor et al., 2020). نتایج این مقاله‌ی مروری نشان می‌دهد که آلوئه ورا به عنوان یک منبع طبیعی با خواص دارویی متنوع، پتانسیل بالایی در دامپزشکی دارد. ترکیبات فعال موجود در آلوئه ورا، نظیر آنتی‌اکسیدان‌ها، ضدالتهاب‌ها و خاصیت ترمیم زخم، می‌توانند به بهبود سلامت و درمان بیماری‌های مختلف در حیوانات کمک کنند. همچنین، استفاده از آلوئه ورا در محصولات بهداشتی و تغذیه‌ای دام‌ها می‌تواند کیفیت زندگی آن‌ها را افزایش داده و به کاهش مصرف داروهای شیمیایی منجر شود.

با توجه به ایمنی و اثرات مثبت این گیاه، تحقیقات بیشتری در زمینه کاربردهای بالینی و تجربی آلوئه ورا در دامپزشکی ضروری است تا بتوان از تمام پتانسیل‌های آن بهره‌برداری کرد و به درمان‌های مؤثر و پایدار در این حوزه دست یافت.



منابع

- Al-Saiegh, A.M., Al-Qadhi, A.S., Ibrahim, S.M., et al. (2024). Effect of aloe vera gel on articular cartilage regeneration in dogs. *Iraqi Journal of Veterinary Sciences*. 38(2): 275-283.
- Arbab, S., Hussain Shah, A., Kalwar, Q., et al. (2020). Antimicrobial Properties of Aloe Vera Gel Extracts against Bacterial Isolates from Wound of Donkey. *Pakistan Journal of Zoology*. pp 1-7.
- Arbaga, A., El-Bahrawy, A., Elsify, A., et al. (2021). Biochemical and histopathological changes related to the topical application of Aloe vera ointment for canine pyoderma. 14(5): 1354-1362.
- Chelu, M., Musuc, A.M., Popa, M., et al. (2023). Aloe vera-Based Hydrogels for Wound Healing: Properties and Therapeutic Effects. *Gels*, 9(539): 1-30.
- Elgegren, M., Donayre, A., Kim, S., et al. (2020). Tridimensional Alginate Films with Cat's Claw (*Uncaria tomentosa*) Extract or Aloe Vera (*Aloe barbadensis*) Gel for Potential Use as Wound Dressings. *MDPI*. 69(24): 1-8.
- Jamil, M., Mansoor, M., Latif, N., et al. (2020). Effect of Aloe vera on Wound Healing. *Pak. j. sci. ind. res. Ser. B: biol. sci.* 2020 63B(1): 48-61.
- Kamr, A., Arbaga, A., El-Bahrawy, A., et al. (2020). The therapeutic efficacy of Aloe vera gel ointment on staphylococcal pyoderma in dogs. *Veterinary World*, 13(11): 2371-2380.
- Kim, M.K., Choi, Y.C., Cho, S.H., et al. (2021) The Antioxidant Effect of Small Extracellular Vesicles Derived from Aloe vera Peels for Wound Healing. *Tissue Eng Regen Med*. 18(4):561–571.
- Kumar, A., Singh, D., et al. (2023). Clinical uses of aloe vera in veterinary medicine. *Indian Farmer*, 10 (05): 198-200.
- Lee, Z.M., Goh, B.H., and Khaw, K.Y. (2024). Aloe vera and the Proliferative Phase of Cutaneous Wound Healing: Status Quo Report on Active Principles, Mechanisms, and Applications. *Planta Med Thieme*. All rights reserved. 1-15.
- Meza-Valle, K.Z., Saucedo-Acuña, R.A., Tovar-Carrillo, K.L., et al. (2021). Characterization and Topical Study of Aloe Vera Hydrogel on Wound-Healing Process. *Polymers*, 13(3958): 1-11.
- Prakash, U. (2024). Clinical wound healing activity of Aloe vera gel in dogs. *College of Veterinary and Animal Sciences, Parbhani*. 16(379): 1-136.

بررسی خواص و کاربردهای گیاه هواچوبه در سلامت پوست

طیبه مومنی^۱، عالیہ صفامش^۲ و فائزه کاشانیان^{۳*}

^۱ گروه شیمی، دانشکده علوم پایه، دانشگاه صنعتی قم، قم

^۲ گروه فیزیولوژی جانوری، دانشکده علوم، دانشگاه بیرجند.

^۳ گروه نانوبیوتکنولوژی، دانشکده علوم و فنون نوین دانشگاه تهران، تهران، ایران (Faezehkashanian1@gmail.com)

شرکت ایستاد صنعت و وطن، قم.

چکیده

گیاه هواچوبه (*Arnebia euchroma*) سابقه‌ای دیرینه در طب سنتی دارد و برای درمان طیف گسترده‌ای از بیماری‌ها، از جمله مشکلات پوستی، التهابات، عفونت‌ها و زخم‌ها به کار می‌رود. این گیاه به واسطه دارا بودن طیف وسیعی از ترکیبات فعال، به ویژه نفتوکینون‌ها، فلاونوئیدها، اسیدهای چرب و آلکالوئیدها، شناخته شده است. این مطالعه مروری به بررسی خواص دارویی و کاربردهای گیاه هواچوبه با تمرکز بر ترکیبات فعال و مکانیسم اثر آن‌ها می‌پردازد. گیاه هواچوبه دارای خواص ضد التهابی، آنتی اکسیدانی، ضد میکروبی و ضد قارچی است. این خواص به گیاه اجازه می‌دهد تا در درمان طیف وسیعی از بیماری‌ها از جمله مشکلات پوستی، التهابات، عفونت‌ها و زخم‌ها موثر باشد. گیاه هواچوبه در درمان طیف وسیعی از مشکلات پوستی از جمله آکنه، اگزما، پسوریازیس و زخم‌ها استفاده می‌شود. گیاه هواچوبه، گنجینه‌ای از ترکیبات فعال مانند نفتوکینون‌ها، فلاونوئیدها، اسیدهای چرب و آلکالوئیدها است. این ترکیبات، این گیاه را به درمانگری مؤثر برای مشکلات پوستی، التهابات، عفونت‌ها و زخم‌ها تبدیل می‌کنند. پژوهش‌های علمی، خواص دارویی گیاه هواچوبه را تأیید می‌کنند و آن را جایگزینی طبیعی برای برخی داروهای شیمیایی می‌دانند.

واژگان کلیدی: التهاب، پوست، زخم، نفتوکینون، هواچوبه.



۱- مقدمه

گیاهان از دیرباز، به عنوان گزینه‌های درمانی موثر و مفید برای مقابله با بیماری‌ها و و نیز حفظ سلامتی بشر مطرح بوده‌اند. یکی از این گیاهان هواچوبه است که گیاهی چند ساله از تیره گاوزبانیان بوده و در سراسر منطقه مدیترانه، آسیای مرکزی و خاورمیانه پراکنده شده است (Shilov et al., 2022). هواچوبه سابقه‌ای طولانی در طب سنتی دارد. ریشه‌های این گیاه در طب ایرانی به عنوان "ابوخلسه" و در طب چینی به عنوان "زی کائو" شناخته شده و برای درمان طیف وسیعی از بیماری‌ها از جمله مشکلات پوستی، التهابات، عفونت‌ها و زخم‌ها استفاده شده است (Jain et al., 2000). و با توجه به سابقه درمانی که دارد به عنوان منبع بالقوه‌ای برای کشف داروهای جدید مورد توجه محققان قرار گرفته است.

هواچوبه حاوی طیف وسیعی از ترکیبات فعال از جمله نفتو کینون‌ها، فلاونوئیدها، اسیدهای چرب و آلکالوئیدها است. نفتو کینون‌ها، به ویژه شیکونین و آلکانین، از جمله ترکیبات فعال این گیاه هستند. تحقیقات نشان داده است که گیاه هواچوبه در درمان سوختگی موثر بوده (Pirbalouti et al., 2011) و به دلیل خواص ضدالتهابی، ضدباکتری، ضدقارچی و ضد درد (Annan & Houghton, 2008; Bali et al., 2015; Shen et al., 2002) می‌تواند به تسریع روند بهبودی زخم‌های سوختگی، کاهش التهاب و درد و جلوگیری از عفونت کمک کند (Nuorani, 2005).

اثرات ضد سرطانی شیکونین و مشتقات آن تأیید شده و این ترکیبات می‌توانند رشد سلولی را مهار و روند آپوپتوز در انواع سرطان‌های انسانی از جمله سرطان معده را راه‌اندازی کنند (Liang et al., 2016). علاوه بر این، شیکونین دارای خواص ضدویروسی، آنتی‌اکسیدانی و ضدالتهابی بوده و می‌تواند در مکمل‌های غذایی و لوازم آرایشی کاربرد داشته باشد (Gao et al., 2011). در صنایع دارویی برای استخراج برخی ترکیبات طبیعی از ریشه‌های خشک شده این گیاه استفاده می‌کنند و برداشت بی‌رویه منجر شده تا این گیاه در خطر انقراض قرار بگیرد (Kala, 2000). در این مقاله مروری، به بررسی ترکیبات فعال هواچوبه، مکانیسم اثر و کاربردهای آن‌ها در درمان مشکلات پوستی پرداخته شده است.

۲- مواد و روش‌ها

در این مطالعه مروری جامع، برای گردآوری اطلاعات در مورد گیاه هواچوبه و خواص درمانی آن، از معتبرترین منابع علمی موجود استفاده شد. پایگاه‌های اطلاعاتی مورد کاوش شامل PubMed، ScienceDirect، Scopus و Google Scholar بودند. در فرایند جستجو، از کلمات کلیدی مرتبط مانند "هواچوبه"، "خواص دارویی"، "کاربردها"، "ترکیبات فعال" و "مکانیسم اثر" استفاده شد. پس از جمع‌آوری اطلاعات، تمامی منابع به دقت بررسی و تجزیه و تحلیل شدند. در نهایت، با استناد به یافته‌های معتبر و موثق، خلاصه‌ای جامع و بی‌طرفانه از خواص درمانی و کاربردهای گیاه هواچوبه ارائه شد.

۳- نتایج

۳-۱. ترکیبات فعال هواچوبه

این گیاه دارای طیف وسیعی از ترکیبات گیاهی فعال از جمله آلکانین‌ها، شیکونین‌ها، فلاونوئیدها، اسیدهای آلی و پلی ساکاریدهاست، که به هواچوبه خواص درمانی متعددی از جمله ضدالتهابی، آنتی‌اکسیدانی، ضد میکروبی، ضدقارچی، ضدسرطانی می‌بخشند (Chawla et al., 2021).



۲-۳. نفتو کینون‌ها

این ترکیبات شامل آلکانین، شیکونین، استیل شیکونین و بتا-بتا-دی متیل آکریل شیکونین می‌باشند. ریشه این گیاه منبع اصلی شیکونین است که در سال‌های اخیر، تحقیقات گسترده‌ای بر روی ویژگی‌های دارویی آن و مشتقاتش انجام شده است. نتایج این تحقیقات نشان می‌دهد که شیکونین با جلوگیری از سنتز سیتوکین‌های التهاب‌زا و تحریک تولید فاکتور هسته‌ای کاپا (NF- κ B)، اثرات ضدالتهابی خود را اعمال می‌کند (Huang et al., 2018). آلکانین نیز خاصیت ضدالتهابی، آنتی اکسیدانی دارد و به ترمیم زخم کمک می‌کند (Amanpour et al., 2015). استیل شیکونین و بتا-بتا-دی متیل آکریل شیکونین دو نفتو کینون دیگر هستند که به ترتیب اولی دارای اثرات ضدالتهابی، آنتی اکسیدانی و ضد تکثیری علیه سلول‌های سرطانی است (Chen et al., 2020) و دومی با القای آپوپتوز، اثرات ضدسرطانی بر علیه سلول‌های سرطان ریه اعمال می‌کند (Taujenis & Olšauskaitė, 2012). علاوه بر این، آلکانین و شیکونین به عنوان رنگ‌های طبیعی در صنایع غذایی، آرایشی و نساجی به کار می‌روند (Gao et al., 2011). اگرچه با وجود پتانسیل دارویی فراوان، استفاده از شیکونین به دلیل دسترسی محدود و جذب پایین با مشکلاتی روبروست و محققان برای غلبه بر این محدودیت‌ها، رویکردهای مختلفی همچون استفاده از سیستم‌های انتقال دارو مبتنی بر نانوذرات را برای بهبود اثربخشی درمانی شیکونین به کار گرفته‌اند.

۳-۳. فنول‌ها

هواچوبه حاوی ترکیبات فنولی متنوعی از جمله فلاونوئیدها، کومارین‌ها و اسیدهای فنولیک است. این ترکیبات از طریق مسیر فنیل پروپانوییدی در گیاه سنتز می‌شوند (Chen et al., 2020) و دارای خاصیت آنتی اکسیدانی، ضدالتهابی، ضد میکروبی و ضدتوموری می‌باشند. کوئرستین، کامفرول و روتین از فراوان‌ترین فلاونوئیدهای موجود در هواچوبه بوده و خاصیت آنتی اکسیدانی، ضدالتهابی و ضدتوموری دارند (Hosseini et al., 2018). کوئرستین رشد سلول‌های سرطان سینه را سرکوب می‌کند، در حالی که کامفرول دارای خاصیت ضد توموری علیه انواع مختلف سرطان مانند سرطان پروستات، کبد و روده بزرگ است (Skrzypczak et al., 2015). هواچوبه همچنین حاوی کومارین‌هایی مانند اسکولتین است که خاصیت آنتی اکسیدانی و ضدالتهابی دارند. اسکولتین فعالیت ضد میکروبی علیه گونه‌های مختلف باکتری از جمله استافیلوکوکوس اورئوس و اشریشیا کلی نشان داده است. این گیاه همچنین حاوی اسیدهای فنولیک است که دارای فعالیت‌های آنتی اکسیدانی، ضدالتهابی و ضدتوموری هستند (Hosseini et al., 2018). ترکیبات فنولی موجود در هواچوبه افزون بر خواص دارویی، کاربردهای متنوعی در صنایع غذایی و آرایشی دارند. برای مثال، کوئرستین و کامفرول به طور معمول به عنوان رنگ‌دهنده‌های طبیعی غذا استفاده می‌شوند (Skrzypczak et al., 2015).

۴-۳. اسیدهای آلی

چندین اسید آلی از جمله بنزوئیک، سینامیک، کافیک و فرولیک اسید در هواچوبه موجود است. این اسیدها از طریق مسیرهای شیمات و فنیل پروپانوئید در گیاه سنتز می‌شوند (Kazybekov et al., 2024). بر اساس گزارش‌ها، اسیدهای آلی موجود در هواچوبه دارای طیف وسیعی از عملکردهای فارماکولوژیک هستند، که شامل فعالیت‌های آنتی اکسیدانی، ضد-باکتری، ضدالتهابی و ضدسرطان می‌باشد. یکی از رایج‌ترین اسیدهای آلی موجود در هواچوبه بنزوئیک اسید است. مطالعات



نشان داده اند که این اسید دارای خواص ضد میکروبی، ضد التهابی و ضد توموری است و از رشد سلول های سرطانی روده انسان جلوگیری می کند. سینامیک اسید (Wang et al., 2023)، کافئیک اسید و فرولیک اسید با خواص آنتی اکسیدانی و ضد التهابی از دیگر ترکیبات موجود در این گیاه هستند (Zhang et al., 2014). این اسیدهای آلی علاوه بر خواص دارویی همچنین در صنایع غذایی و آرایشی کاربرد دارند (Singh et al., 2015).

۴- بحث و نتیجه گیری

درمان بیماری های پوستی

۴-۱- ترمیم زخم

مطالعات متعدد، اثربخشی این گیاه را در درمان انواع زخم ها، از جمله زخم های فشاری (Erabi et al., 2022)، سوختگی (Sadeghi-Aghbash et al., 2022) و زخم های جراحی (Devi et al., 2023) تأیید کرده اند. زخم ها می توانند ناشی از عفونت های باکتریایی مانند سودوموناس آئروژینوزا و استافیلوکوکوس اورئوس، بریدگی، سوختگی، جراحت و سایر موارد باشند (۷). عصاره هواچوبه به دلیل خواص ضد میکروبی و تسهیل سنتز کلاژن در پانسمان های زخم به کار گرفته می شوند و روند بهبودی را تسریع می کنند (Rafiei et al., 2020). علاوه بر این، ریشه های این گیاه نیز دارای قابلیت ترمیم زخم بوده و به کاهش عفونت، التهاب و تسهیل بازسازی بافت کمک می کند (Zhu et al., 2022).

۴-۱-۱- زخم های جراحی

پماد هواچوبه با هدف بازسازی بافت، روند بهبود زخم را تسریع می نماید. تحقیقات نشان می دهد که این پماد می تواند روند بهبود زخم های جراحی را کاهش داده و به عنوان یک داروی گیاهی امیدوارکننده در مراقبت از زخم مطرح باشد (Nasiri et al., 2016). رفیعی و همکارانش در مطالعه ای اثر پماد هواچوبه، را بر بهبود زخم های جراحی در موش های صحرایی بررسی کردند. نتایج نشان داد که پماد هواچوبه در مقایسه با گروه کنترل، روند بهبود زخم را در روزهای چهارم و هفتم به طور قابل توجهی سرعت می بخشد و می تواند جایگزین مناسبی برای داروهای شیمیایی در درمان زخم های جراحی باشد. در مطالعه ای که توسط معمارباشی و همکارانش انجام شد، اثر پماد هواچوبه بر درد و سوزش پس از هموروئید کتومی (عمل جراحی برداشتن هموروئید) انجام و تاثیر این پماد با پماد اووسرین در بیماران مقایسه شد. کاهش قابل توجه درد و سوزش در ساعات اولیه پس از جراحی و ایمنی مصرف ناشی از پماد هواچوبه مورد تأیید قرار گرفت (Memarbashi et al., 2021).

مطالعاتی با هدف بررسی اثر عصاره خوراکی هواچوبه بر روند بهبود زخم در موش های صحرایی دیابتی انجام شده و مشخص گردید این عصاره بر فاکتور نکروز توموری آلفا (TNF α) و میلوپراکسیداز به عنوان عوامل مؤثر بر ترمیم بافت است (ALI & HOSSEINZADEH, 2019). شیکونین نیز دارای چندین مکانیسم اثر برای درمان جای زخم می باشد. این ترکیب به طور انتخابی، تکثیر سلولی را در فیبروبلاست ها مهار کرده و باعث آپوپتوز آنها می شود، بدون اینکه بر عملکرد سلول های کراتینوسیت تأثیری بگذارد. القای آپوپتوز توسط شیکونین احتمالاً از طریق مسیرهای سیگنالینگ (MAPK) و Bcl-2/کاسپاز-۳ صورت می گیرد (Fan et al., 2015). شیکونین می تواند با کاهش بیان (microRNA-382-5p)، فیروز و مهاجرت فیبروبلاست های اسکار هیپرتروفی را مهار کند (Zhou et al., 2021) و دارای اثرات القای آپوپتوز بر روی



فیروبلاست‌های بافت اسکار تکثیری انسانی است (Fan et al., 2019). همچنین بیان پروتئین‌های (p63)، کراتین ۱۰، اکترین عضله صاف آلفا، فاکتور رشد تبدیلی بتا ۱ و کلاژن نوع ۱ را در طی تشکیل اسکار تکثیری مهار می‌کند (Deng et al., 2018). یان و همکارانش در مطالعه‌ای، اثر شیکونین بر رشد کراتینوسیت‌های انسانی را بررسی کردند. نتایج نشان داد که شیکونین باعث رشد کراتینوسیت‌ها می‌شود و در بازسازی پوست نقش کلیدی دارند. علاوه بر این، مطالعات نشان داده است که شیکونین می‌تواند با مهار پروتئازوم‌ها که در تخریب پروتئین‌ها نقش دارند به کاهش التهاب پوست کمک می‌کند.

در مطالعه‌ای، پماد حاوی آلکانین و شیکونین‌ها (A/S) جهت بهبود زخم در سگ‌ها بررسی گردید. این پماد جریان خون، رگ‌زایی و تولید کلاژن را در زخم‌ها و همچنین ضخامت اپیتلیال افزایش داد و با محلول رینگر لاکتات (LRS) مقایسه شد. اندازه زخم در هر دو گروه به طور مساوی کاهش یافت، اما پماد (A/S) مزیت‌های بافتی نیز داشت (Karayannopoulou et al., 2011). در مطالعه‌ای، ساخت داربست‌های هیدروژل زیست‌سازگار و زیست‌تخریب‌پذیر چاپ‌شده سه‌بعدی حاوی آلکانین‌ها/شیکونین‌ها (A/S) به عنوان عوامل شناخته‌شده بهبود زخم، برای کاربردهای ترمیم زخم به کار رفت و هیدروژل‌های متاکریلات ژلاتین (GelMA) چاپ‌شده سه‌بعدی با مخلوطی از (A/S) سنتز شد و مشخص گردید آلکانین‌ها/شیکونین‌ها مولکول‌های طبیعی هستند که قادر به تنظیم هر دو فاز التهابی و تکثیری فرآیند بهبود زخم و همچنین خواص ضد میکروبی و بازسازی کننده قوی هستند (Aslanidou et al., 2023).

۴-۱-۲- زخم‌های سوختگی

نصیری و همکاران در مطالعه‌ای بر روی ۴۵ بیمار مبتلا به سوختگی، اثر پماد استخراج شده از گیاه هواچوبه را بررسی کردند. این مطالعه ۱۵ روز به طول انجامید و بیماران در دو گروه، گروهی با کرم سولفادیازین نقره و گروهی دیگر با پماد هواچوبه تحت درمان قرار گرفتند. نتایج این مطالعه نشان داد که بیماران تحت درمان با پماد هواچوبه در مقایسه با کرم سولفادیازین نقره بهبودی سریع‌تر، ایمن‌تر و بهتری را تجربه کردند. بنابراین، پماد هواچوبه می‌تواند جایگزینی موثر برای کرم سولفادیازین نقره در درمان سوختگی درجه دو باشد (Nasiri et al., 2016). در مطالعات دیگر، استفاده از ژل‌های حاوی عصاره هواچوبه ۱۰٪ و ۲۰٪ سرعت التیام زخم، تکثیر فیروبلاست، تراکم کلاژن و عروق‌سازی را به طور قابل توجهی افزایش داد و بر بهبود زخم‌های سوختگی درجه سه در موش‌های صحرایی موثر بود (ASHKANI et al., 2012).

پیربلوط و همکارانش عصاره گیاهان هواچوبه و ملوسیا سیلوستریس در کاهش سطح سوختگی در موش‌های صحرایی را بررسی کردند. بررسی بافت‌شناسی نشان داد گروهی که از پماد چرب حاوی عصاره هواچوبه استفاده کردند، کلاژن‌سازی بهتر، سلول‌های فیروبلاست بیشتر و التهاب کمتری داشتند. نتایج نشان می‌دهد پماد حاوی عصاره این گیاهان می‌تواند به بهبود سریع‌تر سوختگی در موش‌های صحرایی کمک کند (Pirbalouti et al., 2009). علاوه بر این، عصاره اتانولی ریشه‌های هواچوبه برای بررسی بهبود سوختگی در موش‌های صحرایی دیابتی مورد استفاده قرار گرفت. عصاره اتانولی ریشه‌های هواچوبه منجر به افزایش کلاژن‌سازی، افزایش فیروبلاست‌ها و کاهش سلول‌های التهابی در موش‌های صحرایی دیابتی مبتلا به سوختگی گردید. این یافته‌ها نشان‌دهنده پتانسیل این گیاه در بهبود زخم سوختگی در افراد دیابتی است (Pirbalouti et al., 2011). پماد مخلوط هواچوبه و پنیرک پتانسیل مناسبی برای تسریع بهبود زخم سوختگی دارد (Pirbalouti et al., 2009). پماد هواچوبه در



موش های صحرایی، قرمزی و پوسته ریزی زخم های ناشی از لیزر از جمله لیزر CO₂ فرکشنال (Aliasl et al., 2014) را به طور موثری کاهش و روند ترمیم زخم را تسریع نمود (Aliasl et al., 2015). مقایسه ای بین تاثیر هواچوبه با سولفادیازین انجام و مشخص شد ترکیب هواچوبه با چربی حیوانی، موثرتر از سولفادیازین می باشد. این ترکیب، التهاب و تشکیل بافت اضافه را کاهش داد و باعث بازسازی سریعتر پوست و عروق زایی شد (Dehkordi et al., 2024).

رجبی و همکارانش ترکیبی از آمینوتیک، عصاره هواچوبه، روغن کنجد و موم زنبور عسل را برای بررسی اثرات ضد میکروبی بر روی سوختگی درجه دو در موش های صحرایی مورد مطالعه قرار دادند. این ترکیب روی موش های آلوده به باکتری های گرم مثبت و گرم منفی بررسی گردید و نتایج نشان داد که می تواند در درمان سوختگی درجه دو موثر باشد (Rajabi & Saghafi, 2022). مطالعه ای که توسط اوگورتان و همکاران (Ogurtan et al., 2002) بر روی بهبود زخم سوختگی در خرگوش ها انجام شد، نشان داد که به جز سوختگی شدید، سایر زخم ها نیز با استفاده از هواچوبه به طور کامل بهبود یافتند. محسنی کیا و همکارانش اثرات هواچوبه با اثرات پماد آلفا بر روند بهبود زخم پوستی در موش های صحرایی مقایسه شد. براساس نتایج، میانگین کاهش سطح زخم، تراکم حجمی دسته های کلاژن، جمعیت فیبروبلاست و تراکم طولی عروق در هر دو پماد یکسان بود و بر این اساس هواچوبه و پماد آلفا در بهبود روند زخم و بازسازی بافت اثربخشی مشابهی نشان دادند (Mohsenikia et al., 2015).

آلکانین ها/شیکونین ها A/S و مشتقات آن ها که در گیاه هواچوبه یافت می شود، اکنون به عنوان داروهای قوی برای ترمیم زخم شناخته شده اند و همزمان از مزایای دارویی ضد التهاب، ضد میکروبی و تکثیر سلولی برخوردار هستند. این ویژگی های نادر، آن ها را نسبت به روش های درمانی فعلی برای ترمیم زخم برتری بخشیده است. پمادهای دارویی حاوی هواچوبه @HELIXDERM و @HISTOPLASTIN RED اثربخشی بالینی خود را در بهبود زخم ها از جمله سوختگی ها، زخم های غیرفعال و مزمن و زخم های جذامی به خوبی ثابت کرده اند (Papageorgiou et al., 2008).

۴-۱-۲- زخم های فشاری

زخم بستر که به دلیل کاهش جریان خون بافت ناشی از فشار طولانی مدت ایجاد می شود، از مشکلات افراد کم تحرک است. درمان این مشکل همواره یکی از دغدغه های جامعه پزشکی برای افراد معلول و بی تحرک بوده و به همین دلیل، همواره تحقیقات زیادی برای یافتن روش های جدید جهت کاهش این مشکل در حال انجام است. در مطالعه ای، بیماران تحت درمان با پماد هواچوبه قرار گرفتند. از هفته دوم به بعد روند درمان بسیار موفقیت آمیز بود و زخم ها طی ۸ هفته به طور کامل بهبود یافتند (Erabi et al., 2021). یانگ و همکارانش اثر آلکانین را در بهبود زخم های فشاری خرگوش مورد مطالعه قرار دادند. آلکانین التهاب را کاهش و باعث رشد و ترشح عوامل رگ زایی توسط فیبروبلاست ها گردید و مسیر سیگنالینگ TGF- β 1-Smad3 را در بهبود زخم پوستی فعال نمود. یافته ها نشان دادند که آلکانین می تواند با فعال کردن سیگنالینگ TGF- β 3-Smad3 در فیبروبلاست ها به بهبود زخم های وریدی ناشی از فشار کمک کند (Yang et al., 2021).

۴-۲- التهاب پوستی



۴-۲-۱-درماتیت

شیکونین موجود در گیاه هواچوبه دارای خواص ضدالتهابی عالی است. درماتیت آتوپیک، که به طور عامیانه به عنوان "اگزما" شناخته می شود، اغلب توسط مردم عادی با یک بیماری پوستی جزئی با مکانیسمی ساده و ناشناخته اشتباه گرفته می شود و در نتیجه درمان بیماری و بیماری های همراه آن نادیده گرفته می شود. شیکونین اثرات مهاری یا بهبوددهنده خوبی بر درماتیت های مشخص دارد. محققان مختلفی اثرات ضد درماتیتی شیکونین را مورد بررسی قرار داده اند. اوه و همکاران دریافتند که شیکونین می تواند با تنظیم تعادل ایمنی $Th1/Th2$ و بازیابی عملکرد سد پوستی، یک عامل درمانی بالقوه برای درماتیت آتوپیک باشد (Oh et al., 2021). کو و همکاران دریافتند که پمادی (با ماده اصلی شیکونین) ضخامت پوست را کاهش داده و نفوذ سلول های التهابی، ماست سل ها و سلول های $CD4^+$ را در موش های مبتلا به درماتیت آتوپیک ناشی از دینیتروکلروبنزن بهبود می بخشد (Ku et al., 2018). این پماد سطح mRNA های $IL-2$ ، $IL-4$ ، $IL-13$ و $TNF-\alpha$ را در پوست حساس کاهش می دهد و به نظر می رسد مکانیسم مهار آن از طریق مسیرهای MAPK و NF- κ B باشد. یو و همکاران دریافتند که شیکونین بیان سیتوکین های القا شده توسط $IL-6$ ، $IL-9$ ، $IL-17A$ و $IL-2$ و کموکین ها را در سلول های دندریتیک بیماران مبتلا به درماتیت آتوپیک مهار می کند و اثر مهاری آن بر بیان $IL-9$ ، $MIP-1\beta$ و $CCL5$ قوی تر از دگزامتازون است. اثرات ضد التهابی شیکونین همچنین با مهار بیان ژن گیرنده هسته ای Nr4a، یک مهارکننده جدید کالمدولین فسفاتاز پروتو-سرطانی در سلول ها، عمل می کند (Wang et al., 2014).

اپیدرمولیزیس بولوزا (EB) بیماری شکنندگی پوست است که منجر به اختلال در اتصال درم و اپیدرم و ایجاد تاول های دردناک روی پوست و غشاهای مخاطی می شود. در حال حاضر، EB و تقریباً هیچ درمان قطعی برای بیماران وجود ندارد. عبدالله و همکارانش به بررسی اثرات فرمولاسیون موضعی بر پایه هواچوبه بر ضایعات ناشی از EB پرداخته اند. پس از درمان، بهبود در ویژگی های بالینی مانند کاهش عفونت، التهاب و بهبود زخم مشاهده شد. نتایج نشان می دهد این پماد می تواند در درمان ضایعات پوستی و مخاطی EB موثر باشد (Abdollahi et al., 2023).

۴-۲-۲-پسوریازیس

پسوریازیس یک بیماری التهابی با واسطه سیستم ایمنی است که تحت تأثیر ترکیبی عوامل ژنتیکی و محیطی ایجاد می شود و از نظر بالینی با پلاک های پوسته ای قرمز (اریتماتو) مشخص می شود. این بیماری اغلب خفیف تا متوسط است و با دوره طولانی، عود آسان و عمدتاً درگیری پوست و مفاصل شناخته می شود.

تأثیر درمانی هواچوبه یا ترکیبات مبتنی بر شیکونین بر پسوریازیس، در میان بیماری های پوستی بیشترین میزان تحقیقات را به خود اختصاص داده است (Deng et al., 2014). مهم ترین اثر درمانی شناخته شده هواچوبه یا ترکیبات مبتنی بر شیکونین بر پسوریازیس، قابلیت مهار مؤثر فعال سازی مسیر JAK/STAT3 و افزایش بیان پروتئین دلتای عامل اتصال دهنده به CCAAT/افزاینده (CEBPD) است که در نهایت منجر به مهار تکثیر و القای آپوپتوزیس در کراتینوسیت های پسوریازیدی می شود (Yu et al., 2019). ژانگ و همکاران دریافتند که شیکونین می تواند تمایز سلول های Treg را به طور مؤثر در شرایط



آزمایشگاهی با مهار مسیر AKT/mTOR القا کند. همچنین، شیکونین به طور قابل توجهی بیان Foxp3 را در پوست موش های پسوریازیس افزایش می دهد (Zhang et al., 2019).

IL-17 در پاتوژن پسوریازیس نقش دارد و تکثیر کراتینوسیت های اپیدرم را از طریق مسیر سیگنال دهنده و فعال کننده رونویسی ۳ (STAT3) تقویت می کند. شیکونین با تنظیم مسیر سیگنالینگ JAK/STAT3، بیان فاکتور رشد اندوتلیال عروقی القا شده توسط IL-17 را مهار و همچنین می تواند مهار بیان CEBPD سرکوب کننده تومور) توسط IL-17 در سلول های HaCaT را معکوس کند (Lan et al., 2020).

اجزای اصلی فعال هواچوبه، یعنی شیکونین و بتا-شیکونین، بتا-دی متیل آکریلوئیل آلکالین DMA، اثرات ضد التهابی قوی دارند. وانگ و همکاران دریافتند که یک فرمول گیاهی مبتنی بر شیکونین قرمز، درماتیت پسوریازیس را به طور قابل توجهی بهبود می بخشد و شدت پسوریازیس PASI را در بیماران مبتلا به پسوریازیس به میزان قابل توجهی کاهش می دهد. کاهش ضخامت اپیدرم پس از درمان با شیکونین یا DMA بیشتر از گروه کنترل بود (Wang et al., 2022). در موش های پسوریازیس ناشی از پرازیکیمود، ترکیب وین کریستین با متوترکسات با کاهش قرمزی پوست، ضخامت پستی و اپیدرم و به ویژه تعدیل قطبیت ماکروفاژ، اثر محافظتی همراه بود. در سلول های RAW264.7 تحریک شده با LPS، ترکیب شیکونین با متوترکسات باعث تعدیل قطبیت M1/M2 و تغییر سطح نشانگرهای M1 شد (Tao et al., 2022). بهره مندی از نقش درمانی شیکونین ممکن است به تعداد بیشتری از بیماران کمک کند تا درد و بار روانی ناشی از پسوریازیس را کاهش دهند.

علاوه بر این، آلکانین موجود در هواچوبه، در درمان پسوریازیس موثر است. آلکانین سلول های دندریتیک فعال (DCs) را که در پسوریازیس نقش دارند را مهار می کند. آلکانین در دوزهای مختلف، ضایعات پوستی شبیه پسوریازیس را در موش ها به طور قابل توجهی بهبود بخشید. آلکانین توانایی DCs را برای تحریک لنفوسیت ها و ترشح عوامل التهابی سرکوب و بیان IL-23، سیتوکینی که در پسوریازیس نقش دارد، را در ضایعات پوستی کاهش داد و به عنوان یک درمان جدید برای پسوریازیس مطرح است (Wang et al., 2015). در مطالعه دیگری مکانیسم اثر آلکانین بر DCs از طریق مسیر TLR7/8 بررسی شد که آلکانین بیان پروتئین های TLR7، MYD88 و IRAKM را در DCs کاهش و سلول های دندریتیک فعال شده در پسوریازیس را از طریق مهار مسیر TLR7/8 مهار نمود (Wang et al., 2016).

۴-۲-۳-آکنه

آکنه و لگاریس، یک بیماری شایع پوستی است که با التهاب مزمن واحدهای پیلوبازئوس (غدد چربی و فولیکول مو) همراه است. این مناطق شامل صورت، قسمت بالایی سینه و پشت هستند. آنتی بیوتیک هایی که باکتری "پروپیونی باکتریوم آکنه" را مهار می کنند، درمان انتخابی برای آکنه هستند. اما در حال حاضر به دلیل مقاومت باکتری ها به آنتی بیوتیک، اثربخشی درمان کمتر شده است. مقایسه اثر محلول هواچوبه با دارونما (پلاسیبو) بر درمان آکنه خفیف تا متوسط و نیز ضایعات التهابی و غیر التهابی و عوارض جانبی در هر دو گروه مورد بررسی قرار گرفت. این یافته ها نشان می دهد که محلول هواچوبه به طور قابل توجهی علائم التهابی آکنه را کاهش می دهد (Tavakolifar et al., 2010). همچنین، فلاونوئیدها و سایر فنولیک ها موجود در گیاه هواچوبه به عنوان عوامل ضد باکتری علیه باکتری پروپیونی باکتریوم آکنس P.acnes که علت اصلی مشکلات آکنه



پوستی هستند، مطرح شده است. کامفرول فعالیت بالقوه‌ای برای مهار رشد P.acnes نشان داده است. که ترکیب آن با کلیندامایسین و کوئرستین اثر هم افزایی بهتری دارند.

۴-۳-ضد سرطان پوست

سرطان پوست نوعی تومور بدخیم پوست است که شامل کارسینوم سلول سنگفرشی، کارسینوم سلول پایه، ملانوم بدخیم، لنفوم بدخیم، سارکوم خونریزی دهنده ایدیوپاتیک، آدنوکارسینوم عرق و آنژیوسارکوم می‌باشد. سرطان‌های پوست شامل کارسینوم‌های اولیه و تومورهایی است که از سایر نقاط بدن به پوست متاستاز می‌دهند و همچنین سرطان‌های ثانویه پوست که از سایر نقاط بدن به پوست متاستاز می‌دهند. سرطان‌های اولیه پوست به طور معمول شامل کارسینوم سلول پایه، کارسینوم سلول سنگفرشی در محل (بیماری بوون)، کارسینوم سلول سنگفرشی، کارسینوم اکزما مانند و ملانوم بدخیم می‌شوند. با وجود تحقیقات گسترده در طول قرن‌ها، درمان ملانوم بدخیم به دلیل گسترش متاستاتیک ناچیز و سرعت رشد بالا همچنان چالش برانگیز است. بنابراین، کشف پیش سازهای دارویی جدید، دستاورد مهمی به شمار می‌رود (Linares et al., 2015).

ریشه‌ی گیاه هواچوبه برای یافتن ترکیبات ضدسرطانی بررسی شدند. عصاره ریشه تحت جداسازی کروماتوگرافی قرار گرفت تا دو استر نفتازارین C1 (هیدروکسی ایزوالریل شیکونین) و C2 (استیل شیکونین) و همچنین دو ترکیب سفید رنگ حاصل شد. C1 و C2 در برابر سلول‌های سرطانی دهانه رحم، پوست و روده بزرگ سمیت سلولی قوی نشان دادند. اثرات ضد سرطانی C1 و C2 بهتر از وینبلاستین، داروی ضد سرطان رایج، بود. این نتایج نشان دادند که C1 و C2 پتانسیل بالایی به عنوان عوامل ضد سرطانی دارند (Sharma et al., 2019).

لی و همکاران مطالعه‌ای را بر روی سرطان پوست القا شده شیمیایی در موش‌ها با استفاده از شیکونین موجود در ریشه گیاه هواچوبه انجام دادند. نتایج نشان داد که درمان با شیکونین، تشکیل تومور پوست را مهار می‌کند. شیکونین تکثیر سلولی را مهار می‌کند اما باعث آپوپتوز نمی‌شود و به جای مهار پیرووات کیناز نوع PKM2^۲، شیکونین مسیر فاکتور رونویسی فعال کننده ۲ (ATF2) را در سرطان زایی پوست مهار می‌کند (Li et al., 2015).

سیگنالینگ پروتئین ۳ ترانساندن پیام و فعال کننده رونویسی STAT3 نقشی کلیدی در ایجاد و پیشرفت ملانوما ایفا می‌کند و به همین دلیل، به عنوان یک هدف درمانی بالقوه برای این سرطان در نظر گرفته می‌شود. کائو و همکاران در مطالعه‌ای، فعالیت ضد ملانومای شیکونین، ترکیب موجود در گیاه هواچوبه، و نقش آن در مسیر سیگنالینگ STAT3 را بررسی کردند. نتایج این مطالعه نشان داد که شیکونین قادر به مهار رشد ملانوما در سلول‌های کشت شده در مدل‌های پیوند زئوگرافت در ماهیان زبرا بود. این اثر از طریق مهار فسفرگیری و دایمر شدن STAT3 و در نتیجه کاهش انتقال هسته‌ای آن اعمال می‌شود (Cao et al., 2020). علاوه بر این، مشتق شیکونین موجود در گیاه هواچوبه می‌تواند با فعال شدن توسط سیتوکروم باز ترکیب شده، اثرات سمی سلولی انتخابی را بر روی سلول‌های ملانوما نشان دهد. این یافته‌ها نشان می‌دهد که شیکونین و مشتقات آن می‌توانند به عنوان موجودیت‌های دارویی جدید برای درمان سرطان پوست بدخیم (ملانوما) مورد استفاده قرار گیرند (Cui et al., 2021). هواچوبه، گیاهی با سابقه‌ای غنی در طب سنتی، به عنوان منبعی سرشار از ترکیبات فعال و طیف وسیعی از خواص دارویی مطرح است. این گیاه، به ویژه در درمان مشکلات پوستی، التهابات، عفونت‌ها و زخم‌ها، جایگاهی ویژه دارد. ترکیبات فعال



هواچوبه، به خصوص نفتوکینون‌ها، نقشی کلیدی در اثرات درمانی این گیاه ایفا می‌کنند. این ترکیبات با خواص ضد التهابی، آنتی اکسیدانی، ضد میکروبی و ضد قارچی، به التیام التهابات، تسریع روند ترمیم زخم، مبارزه با عفونت‌ها و محافظت از پوست در برابر آسیب‌های رادیکال‌های آزاد کمک می‌کنند. هواچوبه در درمان طیف وسیعی از مشکلات پوستی، از جمله آکنه، اگزما، پسوریازیس و زخم‌ها، موثر است. با این حال، به دلیل تنوع در کیفیت و خلوص، عدم وجود استانداردهای مصرف، کمبود مطالعات بالینی و سایر چالش‌ها، مصرف این گیاه باید تحت نظر پزشک متخصص انجام شود. با وجود این چالش‌ها، هواچوبه پتانسیل قابل توجهی برای تبدیل شدن به جایگزینی طبیعی و مؤثر برای درمان‌های متداول پوستی را دارد. تحقیقات بیشتر در این زمینه می‌تواند به درک عمیق‌تر از مکانیسم اثر و اثربخشی این گیاه در درمان‌های مختلف پوستی منجر شود.

تشکر و قدردانی

مطالعه حاضر به خواسته شرکت دانش بنیان ایستاد صنعت وطن تهیه شده است. بدین وسیله از تمامی عوامل مربوطه و همچنین مدیریت شرکت ایستاد صنعت وطن قدردانی می‌گردد

منابع

- Abdollahi, A., Kadkhodaei, R., Kazeminejad, A., Davoodi, L., Karimi, M. O., Razavi, A., & Najmabad, S. M. (2023). Topical Formulation Based on Arnebia euchroma as a Novel Possible Efficient Treatment on Epidermolysis Bullosa Lesions: A Case Series of Fourteen Patients. *South East European Journal of Immunology*, 6(1), 56-61 .
- ALI, E. S., & HOSSEINZADEH, M. (2019). Comparison of the effects of oral arnebia euchroma and oral ANGIPARS on wounds in diabetic rats. *International Journal of Pharmaceutical Research*, 11(3).
- Aliasl, J., Barikbin, B., Khoshzaban, F., Naseri, M., Sedaghat, R., Kamalinejad, M., Talei, D., Emadi, F., Akbari, Z., & Aliasl, F. (2015). Effect of Arnebia euchroma ointment on post-laser wound healing in rats. *Journal of Cosmetic and Laser Therapy*, 17(1), 41-45 .
- Aliasl, J., Khoshzaban, F., Barikbin, B., Naseri, M., Kamalinejad, M., Emadi, F., Razzaghi, Z., Talei, D., Yousefi, M., & Aliasl, F. (2014). Comparing the healing effects of Arnebia euchroma ointment with petrolatum on the ulcers caused by fractional CO2 laser: a single-blinded clinical trial. *Iranian Red Crescent Medical Journal*, 16(10).
- Amanpour, A., Sonmezdag, A. S., Kelebek, H., & Selli, S. (2015). GC-MS-olfactometric characterization of the most aroma-active components in a representative aromatic extract from Iranian saffron (*Crocus sativus* L.). *Food Chemistry*, 182, 251-256 .
- Annan, K., & Houghton, P. J. (2008). Antibacterial, antioxidant and fibroblast growth stimulation of aqueous extracts of *Ficus asperifolia* Miq. and *Gossypium arboreum* L., wound-healing plants of Ghana. *Journal of ethnopharmacology*, 119(1), 141-144 .
- ASHKANI, E. S., Imanieh, M. H., Meshksar, A., Khoshneviszadeh, M., Noorafshan, A., Geramizadeh, B., Ebrahimi, S., Handjani, F., & Nadimi, E. (2012). Enhancement of fibroblast proliferation, vascularization and collagen synthesis in the healing process of third-degree burn wounds by topical arnebia euchroma, a herbal medicine .



- Aslanidou, E., Theodoridis, K., Arampatzis, A., Papageorgiou, V., & Assimopoulou, A. (۲۰۲۲). Three-dimensional printed gelatin methacrylate bioscaffolds containing alkannin/shikonin derivatives for skin wound healing applications. *Planta Medica*, 89(14), P-424 .
- Bali, Y., Yilanci, S., Yuzbasioglu, M., Unlu, R., Orhan, E., Guvenalp, Z., Demirezer, L., & Uz, A. K. (2015). The evaluation of wound healing potential of acetyl alkannin isolated from *Arnebia purpurea*. *Planta Medica*, 81(16), PM_14 .
- Cao, H.-H., Liu, D.-Y., Lai, Y.-C., Chen, Y.-Y., Yu, L.-Z., Shao, M., & Liu, J.-S. (2020). Inhibition of the STAT3 signaling pathway contributes to the anti-melanoma activities of shikonin. *Frontiers in Pharmacology*, 11, 748 .
- Chawla, K., Mopuri, R., Sharma, A. K., & Kumar, P. (2021). *Arnebia euchroma*. In *Himalayan Medicinal Plants* (pp. 27-41). Elsevier .
- Chen, L., Li, M., Yang, Z., Tao, W., Wang, P., Tian, X., Li, X., & Wang, W. (2020). *Gardenia jasminoides* Ellis: Ethnopharmacology, phytochemistry, and pharmacological and industrial applications of an important traditional Chinese medicine. *Journal of ethnopharmacology*, 257, 112829 .
- Cui, J., Zhou, X., Huang, J., Cui, J., & Chen, J. (2021). Selective antitumor effect of shikonin derived DMAKO-20 on melanoma through CYP1B1. *Current Cancer Drug Targets*, 21(3), 223-231 .
- Dehkordi, S. H., Karimi, I., Mills, P., & Shirian, S. (2024). The healing effect of a mixture of *Arnebia euchroma* and animal fat on burn wounds in rats in comparison with sulfadiazine. *Journal of Wound Care*, 33(Sup2a), xiv-xix .
- Deng, S., May, B. H., Zhang, A. L., Lu, C., & Xue, C. C. (۲۰۱۴). Topical herbal formulae in the management of psoriasis: systematic review with meta-analysis of clinical studies and investigation of the pharmacological actions of the main herbs. *Phytotherapy research*, 28(4), 480-497 .
- Deng, X., Chen, Q., Qiang, L., Chi, M., Xie, N., Wu, Y., Yao, M., Zhao, D., Ma, J., & Zhang, N. (2018). Development of a porcine full-thickness burn hypertrophic scar model and investigation of the effects of shikonin on hypertrophic scar remediation. *Frontiers in Pharmacology*, 9, ۵۹۰ ,
- Devi, S., Sharma, P., Sharma, R., & Thakur, M. (2023). Current status and medicinal prominence of *Arnebia euchroma* (Ratanjot): a critically endangered plant of trans-Himalayan region. *Recent Patents on Biotechnology*, 17(1), 92-102 .
- Erabi, S., Bagheriani, N., Dabbaghian, F. H., Ghobadi, A., Dahmardehei, M., & Kenari, H. M. (2021). Treatment of Pressure Ulcer with Abukhalsa (*Arnebia euchroma*) Ointment: A Case Report. *Pakistan Journal of Medical and Health Sciences*, 15(5), 1652-1655 .
- Erabi, S., Ghobadi, A., & Kenari, H. M. (2022). The Effectiveness of Topical *Arnebia euchroma* Oil in the Treatment of Pressure Ulcer: A Case Report. *Journal of Contemporary Medical Sciences*, 8(6).
- Fan, C., Lim, L. K. P., Loh, S. Q., Lim, K. Y. Y., Upton, Z., & Leavesley, D. (2019). Application of “macromolecular crowding” in vitro to investigate the naphthoquinones shikonin, naphthazarin and related analogues for the treatment of dermal scars. *Chemico-biological interactions*, 310, 108747 .
- Fan, C., Xie, Y., Dong, Y., Su, Y., & Upton, Z. (2015). Investigating the potential of Shikonin as a novel hypertrophic scar treatment. *Journal of Biomedical Science*, 22, 1-13 .
- Gao, H., Liu, L., Qu, Z.-y., Wei, F.-x., Wang, S.-q., Chen, G., Qin, L., Jiang, F.-y., Wang, Y.-c., & Shang, L. (2011). Anti-adenovirus activities of shikonin, a component of Chinese herbal medicine in vitro. *Biological and Pharmaceutical Bulletin*, 34(2), 197-202 .
- Hosseini, A., Mirzaee, F., Davoodi, A., Jouybari, H. B., & Azadbakht, M. (2018). The traditional medicine aspects, biological activity and phytochemistry of *Arnebia* spp. *Medicinski Glasnik*, 15(1).



- Huang, G., Zhao, H.-R., Meng, Q.-Q., Zhang, Q.-J., Dong, J.-Y., Zhu, B.-q., & Li, S.-S. (2018). Synthesis and biological evaluation of sulfur-containing shikonin oxime derivatives as potential antineoplastic agents. *European Journal of Medicinal Chemistry*, 143, 166-181 .
- Jain, S., Singh, B., & Jain, R. (2000). Arnebins and antimicrobial activities of *Arnebia hispidissima* DC. cell cultures. *Phytomedicine*, ۴۷۴-۴۷۶, (۶)۶ ,
- Kala, C. P. (2000). Status and conservation of rare and endangered medicinal plants in the Indian trans-Himalaya. *Biological conservation*, 93(3), 371-379 .
- Karayannopoulou, M., Tsioli, V., Loukopoulos, P., Anagnostou, T. L., Giannakas, N., Savvas, I., Papazoglou, L. G., & Kaldrymidou, E. (2011). Evaluation of the effectiveness of an ointment based on Alkannins/Shikonins on second intention wound healing in the dog. *Canadian Journal of Veterinary Research*, 75(1), 42-48 .
- Kazybekov, U., Kurmanbekova, G., & Tömük, F. (2024). Review of *Arnebia euchroma* as a Potential Medicinal Plant Based on Phytochemistry and Pharmacological Activity. *Yuzuncu Yıl University Journal of Agricultural Sciences*, 34(1), 176-191 .
- Ku, J. M., Hong, S. H., Kim, S. R., Choi, H.-S., Kim, H. I., Kim, D. U., Oh, S. M., Seo, H. S., Kim, T. Y., & Shin, Y. C. (2018). The prevention of 2, 4-dinitrochlorobenzene-induced inflammation in atopic dermatitis-like skin lesions in BALB/c mice by Jawoongo. *BMC complementary and alternative medicine*, 18, 1-15 .
- Lan, X. O., Wang, H. X., Qi, R. Q., Xu, Y. Y., Yu, Y. J., Yang, Y., Guo, H., Gao, X. H., & Geng, L. (2020). Shikonin inhibits CEBPD downregulation in IL-17-treated HaCaT cells and in an imiquimod-induced psoriasis model. *Molecular Medicine Reports*, 22(3), 2263-2272 .
- Li, W., Zhang, C., Ren, A., Li, T., Jin, R., Li, G., Gu, X., Shi, R., & Zhao, Y. (2015). Shikonin suppresses skin carcinogenesis via inhibiting cell proliferation. *PLoS One*, 10(5), e0126459 .
- Liang, W., Cai, A., Chen, G., Xi, H., Wu, X., Cui, J., Zhang, K., Zhao, X., Yu, J., & Wei, B. (2016). Shikonin induces mitochondria-mediated apoptosis and enhances chemotherapeutic sensitivity of gastric cancer through reactive oxygen species. *Scientific reports*, 6(1), 38267 .
- Linares, M. A., Zakaria, A., & Nizran, P. (2015). Skin cancer. *Primary care: Clinics in office practice*, 42(4), 645-659 .
- Memarbashi, E., Nasiri, E., Etezadpour, M., & Hosseinimehr, S. J. (2021). Effect of *Arnebia euchroma* ointment on pain and burning after hemorrhoidectomy: A randomized clinical trial. *J Mazandaran Univ Med Sci*, 31(202), 38-48 .
- Mohsenikia, M., Nuraei, H., Karimi, F., Jamalnia, N., Esfahani, S. A., Rafiee, S., Azizian, Z., & Moradi, A. (2015). Comparing effects of *Arnebia euchroma* and Alpha ointment on wound healing process. *Thrita*, 4(1) .
- Nasiri, E., Hosseinimehr, S. J., Hosseinzadeh, A. Z., Azadbakht, M., Akbari, J., & Azadbakht, M. (2016). The effects of *Arnebia euchroma* ointment on second-degree burn wounds: a randomized clinical trial. *Journal of ethnopharmacology*, 189, 107-116 .
- Nuorani, M. (2005). Encyclopedia of Medicine. Volume III. Tehran: Miras Maktub Pub .
- Ogurtan, Z., Hatipoglu, F., & Ceylan, C. (2002). The effect of *Alkanna tinctoria* Tausch on burn wound healing in rabbits. *Deutsche Tierärztliche Wochenschrift*, 109(11), 481-485 .
- Oh, J.-S., Lee, S.-J., & Choung, S.-Y. (2021). *Lithospermum erythrorhizon* alleviates atopic dermatitis-like skin lesions by restoring immune balance and skin barrier function in 2,4-dinitrochlorobenzene-induced NC/Nga mice. *Nutrients*, 13(9), 3209 .
- Papageorgiou, V., Assimopoulou, A., & Ballis, A. (2008). Alkannins and shikonins: a new class of wound healing agents. *Current medicinal chemistry*, 15(30), 3248-3267 .



- Pirbalouti, A. G., Koohpayeh, A., Azizi, S., & Golparvar, A. (2011). Evaluation of the burn healing properties of *Arnebia euchroma* royle (johnst) in diabetic rats. *Int Conference Biosci Biochem Bioinform*,
- Pirbalouti, A. G., Yousefi, M., Nazari, H., Karimi, I., & Koohpayeh, A. (2009). Evaluation of burn healing properties of *Arnebia euchroma* and *Malva sylvestris*. *Electronic Journal of Biology*, 5(3), 62-66.
- Rafiei, M. H., Jafarzadeh, H., Mollaei, A., & Nasiri, E. (2020). Effect of *Arnebia euchroma* root ointment on surgical wound healing in wistar rats. *J. Mazandaran Univ. Med. Sci*, 30(187), 28-37.
- Rajabi, S., & Saghafi, M. M. (2022). Investigating the Antimicrobial Effects of Amniotic Membrane, *Arnebia Euchroma*, Sesame Oil, and Bee Wax on Gram-positive and Gram-negative Bacteria in Second-degree Burn Wounds. *Journal of Microbial Biology*, 11(41), 51-60.
- Sadeghi-Aghbash, M., Rahimnejad, M., Adeli, H., & Feizi, F. (2022). Fabrication and development of PVA/Alginate nanofibrous mats containing *Arnebia Euchroma* extract as a burn wound dressing. *Reactive and Functional Polymers*, 181, 105440.
- Sharma, N., Gulati, A., Kumar, D., & Padwad, Y. (2019). Naphthazarins as cytotoxic agents isolated from *Arnebia euchroma*. *Pharmacognosy Magazine*, 15(64).
- Shen, C.-C., Syu, W.-J., Li, S.-Y., Lin, C.-H., Lee, G.-H., & Sun, C.-M. (2002). Antimicrobial activities of naphthazarins from *arnebia e uchroma*. *Journal of Natural Products*, 65(12), 1857-1862.
- Shilov, S. V., Ustenova, G. O., Kiyekbayeva, L. N., Korotetskiy, I. S., Kudashkina, N. V., Zubenko, N. V., Parenova, R. A., Jumagazyeva, A. B., Iskakbayeva, Z. A., & Kenesheva, S. T. (2022). Component composition and biological activity of various extracts of *Onosma gmelinii* (Boraginaceae). *International Journal of Biomaterials*, 2022.
- Singh, L. K., Maheshwari, D. K., & Shukla, S. (2015). Antibacterial effect of butyryl alkannin from *Arnebia euchroma* against vancomycin-resistant pathogens of *Enterococcus faecalis* causing urinary tract infections. *Natural product research*, 29(24), 2299-2301.
- Skrzypczak, A., Przystupa, N., Zgadzaj, A., Parzonko, A., Sykłowska-Baranek, K., Paradowska, K., & Nałęcz-Jawecki, G. (2015). Antigenotoxic, anti-photogenotoxic and antioxidant activities of natural naphthoquinone shikonin and acetylshikonin and *Arnebia euchroma* callus extracts evaluated by the umu-test and EPR method. *Toxicology in Vitro*, 30(1), 364-372.
- Tao, T., Chen, Y., Lai, B., Wang, J., Wang, W., Xiao, W., & Cha, X. (2022). Shikonin combined with methotrexate regulate macrophage polarization to treat psoriasis. *Bioengineered*, 13(4), 11146-11155.
- Taujenis, L., & Olšauskaitė, V. (2012). Identification of main constituents of historical textile dyes by ultra performance liquid chromatography with photodiode array detection. *Chemija*, 23(3).
- Tavakolifar, B., Rezazadeh, S., Badi, H., Akhondzadeh, S., Heidari, M., & Aghamohamadi, E. (2010). The study of *arnebia* (*Arnebia euchroma* (Royle) IM Johnst) solution effectiveness on the treatment of *Acne vulgaris*. *Journal of Medicinal Plants*, 9(34).
- Wang, J., Liu, L., Sun, X.-Y., Zhang, S., Zhou, Y.-Q., Ze, K., Chen, S.-T., Lu, Y., Cai, X.-C., & Chen, J.-L. (2022). Evidence and potential mechanism of action of *lithospermum erythrorhizon* and its active components for psoriasis. *Frontiers in Pharmacology*, 13, 781850.
- Wang, R., Liu, C., Wang, S., Sun, J., Guo, J., Lyu, C., Kang, C., Wan, X., Shi, L., & Wang, J. (2023). A cinnamyl alcohol dehydrogenase (CAD) like enzyme leads to a branch in the shikonin biosynthetic pathway in *Arnebia euchroma*. *bioRxiv*, 2023.2001.2009.523192.



- Wang, X., Hayashi, S., Umezaki, M., Yamamoto, T., Kageyama-Yahara, N., Kondo, T., & Kadowaki, M. (2014). Shikonin, a constituent of *Lithospermum erythrorhizon* exhibits anti-allergic effects by suppressing orphan nuclear receptor Nr4a family gene expression as a new prototype of calcineurin inhibitors in mast cells. *Chemico-biological interactions*, 224, 117-127 .
- Wang, Y., Zhao, J., Di, T., Wang, M., Ruan, Z., Zhang, L., Xie, X., Meng, Y., Lin, Y., & Liu, X. (2016). Suppressive effect of β , β -dimethylacryloyl alkannin on activated dendritic cells in psoriasis by the TLR7/8 pathway. *International immunopharmacology*, 40, 410-418 .
- Wang, Y., Zhao, J., Zhang, L., Di, T., Liu, X., Lin, Y., Zeng, Z., & Li, P. (2015). Suppressive effect of β , β -dimethylacryloyl alkannin on activated dendritic cells in an imiquimod-induced psoriasis mouse model. *International Journal of Clinical and Experimental Pathology*, 8(6), 6665 .
- Yang, X., Fan, W., Huang, R., & Liu, G. (2021). β -acetoxyisovaleryl alkannin (AAN-II) from *Alkanna tinctoria* promotes the healing of pressure-induced venous ulcers in a rabbit model through the activation of TGF- β /Smad3 signaling. *Cellular & Molecular Biology Letters*, 26, 1-11 .
- Yu, Y.-j., Xu, Y.-y., Lan, X.-o., Liu, X.-y., Zhang, X.-l., Gao, X.-h & ,Geng, L. (2019). Shikonin induces apoptosis and suppresses growth in keratinocytes via CEBP- δ upregulation. *International immunopharmacology*, 72, 511-521 .
- Zhang, L., Zhang, H., Zheng, X., Zhao, Y., Chen, S., Chen, Y., Zhang, R., Li, Q., & Hu, X. (2014). (Structural basis for the inhibition of AKR1B10 by caffeic acid phenethyl ester (CAPE). *ChemMedChem*, 9(4), 706-709 .
- Zhang, X., Li, J., Yu, Y., Lian, P., Gao, X., Xu, Y., & Geng, L. (2019). Shikonin controls the differentiation of CD4+ CD25+ regulatory T cells by inhibiting AKT/mTOR pathway. *Inflammation*, 42, 1215-1227 .
- Zhou, R., Wang, C., Lv, D., Sun, Y., & Liang, Y. (2021). TNF- α inhibits fibrosis and migration of fibroblasts in hypertrophic scar by miR-141-3p. *Acta Biochimica et Biophysica Sinica*, 53(11), 1106-1108 .
- Zhu, L., Ma, S.-j., Liu, M.-j., Li, K.-l., E, S., Wang, Z.-m., Li, S.-n., Zhang, S.-l., & Cai, W. (2022). Screening and characterization estrogen receptor ligands from *Arnebia euchroma* (Royle) Johnst. via affinity ultrafiltration LC-MS and molecular docking. *Frontiers in Plant Science*, 13, 1012553 .



اثرات آنتی اکسیدانی گیاه زنجبیل (*Zingiber officinale* Rosceo) بر بیماری سرطان کبد

فرزانه فاضلی^{۱*}

^۱ گروه زیست شناسی، دانشگاه پیام نور، صندوق پستی ۴۶۹۷-۱۹۳۹۵، تهران، ایران (Farzanehfazeli@pnu.ac.ir)

چکیده

بیش از ۲۵۰۰ سال است که زنجبیل بعنوان ماده ضد التهاب در بیماری های اسکلتی و عضلانی در طب سنتی چینی استفاده می شود. با پیشرفت علم آزمایش های مختلفی بر روی گیاهان صورت گرفت تا اثرات شفا بخش و مفید آنها و تأثیر ویژه هر گیاه بر بافت یا اندام خاص مشخص شود. این گیاه بومی کشور هند، چین و پاکستان بوده و در بسیاری از مناطق دنیا جزیی از برنامه ی غذایی محسوب می گردد. زنجبیل یا Ginger گیاهی متعلق به خانواده Zingiberaceae می باشد. این گیاه با نام علمی (*Zingiber officinale* Rosceo) به دلیل داشتن ترکیبات آنتی اکسیدانی فرار و غیر فرار در قسمتهای مختلف گیاه به خصوص بخش ریزوم آن می تواند به عنوان یک آنتی اکسیدان طبیعی استفاده شود. در این پژوهش با استفاده از جدیدترین مقالات، دستاوردهای علمی محققان مختلف از اکثر نقاط دنیا در خصوص خواص آنتی اکسیدانی و ضد سرطان بودن گیاه زنجبیل بیان شده است. تاکنون بیش از ۵۰ نوع آنتی اکسیدان از ریزوم زنجبیل جدا گردیده است، آنتی اکسیدان gingerol-6 مهمترین ترکیب گیاه زنجبیل می باشد که مزه تندی داشته و خاصیت آنتی اکسیدانی قابل توجهی دارد. آنتی اکسیدان ها با سرکوب کردن رادیکال های آزاد و کاهش استرس اکسیداتیو در سلول به سلامت سلول و حتی در موارد بیماری و ناهنجاری مانند موارد تومور به مهار رشد و تقسیم سلول های سرطانی کمک می کنند. لذا جمع بندی نتایج حاصل از بررسی های انجام شده فرارسیدن زمان به کارگیری مؤثر و بالقوه ی عصاره ی زنجبیل استخراج شده از این گیاه را نوید می دهد، می توان با به کارگیری حداکثر دوز قابل تحمل و در قالب یک گروه تحقیقاتی، تفکر اثرات ضد سرطانی گیاه زنجبیل را به واقعیت مستند تبدیل کرد.

واژگان کلیدی: آنتی اکسیدان، التهاب، زنجبیل، سرطان.



۱. مقدمه

استفاده از گیاهان دارویی سنتی و بومی از زمان های قدیم مرسوم بوده و به عنوان طب مکمل طی ۲۵-۲۰ سال گذشته در بیشتر نقاط دنیا افزایش یافته است (Omoya, 2011). امروزه گیاهان دارویی برای درمان و پیشگیری بسیاری از بیماریها به کار می روند. براساس گزارشات سازمان بهداشت جهانی (WHO) حدود ۸۰ درصد از جمعیت جهان عمدتاً به درمانهای سنتی متکی هستند که شامل استفاده از عصاره های گیاهی یا مواد فعال آنها است (Abdolmaleki et al, 2020). سرطان یکی از مسائل مهم و اساسی مراقبت و درمان در ایران و تمام دنیا است. در آمریکا سرطان به عنوان دومین عامل و در ایران سومین عامل مرگ و میر معرفی شده است که سالانه بیش از ۳۰ هزار قربانی دارد. سرطان کبد یکی از رایج ترین سرطانها بوده و در این میان Hepatocellular Carcinoma (HCC) فراوان ترین سرطان اولیه کبد است و شیوع آن در کشورهای آسیایی و آفریقایی ۵ تا ۱۰ برابر سایر کشورها است. در آسیا ابتلا به هپاتیت B و C بزرگ ترین ریسک فاکتور ابتلا به HCC معرفی شده است. در حال حاضر حدود ۴۰۰ میلیون نفر به این ویروس مبتلا هستند. اگرچه عفونت های ویروسی کبد در این زمینه نقش مهم و اساسی دارند؛ اما فاکتورهای مربوط به سبک زندگی مانند چاقی مصرف الکل سیگار را نیز در این زمینه نباید نادیده گرفت.

سرطان کبد بر اساس منشا به دو گروه اولیه (منشاء کبدی) و ثانویه (متاستاز از نواحی دیگر بدن) تقسیم می شوند. هپاتوسلولار کارسینوما (HCC) شایعترین سرطان کبدی است که در آن درگیری هپاتوسیت ها رخ داده است. هپاتوسلولار کارسینوما پنجمین سرطان رایج دنیا و شایعترین علت مرگ ناشی از سرطان معرفی شده است. هپاتوسلولار کارسینوما سرطانی بدخیم و مهاجم است و در صورت عدم اقدامات درمانی مناسب بیمار طی ۶-۳ ماه فوت می کند (Haksar A, 2016). با وجود پیشرفتهای فراوان در زمینه، پیشگیری، غربالگری، تشخیص و درمان میزان شیوع و مرگ و میر ناشی از آن همچنان در حال افزایش است. شیوع سرطان در کشورهای در حال توسعه به ویژه کشورهای آسیایی بیش از ۱۰-۵ برابر سایر کشورها است. میزان مرگ و میر ناشی از سرطان کبد در ایران طی سالهای ۲۰۱۵-۱۹۹۰ بیش از چهار برابر افزایش داشته است (Abdolmaleki et al, 2020). جامعه سرطان آمریکا موارد جدید سرطان کبد در سال ۲۰۱۸ را ۴۲۰۲۲۰ و میزان مرگ ناشی از آن را ۳۰ ۲۰۰۰ نفر تخمین می زند. هپاتیت B و C از عمده ترین عوامل خطر ابتلا به سرطان کبد محسوب می شوند. در رابطه با اتیولوژی بیماری شواهد نشان میدهد فاکتورهای مربوط به سبک زندگی مصرف الکل سیروز کبد دیابت چاقی، مصرف تنباکو، مصرف غذاهای آلوده به آفلاتوکسین ها، قرصهای ضدبارداری خوراکی، کبد چرب غیر الکلی، اضافه بار آهن، هایپوتیروئیدی، هایپرلیپیدمی و تاریخچه خانوادگی و ابتلا به بیماریهای ویروسی کبد هپاتیت B و C از عمده ترین عوامل خطر ابتلا به سرطان کبد محسوب می شوند. سهم هر یک از این فاکتورها در مناطق مختلف جغرافیایی متفاوت است. در آمریکا، ژاپن و اروپا سهم هپاتیت B هپاتیت C و الکل به ترتیب ۲۲، ۶۰ و ۴۰ درصد است در حالی که در کشورهای آسیایی و آفریقایی سهم هپاتیت B، C و الکل به ترتیب ۶۰، ۲۰، ۲۰ درصد است. در ایران هپاتیت B و C مهمترین دلایل ابتلا به سرطان کبد معرفی شده اند. از آنجایی که آشنایی با روشهای درمانی جهت شناسایی دقیق و بهتر پیامدهای ناشی از درمان لازم است شرح مختصری از مهمترین شیوه های درمانی ارائه می شود. رزکسیون کبد و پیوند کبد مهمترین شیوه درمان در این بیماران



محسوب می شوند. در بسیاری از موارد به دلیل محدودیت بافت پیوند و زمان انتظار طولانی، سایز و تعداد تومورها و عملکرد پایین کبد امکان جراحی و پیوند وجود ندارد. از این رو درمان های غیر جراحی مورد توجه قرار میگیرند که دارای حداقل تهاجم بوده، منجر به حفظ بیشتر عملکرد کبد شده و بافت های اطراف دچار آسیب کمتری می شوند. یکی از روش های درمانی انواع سرطان ها استفاده از عصاره گیاهان است. داروهای گیاهی سمیت و عوارض جانبی کمتری در مقایسه با داروهای معمول (صنعتی) مصرفی داشته و توجه محققین را به خود جلب کرده است. ارزش دارویی این گیاهان در برخی مواد شیمیایی نهفته است که عملکرد فیزیولوژیکی مشخصی را در بدن انسان ایجاد می کنند.

۲. مواد و روشها

در مقاله مروری حاضر با بررسی سایت های معتبر جدیدترین مقالات علمی و پژوهش های محققین مختلف در خصوص بیماری سرطان کبد، آنتی اکسیدان ها، اثرات گیاه زنجبیل بر بافت کبد و بیماری های کبدی، بخصوص سرطان کبد دریافت شد. پس از مطالعه مقالات مذکور تعدادی از مهمترین دستاوردهای این پژوهش ها در قالب مطالعه حاضر گردآوری شد.

۳. نتایج

در این بخش نتایج دستاوردهای محققین مختلف در خصوص خواص کلی گیاه زنجبیل، رده بندی این گیاه، خواص دارویی و سایر ویژگی های این گیاه آورده شده است.

۳-۱. گیاه زنجبیل

زنجبیل یک گیاه ریزوم دار است که تا ارتفاع سانتی متر رشد می کند. گرچه معمولاً از زنجبیل به عنوان ریشه آن گیاه نام برده میشود اما در واقع قسمت مورد استفاده گیاه ساقه متورم شده زیرزمینی آن است که ریزوم نام دارد. ریزوم این گیاه زردرنگ، معطر، ضخیم، دکه دار و گوشتی می باشد. از آنجاییکه زنجبیل نوعی گیاه زیرزمینی است لذا ساقه ی آن به صورت ریزوم در زیرزمین رشد و نمو پیدا می کند. ریشه اصلی این گیاه از گره های موجود روی ساقه های ریشه دار آن نمو میکند. این گیاه گلی شبیه به ارکیده با رگهای سبز زرد رنگ و صورتی را تشکیل می دهد. گل های آن به طور معمول کوچک دارای کاسه فرقانی و سردندانه ای می باشد. زنجبیل گیاهی مربوط به نواحی گرمسیری است که سازگاری زیادی با این محیط دارد. همچنین در شرایط گرم و مرطوب نیز به خوبی و در ارتفاع ۱۵۰۰ متر رشد می کند. این گیاه بومی کشورین و هند بوده ولی امروزه در بنگلادش، تایوان، نیجریه و دیگر نقاط جهان کشت می شود. هند بزرگترین تولید کننده زنجبیل در جهان است (Sharma P, Singh R, 2011).

۳-۲. سیستماتیک و مورفولوژی زنجبیل



زنجبیل با نام علمی (*Zingiber officinale* Roscoe) از تیره Zingiberaceae دارای ۴۶ جنس با بیش از ۷۰ گونه بومی مناطق گرمسیری و نیمه گرمسیری آسیا شرقی می باشد. زنجبیل گیاهی چندساله با ریزومهای عده ای و ساقه هایی با ارتفاع بیش از یک و نیم متر می باشد (شکل شماره ۱).

جدول شماره ۱: رده بندی گیاه زنجبیل (*Zingiber officinale* Roscoe)

معادل فارسی		معادل لاتین	
سلسله	گیاهان	Kingdom	Plantae-Plants
رده	زنجبیل سانان	Class	Commelinids
راسته	زنجبیرال ها	Order	Zingiberales
خانواده	زنجبیرانه آ	Family	Zingiberaceae
جنس	زنجبیر	Genus	Zingiber
گونه	زنجبیر افسینال	Species	Zingiber officinale

ریزوم ها به صورت افقی در خاک رشد میکنند و از قطعات منشعب بندبند نامنظم و مسطح تشکیل میشود. سطح خارجی ریزوم زرد نخودی کم رنگ یا قهوه ای روشن با خطوط طولی و تا حدودی سفت و زیر و سطح داخلی ریزوم به رنگ قهوه ای متمایل به زرد است و دارای دستجات آوند چوبی متعدد و پراکنده و سلولهای حاوی النورزین می باشد. برگهای آن دراز نوک تیز و غلاف دار به رنگ زرد کم رنگ و براق است که به صورت متناوب روی ساقه آرایش یافته اند. ساقه گلدار زنجبیل کوتاه تر از ساقه برگدار آن است و گلهای آن به صورت سنبله دوکی شکل بوده و هر گل از برگچه های نازک به رنگ زرد متمایل به سبز پوشیده شده است. میوه زنجبیل کپسولی شکل و دارای دانه های کوچک با پوشش کاذب تیره رنگ و بوی مطبوع است. پودر حاصل از ریزوم زنجبیل رنگی سفید متمایل به زرد و طعمی تند دارد که حاوی سلولهای پارانشیمی با دیواره نازک و گرانولهای نشاسته ای میباشد. آوندهای آبکش شکل نردبانی، مشبك و مارپیچی دارند و حاوی رنگدانه های تیره با قطرات اولئورزین و سلولهای روغنی و سلولهای رزین به صورت پراکنده در پارانشیم گیاه هستند (Prasad S, Tyagi AK, 2015).

۳-۳. خواص دارویی گیاه زنجبیل

گیاه زنجبیل با نام علمی *Zingiber officinale* متعلق به خانواده Zingiberaceae است. گیاهی دارویی که در سراسر جهان به عنوان یک ادویه مهم و همچنین در طب سنتی کاربرد فراوانی دارد و اسانس آن حاوی بیش از ۴۶ ترکیب مختلف مانند sesquiterpene, shogaol, Gingerol, Gingerdion, Terpene است که اغلب دارای خواص آنتی اکسیدانی هستند (Kumar, et al., 2011). طیف وسیعی از درمانهای این گیاه شامل روماتیسم تب، فشارخون، استفراغ، درد، عفونت، آسم، دیابت، بیماریهای عصبی، مشکلات گوارشی، التهاب، سرطان و تقویت کننده قوای جنسی است.



زنجبیل به دلیل داشتن خواص دارویی متعدد گیاهی بسیار ارزشمند می باشد. زنجبیل به عنوان یکی از عناصر کلیدی در بسیاری از متون قدیمی طب سنتی عنوان شده است. درمان و کنترل طیف وسیعی از امراض مانند دیابت و درد قفسه سینه در طب سنتی توسط زنجبیل صورت گرفته است. همچنین زنجبیل اثرات ضدالتهابی ضد پیتوزی و آنتی اکسیدانی قوی جهت کنترل تولید رادیکالهای آزاد دارد. علاوه بر این، زنجبیل می تواند محرک اشتها ضد اسپاسم ادرار آور آرامش بخش، آنتی باکتریال شل کننده عروق مسهل و ملین و تخفیف دهنده بیماریهای تنفسی باشد (Kim et al., 2018). در طب سنتی ایرانی در موارد متعددی مانند تقویت حافظه، باز کننده انسداد کبدی ضد قارچ رفع کننده نفخ معده و روده ضد عفونی کردن بدن و رفع اسهال ناشی از مسمومیت غذایی استفاده می شود. طب سنتی اسلامی نیز به گیاه زنجبیل توجه ویژه دارد از آنجا که چین یکی از اصلی ترین خاستگاه های این گیاه دارویی میباشد در متون طب سنتی، چینی زنجبیل را گیاهی محرک و گرم می دانند که می تواند سرما خوردگی را درمان بدن را تغذیه و ضعف را برطرف نماید. درمان سردرد، تهوع، سرماخوردگی، آرتروز روماتیسم و التهابات و گرفتگی های عضلانی در متون طب سنتی هندی عربی و آفریقایی تاکید شده است. طی سالهای اخیر مطالعات متعدد و سازمان یافته ای جهت بررسی اثرات سلامتی و مکانیسم زنجبیل انجام گرفته است. ۱- براساس مطالعات صورت گرفته زنجبیل و ترکیبات آن دارای فعالیتهای آنتی اکسیدانی قوی می باشند که مانع از آسیب رسانی به ماکرومولکول ها در شرایط استرس ایجاد شده توسط رادیکال های آزاد می شود. ۲- زنجبیل و ترکیبات آن نقش حیاتی به عنوان فرایندهای ضد التهابی را از خود نشان می دهند که از طریق مهار COX و همچنین مهار فاکتور هسته ای AB فراهم می شود (Fancy et al., 2010). ۳- زنجبیل میتواند از طریق تعدیل مسیرهای ژنتیکی مانند زن سرکوبگر تومور فعال تعدیل آپوپتوز و مهار VEGF به عنوان ضد تومور عمل کند. مطالعات نشان می دهند ترپنوئیدهای موجود در زنجبیل از طریق فعال کردن P53 آپوپتوز را در سلولهای سرطانی آندومتر القا می کند (Choi et al., 2018). ۴- زنجبیل و ترکیبات آن به عنوان محافظ عصبی نقش حیاتی دارند. تصور بر این است که ترکیبات فنلی و فلاونوئیدی موجود در زنجبیل اثرات محافظت کنندگی نسبت به دستگاه عصبی از خود نشان می دهند (Jittiwat J, Wattanathorn, 2012). در حمایت از فرضیه حفاظت عصبی زنجبیل مطالعه دیگری بر موشهای دیابتی صورت گرفته که نشان میدهد با تسریع مکانیسم های دفاعی آنتی اکسیدانی مغز و کاهش سطح MDA به سطوح طبیعی در این موش دیابتی، اثر محافظتی عصبی از خود نشان داده است همچنین مطالعه ای بر عصاره زنجبیل نشان داده که زنجبیل با کاهش LPO و افزایش QR GPX" GST GSH SOD CAT و سطح پروتئین در موشهای تحت درمان دارای اثر محافظتی عصبی بوده است (Prasad S, Tyagi AK, 2015). تمامی مطالعات نشان دهنده اهمیت دارویی و تاثیرات مثبت زنجبیل بر مسیر مطالعات پزشکی و درمان گروه وسیعی از بیماری ها دارد. در این پژوهش مروری بر اثرات نوروفارماکولوژیک این گیاه دارویی ارزشمند صورت گرفته است.

۳-۴. ترکیبات زنجبیل

تاکنون بیش از ۴۰۰ نوع ماده از جمله کربوهیدرات ها لیپیدها ترینها و ترکیبات فنلی در زنجبیل شناسایی شده است (Aimbire et al., 2007). از نظر شیمیایی مواد تشکیل دهنده زنجبیل به ترکیبات تند و طعم دهنده تقسیم می شوند. ترکیباتی



مانند جینجرول، شوگانول، زینجرون گینجر دیاول چینگردی اون و کاپسیسین مواد تند موجود در زنجبیل شناسایی شده اند. ترکیبات غیر فرار تند مانند zingerone shogaols gingerols و پارادول مهم ترین ترکیبات دارویی زنجبیل به شمار میروند برخی از ترکیبات مهم موجود در گیاه زنجبیل را نشان میدهد ۶ جینجرول مهمترین ترکیب تند در زنجبیل تازه با خواص بیولوژیکی مختلف است و در بهبود یا پیشگیری از بیماریهای مزمن در نمونه های انسانی و حیوانی و همچنین درمان سرطان سینه موثر است (Alizadehnavaei et al., 2009). مطالعات اخیر نشان داده است که ۶ شوگانول به دلیل داشتن گروه هیدروکسی کتون نسبت به دما پایدارتر از ۶ جینجرول است و اثرات دارویی قوی تری نسبت به ۶- جینجرول دارد (۱۳) ۶- پارادول از ۶ شوگانول توسط فرایند متابولیسم میکروبی تولید میشود و نشان داده شده است که دارای فعالیتهای آنتی اکسیدانی و ضد التهابی مشابه ۶ شوگانول است. زینجرون دارای فعالیتهای دارویی متنوعی شامل فعالیتهای آنتی اکسیدانی، ضد التهابی، ضد سرطانی، ضد چربی خون و ضد باکتری است (Arablou, 2014). مواد طعم دهنده زنجبیل به دو دسته طبقه بندی میشوند مواد فرار و سزکولی ترینها که مواد فرار زنجبیل شامل زینجیرن، پینن، کامفن کومن، برنشول "و بیس ابلن" میباشد و سزکولی توژن که از دسته سزکولی ترینها می باشد. مواد طعم دهنده زنجبیل به دو دسته طبقه بندی میشوند مواد فرار و سزکولی ترینها که مواد فرار زنجبیل شامل زینجیرن، پینن، کامفن کومن، برنشول "و بیس ابلن" میباشد و سزکولی توژن که از دسته سزکولی ترینها می باشد (Ficker et al., 2003).

ماده Gingerol از طریق مرگ طبیعی سلولی از رشد و تکثیر سلولهای سرطانی جلوگیری می کند و ظرفیت ضدالتهابی زنجبیل با توانایی آن در مهار سرطان با کاهش استرس اکسیداتیو و القای مرگ سلولی طبیعی مرتبط است. Quercetin به عنوان یکی از فلاونوئیدهای موجود در زنجبیل به دلیل فعالیت آنتی اکسیدانی قوی نقش ایمنی سلولی را در برابر استرس اکسیداتیو ایفا میکند به نظر میرسد این ترکیب نه تنها به دلیل اثر آنتی اکسیدانی خود از سلولها در برابر آسیب رادیکالهای آزاد محافظت میکند بلکه باعث مرگ برنامه ریزی شده سلولی از طریق فعالیت اکسیداتیو و جلوگیری از تومورزایی می شود (ترکیبات فعال این گیاه مانند gingerol و shogaol به خوبی قادر به مهار تولید پروستاگلاندینهای التهابی، مهارکننده های اکسید نیتریک و حتی اینترلوکینهای دخیل در التهاب هستند).

سیکلوکسیژنازها در تمام مراحل تومورزایی بدخیم مانند افزایش تکثیر سلولی، کاهش آپوپتوز، رگزایی و تحرک سلولهای سرطانی نقش دارند آنزیمهای سیکلوکسیژناز عامل مهمی در ایجاد سرطان تخمدان هستند (Alamin, 2016). Gingerol و gingerdion با مهار آنزیمهای سیکلوپیژناز مهارکننده های قوی پروستاگلاندینها هستند.

۳-۵. ترکیبات فیتوشیمیایی زنجبیل

ترکیبات فیتوشیمیایی زنجبیل در مطالعات گذشته به طور وسیع شناخته شده است که این ترکیبات شامل؛ روغن های اساسی ترکیبات فنلی، کربوهیدراتها پروتئین ها، آلکالوئیدها گلیکوزیدها، استروئیدها، تریئوئیدها، ساپونین ها و تاننها هستند که نقش مهمی در خصوصیات طبی این گیاه ایفا می کنند. ترکیبات غذایی و شیمیایی زنجبیل زنجبیل تازه حاوی ۳/۲ درصد پروتئین، ۹/۰ درصد چربی از قبیل گلیسریدها، فسفاتیدیک اسید، لسبتین و اسیدهای چرب، ۷۲ درصد ترکیبات معدنی، ۴/۲



درصد فیبر، ۳/۱۲ درصد کربوهیدرات و ۹/۸۰ درصد رطوبت است. مواد معدنی موجود در زنجبیل شامل آهن، کلسیم، منیزیم، پتاسیم و فسفر میباشد. ریزوم پودر شده زنجبیل حاوی ۳-۶ درصد روغن، ۹ درصد پروتئین، ۶۰-۷۰ درصد کربوهیدرات ۳-۸ درصد فیبر، ۸ درصد خاکستر، ۹۱۲ درصد آب و ۲-۳ درصد چربی فرار است. ویتامینهای از جمله تیامین، ریبوفلاوین، نیاسین و ویتامین C نیز در زنجبیل وجود دارد. البته نوع ترکیبات بسته به نوع، گونه شرایط کشت، روش خشک کردن و نحوه ذخیره کردن زنجبیل متفاوت است. ترکیبات شیمیایی زنجبیل شامل جینجرول ها از قبیل جینجرول، شواگول (آنالوگ هیدروکسیله شده جینجرول)، ۶ و ۱۰ دی هیدرو جینجرودیون ۶ و ۱۰ جینجرودیون، ۶ پارادول، گالانال A, B، والیتوئید و زینجرول است. (Alamin, 2016). از دیگر ترکیبات شامل کربوهیدرات، چربی مواد معدنی، ویتامینها، واکسها، روغن انگم ها و زنجین یک آنزیم پروتئولیتیک است. در میان جینجرولها، ۶ جینجرول ترکیب اصلی است، در حالی که د جینجرول، ۱۰ جینجرولها و شواگول ها ترکیبات فرعی هستند دیگر اجزاء ریزوم شامل پراردویس، جینجر دیول، زنجبیل دی استات و عزنجیل سولفونید است. ریزوم همچنین شامل روغن فرار، زینجرین و زنجیل گلیکولیپید A-C است. عطر زنجبیل به دلیل روغن فرار آن میباشد که از ۳-۱ درصد متفاوت است. اثرات زنجبیل تازه به علت جینجرولها است که یکسری از ترکیبات فنلی میباشد که مهمترین آنها عینجرول است و اثرات زنجبیل خشک به علت شواگول ها است که فرم دهیدراته شده جینجرول می باشند. ترکیب دیابریل مینانوئید هم در زنجبیل تازه و هم در زنجبیل خشک وجود دارد که یکی از آنها ماده 3S,5S-3,5-diacetoxy-1-7-bis(4-hydroxy-3-methoxyphenyl heptane) می باشد.

۴. بحث و نتیجه گیری

۴-۱. اثرات ضدالتهابی زنجبیل بر روی سلولهای کبد

یکی از ویژگی های التهاب افزایش اکسیداسیون آراشیدویک اسید، تولید پروستاگلاندین و لوکوترین ها است. بسیاری از مطالعات نشان داده اند که زنجبیل دارای اجزایی با خواص ضدالتهابی است که اولین بار در سال ۱۹۷۰ اثرات مهار زنجبیل روی بیوسنتز پروستاگلاندین کشف شد (Gupta, 2016). زنجبیل سبب مهار سندز پروستاگلاندین از طریق مهار سیکلو اکسیژناز ۱ و ۲ می گردد. همچنین عصاره این گیاه منجر به مهار تولید لوکوترینها از طریق مهار ۵ لیواکسیژناز می شود. ترکیبات زنجبیل از جمله جینجر دیون و شواگول دارای اثرات فارماکولوژیک مشابه با داروهای غیر استروئیدی ضدالتهابی هستند و سبب مهار متابولیسم آراشید و نیک اسید و در نهایت سنتز پروستاگلاندین می شوند و بنابراین به عنوان یک عامل ضدالتهابی موثرتر از داروهای ضدالتهابی مرسوم و با اثرات جانبی کمتر عمل میکنند. ۶ شواگول دارای اثرات ضد درد از طریق مهار آزادسازی ماده P است. به نظر می رسد که ۶ شواگول با آبخار آراشید و نیک التهاب مداخله میکند و منجر به مهار سیکلو اکسیژناز و جلوگیری از آزادسازی پروستاگلاندین می شود (Ficker, 2013). همچنین زنجبیل در درمان التهاب و روماتیسم مؤثر است که این را از طریق مهار سنتز لوکوترین و پروستاگلاندین انجام می دهد. عصاره زنجبیل مهار بیان ژنهای متعدد درگیر در پاسخ های التهابی میگردد که این شامل ژنهای کدکننده سیتوکینین، کیمو کینین و آنزیم سیکلو اکسیژناز ۲ است. نقش ضد التهابی عصاره زنجبیل در التهاب القاء شده توسط Carrageenan در موش صحرایی مورد مطالعه قرار گرفته و دیده شده که منجر به کاهش معنی دار آدام القاء شده توسط Carrageenan در موش آزمایشگاهی می شود.

۴-۲. اثرات آنتی اکسیدان زنجبیل بر روی سلولهای کبد

آنتی اکسیدان ها سلول های بدن را در برابر آسیب های ناشی از فعالیت مولکول های ناپایدار رادیکال های آزاد محافظت می کنند. ترکیبات آنتی اکسیدان به طور وسیع برای مقابله با استرس اکسیداتیو القاء شده توسط رادیکالهای آزاد در سلول ها به کار می روند. فعالیت آنتی اکسیدان گیاهان علت حضور فلاونوئید ایزوفلاون، فلاون آنتوسیانین کنسین و ایزوکنسین است. زنجبیل دارای فعالیت آنتی اکسیدان قوی در محیط Invivo و In vitro در مقابل رادیکالهای آزاد می باشد. مشخص شده که ۶ جینجرول دارای عمل آنتی اکسیدان است و به عنوان یک عامل مؤثر برای و بیان جلوگیری از تولید Reactive Oxygen Species 2-Cox القاء شده توسط اشعه فوق بنفش به کار می رود (Nan, 2001). طی مطالعه ای دیگر مشخص شده است که جینجرول یک ترکیب آنتی اکسیدان است که در زنجبیل حضور دارد و سبب حفاظت سلولها از استرس اکسیداتیو میشود (Rahnama P, Montazeri, 2012). روغن زنجبیل نیز دارای اثرات حفاظتی روی آسیب DNA القاء شده از طریق H₂O₂ می باشد. در این راستا نتایج برخی مطالعات موجود حاکی از آن است که عصاره گیاه زنجبیل در سطح سلولی قادر به تعدیل پاسخ های ایمنی تشدید کننده فرایند التهاب می باشد. اجزا فعال این گیاه دارای فعالیت آنتی اکسیدانی بوده و اثراتی مشابه داروهای ضدالتهاب غیر استروئیدی اعمال می کنند و از طریق مهار مسیرهای سیکلواکسیژناز سبب توقف متابولیسم آراشیدونیک اسید می شوند. بنابراین ممکن است اثرات ضدالتهابی زنجبیل از طریق مهار پروستاگلاندین ها و لکوترین ها صورت گیرد. نتایج مختلف پژوهشها نشان داد تجویز عصاره زنجبیل به مدت ۱۲ هفته در موش های صحرایی دچار آسیب کبدی سبب کاهش معنی دار سطوح آنزیم های کبدی ALT , AST و ALP می شود (Shahrivar T, Mokhtari, 2018).

۴-۳. نتیجه گیری

با وجود پیشرفت های وسیع انواع مختلف درمان، هنوز سرطان به عنوان یک بیماری چند عاملی، دومین علت مرگ و میر در جهان است. بسیاری از مواد گیاهی طبیعی دارای فعالیت ضد سرطانی هستند. برخی از آنها به خوبی مورد مطالعه قرار گرفته و به عنوان یک عامل ضد سرطان استفاده می شوند. اما اکثر آنها به دلیل نبودن فراهمی زیستی و در دسترس نبودن خواص فیزیکی و شیمیایی هنوز نحت بررسی هستند. گزارش هایی از خواص زنجبیل (GINGER) وجود دارد که دارای خواص ضد التهابی، آنتی اکسیدانی، آنتی دیابتی، ضد سرطان و ضد بیماریهای نورودژنراتیو است. گزارش هایی که وجود دارد نشان می دهد که بیمارانی که بطور مداوم عصاره زنجبیل مصرف می کردند افزایش سطح آنزیم های آنتی اکسیدانی و کاهش سطح استرس اکسیداتیو در خون داشتند. مطالعات نشان می دهند که عصاره زنجبیل به عنوان مکمل روزانه برای بیمارانی که شیمی درمانی دریافت می کنند، می تواند سطح آنزیم های آنتی اکسیدانی در خون از جمله فعالیت سوپر اکسید دیسموتاز ، کاتالاز و گلو تاتیون پراکسیداز را افزایش دهد. زنجبیل به دارا بودن بیش از ۶۰ ترکیب فعال که بطور گسترده به ترکیبات فرار و غیر فرار تقسیم می شوند، مشهور است. اجزای فرار شامل هیدروکربن ها هستند، در حالی که زنجبیل حاوی ترکیبات فنلی تند غیر فرار مانند



6-gingerol-6-shagol و 6-zingerone هم می باشد. ترپنوئیدهای موجود در بخار عصاره زنجبیل با افزایش بیان p53 و Bax و کاهش همزمان بیان Bcl-2 باعث آپوپتوز سلولهای سرطانی کبد می شوند.

منابع

- Abdolmaleki A, Zahri S, Bayrami A. (2020). Rosuvastatin enhanced functional recovery after sciatic nerve injury in the rat. *European Journal of Pharmacology*. 882: 173260.
- Aimbire F, Penna SC, Rodrigues M, Rodrigues KC, Lopes – Martins R AB, Sertie JAA. (2007). Effects of hydroalcoholic extract of *Zingiber officinalis* rhizomes on LPS – induced rat airway hyperreactivity and lung inflammation. *Prostaglandins, Leukotrienes and Essential Fatty Acids*. 77: 129 – 138.
- Alamin ZM, Thomson M, Alqattan KK, Shalaby R, Ali M. (2006). Antidiabetic and hypolipidaemic properties of ginger *Zingiber officinale* in streptozotocin induced diabetic Rats. *Br J Nut*.
- Alizadehnavaei R, Saravi M, Pouramir M, Jalali F, Moghadamnia AA. (2009). Medicinal properties of ginger (*Zingiber officinale*). *Global Journal of Pure and Applied Sciences*. 15(3): 365-368.
- Arablou T, Aryaeian N, Valizadeh M, Hosseini AF, Djalali M. (2014). The effect of ginger consumption on glycemic status, lipid profile and some inflammatory markers in patients with type 2 diabetes mellitus. *Int Food Sci Nutr*; 65:515-20. doi. 10.3109/09637486.2014.880671.
- Choi JG, Kim SY, Jeong M, Oh MS. (2018). Pharmacotherapeutic potential of ginger and its compounds in age-related neurological disorders. *Pharmacol Ther*. 182: 56-69.
- Fancy SP, Kotter MR, Harrington EP, Huang JK, Zhao C, Rowitch DH, et al. (2010). Overcoming remyelination failure in multiple sclerosis and other myelin disorders. *Exp Neurol*. 225(1): 18-23.
- Ficker CE, Arnason JT, Vindas PS, LP, Akpagana K, GbA assor M, De souza C, Smith ML. (2003). Inhibition of human pathogenic fungi by ethnobotanically selected plant extracts. *Mycoses*. 46: ۲۹-۳۷.
- FO Omoya, FC Akharaiyi. (2011). Mixture of honey and ginger extract for antibacterial assessment on some clinical isolates. *Journal on Pharmaceutical and Biomedical Research*. 34: 46-54.
- Gupta M, Tripathi RP, Arora MP, Islam F, Sharma RK. (2016). *Zingiber officinale* exhibits behavioral radioprotection against radiation. *Pharmacology Biochemistry and Behavior*. 84: 179–188.
- Haksar A, Sharma A, Chawla R, Kumar R, Arora R, Singh S, Prasad. (2008). Investigation of the effect of ginger on the lipid levels a double blind controlled clinical trial. *CMJ*. 29:1280-4.
- Jittiwat J, Wattanathorn J. (2012). Ginger pharmacopuncture improves cognitive impairment and oxidative stress following cerebral ischemia. *Journal of Acupuncture and Meridian Studies*. 5(6): 295-300.
- Kim S, Chang L, Weinstock-Guttman B, Gandhi S, Jakimovski D, Carl E, et al. (2018). Complementary and Alternative Medicine Usage by Multiple Sclerosis Patients: Results from a Prospective Clinical Study. *J Altern Complement Med*. 24(6): 596-602.
- Kumar G, Karthik L, Rao KB. (2011). A review on pharmacological and phytochemical properties of *Zingiber officinale* Roscoe (*Zingiberaceae*). *Journal of Pharmacy Research*. 4(9): 2963-6.
- Nan J.X, Park E.J, Kanq H.C, Park P.H, Kim J.Y, Sohn D.H. (2001). Antifibrotic effects of a hot water extract from *Salvia miltiorrhiza* roots on liver fibrosis induced by biliary obstruction in Rats. *J Pharm Pharmacol*. 53: 197-204. doi.10.1211/0022357011775406.
- Prasad S, Tyagi AK. (2015). Ginger and its constituents: role in prevention and treatment of gastrointestinal cancer. *Gastroenterology research and practice*.
- Rahnama P, Montazeri A, Fallah Huseini H, Kianbakht s, Naseri M. (2012). Effect of *Zingiber officinale* R. rhizomes (ginger) on pain relief in primary dysmenorrhea: a placebo randomized trial. *BioMed Central Complementary and Alternative Medicine*. 12(92): 1-8.
- Shahrivar T, Mokhtari M, Alipour V (2018). [Effects of Ginger *Zingiber Officinale* aqueous extract on the levels of hepatic enzymes biochemical parameters, and histological changes in Male wistar strain Rats following treatment with streptozotocin]. *J Ilam Uni Med Sci*. 9: 73-84. (Persian) doi. 10.29252/sjimu.26.1.73.
- Sharma P, Singh R. (2011). Neuroprotective effect of ginger juice against dichlorvos and lindane induced toxicity in wistar rats. *Planta Medica*. 77(05): P_122.



تأثیر روش‌های مختلف خشک کردن و شرایط نگهداری بر تغییرات ویژگی‌های رنگی میوه خیار آب‌پران (*Ecballium elaterium*)

نسرین حسین‌زاده^۱، حسنعلی نقدی‌بادی^۲، سپیده کلاته‌جاری^{۱*}، علی مهرآفرین^۳، سکینه سعیدی‌سار^۴

^۱ گروه علوم باغبانی و زراعی، واحد علوم و تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران

گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شاهد، تهران، ایران

^۳ مرکز تحقیقات گیاهان دارویی، دانشگاه شاهد، تهران، ایران

^۴ گروه علوم باغبانی و زراعی، واحد علوم و تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران (kalatehjari@srbiau.ac.ir)

^۴ گروه علوم کشاورزی، دانشگاه فنی و حرفه‌ای، تهران، ایران

چکیده

خشک کردن بهینه و نگهداری مناسب گیاهان دارویی باعث حفظ کیفیت رنگ، طعم و خواص درمانی آن‌ها می‌شود. مطالعه‌ای در تابستان ۱۴۰۰ در قالب طرح کاملاً تصادفی بصورت فاکتوریل با هدف اثر روش‌های مختلف خشک کردن و زمان نگهداری بر ویژگی‌های ظاهری میوه گیاه دارویی خیار آب‌پران انجام شد. تیمارها شامل روش‌های خشک کردن (سایه با دمای 25 ± 3 درجه سلسیوس، آون دمای ۵۵ درجه سلسیوس، آون خلأ دمای ۵۵ درجه سلسیوس، مایکروویو با توان ۶۰۰ وات و مادون قرمز ۰/۳ وات) و زمان‌های نگهداری (یک، ۷۵ و ۱۵۰ روز) بودند. نتایج نشان داد روش‌های مختلف خشک کردن و زمان انبارداری تأثیر معنی‌داری بر شاخص‌های رنگی (L^* ، a^* ، b^* ، BI ، WI ، SI ، ΔE) میوه خیار آب‌پران در سطح احتمال یک درصد داشتند. بیشترین تغییر رنگ کلی (ΔE) در نمونه‌های سایه‌خشک پس از ۱۵۰ روز و کمترین تغییر رنگ در میوه تازه و سپس تیمار مادون قرمز (۰/۳ وات) در روز اول مشاهده شد. در میوه تازه به دلیل حفظ ساختار سلولی و خشک کردن با مادون قرمز به دلیل کاهش اکسیداسیون، تغییر رنگ کمتری رخ داد. شاخص کروما (SI) و شاخص سفیدی (WI) در میوه تازه و نمونه‌های خشک‌شده با مادون قرمز بالاتر و در تیمار سایه‌خشک کمتر بود. افزایش شاخص قهوه‌ای شدن (BI) در طول زمان نیز نشان‌دهنده تشدید فرآیندهای اکسیداتیو و غیرآنزیمی بود. به طور کلی، روش‌های خشک کردن سریع‌تر مانند مادون قرمز در حفظ کیفیت رنگ میوه مؤثرتر بودند، در حالی که روش‌های آهسته‌تر مانند سایه‌خشک به دلیل قرارگیری طولانی‌مدت در معرض عوامل اکسیداتیو، تغییرات رنگ بیشتری ایجاد کردند.

واژگان کلیدی: شاخص‌های رنگی، شاخص قهوه‌ای شدن، کیفیت ظاهری، ماندگاری.



۱. مقدمه

شناسایی گیاهان دارویی خودرو از جنبه‌های مختلفی حائز اهمیت است (یزدی‌فر و همکاران، ۱۴۰۱). این گیاهان نه تنها به عنوان منابع طبیعی ارزشمند برای تولید داروهای گیاهی و ترکیبات فعال زیستی مورد استفاده قرار می‌گیرند، بلکه نقش مهمی در حفظ تنوع زیستی و تعادل اکوسیستم‌ها ایفا می‌کنند (Yazdifar et al., 2024). علاوه بر این، شناسایی و مستندسازی این گیاهان می‌تواند به توسعه اقتصادی جوامع محلی از طریق ایجاد مشاغل مرتبط با جمع‌آوری و فرآوری گیاهان دارویی کمک کند (Amrouni et al., 2020).

خیار آب‌پران (*Ecballium elaterium*) گیاهی علفی و یک‌ساله از خانواده کدویان (Cucurbitaceae) است که به خاطر میوه‌های منحصربه‌فردش شناخته می‌شود (حسین‌زاده و همکاران، ۱۴۰۱). این گیاه دارای میوه‌هایی است که در هنگام رسیدن به طور انفجاری باز شده و بذره‌های خود را تا فاصله‌ای دور پرتاب می‌کند (Anzano et al., 2024). از نظر شیمیایی، این گیاه حاوی ترکیبات فعالی مانند کورکوروبیتاسین‌ها است که دارای خواص ضدالتهابی و ضدسرطانی هستند. مطالعات اخیر نشان داده‌اند که عصاره‌های این گیاه می‌توانند در درمان بیماری‌هایی مانند آرتрит و اختلالات گوارشی مؤثر باشند (Souilah et al., 2020).

روش‌های خشک کردن به عنوان یکی از مراحل مهم پس از برداشت، تأثیر بسزایی بر حفظ ترکیبات مؤثر و کیفیت میوه گیاهان دارویی دارند. انتخاب روش مناسب خشک کردن می‌تواند منجر به حفظ ترکیبات فنولی، آنتی‌اکسیدان‌ها و سایر مواد فعال زیستی شود، در حالی که روش‌های نامناسب ممکن است باعث کاهش ارزش دارویی و تغذیه‌ای محصول نهایی گردند (Hazrati et al., 2021). مطالعات نشان داده‌اند که خشک کردن در دمای مناسب می‌تواند کیفیت محصول را به طور چشمگیری بهبود بخشد (Rocha et al., 2011).

زمان انبارداری و شرایط نگهداری نقش تعیین‌کننده‌ای در حفظ کیفیت گیاهان دارویی دارند. طولانی شدن مدت نگهداری می‌تواند منجر به کاهش ترکیبات فعال زیستی مانند آنتی‌اکسیدان‌ها، فنول‌ها و اسانس‌ها شود، که به نوبه خود ارزش دارویی و تغذیه‌ای محصول را کاهش می‌دهد. عوامل محیطی مانند دما، رطوبت و نور نیز تأثیر قابل توجهی بر فرآیندهای تخریب شیمیایی و فیزیکی میوه‌ها در طول انبارداری دارند (Lisboa et al., 2018).

خشک کردن و انبارداری محصولات کشاورزی و گیاهان دارویی تأثیر مستقیمی بر ویژگی‌های حسی و کیفی آن‌ها دارد. روش‌های خشک کردن نامناسب می‌توانند باعث تغییر رنگ، از دست دادن عطر و طعم طبیعی و کاهش ترکیبات فعال زیستی مانند آنتی‌اکسیدان‌ها و فنول‌ها شوند (Nourzad et al., 2024)؛ از سوی دیگر، خشک کردن بهینه (مانند خشک کردن در دمای مناسب یا استفاده از تکنولوژی‌های پیشرفته) و انبارداری در شرایط کنترل‌شده (دمای پایین، رطوبت مناسب و دوری از نور و اکسیژن) می‌تواند به حفظ بافت، رنگ، عطر و ارزش تغذیه‌ای محصول کمک کنند (Nakra et al., 2025). این عوامل نه تنها کیفیت محصول نهایی را بهبود می‌بخشند، بلکه ماندگاری آن را نیز افزایش می‌دهند. بنابراین، انتخاب روش‌های مناسب خشک کردن و انبارداری برای هر محصول، با توجه به ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی آن، از اهمیت بالایی برخوردار است.

در پژوهشی با عنوان تأثیر دما و روش خشک کردن بر مدت زمان خشک شدن و کیفیت رنگ گیاه نعناع اثر دو روش خشک کردن (خشک کن خورشیدی و خلّائی-مادون قرمز) در سه دمای مختلف (۳۰، ۴۰ و ۵۰ درجه سلسیوس) بر مدت زمان خشک شدن و کیفیت رنگ نعناع بررسی شد. نتایج نشان داد بهترین نمونه از نظر حفظ رنگ نعناع، مربوط به نمونه خشک شده در خشک کن خلّائی بود. درصد تغییرات رنگ در خشک کن خلّائی با ۷۵/۸ درصد و خشک کن خورشیدی ۹۶/۱۱ درصد



نشان داد. نتایج حاصل از بررسی اثر دما بر شاخص تغییرات رنگ نشان داد که کمترین و بیشترین میزان تغییر رنگ به ترتیب مربوط به نمونه خشک شده در دمای ۳۰ و ۵۰ درجه سلسیوس بود (بهمن پور و همکاران، ۱۳۹۶).

در تحقیقی که تحت عنوان روش های مختلف خشک کردن و زمان نگهداری بر روی صفات کیفی و ظاهری گیاه دارویی چوچاق انجام شد، نتایج نشان داد که کمترین شاخص روشنایی و بیشترین شاخص قهوه ای شدن مربوط به نمونه های سایه خشک بودند که ۱۵۰ روز در شرایط یخچال مورد نگهداری قرار گرفتند. خصوصیات کیفی نمونه های گیاهی که در آون خلا ۵۵ درجه سلسیوس خشک شدند بیش از سایر تیمارها حفظ شد، اگرچه در برخی صفات با آون ۵۵ درجه سلسیوس تفاوت چندانی نداشت. آزمون رنگ سنجی نشان داد گیاهان خشک شده در روش آون خلا ۵۵ درجه سلسیوس به خوبی رنگ سبز خود را حفظ کردند. اگرچه افزایش مدت زمان نگهداری موجب تقلیل کیفیت نمونه های گیاهی بعلت تجزیه کلروفیل شد (Nourzad et al., 2024).

از آنجایی که مطالعات کمی در زمینه شناسایی و بهره برداری گیاه خیار آب پران انجام شده است، هدف از این پژوهش بررسی اثر روش های مختلف خشک کردن بر خصوصیات کیفی میوه گیاه دارویی و کمتر شناخته شده خیار آب پران در زمان های مختلف نگهداری می باشد.

۲. مواد و روش ها

به منظور ارزیابی کیفیت ظاهری میوه گیاه دارویی خیار آب پران این تحقیق در تابستان ۱۴۰۰ انجام شد. نمونه های گیاهی مورد استفاده میوه گیاه خیار آب پران (قبل از رسیدگی و بلوغ) بود که از عرصه های منابع طبیعی شهر مشکین شهر اردبیل با طول جغرافیایی ۴۷° ۱'، عرض جغرافیایی ۳۸° ۲۳' و ارتفاع ۱۸۳۰ متر از سطح دریا، جمع آوری شدند.

این تحقیق به صورت آزمایشی فاکتوریل با ۲ فاکتور در قالب طرح آماری کاملاً تصادفی با ۱۸ تیمار و ۳ تکرار اجرا شد. فاکتور اول روش های مختلف خشک کردن (سایه اتاق با دمای حدود ۲۵±۳ درجه سلسیوس و تهویه مناسب، آون ۵۵ درجه سلسیوس، آون خلا ۵۵ درجه سلسیوس و میکروویو ۶۰۰ وات، مادون قرمز ۰/۳ وات) که با گیاه تازه به عنوان شاهد مقایسه شدند و فاکتور دوم زمان های مختلف نگهداری (روز اول، روز ۷۵ و روز ۱۵۰) در دمای ۴ درجه سلسیوس یخچال بود.

صفات مورد مطالعه از نظر کیفیت ظاهری نمونه ها و پس از خشک شدن به شرح زیر بود:

نتایج به صورت شاخص های رنگ هانتر (L^* : روشنایی، a^* : نماد سبزی تا قرمزی و b^* : نماد آبی تا زردی) بیان گردید. تغییر رنگ کلی (Total Colour Difference) (ΔE) با استفاده از رابطه زیر محاسبه شد و برای برآورد تغییر رنگ طی خشک کردن مورد استفاده قرار گرفت (Nadian et al., 2015).

$$\Delta E = \sqrt{(L^* - L_i^*)^2 + (a^* - a_i^*)^2 + (b^* - b_i^*)^2} \quad (1)$$

افزون بر این، شدت یا اشباع رنگی (کروما - شاخص درخشندگی) با استفاده از معادله زیر تعیین شد (Hammond, 2007).

$$Chroma = \sqrt{(a^{*2} + b^{*2})} \quad (2)$$



شاخص L^* نماد روشنایی رنگ بوده و از صفر برای رنگ سیاه تا ۱۰۰ برای رنگ سفید متغیر می‌باشد. حوزه تغییرات نماد a^* از مقادیر - برای رنگ سبز تا + برای رنگ قرمز و نماد b^* از مقادیر - برای رنگ آبی تا + برای رنگ زرد تعیین شد (Ebrahimi et al., 2014).

بر مبنای سه مؤلفه L^* ، a^* ، b^* پارامتر شاخص روشنایی^۱ (WI) به شرح زیر محاسبه شد.

$$WI = 100 - \sqrt{(100 - L^*)^2 + a^{*2} + b^{*2}} \quad (3)$$

این شاخص نشان‌دهنده تمایل نمونه‌ها به رنگ روشن (سفید) می‌باشد و هر چه مقدار آن به ۱۰۰ نزدیک‌تر باشد، بیانگر روشنی بیشتر نمونه‌ها است.

در این آزمایش، شاخص قهوه‌ای شدن نیز با استفاده از معادله ۴ محاسبه شد. مقدار X در معادله ۴ با استفاده از معادله شماره ۵ تعیین گردید (Ergunes and Tarhan, 2006).

$$BI = \frac{[100(x-0.31)]}{0.17} \quad (4)$$

$$X = \frac{(a^* + 1.75L^*)}{(5.645L^* + a^* - 3.012b^*)} \quad (5)$$

در پایان داده‌های آزمایشی با استفاده از نرم‌افزار SAS 9.4 مورد تجزیه قرار گرفت و مقایسه میانگین‌ها نیز با استفاده از آزمون LSD در سطح احتمال ۵ درصد صورت پذیرفت.

۳. نتایج

بر اساس نتایج تجزیه واریانس اثر ساده روش‌های مختلف خشک کردن، زمان انبارداری و اثر متقابل این دو بر صفات L^* ، تغییر رنگ کلی، شاخص کروما، شاخص سفیدی و شاخص قهوه‌ای شدن در سطح احتمال یک درصد تفاوت معنی‌داری ایجاد کرد در صورتی که اثر ساده زمان انبارداری بر شاخص a^* و اثر متقابل روش‌های خشک کردن و زمان انبارداری بر شاخص b^* در سطح احتمال پنج درصد تفاوت معنی‌داری نشان دادند (جدول ۱).

جدول ۱- نتایج تجزیه واریانس اثر روش‌های مختلف خشک کردن و زمان انبارداری بر خصوصیات کیفی میوه خیار آب‌بران (*Ecballium Elaterium*)

منابع تغییر	درجه آزادی	L^*	a^*	b^*	تغییر رنگ کلی (ΔE)	شاخص کروما (SI)	شاخص سفیدی (WI)	شاخص قهوه‌ای شدن (BI)
روش‌های خشک کردن	۵	۲۱۳۲/۳۳**	۷۸۵/۷۸**	۹۴۷/۶۷**	۱۳۷۷/۵۷**	۱۵۳۱/۴۲**	۶۵۳/۷۲**	۱۲۱۰/۴۹**
زمان انبارداری	۲	۵۱۱/۸۶**	۴۸/۰۸*	۱۱۲/۴۲**	۱۷۶/۲۹**	۱۲۱/۶۰**	۱۹۴/۶۷**	۱۴۴۷/۳۲**

^۱ Whiteness Index



خشک کردن × زمان	۱۰	۱۳/۱۴**	۴۹/۰۲**	۵/۰۹*	۲۵/۱۴**	۴۲/۶۶**	۷/۵۰**	۴۹۵/۳۴**
انبارداری								
خطا	۳۶	۳/۱۳	۱۲/۰۴	۲/۰۳	۶/۰۹	۸/۷۷	۲/۳۳	۱۵۰/۶۲
ضرب تغییرات	-	۳/۷۳	-۲۷/۶۳	۷/۲۳	۶/۹۰	۱۲/۳۸	۳/۸۶	۱۴/۶۸

** و * به ترتیب بیانگر معنی داری در سطح احتمال یک و پنج درصد می باشد.

در میوه تازه گیاه خیار آب پران در روز اول بیشترین مقدار عددی L^* مشاهده شد که بیانگر تغییر رنگ کمتر نمونه به سمت سیاه است. میوه های خشک شده در تیمار مادون قرمز ۰/۳ وات در روز اول پس از میوه تازه بیشترین مقدار L^* را دارا بود؛ در حالی که در میوه های سایه خشک کمترین مقدار شاخص L^* محاسبه شد و نشان دهنده تغییر رنگ نمونه به سمت سیاه است. با گذر زمان شاخص L^* کاهش یافت که رنگ نمونه به سمت سیاه شدن پیش رفت (جدول ۲).

جدول ۲- نتایج مقایسه میانگین اثر متقابل روش های مختلف خشک کردن و زمان انبارداری بر خصوصیات کیفی میوه خیار آب پران (*Ecballium Elaterium*)

روش های خشک کردن	زمان انبارداری	L^*	a^*	b^*	شاخص کروما (SI)	شاخص سفیدی (WI)
گیاه تازه	روز اول	a	i	a	b	a
	روز ۷۵	b	hi	b	b	a
	روز ۱۵۰	d	h	b	a	cd
سایه	روز اول	o	g	k	h	h
	روز ۷۵	p	a	l	h	h
	روز ۱۵۰	q	a	l	ef	i
آون ۵۵	روز اول	kl	abcd	h	g	e
	روز ۷۵	l	abc	j	g	e
	روز ۱۵۰	n	abc	j	fg	g
آون خلا ۵۵	روز اول	f	cdef	e	e	b
	روز ۷۵	h	bcde	f	e	bc
	روز ۱۵۰	jk	bcde	f	d	e
مایکروویو ۶۰۰ وات	روز اول	i	ab	g	g	d
	روز ۷۵	j	ab	i	g	d
	روز ۱۵۰	m	a	i	efg	f
مادون قرمز ۰/۳ وات	روز اول	c	fg	b	d	b
	روز ۷۵	e	efg	c	d	d
	روز ۱۵۰	g	defg	d	c	d

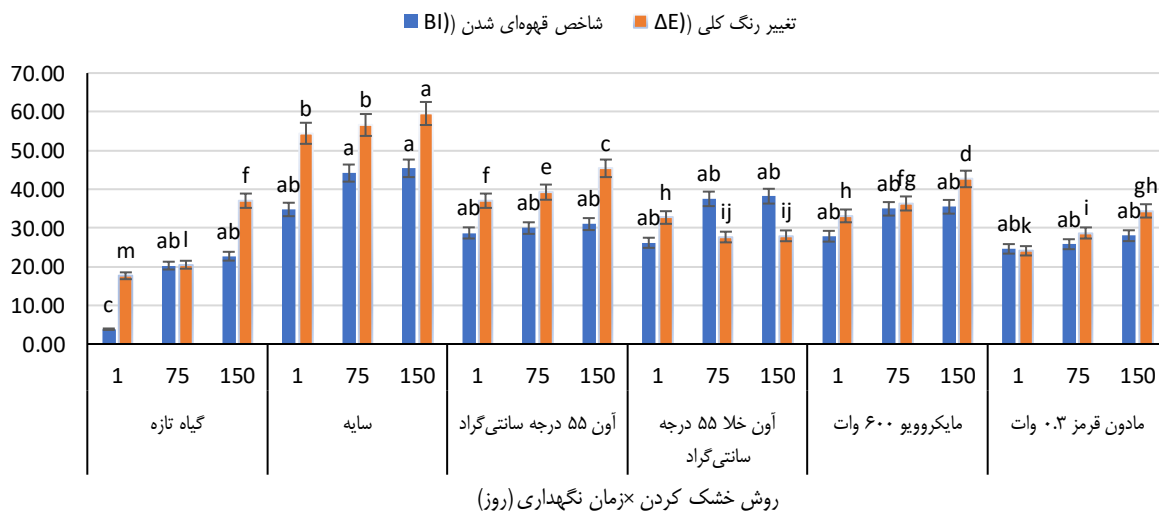
در هر ستون، میانگین هایی که حداقل یک حرف مشترک دارند، تفاوت معنی داری در سطح احتمال ۵ درصد ندارند.



در میوه‌هایی که در شرایط سایه‌خشک شدند پس از ۱۵۰ و ۷۵ روز مقدار a^* بیش از سایر نمونه‌ها بود که بیانگر تغییر رنگ نمونه به سمت قرمز است. میوه تازه خیار آب‌پران در روز اول، سبزیگی خود را بیشتر حفظ نمودند و پس از آن میوه‌های خشک شده در مادون قرمز ۰/۳ وات در روز اول کمترین مقدار a^* را دارا بود، شاخص a^* با گذر زمان افزایش قابل توجهی پیدا کرد و نمونه‌های گیاهی پس از دوره نگهداری به سمت قرمز شدن گرایش پیدا کردند (جدول ۲).

شاخص b^* (رنگ آبی - زرد) در میوه تازه خیار آب‌پران در روز اول و پس از آن میوه‌های خشک شده در مادون قرمز ۰/۳ وات در روز اول بیش از سایر نمونه‌ها بود، کمترین میزان شاخص b^* در میوه خیار آب‌پران در شرایط سایه خشک و روز ۷۵ و ۱۵۰ کمترین مقدار عددی را داشت که بیانگر زرد شدن نمونه است. افزایش شاخص b^* با گذر زمان نشانگر زرد شدن نمونه گیاهی خشک شده خیار آب‌پران بود. بر اساس نتایج مقایسه میانگین‌های اثر روش‌های مختلف خشک کردن بیشترین شاخص کروما (SI) در میوه تازه و سپس میوه خشک شده در مادون قرمز ۰/۳ وات در روز ۱۵۰ ارزیابی شد. در طول دوره نگهداری میزان تغییر رنگ نمونه بیشتر شد. شاخص اشباع یا کروما نشانه شدت یا خلوص رنگ است، در طول دوره نگهداری افزایش یافت. در ابتدای دوره نگهداری میوه‌های تازه خیار آب‌پران نسبت به سایر تیمارها روشنی بیشتری نشان دادند، کمترین شاخص سفیدی مربوط به تیمار سایه‌خشک و پس از ۱۵۰ روز نگهداری بود (جدول ۲).

بیشترین تغییر رنگ کلی (ΔE) در نمونه‌های سایه‌خشک در روز ۱۵۰ مشاهده شد. کمترین تغییر رنگ مربوط به میوه تازه و پس از آن تیمار مادون قرمز ۰/۳ وات در روز اول بود. کمترین مقدار عددی شاخص قهوه‌ای شدن در میوه تازه خیار آب‌پران در روز اول و بیشترین مقدار آن در روز ۱۵۰ در میوه‌های سایه‌خشک مشاهده شد (شکل ۱).



شکل ۱- نتایج مقایسه میانگین اثر متقابل روش‌های مختلف خشک کردن و زمان انبارداری بر تغییر رنگ کلی و شاخص قهوه‌ای شدن میوه خیار آب‌پران (*Ecballium Elaterium*)

۴. بحث و نتیجه‌گیری

تغییر مقدار L^* به دلیل حفظ ساختار سلولی و وجود آب در بافت‌های میوه تازه است که از اکسیداسیون ترکیبات فنولی و فعالیت آنزیم‌های تغییردهنده رنگ جلوگیری می‌کند (Alfredo et al., 2021). در نمونه‌های خشک شده با استفاده از مادون



قرمز (۰/۳ وات)، بیشترین مقدار L^* پس از میوه تازه مشاهده شد. این نتیجه به دلیل سرعت بالای خشک کردن با مادون قرمز است که زمان قرارگیری نمونه در معرض عوامل اکسیداتیو مانند اکسیژن و نور را کاهش می دهد و فعالیت آنزیم های مسئول تغییر رنگ، مانند پلی فنول اکسیداز، را مهار می کند (رحمتی و همکاران، ۱۳۹۷). از سوی دیگر، در نمونه های سایه خشک، کمترین مقدار L^* مشاهده شد که نشان دهنده تغییر رنگ بیشتر به سمت سیاه شدن بود. این امر به دلیل فرآیند آهسته خشک کردن در روش سایه خشک است که باعث قرارگیری طولانی تر نمونه ها در معرض هوا و نور می شود و اکسیداسیون ترکیبات فنولی و فعالیت آنزیم ها را افزایش می دهد (Zhu et al., 2023). با گذشت زمان، شاخص L^* در تمام تیمارها کاهش یافت که نشان دهنده پیشرفت تغییر رنگ به سمت سیاه شدن بود. این کاهش به دلیل ادامه فرآیندهای اکسیداتیو و غیر آنزیمی، مانند واکنش های میلارد و تشکیل ترکیبات تیره رنگ مانند ملانوئیدین، رخ داد (Won et al., 2015).

تغییر مقدار عددی شاخص a^* به دلیل اکسیداسیون ترکیبات فنولی، واکنش های میلارد، و تجزیه کلروفیل باشد که در طول زمان و تحت شرایط سایه خشک تشدید می شوند (Zhu et al., 2023). از سوی دیگر، میوه تازه خیار آب پران در روز اول سبزیگی خود را بیشتر حفظ کرد که به دلیل وجود آب در بافت ها و جلوگیری از اکسیداسیون ترکیبات فنولی و تجزیه کلروفیل بود (Won et al., 2015).

فرآیند خشک کردن بر خصوصیات سطحی مواد گیاهی اثر گذاشته و در نتیجه قابلیت انعکاس نور و رنگ مواد گیاهی را تغییر می دهد. اکسیداسیون طی خشک کردن باعث تغییرات شیمیایی در رنگیزه های فتوسنتزی و تغییر رنگ نمونه می شود (نورزاد و همکاران، ۱۴۰۱).

در میوه تازه، بافت ها به دلیل وجود آب و حفظ ساختار سلولی، کمتر در معرض اکسیداسیون و تجزیه رنگدانه ها قرار می گیرند. آب موجود در بافت ها از فعالیت آنزیم های تغییر دهنده رنگ (مانند پلی فنول اکسیداز) و اکسیداسیون ترکیبات فنولی جلوگیری می کند. در نتیجه، رنگ میوه تازه در روز اول شدیدتر و اشباع تر است و شاخص کروما بالاتر است. با این حال، در نمونه های خشک شده با مادون قرمز (۰/۳ وات)، سرعت بالای خشک کردن باعث کاهش زمان قرارگیری نمونه در معرض عوامل اکسیداتیو مانند اکسیژن و نور می شود (Alfredo et al., 2021). این روش همچنین فعالیت آنزیم های مسئول تغییر رنگ را سریع تر مهار می کند. در نتیجه، رنگ این نمونه ها در طول دوره نگهداری بهتر حفظ می شود و شاخص کروما بالاتر باقی می ماند. از سوی دیگر، در طول دوره نگهداری، فرآیندهای اکسیداتیو و غیر آنزیمی (مانند واکنش های میلارد و اکسیداسیون ترکیبات فنولی) ادامه می یابند. این فرآیندها باعث تشکیل ترکیبات رنگی جدید و افزایش شدت رنگ (اشباع شدن) می شوند. به ویژه در نمونه های سایه خشک، افزایش شاخص کروما می تواند ناشی از تشکیل ترکیبات قهوه ای-قرمز در اثر واکنش های میلارد باشد. این واکنش ها بین قندها و آمینو اسیدها رخ می دهند و در شرایط خشک کردن آهسته و قرارگیری طولانی مدت در معرض هوا و نور تشدید می شوند (Won et al., 2015).

در ابتدای دوره نگهداری، میوه های تازه خیار آب پران به دلیل حفظ کامل ساختار سلولی و محتوای آب بالا، روشنی بیشتری نسبت به سایر تیمارها نشان دادند. آب موجود در بافت های میوه تازه نه تنها به عنوان یک عامل محافظتی عمل می کند، بلکه با حفظ تورگور (فشار آب درون سلولی) از تغییرات فیزیکی و شیمیایی ناخواسته جلوگیری می کند. این شرایط باعث می شود که میوه تازه در ابتدای دوره نگهداری، رنگ روشن تر و شاخص سفیدی (WI) بالاتری داشته باشد، زیرا آب از اکسیداسیون ترکیبات فنولی و تجزیه رنگدانه هایی مانند کلروفیل جلوگیری می کند. علاوه بر این، فعالیت آنزیم های تغییر دهنده رنگ، مانند پلی فنول اکسیداز، در حضور آب و ساختار سلولی سالم به حداقل می رسد (Zhu et al., 2023). از سوی دیگر، در تیمار سایه خشک، فرآیند خشک کردن به آهستگی و در معرض شرایط محیطی (مانند اکسیژن و نور) انجام می شود. این



شرایط باعث می شود که نمونه ها برای مدت طولانی تری در معرض عوامل اکسیداتیو قرار گیرند. پس از ۱۵۰ روز نگهداری، کمترین شاخص سفیدی در تیمار سایه خشک مشاهده شد، زیرا این تیمار بیشترین آسیب را از نظر اکسیداسیون و تغییرات شیمیایی متحمل شده بود. در مقابل، خشک کردن با مادون قرمز (۰/۳ وات) به دلیل سرعت بالای فرآیند، زمان قرارگیری نمونه ها در معرض عوامل اکسیداتیو را کاهش می دهد. این روش همچنین با مهار سریع فعالیت آنزیم های تغییردهنده رنگ، از تجزیه رنگدانه ها و تشکیل ترکیبات تیره جلوگیری می کند. در نتیجه، نمونه های خشک شده با مادون قرمز در مقایسه با تیمار سایه خشک، شاخص سفیدی بالاتری را در طول دوره نگهداری حفظ می کنند (Won *et al.*, 2015).

تغییرات رنگ ناشی از انتقال همزمان گرما و جرم است که در سطح محصول اتفاق می افتد و بستگی به مدت زمان و دمای خشک شدن دارد (Nourzad *et al.*, 2024). بیشترین تغییر رنگ کلی (ΔE) در نمونه های سایه خشک در روز ۱۵۰ احتمالاً به دلیل تخریب تدریجی رنگدانه های مسئول رنگ میوه، مانند آنتوسیانین ها و کاروتنوئیدها، تحت تأثیر واکنش های اکسیداسیونی و آنزیمی در طی فرآیند خشک شدن و نگهداری طولانی مدت بوده است. در شرایط سایه خشک، به دلیل کاهش شدت تابش مستقیم و نبود اثرات تثبیت کننده حرارتی نور، فعالیت آنزیم های تجزیه کننده رنگدانه ها، مانند پلی فنل اکسیداز و پراکسیداز، ممکن است به طور پیوسته ادامه یابد و موجب کاهش پایداری رنگ شود (Zhu *et al.*, 2023). از سوی دیگر، کمترین تغییر رنگ در میوه تازه و تیمار مادون قرمز ۰/۳ وات در روز اول می تواند به حفظ ساختار سلولی، کاهش فعالیت آنزیم های تجزیه کننده رنگدانه ها و همچنین تأثیر احتمالی تیمار مادون قرمز در تثبیت ترکیبات رنگی مرتبط باشد. در واقع، تابش مادون قرمز می تواند از طریق ایجاد تغییرات فیزیکی در غشاهای سلولی، کاهش فعالیت آبی و محدود کردن واکنش های آنزیمی، مانع از تغییر سریع رنگ در مراحل اولیه شود (Alfredo *et al.*, 2021).

شاخص قهوه ای شدن میزان درجه خلوص رنگ قهوه ای را در نمونه نشان می دهد. میزان قهوه ای شدن نمونه های گیاهی در مدت نگهداری، افزایش یافت. بنابراین با افزایش زمان خشک شدن و طولانی شدن مدت نگهداری، قهوه ای شدن افزایش یافت (Talebzadeh *et al.*, 2022). کمترین مقدار شاخص قهوه ای شدن در میوه تازه خیار آب پُران در روز اول احتمالاً به دلیل ساختار سلولی سالم و دست نخورده، رطوبت بالا و فعالیت محدود آنزیم های دخیل در فرایند قهوه ای شدن، مانند پلی فنل اکسیداز (PPO) و پراکسیداز (POD)، است. در این مرحله، ترکیبات فنلی در فرم احیاء شده باقی مانده و اکسیداسیون کمتری رخ می دهد (Zhu *et al.*, 2023). از سوی دیگر، بیشترین مقدار این شاخص در میوه های سایه خشک در روز ۱۵۰ مشاهده شد که می تواند به علت تجمع ترکیبات فنلی اکسید شده، کاهش رطوبت، تخریب ساختارهای سلولی و افزایش واکنش های غیر آنزیمی مانند واکنش های میلارد و اتواکسیداسیون باشد. این عوامل در طول زمان، به ویژه در شرایط خشک، منجر به تشدید قهوه ای شدن بافت میوه می شوند (رحمتی و همکاران، ۱۳۹۷).

نتایج بدست آمده از پژوهش حاضر بر تأثیر فاکتورهای روش های خشک کردن و مدت زمان نگهداری بر کیفیت ظاهری میوه های خیار آب پُران دلالت داشت. تغییر رنگ در فرآیندهای مختلف خشک کردن و افزایش مدت انبارداری گیاهان به دلیل تخریب تدریجی رنگدانه های طبیعی مانند آنتوسیانین ها، کلروفیل، کاروتنوئیدها و فلاونوئیدها رخ می دهد که تحت تأثیر عوامل فیزیکی، شیمیایی و بیوشیمیایی قرار می گیرند. با افزایش مدت انبارداری، واکنش های اکسیداسیونی و آنزیمی تشدید شده و موجب تخریب بیشتر رنگدانه ها و تشکیل رنگدانه های قهوه ای نامطلوب می شوند. استفاده از دستگاه مادون قرمز، مطلوب ترین مقادیر خصوصیات ظاهری و کمترین شاخص قهوه ای شدن را پس از میوه تازه به دنبال داشت افزایش مدت نگهداری، کاهش شاخص روشنائی و افزایش شاخص قهوه ای شدن را سبب شد. به طور کلی مقایسه ویژگی های ظاهری میوه خیار آب پُران نشان داد که در بین شرایط مختلف مورد مطالعه برای نگهداری آن، خشک کردن در دستگاه مادون قرمز ۰/۳ وات و عدم نگهداری

طولانی مدت شرایط مطلوب تری بوده است. در مجموع به نظر می رسد در میوه خیار آب پران، فرایند خشک کردن و نگهداری موجب افزایش مقدار b^* و خشک کردن با سرعت بیشتر سبب افزایش شاخص b^* می شود؛ بنابراین، استفاده از روش هایی با سرعت بالا و نیز نگهداری به مدت محدود می تواند موجب بهبود خواص ظاهری مرتبط با رنگ و کیفیت ظاهری آن گردد.

منابع

- بهمن پور، ح.، سجادی، س.م.، شیخ داودی، م.ج.، ذوالفقاری، م. ۱۳۹۶. تأثیر دما و روش خشک کردن بر مدت زمان خشک شدن و کیفیت رنگ گیاه نعنای ماشین های کشاورزی، (۷): ۴۱۵-۴۲۶.
- حسین زاده، ن.، نقدی بادی، ح.ع.، کلاته جاری، س.، مهر آفرین، ع.، سعیدی سار، س. ۱۴۰۱. بررسی برخی ترکیبات فیتوشیمیایی عصاره گیاه خیار آب پران (*Ecballium elaterium* M. Bieb) تحت اثر روش های مختلف خشک کردن. مجله علوم و صنایع غذایی ایران، ۱۹(۱۲۶): ۳۰۷-۳۲۰.
- رحمتی، ا.، شریفیان، ف.، فتاحی، م. ۱۳۹۷. بررسی تأثیر روش های مختلف خشک کردن و ترکیب های افزودنی بر روی خواص فیزیکی و شیمیایی عصاره گیاه بادرشبو (*Dracocephalum moldavica* L.). تحقیقات گیاهان دارویی و معطر ایران، ۳۴(۵): (پیاپی ۹۱): ۷۹۳-۷۸۱.
- نورزاد، س.، نقدی بادی، ح.ع.، کلاته جاری، س.، مهر آفرین، ع.، سعیدی سار، س. ۱۴۰۱. ارزیابی اثر روش های مختلف خشک کردن بر برخی صفات فیتوشیمیایی گیاه چوچاق (*Eryngium caeruleum* Trautv.). مجله علوم و صنایع غذایی ایران، ۱۹(۱۲۷): ۳۱۷-۳۳۱.
- یزدی فر، ش.، نقدی بادی، ح.ع.، مهر آفرین، ع.، کلاته جاری، س.، دانانی، ا. ۱۴۰۱. ارزیابی تنوع اکومورفولوژیکی و فیتوشیمیایی گیاه دارویی *Artemisia sieberi* Besser. در رویشگاه های مختلف استان قم. اکوفیتوشیمی گیاهان دارویی، ۱۰(۱): ۲۷-۴۶.
- Alfredo, D.N., Orlando, S.S., Erick, C.L.V., Ana, L.C.M., Isaac, P.F., and Octavio, G.V. (2021). Influence of process variables on the drying kinetics and color properties of pear slices (*Pyrus communis*). Color Research and Application, 46: 1128-1141.
- Amrouni, R., Souilah, N., Bendif, H., and Laredj, H. (2020). Ethnobotanical study of the toxicity of *Ecballium elaterium* (L.) A. Rich in the Northeast of Algeria. Journal of Medicinal Botany, 4: 9-13.
- Anzano, A., Falco, B. d., Grauso, L., and Lanzotti, V. (2024). Squirting Cucumber, *Ecballium elaterium* (L.) A. Ritch: An Update of Its Chemical and Pharmacological Profile. Molecules, 29(18): 4377.
- Ebrahimi, R., Jalili Marandi, R., Doolati Baneh, H., Esmaeili, M., and Haji Taghiloo, R. (2014). Effect of pre harvest sprays of ethephon on fruit quality attributes of seedless grape (*Vitis vinifera* L.). Plant Production Journal, 37(1): 11-25. [In Persian with English Summary].
- Ergunes, G., and Tarhan, S. (2006). Colour retention of red peppers by chemical pretreatments during greenhouse and open sun drying. Journal of Food Engineering, 76: 446-452.
- Hammond, D.A. (2007). Analysis of Soft Drinks and Fruit Juices. In P. R. Ashursts (Ed.), Chemistry and Technology of Soft Drinks and Fruit Juices (2nd ed., pp. 236-278). Oxford, Willey.
- Hazrati, S., Lotfi, K., Govahi, M., and Ebadi, M.T. (2021). A comparative study: Influence of various drying methods on essential oil components and biological properties of *Stachys lavandulifolia*. Food Science & Nutrition, 9(5): 2612-2619.
- Lisboa, C.F., Melo, E.C., and Donzeles, S.M.L. (2018). Influence of storage conditions on quality attributes of medicinal plants. Journal of Agricultural Engineering and Biotechnology, 6(3): 45-52.
- Nadian, M.H., Rafiee, S., Aghbashlo, M., Hosseinpour, S., and Mohtasebi, S.S. (2015). Continuous real-time monitoring and neural network modeling of apple slices color changes during hot air drying. Food and Bioproducts Processing, 94: 263-274.
- Nakra, S., Tripathy, S., and Srivastav, P.P. (2025). Drying as a preservation strategy for medicinal plants: Physicochemical and functional outcomes for food and human health. Phytomedicine Plus, 100762.
- Nourzad, S., Naghdi Badi, H., Kalateh Jari, S., Mehrafarin, A., and Saeidi-Sar, S. (2024). Investigation of the qualitative and appearance characteristics of *Eryngium caeruleum* L. based on colorimetric and browning indices in storage conditions. Food Science and Nutrition, 12(9): 6690-6698.



- Rocha, R.P., Melo, E.C., and Radünz, L.L. (2011). Influence of drying methods on the quality of medicinal and aromatic plants: A review. *Journal of Medicinal Plants Research*, 5(33): 7076-7084
- Souilah, N., Amrouni, R., Bendif, H., Daoud, N., and Lared, H. (2020). Ethnobotanical study of the toxicity of *Ecballium elaterium* (L.) A. Rich. in the Northeast of Algeria. *Journal of Medicinal Botany*, 4: 9–13.
- Won, Y.C., Min, S.C., and Lee, D.U. (2015). Accelerated drying and improved color properties of red pepper by pretreatment of pulsed electric fields. *Drying Technology*, 33(8): 926–32.
- Yazdi Far, Sh., Naghdi Badi, H., Mehrafarin, A., Kalateh Jari, S., and Danaee, E. (2024). Chemical composition diversity in wild populations of *Artemisia sieberi* Besser under the same climate conditions. *Genetic Resources and Crop Evolution*, 1-24.
- Zhu, L., Li, M., Yang, W., Zhang, J., Yang, X., Zhang, Q., and Wang, H. (2023). Effects of Different Drying Methods on Drying Characteristics and Quality of *Glycyrrhiza uralensis* (Licorice). *Foods*, 12: 1652.

سنجش محتوای برخی از صفات فیتوشیمیایی گیاه مریم گلی تماشایی (*Salvia hydrangea* L.)

مهلا داودی نژاد ده آبادی^{۱*}، مصطفی ترکش اصفهانی^۱، پوران دخت گلکار^۱

^{۱*} گروه مرتع و آبخیزداری، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه صنعتی اصفهان، ایران (mahla.davoodinejad@gmail.com)

چکیده

جنس مریم گلی بای بیش از ۱۰۰۰ گونه در سراسر جهان یکی از بزرگ‌ترین و با ارزش‌ترین جنس‌های تیره نعناع^۱ می‌باشد. در کشور ایران ۵۸ گونه از این جنس رویش دارد و به دلیل دارا بودن متابولیت‌های ثانویه از جمله ترکیبات اسانس و آنتی‌اکسیدان‌ها، دارای توزیع گسترده در مناطق اقلیمی مختلف است. این تحقیق با هدف بررسی و مقایسه برخی از صفات فیتوشیمیایی گونه مریم گلی تماشایی (*Salvia hydrangea* L.) در دو شهرستان سمیرم و فریدون‌شهر از استان اصفهان صورت گرفت. فعالیت آنتی‌اکسیدانی عصاره‌های متانولی نمونه‌های گیاهی به روش مهار رادیکال آزاد DPPH ارزیابی شد. محتوای ترکیب‌های فنولی و فلاونوئیدی کل با روش فولین سیکالتو^۲ و آلومینوم کلرید سنجش شد. بر اساس مقایسه میانگین صفات بیوشیمیایی مریم گلی تماشایی در ژنوتیپ‌های مختلف بیشترین میزان محتوای فنول کل (۲/۹۳ میلی گرم گالیک اسید / گرم وزن خشک)، محتوای فلاونوئید کل (۵/۱۷ میلی گرم کوئرستین / گرم وزن خشک) و فعالیت آنتی‌اکسیدانی (۷۹/۹۲ درصد) به ژنوتیپ G422 اختصاص داشت. در حالی که کمترین میزان محتوای فلاونوئید کل (۱/۸۹ میلی گرم کوئرستین / گرم وزن خشک) و فعالیت آنتی‌اکسیدانی (۶۰/۲۲ درصد) در ژنوتیپ G212 مشاهده شد. کمترین میزان محتوای فنول کل (۱/۴۳ میلی گرم گالیک اسید / گرم وزن خشک) نیز به ژنوتیپ G322 اختصاص داشت. تفاوت در میزان متابولیت‌های ثانویه و فعالیت آنتی‌اکسیدانی ژنوتیپ‌های مورد مطالعه می‌تواند ناشی از تفاوت در اندام گیاهی، شرایط رویشگاهی و اقلیمی باشد. تشخیص ژنوتیپ‌های برتر می‌تواند در مطالعات بعدی از نظر استفاده در برنامه‌های اصلاحی و همچنین تولید محصولات با ارزش دارویی مورد استفاده قرار گیرد.

واژگان کلیدی: فعالیت آنتی‌اکسیدانی، محتوای فلاونوئید کل، محتوای فنول کل.

¹ *Lamiaceae*

² *Folin Ciocalteu*



۱. مقدمه

جنس مریم گلی با بیش از ۱۰۰۰ گونه در سرتاسر جهان یکی از بزرگ‌ترین و با ارزش‌ترین جنس‌های خانواده نعنائیان می‌باشد (Bohera and Dorffing, 1993). این جنس دارای ۷۰ گونه در خاورمیانه می‌باشد (Hedge, 1982) که ۵۸ گونه آن در ایران است و ۱۷ گونه‌ی آن انحصاری می‌باشند (مظفریان، ۱۳۷۵) و پراکندگی جغرافیایی آن در مناطق ایرانی - تورانی است. استان‌های آذربایجان، کردستان، زنجان، گیلان، قزوین، تهران، مرکزی، مازندران، اصفهان، لرستان، چهارمحال و بختیاری، فارس، کرمان و بخش‌هایی از سیستان و بلوچستان از نقاط پراکنش گونه مریم گلی تماشایی محسوب می‌شود. انتشار جهانی آن شامل آناتولی، ماوراء قفقاز و ایران است (Rechinger, 1982).

عصاره اندام‌های هوایی گونه مریم گلی تماشایی باعث افزایش انسولین، کاهش میزان کلسترول و آنزیم‌های کبدی می‌شود، بنابراین می‌تواند در بهبود دیابت، چربی خون و عملکرد کبد چرب مؤثر باشد (Zarei et al., 2015; Aqababa et al., 2016). گل‌های این گونه دارای اثرات ضد التهابی، ضد اسپاسم، ادرارآور، آرام بخش و ضد نفخ بوده و برای درمان سرفه، تب و گلودرد استفاده می‌شود (Asadollahi et al., 2019). این گیاه به عنوان نگهدارنده طبیعی برای تثبیت مواد غذایی، در صنایع عطرسازی و به واسطه داشتن ظاهری زیبا در فضای سبز، مورد استفاده قرار می‌گیرد (Kosar et al., 2008; Poullos et al., 2020). مطالعات نشان داده که اسانس‌های به‌دست آمده از برگ و گل مریم گلی تماشایی دارای اثرات مهاری و کشنده قابل توجهی بر روی باکتری گرم منفی سودوموناس آئروژینوزا می‌باشد که در بین گونه‌های مختلف مریم گلی رایج نیست (Ghavam et al., 2020).

گونه *Salvia hydrangea* L. پایا به صورت علفی، بوته‌ای-پشته‌ای، معطر و چندساله می‌باشد که بخش انتهایی ساقه‌ها چوبی است و هر ساله از روی این بخش چوبی شاخه‌های جدید ظاهر می‌شود. ساقه‌ها حالت افراشته دارند و تا ارتفاع ۶۰-۲۰ سانتی‌متر رشد می‌کنند (Rechinger, 1982).

نتایج مطالعات انجام گرفته نشان می‌دهد که تاکنون مطالعات اندکی در مورد اندازه‌گیری محتوای کل فنول و فلاونوئید در گونه‌های مختلف مریم گلی تماشایی در مناطق مختلف ایران صورت گرفته است (Moshari-Nasirkandi et al., 2024; Kharazian, 2013; Kharazian, 2014; Jeshvaghani et al., 2015). این مطالعه به منظور بررسی میزان محتوای فنول کل، محتوای فلاونوئید کل و فعالیت آنتی‌اکسیدانی در برخی از ژنوتیپ‌های مریم گلی تماشایی رویش یافته در مناطق جغرافیایی طبیعی استان اصفهان صورت گرفت.

۲. مواد و روش‌ها

۲-۱. منطقه مورد مطالعه

نمونه‌های گونه مریم گلی تماشایی در خردادماه سال ۱۴۰۳ از شهرستان سمیرم و دره بید فریدون‌شهر واقع در استان اصفهان جمع‌آوری شد (جدول ۱).



جدول ۱. ویژگی مناطق جمع آوری ژنوتیپ های گونه مریم گلی تماشایی

شماره	مناطقه	مورد	کد	طول	عرض	میانگین	
						مجموع	میانگین دمای
ژنوتیپ	جمع آوری	مطالعه	ژنوتیپ	جغرافیایی	جغرافیایی	ارتفاع (متر)	بارندگی سالانه (میلی متر)
۱	سمیرم	برگ	G112	۵۱°۷۴'۳۴"	۳۱°۶۶'۴۳"	۲۵۳۱	۵۰۶/۲
۲	سمیرم دره بید	برگ	G212	۵۱°۷۴'۴۳"	۳۱°۶۵'۳۱"	۲۵۷۰	۵۰۶/۲
۳	فریدون شهر دره بید	برگ	G322	۵۰°۴۰'۶۹"	۳۳°۱۰'۷۵"	۲۶۸۳/۲۴	۵۶۱/۷
۴	فریدون شهر	برگ	G422	۵۰°۴۰'۷۲"	۳۳°۱۰'۷۲"	۲۶۸۵/۰۷	۵۶۱/۷

۲-۲. روش تحقیق

۲-۲-۱. استخراج عصاره متانولی

در این بررسی استخراج عصاره در اندام برگ نمونه های گیاهی مریم گلی تماشایی انجام شد. به این صورت که مقدار ۰/۲ گرم از نمونه گیاهی کاملاً خشک و آسیاب شده با ۳ میلی لیتر متانول اسیدی (به نسبت ۹۹ به ۱ متانول به استیک اسید) در هاون ساییده و سپس درون فالدکون های استریل ریخته و به مدت ۲۴ ساعت در یخچال نگهداری شد. سپس عصاره ها به مدت ۲۵ دقیقه با دور ۴۰۰۰ rpm سانتریفیوژ گردید و درون ویال های استریل ریخته و آماده برای انجام آزمایشات بعدی شدند.

۲-۲-۲. سنجش محتوای فنول کل

جهت اندازه گیری ترکیبات فنولی در نمونه های برگ از معرف فولین سیکالتو استفاده گردید (Singleton et al., 1999). میزان ۰/۲ گرم از نمونه گیاهی خشک و آسیاب شده داخل هاون با ۳ سی سی متانول اسیدی (۹۹ سی سی متانول و ۱ سی سی استیک اسید) ساییده و داخل فالدکون ریخته شد. سپس نمونه ها به مدت ۲۵ دقیقه با دور ۴۰۰۰ rpm سانتریفیوژ گردید. ۰/۵ سی سی از عصاره متانولی با ۲/۵ سی سی محلول معرف فولین ۱۰٪ و ۲ سی سی محلول سدیم کربنات ۷٪ مخلوط شد و نمونه ها به مدت ۹۰ دقیقه در دمای محیط قرار گرفت. سپس با استفاده از دستگاه اسپکتوفتومتر میزان فنول کل با اندازه گیری جذب در طول موج ۷۶۰ نانومتر قرائت گردید. از محلول ترکیبی ۰/۵ سی سی متانول با ۲/۵ سی سی محلول معرف فولین ۱۰٪ و ۲ سی سی محلول سدیم کربنات ۷٪ به عنوان محلول بلانک استفاده شد. داده های خروجی از دستگاه اسپکتوفتومتر برای هر نمونه یادداشت گردید و میزان فنول کل داده ها بر اساس معادل میلی گرم گالیک اسید بر گرم وزن خشک گیاه بیان شد.

۲-۲-۳. سنجش محتوای فلاونوئید کل



محتوای فلاونوئید بر اساس روش رنگ سنجی آلومینیوم کلراید انجام شد (Amalich et al., 2016). میزان ۰/۲ گرم از نمونه گیاهی خشک و آسیاب شده داخل هاون با ۳ سی سی متانول اسیدی (۹۹ سی سی متانول و ۱ سی سی استیک اسید) سابیده و داخل فالدون ریخته شد. سپس نمونه ها به مدت ۲۵ دقیقه با دور ۴۰۰۰ rpm سانتریفیوژ گردید. ۰/۵ سی سی از عصاره متانولی با ۱۰۰ میکرولیتر آلومینیوم کلراید ۱۰٪، ۱۰۰ میکرولیتر پتاسیم استات ۱ مولار، ۲/۵ سی سی آب مقطر استریل ترکیب شد. نمونه ها به مدت ۳۰ دقیقه در دمای محیط قرار گرفت. سپس با استفاده از دستگاه اسپکتوفتومتر میزان محتوای فلاونوئید با اندازه گیری جذب در طول موج ۴۱۵ نانومتر قرائت گردید. از محلول ترکیبی در غیاب عصاره به عنوان محلول بلانک استفاده شد. داده های خروجی از دستگاه برای هر نمونه یادداشت گردید و محتوای فلاونوئید به صورت میلی گرم معادل کوئرستین به ازای گرم وزن خشک گیاه بیان شد.

۴-۲-۲. تعیین فعالیت آنتی اکسیدانی به روش DPPH

میزان ۰/۲ گرم از نمونه گیاهی خشک و آسیاب شده داخل هاون با ۳ سی سی متانول اسیدی (۹۹ سی سی متانول و ۱ سی سی استیک اسید) سابیده و داخل فالدون ریخته و به مدت ۲۴ ساعت در یخچال نگه داری شد. سپس نمونه ها به مدت ۲۵ دقیقه با دور ۴۰۰۰ rpm سانتریفیوژ گردید تا همگن شود. ۱/۵ سی سی DPPH ۰/۱ میلی مولار را با ۰/۵ سی سی عصاره مخلوط گردید و محلول حاصل به مدت ۲۰ دقیقه در تاریکی قرار گرفت. سپس جذب آن در طول موج ۵۱۷ نانومتر قرائت گردید و داده های خروجی از دستگاه اسپکتوفتومتر برای هر نمونه یادداشت شد. درصد مهار (درصد بازدارندگی) رادیکال های آزاد DPPH توسط آنتی اکسیدان ها با استفاده از فرمول زیر محاسبه شد (Mirzaei et al., 2011).

$$\%RSC = [(A_{blank} - A_{sample}) / A_{blank}] * 100$$

A_{blank} : میزان جذب نوری کنترل منفی تمامی موارد به استثنای عصاره ها

A_{sample} : میزان جذب نوری نمونه ها

۳. نتایج

۳-۱. محتوای متابولیت های ثانویه در ژنوتیپ های مورد مطالعه

در این بررسی با عصاره گیری از اندام برگ در گونه مریم گلی تماشایی از ۴ ژنوتیپ، محتوای متابولیت های ثانویه و فعالیت آنتی اکسیدانی اندازه گیری شد. نتایج تجزیه واریانس حاکی از آن است که بین ژنوتیپ های مورد مطالعه تفاوت معنی داری از نظر صفات بررسی شده وجود داشت. (جدول ۲).

جدول ۲. تجزیه واریانس صفات فیتوشیمیایی در مریم گلی تماشایی

صفت		
محتوای فنول	محتوای فلاونوئید	فعالیت آنتی
کل (میلی گرم گالیک اسید /	کل (میلی گرم کوئرستین /	اکسیدانی DPPH (%)
وزن خشک)	وزن خشک)	
درجه آزادی		



۲۴۸/۱۲**	۵/۵۷**	۱/۴۰**	۴	ژنوتیپ
۲۲/۳۴	۰/۱۰	۰/۰۰۳	۸	خطا
۶/۵	۸/۸۰	۲/۳۶		ضرب تنوع (%)

* و ** به ترتیب نشان دهنده معنی دار بودن در سطح پنج درصد و یک درصد می باشد.

۳-۲. مقایسه میانگین صفات بیوشیمیایی در ژنوتیپ های مختلف در اندام برگ

بر اساس جدول ۳ مقایسه میانگین صفات بیوشیمیایی در ژنوتیپ های مختلف در اندام برگ مشاهده می شود که مقدار کل صفات فیتوشیمیایی اندازه گیری شده، در ژنوتیپ G422 نسبت به سایر ژنوتیپ ها بیشتر است. در این مطالعه تفاوت معنی داری از نظر محتوای فنول کل در بین ژنوتیپ های مورد مطالعه وجود داشت که بیشترین میزان (۲/۹۳ میلی گرم گالیک اسید/ وزن خشک) در ژنوتیپ G422 و کمترین میزان (۱/۴۳ میلی گرم گالیک اسید / وزن خشک) در ژنوتیپ G322 مشاهده شد. بیشترین میزان محتوای فلاونوئید کل (۵/۱۷ میلی گرم کوئرستین / وزن خشک) در ژنوتیپ G422 و کمترین میزان (۱/۸۹ میلی گرم گالیک اسید / وزن خشک) در ژنوتیپ G212 مشاهده شد. فعالیت آنتی اکسیدانی در بین ژنوتیپ های G112، G322 و G422 تفاوت معنی داری در سطح احتمال ۵ درصد نشان نداد.

جدول ۳. مقایسه میانگین صفات فیتوشیمیایی در ژنوتیپ های مختلف مریم گلی تماشایی

صفت			
محتوای فنول کل (میلی گرم)			
کد ژنوتیپ	گالیک اسید / گرم وزن خشک	محتوای فلاونوئید کل (میلی گرم کوئرستین / گرم وزن خشک)	فعالیت آنتی اکسیدانی DPPH (%)
G112	۲/۸۱ ^b ± ۰/۰۱۴	۳/۵۲ ^b ± ۰/۲۱	۷۲ ^a ± ۲/۰۹
G212	۲/۲۴ ^c ± ۰/۰۰۱	۱/۸۹ ^c ± ۰/۰۶	۶۰/۲۲ ^b ± ۴/۸۳
G322	۱/۴۳ ^d ± ۰/۰۱	۴/۰۳ ^b ± ۰/۲۴	۷۹/۰۲ ^a ± ۰/۱۵
G422	۲/۹۳ ^a ± ۰/۰۶	۵/۱۷ ^a ± ۰/۱۶	۷۹/۹۲ ^a ± ۱/۴۰

در هر ستون، وجود حروف مشترک، نشان دهنده عدم وجود تفاوت معنی دار در سطح احتمال ۵ درصد می باشد.

۴. بحث و نتیجه گیری

گیاهان دارویی علاوه بر داروسازی و استفاده در طب سنتی و مدرن، کاربردهای دیگری نیز دارند که از مهم ترین آن ها می توان به استفاده در تولید سموم ارگانیک، علف کش ها، حشره کش ها و قارچ کش ها، استفاده در تهیه رنگ ها، استفاده در صنایع آرایشی و بهداشتی، صنایع غذایی به عنوان چاشنی، طعم دهنده، نگهدارنده، جلوگیری از فساد مواد غذایی و کاربرد در زیباسازی فضای سبز و محیط زیست، اشاره نمود (Bolouri et al., 2022). خانواده نعنائیان یکی از مهم ترین خانواده های گیاهی دارویی شناخته شده است و به دلیل دارا بودن متابولیت های ثانویه از جمله ترکیبات اسانس و آنتی اکسیدان ها، دارای توزیع گسترده در مناطق اقلیمی مختلف است. کشور ایران یکی از نقاط با پراکندگی بالا در جنس *Salvia* می باشد.



متابولیت‌های ثانویه از سنتز متابولیت‌های اولیه به دست می‌آیند، همچنین این ترکیبات را به عنوان ترکیبات فرعی و انتهایی متابولیسم اولیه می‌توان در نظر گرفت (Hounscome et al., 2008). ترکیبات فنولی گروه بزرگی از متابولیت‌های ثانویه گیاهی بوده و حدود ۸۰۰۰ ترکیب مختلف در این گروه قرار می‌گیرند که باعث ایجاد رنگ، طعم و ویژگی‌های فیزیولوژیکی خاصی در گیاهان می‌شوند و از گیاه در برابر تنش‌های زیستی و غیرزیستی به خصوص علف‌کش‌ها محافظت می‌کنند (Boudet, 2007). فلاونوئیدها دسته مهمی از رنگ‌دانه‌های طبیعی و مهم موجود در گیاهان هستند که این گروه دسته بزرگی از فنولیک‌های گیاهی با وزن مولکولی پایین را تشکیل می‌دهند. فلاونوئیدها دارای فعالیت‌های بیولوژیکی و دارویی متنوعی از جمله آنتی‌اکسیدان، ضد میکروبی و آنتی‌اکسیدانی هستند (Shen et al., 2022).

نتایج پژوهش حاضر نشان داد که بین ژنوتیپ‌های مورد مطالعه تفاوت معنی‌داری از نظر صفات بررسی شده وجود داشت. ترکیبات فنولی و فلاونوئیدی که بیشترین تاثیر را در خصوصیات آنتی‌اکسیدانی گونه‌های مریم گلی دارند، از صفات مورد بررسی در این پژوهش بودند. برخی مطالعات نیز پیشنهاد کرده‌اند که ترکیبات پلی‌فنولیک اندام‌های گیاه تحت تاثیر ژنوتیپ و عادت رشدی می‌باشد (Orhan et al., 2007). مطالعات انجام شده روی سایر گونه‌ها در مناطق مختلف دنیا نیز نتایج متفاوت دیگری برای مقادیر ترکیبات فنولی و فلاونوئیدی گونه‌های مریم گلی ارائه می‌دهد که این تفاوت می‌تواند ناشی از تفاوت گونه‌ها، زمان جمع‌آوری، اندام مورد مطالعه و تفاوت‌های زیست محیطی باشد (Farhat et al., 2013 ; Al-Qudah et al., 2002 ; Pizzale et al., 2014). ترکیب‌های فیتوشیمیایی گیاه دارویی مریم گلی بسیار پیچیده هستند، به طوری که در مطالعه ای روی ترکیب‌های فیتوشیمیایی گیاه مریم گلی یکساله (*S. viridis*)، مشاهده شد که میزان فنول کل ۲۷۲/۲ میلی گرم اسید گالیک / گرم وزن خشک و میزان فلاونوئید کل ۱۸۷/۳ میلی گرم کوئرستین / گرم وزن خشک بوده است (Yazdinezhad and Malekzadeh, 2015).

اندازه‌گیری خصوصیات فیتوشیمیایی و بررسی فعالیت آنتی‌اکسیدانی گونه‌های مختلف از گیاه مریم گلی جمع‌آوری شده از مناطق مختلف استان آذربایجان غربی نشان داد که بیشترین و کمترین میزان فنول کل به ترتیب در گونه *S. verticillata* (۳۹/۱۸ میلی گرم اسید گالیک / گرم وزن خشک) و *S. sylvestris* (۱/۰۹ میلی گرم اسید گالیک / گرم وزن خشک) مشاهده شد. بیشترین میزان فلاونوئید کل (۱/۷۱ میلی گرم کوئرستین / گرم وزن خشک) در گونه *S. hydrangea* و کمترین میزان فلاونوئید کل (۰/۱۱ میلی گرم کوئرستین / گرم وزن خشک) در گونه *S. sylvestris* مشاهده شد. بیشترین و کمترین میزان فعالیت آنتی‌اکسیدانی به ترتیب مربوط به گونه‌های *S. hydrangea* (۸۹/۴۶ درصد) و *S. sylvestris* (۴/۶ درصد) بود (جعفرپور و همکاران، ۱۳۹۷). تجزیه و تحلیل صفات فیتوشیمیایی و فعالیت آنتی‌اکسیدانی گونه مریم گلی در ایران نشان داد که بیشترین و کمترین محتوای فنول کل به ترتیب در گونه *S. ceratophylla* (۶۲/۴۶ میلی گرم اسید گالیک بر گرم وزن خشک) و *S. limbata* (۱۲/۶۷ میلی گرم اسید گالیک بر گرم وزن خشک) مشاهده شد. بیشترین میزان فلاونوئید کل (۱۸/۶۶ میلی گرم کوئرستین بر گرم وزن خشک) در گونه *S. syriaca* و کمترین میزان فلاونوئید کل (۹/۵۸ میلی گرم کوئرستین بر



گرم وزن خشک) در گونه‌ی *S. limbata* مشاهده شد. بیشترین و کمترین میزان فعالیت آنتی اکسیدانی به ترتیب مربوط به گونه‌های *S. limbata* (۶۸/۹۳ درصد) و *S. ceratophylla* (۴/۵۸ درصد) بود (Moshari-Nasirkandi et al., 2024).

در مطالعه انجام شده روی عصاره هیدرومتانولی گیاه دارویی مریم گلی گونه *S. officinalis* مشخص شده است که میزان فنول کل بین ۷۰/۵ تا ۱۷۶/۵ میلی گرم گالیک اسید بر گرم عصاره و فلاونوئید کل به میزان ۱/۹۲ تا ۹/۱ میلی گرم کوئرستین / گرم عصاره می‌باشد (Khiya et al., 2021). در تحقیقی تحقیق روی گونه *S. reuterana*، نشان داده شد که اثرات آنتی اکسیدانی عصاره متانولی بیشتر از اسانس می‌باشد. همچنین میزان فعالیت آنتی اکسیدانی به روش DPPH تا ۹۴ درصد در گونه *S. virgata* و ۱۵ درصد در گونه *S. persica* گزارش شده است (Aminzadeh et al., 2015).

خصوصیات فیتوشیمیایی گونه‌های مختلف مریم گلی بومی در ترکیه تفاوت‌های معنی‌داری از لحاظ صفات مورد مطالعه داشتند (Kelen and Tepe, 2008). نتایج پژوهش جعفرپور و همکاران (۱۳۹۷) نشان داد که ارتباط مستقیمی بین خصوصیات فیتوشیمیایی و فعالیت آنتی اکسیدانی وجود دارد. در این مطالعه گونه‌های *S. verticillata* و *S. hydrangea* فعالیت آنتی اکسیدانی بهتری نسبت به بقیه گونه‌ها داشتند. در مطالعه‌ای روی شش گونه مریم گلی بومی ایران انجام شد مشخص شد که اثرات آنتی اکسیدانی بالای گونه‌هایی از سالویا مانند *S. hydrangea* و *S. macilenta* به خاطر وجود ترکیبات فنولی و فلاونوئیدها می‌باشد که در تطابق با تحقیق حاضر می‌باشد (Asadi et al., 2010).

رادیکال‌های آزاد DPPH با ضد اکساینده‌های موجود در عصاره‌ها، واکنش داده و به شکل پایدار در می‌آیند. در نتیجه رنگ آن از بنفش تیره به زرد روشن تبدیل شده و میزان جذب نیز کاهش می‌یابد. هرچه مقدار جذب خوانده شده بعد از ۳۰ دقیقه بیشتر باشد، فعالیت ضد اکساینده‌های موجود در عصاره گیاهی در حذف رادیکال‌های آزاد کمتر می‌باشد. بنابراین مقدار DPPH باقی‌مانده رابطه معکوس با فعالیت مهارکنندگی ضد اکساینده‌ها دارد. بسیاری از گیاهان دارویی حاوی ترکیبات ضد اکسایشی هستند، این ترکیبات به مهار بسیاری از واکنش‌های اکسیداسیون که توسط رادیکال‌های آزاد مثل پروکسیل، هیدروکسیل و پراکسی نیتريت ایجاد می‌شوند (جاروب رادیکال‌های آزاد)، کمک می‌کنند. میزان فعالیت آنتی اکسیدانی بسیاری از عصاره‌های استخراج شده از گیاهان وابسته به وجود ترکیبات فنولیکی و فلاونوئیدی ارزشمند با خاصیت دارویی می‌باشد که توانایی مهار رادیکال‌های آزاد اکسیژن را دارند (Asadi et al., 2010). در این پژوهش ژنوتیپ G422 بیشترین میزان فعالیت آنتی اکسیدانی را در بین نمونه‌های مورد مطالعه داشت.

در این مطالعه شناسایی ژنوتیپ‌های برتر مریم گلی تماشایی از نظر محتوای بالای فنول کل، فلاونوئید کل و فعالیت آنتی اکسیدانی زیاد می‌تواند راهکار موثری در جهت انتخاب این ژنوتیپ‌ها برای برنامه‌های آتی اصلاحی باشد.

منابع

جعفرپور، پ.، فرخزاد، ع.، علیرضالو، ا.، نژادحبيب وش، ف. ۱۳۹۷. بررسی تنوع فیتوشیمیایی و آنتی اکسیدانی گونه‌های مختلف جنس (*Salvia L.*) در استان آذربایجان غربی. اکوفیتوشیمی گیاهان دارویی. ۶(۲): ۱-۱۱.

مظفریان، و. ا. ۱۳۷۵. فرهنگ نام‌های گیاهان ایران. انتشارات فرهنگ معاصر.



- Asadollahi, M., Firuzi, O., Jamebozorgi, F.H., Alizadeh, M., and Jassbi, A.R. (2019). Ethnopharmacological studies, chemical composition, antibacterial and cytotoxic activities of essential oils of eleven *Salvia* in Iran. *Journal of Herbal Medicine*, 17: 100250.
- Amalich, S., Fadili, K., Fahim, M., Hilali, F. E. L., and Zaïr T. (2016). Polyphenols content and antioxidant power of fruits and leaves of *Juniperus phoenicea* L. From Tounfite (Morocco), *Moroccan Journal of Chemistry*, 1: 177–186.
- Aqababa, H., Chobineh, M.A., Zarei, A., and Changizi Ashtiyani, S. (2016). The effect of ethanol extract of aerial parts of *Salvia hydrangea* L. on plasma biochemical factors in male rats with hypercholesterolemia. *Qom University of Medical Sciences Journal*, 10(4): 78-85.
- Aminzadeh, M., Jamshidi, A.H., Mortazavi, F., Azarnivand, H., Naghavi, M.R., and sarvestani, R. (2015). Antioxidant and phytochemical diversity of essential oils and plant extracts *Salvia reuterana* collected from Damavand (northern Iran). *Eco-phytochemical Journal of Medical Plants*, 11: 1-9.
- Al-Qudah, M.A., Al-Jaber, H.I., Abu Zarga, M.H., and Abu Orabi, S.T. (2014). Flavonoid and phenolic compounds from *Salvia palaestina* L. growing wild in Jordan and their antioxidant activities. *Phytochemistry*, 99: 115-20.
- Asadi, S., Ahmadiani, A., Esmaeili, M.A., Sonboli, A., Ansari, N., and Khodagholi, F. (2010). In vitro antioxidant activities and an investigation of neuroprotection by six *Salvia* species from Iran: A comparative study. *Food and Chemical Toxicology*, 48: 341-1349.
- Bolouri, P., Salami, R., Kouhi, S., Kordi, M., Asgari Lajayer, B., Hadian, J., and Astatkie, T. (2022). Applications of essential oils and plant extracts in different industries. *Molecules*, 27(24): 8999.
- Boudet, A. M. (2007). Evolution and current status of research in phenolic compounds. *Phytochemistry*, 68(22-24): 2722-2735.
- Bohera, J.S., and Dorffing, K. (1993). Nutrition of rice varieties under NaCl salinity. *Journal of Plant and Soil*, 152: 299-303.
- Farhat, M.B., Landoulsi, A., Chaouch-Hamada, R., Sotomayor, J.A., and Jordán, M.J. (2013). Characterization and quantification of phenolic compounds and antioxidant properties of *Salvia* species growing in different habitats. *Industrial Crops and Products*, 49: 904- 14.
- Ghavam, M., Manca, M. L., Manconi, M., and Bacchetta, G. (2020). Chemical composition and antimicrobial activity of essential oils obtained from leaves and flowers of *Salvia hydrangea* DC. *ex Benth.* *Scientific reports*, 10(1): 15647.
- Hounsorne, N., Hounsorne, B., Tomos, D., and Edwards-Jones, G. (2008). Plant metabolites and nutritional quality of vegetables. *Journal of Food Science*, 73(4): R48-R65.
- Hedge, I.C. (1982). *Salvia*. In: K.H.Rechinger(Ed), *Flora Iranica*.Graz.Akad. Druckund. Anst, 150: 401-476.
- Jeshvaghani, Z. A., Rahimmalek, M., Talebi, M., and Goli, S. A. H. (2015). Comparison of total phenolic content and antioxidant activity in different *Salvia* species using three model systems. *Industrial Crops and Products*, 77: 409-414.
- Khiya, Z., Oualcadi, Y., Gamar, A., Berrekhis, F., Zair, T., and Hilali, F. E. (2021). Correlation of total polyphenolic content with antioxidant activity of hydromethanolic extract and their fractions of the *Salvia officinalis* leaves from different regions of Morocco. *Journal of Chemistry*, (1): 8585313.
- Kharazian, N. (2014). Chemotaxonomy and flavonoid diversity of *Salvia* L.(*Lamiaceae*) in Iran. *Acta Botanica Brasilica*, 28: 281-292.
- Kharazian, N. (2013). Identification of flavonoids in leaves of seven wild growing *Salvia* L.(*Lamiaceae*) species from Iran. *Progress in Biological Sciences*, 3(2): 81-98.
- Kelen, M., and Tepe, B. (2008). Chemical composition, antioxidant and antimicrobial properties of the essential oils of three *Salvia* species from Turkish flora. *Biotechnology Journal*, 99: 4096- 4104.
- Kosar, M., Goger, F., and Can Baser, K. H. (2008). In vitro antioxidant properties and phenolic composition of *Salvia virgata* Jacq. from Turkey. *Journal of agricultural and food chemistry*, 56(7): 2369-2374.
- Moshari-Nasirkandi, A., Iaccarino, N., Romano, F., Graziani, G., Alirezalu, A., Alipour, H., and Amato, J. (2024). Chemometrics-based analysis of the phytochemical profile and antioxidant activity of *Salvia* species from Iran. *Scientific reports*, 14(1): 17317.



- Mirzaei, A., Mohammadi, J., Mirzaei, N., and Mirzaei, M. (2011). The antioxidant capacities and total phenolic contents of some medicinal plants in Iran. *Journal of Advanced Biomedical Sciences*, 1(3): 160-167.
- Orhan, I., Zelik, B., Kartal, M., Zdeveci, B., and Duman, H. (2007). HPLC quantification of vitexine-2-O-rhamnoside and hyperoside in three *Crataegus* species and their antimicrobial and antiviral activities. *Chromatographia*, 66: 153-157.
- Poulios, E., Giaginis, C., and Vasios, G. K. (2020). Current state of the art on the antioxidant activity of sage (*Salvia spp.*) and its bioactive components. *Planta Medica*, 86(04): 224-238.
- Pizzale, L., Bortolomeazzi, R., Vichi, S., Uberegger, E., and Conte, LS. (2002). Antioxidant activity of sage (*Salvia officinalis* and *S. fruticosa*) and oregano (*Origanum onites* and *O. onites*) extracts related to their phenolic compound content. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 82:1645-51.
- Rechinger, K.H. (1982). *Labiatae*, Flora Iranica. Graz-Austria, 150: 423-424.
- Shen, N., Wang, T., Gan, Q., Liu, S., Wang, L., and Jin, B. (2022). Plant flavonoids: Classification, distribution, biosynthesis, and antioxidant activity. *Food chemistry*, 383: 132531.
- Singleton, V.L., Orthofer, R., and Lamuela-Raventós, R.M. (1999). Analysis of total phenols and other oxidation substrates and antioxidants by means of Folin-Ciocalteu reagent. *Methods in Enzymology*, 299: 152-178.
- Yazdinezhad, A.R., and Malekzadeh, M. (2015). Evaluation of antioxidant effect, total phenols, anthocyanins and flavonoids contents of methanolic extract of *Salvia viridis* L. collected from Zanzan. *Journal of Zanzan University of Medical Science*.
- Zarei, A., Vaezi, G., Malekirad, A.A., and Abdollahi, M. (2015). Hypoglycemic and hypolipidemic activities of *Salvia hydrangea* in streptozotocin-induced diabetes in rats. *Iranian journal of basic medical sciences*, 18(4): 417.

طیف سنجی نوری در تحقیقات گیاهان دارویی: کاربردها و چالش‌ها

رضا محمدی گل^{*۱}

۱ گروه مهندسی مکانیک بیوسیستم، دانشکده کشاورزی و محیط زیست، دانشگاه اراک، اراک

(r-mohammadigol@araku.ac.ir)

چکیده

طیف سنجی نوری به عنوان یکی از ابزارهای قدرتمند در تحلیل ترکیبات شیمیایی، نقش کلیدی در تحقیقات گیاهان دارویی ایفا می‌کند. این روش‌ها با ارائه داده‌های سریع، غیرمخرب و کم هزینه، امکان شناسایی، کمی‌سازی و نظارت بر ترکیبات فعال زیستی مانند آلکالوئیدها، فلاونوئیدها و ترپنوئیدها را فراهم می‌کنند. در این مقاله، کاربردهای روش‌های طیف سنجی نوری شامل طیف سنجی مرئی-فرا بنفش (UV-Vis)، فروسرخ (IR) و رامان (Raman) در برخی مطالعات حوزه گیاهان دارویی آورده شده است. همچنین به محدودیت‌ها و چالش‌های این تکنیک‌ها در جنبه‌های مختلف اشاره شده است. این مرور نشان می‌دهد که استفاده از روش‌های طیف سنجی به کمک تکنیک‌های داده کاوی و شیمی سنجی، پژوهش‌های گیاهان دارویی را متحول می‌سازد.

واژگان کلیدی: چالش‌ها، طیف سنجی، غیرمخرب، کاربردها، گیاهان دارویی



۱. مقدمه

گیاهان دارویی به عنوان منبعی غنی از ترکیبات زیست فعال، جایگاه ویژه‌ای در صنایع داروسازی و پزشکی سنتی دارند. با این حال، پیچیدگی ماتریکس گیاهی و تنوع ترکیبات ثانویه، تحلیل دقیق این مواد را با چالش مواجه می‌کند. روشهای طیف سنجی نوری با تمرکز بر برهمکنش نور با ماده، امکان استخراج اطلاعات ساختاری و کمی را بدون نیاز به تخریب نمونه فراهم می‌کنند. طیف سنجی در تحقیقات گیاهان دارویی دامنه‌ای از کاربردها را ارائه می‌دهد و چالش‌هایی را نیز به همراه دارد. تکنیک‌های طیف سنجی نوری، مانند طیف سنجی فروسرخ (IR)، رامان (Raman)، ماورا بنفش (UV) و مرئی/فروسرخ نزدیک (Vis/NIR)، به طور موثری برای ارزیابی ترکیب شیمیایی، شناسایی مواد تقلبی و طبقه‌بندی محصولات گیاهی بکار گرفته شده‌اند. در ادامه برخی از جنبه‌های کلیدی کاربرد تکنیک‌های مذکور آورده شده است.

طیف سنجی مادون قرمز به ویژه در شناسایی ناخالصی‌ها در داروهای گیاهی مؤثر است، زیرا اثرات مولکولی منحصر به فردی را شناسایی می‌کند که با طیف‌های ارتعاشی خاص ترکیبات ناخالصی مطابقت دارد. این تکنیک با غربال‌گری مواد مضر بالقوه که ممکن است ناخواسته یا غیرمستولانه به محصولات گیاهی اضافه شوند، ایمنی مصرف‌کننده را تضمین می‌کند (Nasution and Suyanto, 2022). ترکیب طیف سنجی با تکنیک‌های شیمی سنجی امکان طبقه‌بندی و تمایز گیاهان خشک را فراهم می‌آورد و اطمینان از شناسایی دقیق و جلوگیری از برچسب گذاری نادرست را تضمین می‌کند (Dankowska et al., 2022). طیف سنجی تهاثرتر برای ارزیابی اصالت، ترکیب و مواد مؤثر داروهای گیاهی استفاده می‌شود. این روش به صورت غیرمخرب به ارزیابی کیفیت گیاهان در حین فرآوری صنعتی و بازاریابی کمک می‌کند (Han et al., 2023). طیف سنجی در کنترل کیفیت داروهای گیاهی خام و ترکیبات آن‌ها استفاده می‌شود که در برآورده کردن استانداردهای صنعت داروسازی اهمیت دارد (Yasmeen et al., 2020). روش‌های طیف سنجی نوری ابزارهای ارزشمندی در تحقیقات هستند. پیشرفت تکنولوژی در ساخت تجهیزات نوری و دستگاه‌های طیف سنجی موجب شده است تا دقت و سرعت تجزیه و تحلیل افزایش یابد. هدف مقاله حاضر ارائه اطلاعات اولیه در مورد برخی از تکنیک‌های طیف سنجی نوری رایج در راستای کاربردی شدن آنها در تحقیقات گیاهان دارویی بوده است.

۲. مواد و روش‌ها

۱-۲. طیف سنجی مرئی-فرا بنفش (UV-Vis)

این روش به شناسایی ترکیبات فعال از طریق اندازه‌گیری جذب نور در ناحیه فرا بنفش و مرئی بر اساس قانون-Beer Lambert می‌پردازد. این تکنیک بدلیل هزینه کم، سادگی و دسترسی در آزمایشگاه‌های کنترل کیفی برای تعیین غلظت فلاونوئیدها در مواد گیاهی خام استفاده شده است (Lysiuk and Hudz, 2017). طیف سنجی UV در طب گیاهی برای نظارت بر فرایند، به ویژه در داروهای طب سنتی چینی استفاده می‌شود و امکان تعیین کمی اسیدهای فنولیک را فراهم می‌کند و کیفیت محصول را از طریق یک روش قابل اعتماد، سریع و غیرمخرب در واحدهای مختلف تولیدی تضمین می‌کند (Mezosi, 2022). طیف سنجی جذب مرئی-ماوراء بنفش در طب گیاهی برای تجزیه و تحلیل کمی ترکیباتی مانند روتین و ایزورهمانتین استفاده می‌شود و نیاز به آماده‌سازی نمونه را کاهش می‌دهد (Zhou et al., 2021). طیف سنجی مرئی-فرا بنفش یک ابزار بسیار



موثر در کشف، استانداردسازی و ارزیابی کیفیت گیاهان دارویی است. با توجه به پیشرفت های اخیر در این زمینه، استفاده از این تکنیک در ترکیب با دیگر روش های تحلیلی می تواند به بهبود درک و کاربرد گیاهان دارویی کمک نماید.

2-2. طیف سنجی مادون قرمز (IR)

اهمیت طیف سنجی مادون قرمز (IR) و طیف سنجی رامان در ارائه تحلیل های سریع، دقیق و غیرمخرب که برای اطمینان از کارایی و ایمنی محصولات گیاهی ضروری است، مورد تأکید قرار می گیرد. با استفاده از طیف سنجی IR، پژوهشگران می توانند ترکیب شیمیایی را ارزیابی کرده و آلودگی های احتمالی در گیاهان دارویی را در طول فرآیند تولید، از مواد اولیه تا محصولات نهایی، شناسایی کنند. این رویکرد مدرن نه تنها کارایی بازرسی های کیفیت را افزایش می دهد بلکه از تقاضای رو به رشد برای داروهای گیاهی در حوزه بهداشت و درمان حمایت می کند و بدین ترتیب به پیشرفت کلی صنعت گیاهان دارویی کمک می نماید (Chen et al., 2023). طیف سنجی مادون قرمز نزدیک از ناحیه نزدیک مادون قرمز طیف الکترومغناطیسی (از حدود ۷۰۰ نانومتر تا ۲۵۰۰ نانومتر) استفاده می کند. همچنین طیف سنجی مادون قرمز نزدیک برای غربالگری داروهای قلبی مناسب است زیرا غیرمخرب، سریع و نیازی به آماده سازی نمونه ندارد و اثر انگشت ترکیب فیزیکی و شیمیایی یک محصول را فراهم می کند (Moffat et al., 2010). در سال های اخیر تکنیک طیف سنجی مادون قرمز نزدیک برای تعیین سریع اجزای فعال، کنترل کیفیت آنالین، شناسایی قلب و تمایز منشأ جغرافیایی داروهای گیاهی و غیره نیز استفاده شده است (Li et al., 2008). طیف سنجی مادون قرمز می تواند به عنوان یک راه حل مؤثر در تجزیه و تحلیل ترکیبات شیمیایی، کیفیت سنجی و مقایسه گونه های مختلف در صنعت داروسازی بکار رود.

2-3. طیف سنجی رامان (Raman)

این تکنیک بر مبنای پراکندگی الکترومغناطیسی نور ایجاد می شود و می تواند اطلاعات دقیقی از ساختارهای مولکولی و ویژگی های فیزیکی و شیمیایی ترکیبات را ارائه دهد. طیف سنجی رامان می تواند کیفیت و اصالت داروهای گیاهی را با شناسایی گونه ها و ارزیابی ویژگی های کیفیت حیاتی تأیید کند و اطمینان بدهد که محصولات، دارای استانداردهای ایمنی و عاری از تقلب هستند (Chen et al., 2023). این تکنیک برای شناسایی اجزای فعال مانند ساپونین های آستراگالوس و متابولیت های آنها به طور موثر مورد استفاده قرار گرفته است (Kong et al., 2022). این روش امکان تجزیه و تحلیل نمونه ها را بدون تغییر ترکیب شیمیایی آنها فراهم می کند و یکپارچگی آنها را برای استفاده بیشتر حفظ می کند (Wang et al., 2018). علی رغم مزایای آن، چالش ها در پذیرش گسترده طیف سنجی رامان در طب گیاهی، از جمله نیاز به پروتکل های استاندارد شده و تحقیقات بیشتر برای اعتبار سنجی اثربخشی آن در محصولات گیاهی مختلف باقی مانده است. طیف سنجی رامان به عنوان یک ابزار تحلیلی پیشرفته و غیرمخرب، در شناسایی، کنترل کیفیت و تحلیل ترکیبات فعال می تواند به تحقیق و توسعه در زمینه محصولات دارویی طبیعی کمک کند و درک عمیق تری از خواص و ترکیبات آنها ارائه دهد.

3. نتایج

1-3. چالش های بکارگیری روش های طیف سنجی نوری در تحقیقات گیاهان دارویی



تحقیقات در زمینه طیف سنجی نوری به ویژه در حوزه گیاهان دارویی، به عنوان یکی از ابزارهای مهم برای آنالیز ترکیبات زیست فعال، در حال گسترش است. با این حال، این روش ها با چالش های متعددی نیز روبرو هستند که می تواند دقت و کاربرد آن ها را محدود کند. ماتریس های پیچیده گیاهی می توانند بر دقت و صحت آنالیزها تاثیر بگذارند. در طیف سنجی ارتعاشی، همپوشانی سیگنال های جذب از گونه های مختلف مولکولی، شناسایی اجزای منفرد را در نمونه های پیچیده، دشوار می کند. این همپوشانی می تواند منجر به تفسیرهای مولکولی اشتباه شود، به ویژه در مواد زیستی، جایی که مواد متعدد ممکن است ویژگی های طیفی مشابهی داشته باشند (Eissa et al., 2024).

عوامل محیطی به طور قابل توجهی بر دقت اندازه گیری ها در کاربردهای درمحل، طیف سنجی نوری تأثیر می گذارد. این عوامل شامل شرایط جوی، هندسه روشنایی، تغییرات در زاویه های خورشیدی و دید است که می تواند تغییر پذیری و عدم قطعیت را در داده های طیفی وارد کند. درک و اصلاح این تأثیرات برای تجزیه و تحلیل طیف سنجی قابل اعتماد بسیار مهم است (Zhao et al., 2023).

دستگاه هایی مانند طیف سنج رaman یا دوربین های ابرطیفی برای بسیاری از آزمایشگاه ها در کشورهای در حال توسعه مقرون به صرفه نیستند. با این حال، غلبه بر چالش های فنی و مالی نیازمند همکاری بین المللی و سرمایه گذاری در زیرساخت ها است. با وجود پیشرفت های جهانی، ایران با موانعی مانند نبود استانداردهای لازم در آنالیز گیاهان دارویی، تجهیزات و کمبود نیروی متخصص در حوزه طیف سنجی و شیمی سنجی پیشرفته مواجه است. اثربخشی روش های طیف سنجی نوری به دلیل نیاز به تکنیک های پیچیده داده کاوی طیفی که ممکن است همیشه امکان پذیر نباشند، محدود می شود.

4. بحث و نتیجه گیری

روش های طیف سنجی نوری ابزارهای ارزشمندی در تحقیقات گیاهان دارویی هستند. پیشرفت تکنولوژی در ساخت تجهیزات نوری و دستگاه های طیف سنجی موجب شده است تا دقت و سرعت تجزیه و تحلیل افزایش یابد. ترکیب طیف سنجی نوری با مدل های محاسباتی و یادگیری ماشین برای تحلیل داده ها به پژوهشگران این امکان را می دهد که پیش بینی های دقیق تری از حضور ترکیبات فعال انجام دهند. در حالی که عوامل محیطی می توانند چالش های قابل توجهی را ایجاد کنند، پیشرفت در روش های اصلاح و طراحی سیستم های طیف برداری باعث بهبود قابلیت اطمینان طیف سنجی نوری می شود. این نوآوری ها امکان اندازه گیری دقیق تر حتی در شرایط متغیر را فراهم می کند و پتانسیل کاربردهای قوی در زمینه های مختلف را برجسته می کند. در حالی که طیف سنجی مزایای قابل توجهی در ارزیابی کیفیت داروهای گیاهی ارائه می دهد، مهم است که به ادغام تکنیک های تحلیلی مکمل، مانند کروماتوگرافی و طیف سنجی جرمی، توجه شود تا ارزیابی جامع تری ارائه گردد. این رویکردهای ترکیبی به بهبود تحقیقات کمک کرده و به استانداردسازی کلی محصولات گیاهی می افزایند. ادغام طیف سنجی با فناوری هایی مانند هوش مصنوعی برای تحلیل خودکار داده ها و توسعه سنسورهای پرتابل، از زمینه های پژوهشی آینده است.



- Chen, R., Liu, F., Zhang, C., Wang, W., Yang, R., Zhao, Y., ... & Huang, J. (2023). Trends in digital detection for the quality and safety of herbs using infrared and Raman spectroscopy. *Frontiers in Plant Science*, 14: 1128300.
- Dankowska, A., Majnsnerowicz, A., Kowalewski, W., & Włodarska, K. (2022). The Application of Visible and Near-Infrared Spectroscopy Combined with Chemometrics in Classification of Dried Herbs. *Sustainability*, 14(11): 6416.
- Eissa, T., Voronina, L., Huber, M., Fleischmann, F., & Žigman, M. (2024). The perils of molecular interpretations from vibrational spectra of complex samples. *Angewandte Chemie International Edition*, 63(50): e202411596.
- Han, C., Qu, F., Wang, X., Zhai, X., Li, J., Yu, K., & Zhao, Y.-R. (2023). Terahertz Spectroscopy and Imaging Techniques for Herbal Medicinal Plants Detection: A Comprehensive Review. *Critical Reviews in Analytical Chemistry*, 1–15. <https://doi.org/10.1080/10408347.2023.2183077>
- Kong, S., Ou, S., Liu, Y., Xie, M., Mei, T., Zhang, Y., ... & Yang, B. (2022). Surface-enhanced raman spectroscopy analysis of astragalus saponins and identification of metabolites after oral administration in rats by ultrahigh-performance liquid chromatography/quadrupole time-of-flight mass spectrometry analysis. *Frontiers in Pharmacology* 13 (2022): 828449.
- Li, Y.-Z., Min, S.-G., & Liu, X. (2008). Applications of near-infrared spectroscopy to analysis of traditional Chinese herbal medicine. *Spectroscopy and Spectral Analysis*, 28(7): 1549–1553.
- Lysiuk, R., and Hudz, N. (2017). Differential spectrophotometry: Application for quantification of flavonoids in herbal drugs and nutraceuticals. *Int. J. Trends Food Nutr*, 1: e102.
- Mezősi, G. (2022). Development and validation of global prediction models for monitoring the manufacturing process of herbal medicine by ultraviolet spectroscopy. *Acupuncture and Herbal Medicine*, 2(2): 118–129.
- Moffat, T., Watt, R., & Assi, S. (2010). The use of near infrared spectroscopy to detect counterfeit medicines. *Spectroscopy Europe*, 22(5): 6.
- Nasution, A. M., and Suyanto, H. (2022). Infrared spectroscopy for detecting adulterants in food and traditional Indonesian herbal medicine. In *Infrared Spectroscopy-Perspectives and Applications*. IntechOpen. DOI: 10.5772/intechopen.106803.
- Wang, W., Zhang, H., Yuan, Y., Guo, Y., & He, S. (2018). Research Progress of Raman Spectroscopy in Drug Analysis. *Aaps Pharmscitech*, 19(7): 2921–2928.
- Yasmeen, A., Sofi, G., & Khan, K. (2020). A Review on Impurity Profiling and its Regulatory Aspects-An Important and Necessary Tool in Stability Studies. *Indo Global Journal of Pharmaceutical Sciences*, 10(1): 57-68.
- Zhao, H., Wang, Z., Jia, G., Tian, J., Jin, S., Liang, S., & Liu, Y. (2023). The Impact and Correction of Sensitive Environmental Factors on Spectral Reflectance Measured In Situ. *Remote Sensing*, 15(22): 5332.
- Zhou, P.-R., Tang, Z.-F., Wei, K.-S., Wan, Y., Gao, Y.-M., Liang, Y., Yan, X., Bin, J., & Kang, C. (2021). Enhanced Selectivity of Ultraviolet-Visible Absorption Spectroscopy with Trilinear Decomposition on Spectral pH Measurements for the Interference-Free Determination of Rutin and Isorhamnetin in Chinese Herbal Medicine. <https://doi.org/10.6084/m9.figshare.14103264>.



مروری بر ویژگی‌های گیاه‌شناسی و کاربردهای دارویی گیاه بومادران

فاطمه افشاری^{۱*}، محمود عزیزی^۱، سمیه نجف زاده^۲

^۱گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد بیرجند. (f53afshari@gmail.com)

^۱گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد بیرجند.

^۲گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه بیرجند، بیرجند.

چکیده

بومادران از قدیمی ترین گیاهان دارویی مورد مصرف توسط جوامع و تمدن‌های مختلف در طول تاریخ بوده و پراکندگی وسیعی در جهان دارد و همچنین در برخی از نقاط کشور به صورت وحشی می‌روید. بومادران به دلیل خواص متعدد دارویی و استفاده در صنایع آرایشی و بهداشتی و غذایی از گیاهان دارویی بسیار مهم در سطح دنیا بوده‌است. در این مطالعه مروری، به دنبال جستجوی کلید واژه‌ی *Achillea millefolium* subsp. *Millefolium* در پایگاه‌های اطلاعات علمی SID، PubMed و Google Scholar طی سالهای ۱۹۹۰-۲۰۲۴ نتایج حاصل شد و مورد بحث قرار گرفت. ترکیبات شیمیایی این گیاه آکلی‌لین، اینولین، مواد چرب، مواد مومی، فیتوسترول، تانن، اسید آکونی‌تیک، توپون و آزولن می‌باشد. اسانس بومادران به مقدار ۰/۱۳ تا ۰/۲۵ درصد در گیاه وجود دارد، شامل ۸ درصد سینئول، توپون، بورنتول، اسید فرمیک، اسید والرینیک آزاد یا اتریفیه و استن است. دارای اثر مقوی، نیرودهنده، ضد تشنج، رفع بواسیر، قاعده‌آور، بندآورنده خون و التیام‌دهنده زخم و جراحات است. بومادران به علت دارا بودن تانن و مواد تلخ و عطری، بر روی سلسله اعصاب و قلب نیز اثر می‌نماید به طوری که در موارد درمانی مختلف مانند خستگی عمومی، ضعف قلب و همچنین در بیماری‌های عصبی مانند ضعف اعصاب، هیستری، صرع و قولنج‌های تشنج‌آور نتایج مفید می‌دهد. مطالعات انجام شده نشان می‌دهد که با توجه به نیاز کشور به دارو، فراوری گیاه بومادران می‌تواند در تولید بسیاری از داروها مورد استفاده قرار بگیرد و وابستگی کشور به برخی داروهای وارداتی را کاهش دهد.

واژگان کلیدی: بومادران، ترکیبات شیمیایی، خواص درمانی، گیاهان دارویی



۱. مقدمه

با رویگردانی جوامع مدرن از مصرف داروهای شیمیایی و تمایل روز افزون به داروها و مواد مصرفی با منشأ طبیعی به دلیل مزایای آن، صنعت گیاهان دارویی و گردش مالی آن در چند دهه اخیر با سرعت بسیار زیادی رو به رشد است، به طوری که توجه خاص دولت ها را به منظور بهره مند شدن از بخشی از گردش مالی چند ده میلیارد دلاری به خود معطوف داشته است (یزدانی، شهنازی، ۱۳۸۴).

کشور ما با توجه به سابقه تاریخی، تمدن کهن، توانمندیهای اقلیمی و تنوع در رستنی ها می تواند سهم بسزایی در تولید، فرآوری و صادرات گیاهان دارویی داشته باشد (افشاری و همکاران، ۱۳۹۱).

رویکرد جهانی مردم به سمت استفاده از داروهایی با منشأ طبیعی در چند دهه اخیر موجب توسعه روز افزون تولید گیاهان دارویی، فرآوری و فرمولاسیون داروهای گیاهی و تجارت آن در سطح دنیا شده است. کشورهای آسیایی به خصوص چین به دلیل تنوع آب و هوایی و پوشش متنوع گیاهی، تأمین کننده های اصلی گیاهان و کشورهای اروپائی، آمریکایی و برخی از کشورهای آسیایی تولید کننده ی عمده داروهای گیاهی محسوب می شوند (یزدانی، شهنازی، ۱۳۸۴).

بومادران از قدیمی ترین گیاهان دارویی مورد مصرف توسط جوامع و تمدن های مختلف در طول تاریخ بوده و پراکندگی وسیعی در جهان دارد و همچنین در برخی از نقاط کشور به صورت وحشی می روید. بومادران به دلیل خواص متعدد دارویی و استفاده در صنایع آرایشی و بهداشتی و غذایی از گیاهان دارویی بسیار مهم در سطح دنیا بوده است. این گیاه بومی اروپا و غرب آسیا است (امیدبگی، ۱۳۷۹).

بومادران را از روزگار گذشته می شناختند و خواص دارویی و درمانی مختلفی برای آن ذکر کرده اند و تقریباً تمام ملت های مختلف آنرا مصرف نموده و می نمایند. راجع به اینکه از چه زمانی این گیاه وارد کتابهای دارویی شده است اطلاعی در دست نیست. ولی در کتابهای مختلف داروسازی که از خیلی قدیم بجا مانده اند نام بومادران ذکر شده و خواص درمانی زیادی برای آن بیان نموده اند. در قرون اولیه از بومادران برای بند آوردن خون و علاج زخم هایی که با خونروی همراه بوده استفاده به عمل می آورده و بدان اعتقاد زیاد داشته اند. در قرون وسطی، بومادران را برای بند آوردن خونروی های بینی، اختلالات قاعدگی، بیخوابی، اختلالات بینایی و... بکار می بردند (زرگری، ۱۳۷۵).

این گیاه را علف هزار برگ نیز می نامند. نام لاتین این گیاه برگرفته از نام آشیل قهرمان افسانه ای یونان است. گفته می شود در دوران نبردهای تروآ حدود ۱۲۰۰ سال قبل از میلاد از آن برای درمان زخم و جلوگیری از خونریزی و عفونت استفاده می کردند (عبادی، ۱۳۷۹).

با وجود این که بومادران یکی از گیاهان دارویی پرمصرف بازار جهانی در درمان بیماریها و صنایع غذایی محسوب می شود، ولی هنوز در کشور ایران مطالعات کافی در زمینه توده های بومی خالص شده وجود نداشته و رقم اصلاح شده ای از آن معرفی نشده است. شناخت گیاهان دارویی در عرصه های منابع طبیعی هر منطقه یکی از گام های مهم در زمینه توسعه پایدار



گیاهان دارویی بوده و می‌تواند مطالعات پایه‌ای قابل توجهی را در اختیار محققان گرایش‌های مختلف این حوزه تحقیقاتی و کاربردی قرار دهد (ذوالفقاری و همکاران، ۲۰۱۲).

۲. مواد و روش‌ها

در این مطالعه مروری، به دنبال جستجوی کلید واژه ی *Achillea millefolium* subsp. *Millefolium* در پایگاه‌های اطلاعات علمی PubMed، SID، Google Scholar و طی سالهای ۲۰۲۴-۱۹۹۰ نتایجی حاصل شد و مورد بحث قرار گرفت.

۳. نتایج

۳-۱. گیاهشناسی بومادران

جنس بومادران (*Achillea*) یکی از جنس‌های تیره کاسنی (*Compositae*) است و در ایران شامل ۱۹ گونه (زرگری، ۱۳۷۵) علفی چندساله دارد که اغلب معطر هستند (مظفریان، ۱۳۷۷). بومادران گیاهی است پایا، چند ساله، علفی، به ارتفاع ۲۰ تا ۹۰ سانتیمتر و حتی بیشتر که به طور خودرو در دشت‌ها، کنار جاده‌ها و نواحی کوهستانی نقاط مختلف اروپا و ایران می‌روید. برگ‌هایی بدون دمبرگ، دراز، پوشیده از کرک و منقسم به بریدگی‌های بسیار باریک دارد. کاپیتول‌های کوچک و متعدد آن که به طول ۴ تا ۸ میلیمتر و به عرض ۲ تا ۵ میلیمتر می‌باشد، وضع مجتمع به صورت گل آذین دیهیم، در قسمت‌های انتهایی ساقه دارد. در هر کاپیتول آن، دو نوع گل، یکی زبانه‌ای و سفید رنگ، واقع در حاشیه گل آذین و دیگری لوله‌ای و واقع در ناحیه وسط دیده می‌شود. در بعضی از فرم‌های این گیاه نیز به تناسب شرایط خاص محیط زندگی، گل‌های زبانه‌ای دارای رنگ ارغوانی یا مایل به آن می‌گردد. اطراف کاپیتول‌ها را براکت‌های پوشیده از کرک فرا می‌گیرد که کناره‌ی آنها، به رنگ قهوه‌ای روشن یا تیره با ظاهر مشخص است. تعداد گل‌های زبانه‌ای هر کاپیتول از ۵ یا ۶ تجاوز نمی‌نماید. از کلیه قسمت‌های این گیاه، بوی قوی استنشام می‌شود به طوری که به مجرد دست زدن به اعضای گیاه، این بو احساس می‌گردد. قسمت مورد استفاده این گیاه، سرشاخه گلدار و برگ آن است که طعم تلخ و بوی قوی دارند (زرگری، ۱۳۷۵).

۳-۲. کاشت

زمان مناسب برای کشت مستقیم گیاه در زمین اصلی اواخر تابستان و اوایل پائیز است. در این روش بذور در ردیف‌هایی به فاصله ۴۰ تا ۵۰ سانتیمتر در زمین اصلی کشت می‌شوند. برای هر هکتار زمین به ۲ تا ۳ کیلوگرم بذر نیاز است. زمان مناسب برای کشت غیر مستقیم اوایل بهار است. برای این کار بذور در ردیف‌هایی به فاصله ۵ تا ۲۰ سانتیمتر در خزانه‌ی هوای آزاد کشت می‌شوند. سپس نشاء‌ها در زمین اصلی در ردیف‌هایی به فاصله ۶۰ سانتیمتر و فاصله ی دو بوته در طول ردیف ۲۵ تا ۳۰ سانتیمتر کشت می‌شوند. فصل پائیز زمان مناسبی برای تکثیر رویشی بومادران می‌باشد. در این روش بوته‌ها در ردیف‌هایی به فاصله ۶۰ سانتیمتر کشت می‌شوند و فاصله دو بوته از یکدیگر ۲۵ تا ۳۰ سانتیمتر مناسب است. بومادران ۴ تا ۵ سال در زمین باقی



می ماند. گیاهانی که دوره رویشی کوتاهی دارند برای تناوب کشت با بومادران مناسب ترند زیرا پس از برداشت آنها زمان کافی برای آماده ساختن زمین وجود خواهد داشت (فرج پور، ۱۳۸۸).

کشت و تکثیر بومادران توسط بذر و به شکل رویشی نیز انجام می گیرد. تکثیر توسط بذر به دو روش مستقیم و غیرمستقیم صورت می گیرد. در کشت مستقیم بذر به صورت ردیفی در زمین اصلی که بستر آن برای کشت بومادران آماده شده است کشت می شوند. در کشت غیرمستقیم بذر را در زمان مناسب در خزانه ی هوای آزاد کشت می کنند. عمق بذر در موقع کاشت نباید بیشتر از ۵/۰ سانتیمتر باشد. پس از آبیاری منظم و وجین علف های هرز سطح خزانه، اوایل پائیز می توان نشاءها را به زمین اصلی منتقل نمود. تکثیر رویشی گیاه از طریق تقسیم بوته صورت می پذیرد. گیاهان ۴ تا ۵ ساله را در فصل پائیز از خاک خارج می کنند. سپس هر گیاه را به ۲ تا ۴ بوته تقسیم و در زمین مورد نظر کشت می نمایند (فرج پور، ۱۳۸۸).

۳-۳. داشت

رشد اولیه بومادران بسیار کند می باشد. از این رو مبارزه مکانیکی و شیمیایی با علف های هرز ضرورت دارد. در سال اول رویش می توان از علف کش کرب (Kerb) به مقدار ۴ کیلو گرم در هکتار استفاده کرد. از آفات گیاه سن های لکه دار (Lygus spp) با مکیدن شیریه گیاه سبب ضعیف شدن گیاهان می گردند. لارو نوعی پروانه (Hemimene Petriverella) از ریشه این گیاه تغذیه می کند که در صورت پیشروی و عدم مبارزه با آنها صدمات زیادی به محصول وارد خواهند کرد (فرج پور، ۱۳۸۸).

۳-۴. برداشت

در صورتی که گیاهان به طور غیر مستقیم کشت و در فصل پائیز به زمین اصلی منتقل شده باشند یکسال پس از کاشت (از سال دوم) به گل می نشینند و می توان محصول را برداشت کرد. چنانچه گیاهان بطور مستقیم کشت شده باشند، محصول از سال سوم قابل برداشت خواهد بود. چون گیاهان در مرحله گلدهی از بیشترین مقدار ماده موثره برخوردارند، این مرحله زمان مناسبی برای برداشت گلها و پیکر رویشی (ساقه ها و شاخه های جوان) بومادران است. هنگام جمع آوری گل ها باید آنها را به همراه دمگل به طول ۳ تا ۴ سانتی متر برداشت کرد. اندام های برداشت شده را می توان در سایه و یا با استفاده از خشک کن های الکتریکی در دمای ۳۰ تا ۴۰ درجه سانتیگراد خشک نمود. کوتاهی در خشک کردن اندام ها سبب تغییر رنگ گل ها و پیکر رویشی گیاهان و در نتیجه سبب کاهش شدید مقدار ماده موثر گیاه می شود (فرج پور، ۱۳۸۸).

۳-۵. جایگاه در جهان و ایران

گیاه *Achillea millefolium* subsp. *Millefolium* از خانواده Asteraceae و موطن اصلی آن اروپا، آسیا و شمال آمریکاست (سیمون و همکاران، ۱۹۸۴). این گیاه بومی اروپا و غرب آسیا است اما در استرالیا، نیوزیلند و شمال آمریکا نیز یافت می شود (قهرمان، ۱۳۶۲). از نظر تجاری تا حد زیادی از جنوب شرق اروپا تهیه می شود هر چند در سایر کشورهای اروپایی از جمله انگلستان نیز جمع آوری شده است.

گونه *Achillea santolinoides* subsp. *Wilhelmsii* در ترکیه، ایران، قفقاز، آسیای مرکزی، افغانستان، پاکستان، عراق و سوریه می روید.



گونه بومادران هزاربرگ یکی از گونه های با ارزش و دارویی و صنعتی موجود در مراتع ایران از این تیره گیاهی است که به طور خودرو در دشتها، کنار جاده ها و نواحی کوهستانی می روید (آذرنیوند و همکاران، ۱۳۸۸).

۳-۶. وضعیت بومی، انحصاری یا غیربومی بودن گیاه

جنس بومادران (*Achillea*) یکی از جنس های تیره کاسنی (*Compositae*) است و در ایران شامل ۱۹ گونه است که ۷ گونه *A. talagonica*, *A. callichroa*, *A. Pachycephala*, *A. oxyodonta*, *A. eriophora*, *A. Aucheri* و *kellalensis* انحصاری ایران معرفی شده است. گونه های بومادران در طیف وسیعی از شرایط اقلیمی و در نواحی مختلف کشور رشد می کنند (زرگری، ۱۳۷۵).

۳-۷. مناطق پراکنش طبیعی گیاه در رویشگاهها

این گیاه در ارتفاعات ۱۵۰۰ تا ۲۲۰۰ متری می روید. بومادران علف هرز مزارع است و به صورت خودرو در دشتها و مناطق کوهستانی دیده می شود. نوع خودروی آن در کنار مزارع شخم خورده، جاده ها، مراتع، چراگاه ها، شیب های کوهستانی و در محل های خشک و آفتاب گیر هم رویش دارد. انتشار این گونه در ایران، در ارتفاعات البرز به ویژه دماوند، گچسار، کندوان، پلور، ارومیه، تبریز و راسوند گزارش شده است (قهرمان، ۱۳۶۲).

۳-۸. قابلیت کشت گیاه در عرصه های مستعد ملی و دیمزارهای کم بازده

(عاشورآبادی و همکاران، ۱۳۸۸)، تاثیر آبیاری و کشت دیم بر شاخص های فیزیولوژیک رشد بومادران (*Achillea millefolium* L.) در کرج را بررسی کردند. نتایج بدست آمده نشان داد که کشت دیم بومادران در منطقه کرج موفق نبود. این در حالی است که حتی با مصرف مقدار اندک آب آبیاری (تنش شدید) در سال دوم، شرایط استقرار گیاه فراهم شد. با مصرف بیشتر آب تا حد تنش ملایم بیشترین مقدار رشد گیاه حاصل شد. از آن پس با مصرف آب بیشتر طبق قانون بازده نزولی میزان رشد گیاه مجددا کاهش یافت. از آنجایی که در تولید گیاهان دارویی تنها کمیت تولید مد نظر نیست، تعیین مواد موثره گیاه در هر کدام از تیمارهای آبی می تواند عامل تعیین کننده نهایی محسوب گردد (عاشورآبادی و همکاران، ۱۳۸۸).

۳-۹. فرآوری و مصرف غیردارویی گیاه

قسمت مورد استفاده گیاه بومادران، اندام هوایی آن می باشد. از گیاه بومادران علاوه بر مصارف دارویی، به عنوان گیاه زینتی در فضای سبز شهرها استفاده می شود. این گیاه با داشتن گل های چتری زیبا و شکل بوته ای نه چندان بلند و سازگاری با انواع خاک ها و اقلیم ها و آب و هوا به عنوان یک گیاه زینتی در فضای سبز شهرها و گل آرایی باغچه ها و باغ های صخره ای به حالت باغچه ها و باغ های صخره ای به حالت مجتمع، پوششی، تفکیکی و لکه ای کاربرد زیادی دارد. علاوه بر این بومادران برای مرزبندی نیز مورد استفاده قرار می گیرد و به دلیل داشتن گل های ریز زیبا به عنوان گل شاخه بریده و هم گل خشک شده کاربرد دارد. همچنین از اسانس این گیاه به عنوان پشه کش و حشره کش می توان استفاده نمود.

۳-۱۰. ترکیبات شیمیایی اندام های مختلف گیاه

ترکیبات شیمیایی این گیاه آکی لئین، اینولین، مواد چرب، مواد مومی، فیتوسترول، تانن، اسید آکونی تیک، توبون و آزولن می باشد. اسانس بومادران به مقدار ۰/۱۳ تا ۰/۲۵ درصد در گیاه وجود دارد، شامل ۸ درصد سینئول، تویون، بورنئول، اسید



فرمیک، اسید والرینیک آزاد یا اتریفیه و استن است. رنگ آبی اسانس نیز مربوط به آزلون می باشد که به نظر می رسد ضمن عمل تقطیر از آن حاصل شود. این اسانس، در آب غیر محلول است ولی در الکل و اتر به مقادیر زیاد حل می شود. باید در شیشه های در بسته، در محل سرد و دور از نور نگهداری شود. از نظر درمانی اثر معرق دارد (زرگری، ۱۳۷۵).

۳-۱۱. فرآوری و مصرف دارویی گیاه

مصرف دارویی گیاه بومادران به صورت دمنوش، عرق، اسانس، روغن، ضماد، بخور، جوشانده، پماد و کمپرس می باشد.

۳-۱۲. خواص فارماکولوژیک

در قرون وسطی، بومادران را برای بند آوردن خونریزی های بینی، اختلالات قاعدگی، بیخوابی، اختلالات بینایی و ... بکار می بردند. با آنکه در قرن حاضر، استفاده از آن متروک گردیده، معهدا بررسی های علمی جدید ضمن تایید برخی از اثرات درمانی بومادران، جای آن را در ردیف گیاهان دارویی مفید، محفوظ نگه داشته است. دارای اثر مقوی، نیرودهنده، ضد تشنج، رفع بواسیر، قاعده آور، بندآورنده خون و التیام دهنده زخم و جراحات است. دم کرده سرشاخه گلدار بومادران، در رفع گاستریت های حاد و مزمن، رفع نفخ و ترش کردن غذا، اثر نافع ظاهر می کند ضمناً سوء هضم های ناشی از نفخ را از بین می برد. بومادران به علت دارا بودن تانن و مواد تلخ و عطری، بر روی سلسله اعصاب و قلب نیز اثر می نماید به طوری که در موارد درمانی مختلف مانند خستگی عمومی، ضعف قلب، ورم ماهیچه های دل و همچنین در بیماری های عصبی مانند ضعف اعصاب، هیستری، صرع و قولنج های تشنج آور نتایج مفید می دهد. بومادران بر اثر قابض بودن، در رفع ترشحات زنانگی، بند آوردن خون، رفع اخلاط خونی، بواسیرهای خونی و اسهال های ساده اثر معالج دارد و چون در اینگونه موارد بطور قاطع عمل می کند، اعتقاد مردم نسبت به آن در طی قرون متمادی همواره زیاد بوده است. این گیاه از جمله گیاهانی است که به واسطه آنزیم سیکلواکسیژناز اثرات ضد التهابی آن به اثبات رسیده و موجب افزایش اثر ضد درد مورفین می شود (زرگری، ۱۳۷۱).

بومادران دارای اجزای فنولی و فلاونوئیدی است که مسئول اثرات فارماکولوژیک آن است. در مطالعات، اثرات عصاره

بومادران به عنوان موادآنتی اکسیدان نشان داده شده است (آل ابراهیم و نبی پور، ۱۳۹۷).

گل این گیاه در درمان مشکلات سیستم تنفسی از قبیل ضد حساسیت، قابض مخاط، ضد احتقان، خلط آور می باشد. عصاره روغنی (حاصل عصاره گیری از گل) این گیاه ضد التهاب و ضد اسپاسم، مرطوب کننده پوست، پاک کننده آرایشی، ضد شوره سر، محرک رشد مو و التیام دهنده موضعی (کاربرد در ساخت شامپوها) می باشد. برگ این گیاه محرک انعقاد خون، التیام دهنده زخم و جراحات بوده که جویدن برگ تازه آن برای دندان درد توصیه می شود. بخش های هوایی این گیاه برای درمان مشکلات سیستم گوارشی، آرامبخش دردهای معدی، محرک گوارشی، مقوی معده، ضد نفخ، ملین، صفرا آور، برطرف کننده بی اشتها، رفع کننده بواسیر، درمان مشکلات سیستم ادراری تناسلی، ضد عفونی کننده مجاری ادراری، ادرار آور، قاعده آور، منظم کننده قاعدگی، کاهش دهنده خونروی ماهیانه و کاهش درد می باشد. از طرف دیگر بومادران برای درمان مشکلات قلبی عروقی مانند تونیک خونی، محرک گردش خون، شل کننده عروق محیطی، کاهشنده پرفشاری خون، ضد ترومبوز مغزی و شریانی، تقویت کننده رگ های واریسی، معرق و تب بر، ضد ویروس، ضد باکتری، ضد کرم، پشه کش،



حشره کش، شستشودهنده و ضد عفونی کننده، درمان آگزما و سایر مشکلات پوستی و ضد درد و مسکن می باشد. بومادران جزو گیاهانی با حداقل عوارض جانبی است و در دوز مصرفی سرشاخه های گلدار به صورت دم کرده مصرف می شود که عوارض جانبی آن نادر است (رئوفی راد و همکاران، ۱۳۹۵).

از اسانس این گیاه در صنایع بهداشتی و آرایشی در ساختن کرم ها و پمادها برای لطافت پوست و مداوای تورم های پوستی و نیز در صنایع عطرسازی استفاده می شود (آینه چی، ۱۳۶۵؛ امیدییگی، ۱۳۷۶).

۱۳-۳. ملاحظات مصرف دارویی

در دوز مصرفی سرشاخه های گلدار به صورت دم کرده، عوارض جانبی آن نادر بوده است ولی گاهی وجود گویانولید پراکسیدها در گیاه موجب درماتیت می گردد (گوین و اسکیدمور، ۱۹۸۷؛ راکی و همکاران، ۱۹۹۱).

۱۴-۳. موارد منع مصرف و احتیاط

از مصرف این دارو در ناحیه اطراف و داخل چشم خودداری شود. منع مصرف آن در زنان باردار و مادران شیرده و کودکان زیر دو سال می باشد (عسکری، ۱۳۸۱). بومادران گیاهی غیر سمی است، اما Thujone موجود در اسانس گیاه، سمی است که در دوز کم نیز ممکن است مسمومیت ایجاد کند. به علاوه Thujone باعث سقط جنین و محرک قاعدگی می باشد. فعالیت های آلرژیک این گیاه مربوط به لاکتون های سزکوئی ترپنی آن می باشد. در دوران بارداری و شیر دهی مصرف نشود (کارول و همکاران، ۱۹۹۶). مصرف مداوم بومادران در دراز مدت ممکن است حساسیت پوستی ایجاد کند.

۱۵-۳. تداخلات دارویی

تداخل مصرف بومادران با داروهای خواب آور، فشار خون، داروهای کاهش اسید معده و داروهای رقیق کننده خون از دیگر مضرات جانبی مصرف این گیاه است. مصرف بومادران با آنتی کوآگولانت ها و ضدپلاکت ها (هپارین، وارفارین، سالیسیلات) به علت افزایش ریسک خونریزی باید با احتیاط صورت پذیرد.

۴. بحث و نتیجه گیری

گیاه بومادران *Achillea millefolium* subsp. *Millefolium* از خانواده Asteraceae و موطن اصلی آن اروپا، آسیا و شمال آمریکاست اما در استرالیا، نیوزیلند و شمال آمریکا نیز یافت می شود بومادران از قدیمی ترین گیاهان دارویی مورد مصرف توسط جوامع و تمدن های مختلف در طول تاریخ بوده و پراکندگی وسیعی در جهان دارد و همچنین در برخی از نقاط کشور به صورت وحشی می روید. بومادران به دلیل خواص متعدد دارویی و استفاده در صنایع آرایشی و بهداشتی و غذایی از گیاهان دارویی بسیار مهم در سطح دنیا بوده است. این گیاه بومی اروپا و غرب آسیا است. قسمت مورد استفاده گیاه بومادران، اندام هوایی آن می باشد. از گیاه بومادران علاوه بر مصارف دارویی، به عنوان گیاه زینتی در فضای سبز شهرها استفاده می شود. ترکیبات شیمیایی این گیاه آکی لئین، اینولین، مواد چرب، مواد مومی، فیتوسترول، تانن، اسید آکونی تیک، توبون و آزولن می باشد. دارای اثر مقوی، نیرودهنده، ضد تشنج، رفع بواسیر، قاعده آور، بندآورنده خون و التیام دهنده زخم و جراحات است.



دم کرده سرشاخه گلدار بومادران، در رفع گاستریت های حاد و مزمن، رفع نفخ و ترش کردن غذا، اثر نافع ظاهر می کند ضمناً سوء هضم های ناشی از نفخ را از بین می برد.

مصرف گیاه دارویی بومادران در سال های اخیر به دلیل خواص فراوان، قابل دسترس و قابل مصرف بودن آن و همچنین به دلیل نداشتن عارضه ی خطرناک در جهان و ایران رو به فزونی است. این امر لزوم مطالعه ی بیشتر در مورد این گیاه را به خوبی توضیح می دهد (افشاری و همکاران، ۱۳۹۱).

با توجه به پراکندگی گیاه بومادران در ایران و خواص درمانی فراوان آن، لازم است جهت فرمولاسیون و تهیه انواع داروها از این گیاه دارویی پر کاربرد، تحقیقات گسترده ای انجام شود و نیاز کشور را به واردات برخی از داروهای مشابه مرتفع گردد.

منابع

آذرنیوند، ح.، قوام عربانی، م.، سفیدکن، ف. و طویلی، ع. ۱۳۸۸. بررسی تاثیر ویژگی های اکولوژیک (خاک و ارتفاع) بر کمیت و کیفیت اسانس گل و برگ *Achillea millefolium* L. subsp. *Millefolium*. فصلنامه علمی- پژوهشی تحقیقات گیاهان دارویی و معطر ایران، ۲۵ (۴): ۵۵۶-۵۷۱.

افشاری، ف. ضابط، م. بخشی خانیکی، غ. ر. ابراهیمی، م. ۱۳۹۰. بررسی سیتوتوتیکی چند گونه از بومادران. پایان نامه کارشناسی ارشد، پیام نور تهران.

آل ابراهیم، ع. ر. نبی پور، ا. ۱۳۹۷. اتنوفارماکولوژی گیاهان دارویی منطقه کنگان- عسلویه. دو ماهنامه طب جنوب، پژوهشکده زیست- پزشکی خلیج فارس. سال ۲۱، شماره ۵، ص: ۴۰۹-۴۲۵.

آئینه چی، ی. ۱۳۶۵. مفردات پزشکی و گیاهان دارویی. انتشارات دانشگاه تهران.

رثوفی راد، و. ا. ابراهیمی، ع. ا. و ارزانی، حسین. ۱۳۹۵. استخراج و شناسایی ترکیبات شیمیایی اسانس گیاه بومادران *Santolina Achillea*. فصلنامه اکوسیستم های طبیعی ایران، سال هفتم، شماره دوم، تابستان ۱۳۹۵، صفحات ۱-۹.

زرگری، ع. ۱۳۷۱. گیاهان دارویی. انتشارات دانشگاه تهران، جلد سوم، ص ۱۶-۱۰۶.

عاشورآبادی شریفی، ا.، لباسچی، م. ح.، متین، ا.، نادری، ب.، رضایی، م.، گلی پور، م.، الهوردی، ب. و علیزاده انارکی، ک. ۱۳۸۸. تأثیر آبیاری و کشت دیم بر رشد شاخص های فیزیولوژیک بومادران (*Achillea millefolium* L.) در منطقه کرج. فصلنامه علمی- پژوهشی تحقیقات گیاهان دارویی و معطر ایران، ۲۵ (۳): ۳۴۷-۳۶۳.

عبادی، علی محمد. عبادی، آذینا. (۱۳۷۹). جاده سبز (ترجمه). انتشارات فاران.

فرج پور، مصطفی. ابراهیمی، محسن. مداح عارفی، حسن. امیری، رضا. (۱۳۸۸). بررسی تنوع ژنتیکی و مورفولوژیک بین و درون گونه ای بومادران ایران. پایان نامه ی ارشد، دانشگاه تهران.

فرشاد، س. ۱۳۶۹. بررسی بالینی اثر پایین آورنده فشارخون فرآورده های دو گیاه دارویی استاندارد (*Achillea*, *Viscum album* *millefolium*). پایان نامه دکترای داروسازی، دانشگاه علوم پزشکی اصفهان.

قهرمان، ا. (۱۳۶۲). فلور ایران، جلد ۸. موسسه تحقیقات جنگلها و مراتع، ص ۸۸۶.

مظفریان، و. ا. ۱۳۷۷. فرهنگ نام های گیاهان ایران. چاپ فرهنگ معاصر، ص ۱۱-۱۲.



نبی پور، ا.، رستگار، م.، مرادی، ل.، زیرایی، م. ع.، لاوری، ن.، آل ابراهیم، ع. ر.، امیربندی، ا.، ابول زاده، س. و حسینی، س. ز. ۱۴۰۰.
انتوفارماکولوژی گیاهان دارویی استان بوشهر. انتشارات دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی درمانی بوشهر، ص ۱۲۵.
یزدانی، د. شهنازی، س. (۱۳۸۴). تولید و تجارت گیاهان دارویی در ایران و جهان. همایش ملی توسعه پایدار.

British pharmacopoeia. 1993. London: British Pharmacopoeia Communitissuii: A 1547, 93.

Guin J D, Skidmore G. Compositae dermatitis in childhood. Arch. Dermatol 1987; 123(4): 500-2. Via chem Abstr. (Vol 87) 155410.

Carol a. newall , linda a. Anderson, J. danid philipson. (1996). Herbal medicines. 271.

Haidara, k., Zamir, L., Shi, Q.W. and Batist, G., 2006. The flavonoid Casticin has multiple mechanisms of tumor cytotoxicity action. Cencer Letters, 242: 180-190.

Ruckey G, Manns D, Breuer J. Peroxides as plant consituents. Arch Pharm Weinheim 1991; 324(12): 97981. Via Chem Abstr: 92272589.

Simon, J.E., Reiss, B.D., Joly, R.J. and Charles, D.J., 1992. Water stress induced alternations in essential oil content of sweet basil. Journal of Essential Oil Research, 1: 71-75.

Zolfaghari A, Adeli E, Mozafarian VA, Babaei S, Habibi bibalan Gh 2012. Identification of medicinal plants and indigenous knowledge of local people Arasbaran (Case Study: Arasbaran forests, watershed Mrdanqm tea). The Iranian medicinal and aromatic Plant Research, 28: 534- 550.

اثر تفاله قهوه بر عملکرد و تغذیه گیاه توت فرنگی در شرایط تنش شوری

حبیب اله میرکازهی ریگی^{*}

کارشناسی ارشد دانشگاه هرمزگان - علوم و مهندسی باغبانی گرایش تولیدات گلخانه‌ای ۱

(habib.mirkazehi.r@gmail.com)

چکیده

با افزایش شوری خاک، جذب مواد مغذی کاهش می‌یابد و مشکلاتی نظیر کاهش رشد و تولید محصول به وجود می‌آید. در سال‌های اخیر، استفاده از پسماندهای کشاورزی به عنوان منابع اصلاح‌کننده خاک مورد توجه قرار گرفته است. تفاله قهوه، به عنوان یک پسماند ارگانیک، دارای ترکیبات مغذی و خواص فیزیکی مناسب برای بهبود کیفیت خاک و افزایش تحمل گیاهان به تنش‌های محیطی می‌باشد. این مطالعه به بررسی تأثیر تفاله قهوه بر رشد و عملکرد گیاه توت فرنگی تحت شرایط تنش شوری پرداخت. آزمایش به صورت طرح پارامتریک با استفاده از تفاله قهوه به دو روش مختلف (اختلاط با خاک و استفاده به عنوان لایه رویی) و تیمارهای مختلف درصدی (۱۰، ۲۰ و ۳۰ درصد) طراحی شد. نتایج نشان داد که استفاده از تفاله قهوه به ویژه در مقادیر بالاتر تأثیر مثبت معناداری بر پارامترهای رشد گیاه توت فرنگی شامل ارتفاع نهال، وزن خشک، سطح برگ و عملکرد بوته داشت. به طور خاص، تیمار با ۳۰ درصد تفاله قهوه در روش اختلاط با خاک، بهترین عملکرد را از نظر تمامی پارامترهای مورد بررسی نشان داد. این تیمار موجب افزایش قابل توجهی در ارتفاع نهال، وزن خشک، سطح برگ و عملکرد بوته شد. نتایج مطالعه بیانگر این است که تفاله قهوه می‌تواند به عنوان یک افزودنی مؤثر برای بهبود شرایط خاک و افزایش تحمل گیاهان به تنش شوری مورد استفاده قرار گیرد.

کلمات کلیدی: پسماند، قهوه، توت فرنگی، تنش شوری



۱- مقدمه

تنش شوری به عنوان یکی از مهم ترین عوامل محیطی محدود کننده رشد گیاهان شناخته می شود که زمانی رخ می دهد که غلظت نمک ها در خاک یا آب افزایش یافته و باعث ایجاد اختلالات در فرآیندهای فیزیولوژیکی گیاه می گردد. این وضعیت به طور مستقیم بر روی جذب آب تأثیر می گذارد، زیرا با افزایش غلظت نمک در محیط، پتانسیل اسمزی خاک کاهش یافته و گیاه با مشکل در جذب آب مواجه می شود (۱). در نتیجه، ریشه ها توانایی خود را برای جذب آب از دست می دهند که این مسئله به کاهش تورم سلول ها و بسته شدن روزنه ها منجر شده و فرآیند فتوسنتز را مختل می کند. تنش شوری علاوه بر تأثیرات اسمزی، باعث افزایش غلظت یون های سمی مانند سدیم و کلرید در سلول های گیاه می شود. این یون ها با جابجایی یون های ضروری مانند پتاسیم و کلسیم از جایگاه های خود در سلول، تعادل یونی را برهم زده و باعث آسیب به ساختار سلولی و کاهش فعالیت های متابولیکی می شوند (۲). سدیم بیش از حد همچنین می تواند به پروتئین ها و آنزیم های سلولی آسیب رسانده و فرآیندهای بیوشیمیایی مانند تولید انرژی و سنتز پروتئین ها را مختل کند. علاوه بر این، شوری باعث تغییر در مورفولوژی ریشه ها می شود و ریشه ها در واکنش به شرایط تنش، سعی در گسترش بیشتری به سمت نواحی با شوری کمتر دارند. در پاسخ به تنش شوری، گیاهان مکانیسم های مختلفی را برای مقابله با شرایط نامساعد به کار می گیرند. یکی از این مکانیسم ها، تجمع مواد اسمولیت مانند پرولین، قندها و بتائین ها در سلول ها است که به حفظ پتانسیل آب درون سلول و کاهش اثرات منفی تنش کمک می کند (۳). گیاهان همچنین تولید گونه های اکسیژن فعال (ROS) را افزایش داده و با فعال سازی سیستم های دفاعی آنتی اکسیدانی به مقابله با آسیب های اکسیداتیو می پردازند. علاوه بر این، گیاهان با تنظیم هورمون هایی مانند آبسزیک اسید و اتیلن سعی در کنترل رشد و توسعه ریشه ها و برگ ها دارند تا از اثرات منفی شوری بر رشد کلی گیاه جلوگیری کنند (۴).

گیاه توت فرنگی در شرایط تنش شوری با کاهش قابل توجهی در رشد و عملکرد مواجه می شود. این گیاه به دلیل حساسیت بالا به تجمع نمک ها در خاک و آب آبیاری، به سرعت تحت تأثیر تنش شوری قرار می گیرد. افزایش غلظت یون های سدیم و کلرید در خاک باعث اختلال در جذب آب و مواد مغذی مهم مانند پتاسیم و کلسیم می شود که این مسئله تعادل یونی را در گیاه برهم زده و فرآیندهای فیزیولوژیکی را مختل می کند (۵). در نتیجه، گیاه توت فرنگی با کاهش فعالیت فتوسنتزی، بسته شدن روزنه ها و کاهش تورم سلول های برگ و ساقه مواجه شده که به طور مستقیم رشد و توسعه آن را محدود می سازد (۶). شوری همچنین موجب کاهش کیفیت میوه ها می شود، زیرا اختلالات فیزیولوژیکی ناشی از نمک بر طعم، اندازه و میزان قند موجود در میوه های توت فرنگی تأثیر منفی می گذارد (۷). در واکنش به این شرایط، گیاه تلاش می کند با تجمع مواد اسمولیت مانند پرولین و افزایش سیستم های آنتی اکسیدانی، اثرات منفی تنش را کاهش دهد، اما در موارد شدیدتر شوری، این مکانیسم ها کافی نبوده و خسارات جدی به رشد و عملکرد گیاه وارد می شود. علاوه بر این، شوری طولانی مدت باعث تغییر در مورفولوژی ریشه ها شده و ظرفیت جذب آب و مواد غذایی را به طور کلی کاهش می دهد، که در نهایت منجر به کاهش تولید محصول و کیفیت آن می شود (۸).

تفاله قهوه به عنوان یک ماده آلی غنی از عناصر غذایی و ترکیبات مفید در کشاورزی نقش قابل توجهی در بهبود رشد گیاهان و کاهش تنش های محیطی دارد. این ماده حاوی مقادیر مناسبی از نیتروژن، پتاسیم، فسفر و مواد آلی است که با اضافه شدن به خاک، ساختار خاک بهبود می یابد و ظرفیت نگهداری آب و مواد مغذی افزایش می یابد (۹). در شرایطی که گیاهان تحت تنش های محیطی مانند شوری، خشکی یا کمبود مواد مغذی قرار می گیرند، استفاده از تفاله قهوه می تواند به کاهش اثرات



منفی این تنش ها کمک کند. مواد آلی موجود در تفاله قهوه باعث افزایش فعالیت میکروبی در خاک می شود که این امر منجر به تجزیه بهتر مواد مغذی و در دسترس قرار گرفتن آنها برای گیاهان می گردد. همچنین، خاصیت اسیدی تفاله قهوه می تواند به تنظیم pH خاک کمک کند و جذب عناصر غذایی را بهبود بخشد (۱۰). در نتیجه، گیاهان با استفاده از این ماده می توانند مقاومت بیشتری در برابر تنش ها نشان داده و عملکرد و کیفیت محصولات کشاورزی بهبود یابد. تفاله قهوه علاوه بر کاهش تنش های محیطی، به عنوان یک منبع طبیعی آنتی اکسیدان ها نیز می تواند به کاهش آسیب های اکسیداتیو در گیاهان کمک کند و در مجموع به افزایش سلامت و عملکرد گیاهان منجر شود (۱۱).

۲- مواد و روش

به صورت طرح کرت های خرد شده اجرا شد که در آن تفاله های قهوه، ورمی کمپوست، کود شیمیایی و تیمار کنترل به طور تصادفی در زیر پلات ها توزیع شدند. هر زیر پلات شامل هشت ردیف بود و سه تکرار به صورت تصادفی برای هر تیمار در نظر گرفته شد. در هر گلدان دو بذر گیاه کاشته شد. کودها بر روی نهال های توت فرنگی (*Fragaria × ananassa*) ارگانیک ارزیابی شدند و هدف این تحقیق بررسی تأثیر کودهای کمپوست شده تفاله قهوه، ورمی کمپوست و کود شیمیایی بر نرخ رشد، اندازه گیری بیومس گیاه و کیفیت خاک بود. تنش شوری در سطح ۷ دسی زیمنس بر متر اعمال شد.

تیمار کنترل شامل مخلوط خاک آماده تولید شده بود که دارای مشخصاتی مانند ماده آلی ۸۸ درصد، رطوبت ۴۷ درصد، هدایت الکتریکی کمتر از ۱.۵ میلی موس بر سانتی متر و pH بین ۵.۵ تا ۶.۵ بود. تفاله های قهوه از کافه تریای دانشگاه جمع آوری شده و به دو روش استفاده شدند: روش اول شامل مخلوط کردن درصدهای خاصی از تفاله قهوه با خاک آماده از روز اول بود، در حالی که در روش دوم، تفاله قهوه به صورت کود سطحی در هفته های دوم و سوم پس از کاشت اعمال شد. ورمی کمپوست نیز با نسبت های مختلف از روز اول به خاک اضافه شد و کود شیمیایی در هفته های دوم و سوم پس از کاشت به صورت محلول ۱.۲ EC با نسبت ۱ گرم کود در ۱۰۰۰ میلی لیتر آب، از طریق آبیاری به گیاهان داده شد. در این آزمایش، اندازه گیری های مختلفی از جمله ارتفاع نهال توت فرنگی، وزن کل گیاه (تازه و خشک) و سطح برگ انجام شد. این آزمایش ها با هدف بررسی اثرات مثبت احتمالی تفاله های قهوه و ورمی کمپوست بر کاهش تنش شوری و بهبود رشد و عملکرد گیاه توت فرنگی انجام شدند. نتایج با استفاده از نرم افزار SPSS نسخه ۲۶ تجزیه و تحلیل شده و مقایسه میانگین ها با آنالیز واریانس (ANOVA) و گروه بندی دانکن با سطح معنی داری ($P < 0.05$) مورد بررسی قرار گرفت. نمودارها به وسیله نرم افزار اکسل رسم شده و نتایج به صورت (میانگین + انحراف معیار) گزارش می گردد. تجزیه و تحلیل هر نمونه در ۳ تکرار انجام می گیرد.

۳- یافته ها

تأثیر تیمارهای مختلف بر پارامترهای رشد توت فرنگی تحت تنش شوری به شرح زیر است: در تیمار کنترل، که فاقد تفاله قهوه بود، ارتفاع نهال به ۱۸ سانتی متر، وزن خشک به ۳.۵ گرم، سطح برگ به ۲۵ سانتی متر مربع و عملکرد بوته به ۱۵۰ گرم رسید. در روش اول با افزودن ۱۰ درصد تفاله قهوه، ارتفاع نهال به ۲۰ سانتی متر، وزن خشک به ۴.۰ گرم و سطح برگ به ۲۸ سانتی متر مربع افزایش یافت، در حالی که عملکرد بوته در این تیمار به ۱۶۰ گرم رسید. با افزایش درصد تفاله قهوه به ۲۰ درصد، ارتفاع نهال به ۲۲ سانتی متر، وزن خشک به ۴.۵ گرم و سطح برگ به ۳۰ سانتی متر مربع رسید و عملکرد بوته به ۱۷۵ گرم افزایش یافت. در تیمار با ۳۰ درصد تفاله قهوه، ارتفاع نهال به ۲۴ سانتی متر، وزن خشک به ۵.۰ گرم و سطح برگ به ۳۲ سانتی متر مربع رسید و عملکرد بوته به ۱۹۰ گرم افزایش یافت.



در روش دوم، با افزودن ۱۰ درصد تفاله قهوه، ارتفاع نهال به ۱۹ سانتی متر، وزن خشک به ۳.۸ گرم و سطح برگ به ۲۷ سانتی متر مربع رسید و عملکرد بوته به ۱۵۵ گرم افزایش یافت. با افزایش درصد تفاله قهوه به ۲۰ درصد، ارتفاع نهال به ۲۱ سانتی متر، وزن خشک به ۴.۲ گرم و سطح برگ به ۲۹ سانتی متر مربع رسید و عملکرد بوته به ۱۷۰ گرم افزایش یافت. در تیمار با ۳۰ درصد تفاله قهوه، ارتفاع نهال به ۲۳ سانتی متر، وزن خشک به ۴.۸ گرم و سطح برگ به ۳۱ سانتی متر مربع رسید و عملکرد بوته به ۱۸۵ گرم افزایش یافت. در این مطالعه، تفاوت های معناداری بین تیمارهای مختلف مشاهده شد. در روش اول، تیمار با ۳۰ درصد تفاله قهوه بیشترین تأثیر مثبت را بر ارتفاع نهال، وزن خشک، سطح برگ و عملکرد بوته داشت. در روش دوم نیز، تیمار با ۳۰ درصد تفاله قهوه به طور معناداری باعث بهبود این پارامترها نسبت به تیمارهای دیگر شد.

جدول ۱- تأثیر تیمارهای مختلف بر پارامترهای رشد توت فرنگی تحت تنش شوری

تیمار	د رصد	ارتفاع نهال سانتی متر	وزن خشک گرم	سطح برگ سانتی متر مربع	عملکرد بوته گرم
کنترل	۰	18a	3.5a	25a	150a
روش اول	۱	20a	4.0b	28a	160a
	۲	22a	4.5b	30b	175a
	۳	24b	5.0b	32b	190b
روش دوم	۱	19a	3.8a	27a	155a
	۲	21a	4.2b	29a	170a
	۳	23a	4.8b	31b	185b
طبق از مون دانکن، حروف متفاوت در ستون نشان از تفاوت معنی دار است ($p < 0.05$).					

بررسی تأثیر تیمارهای مختلف بر پارامترهای فتوسنتز، هدایت روزنه ای و میزان پرولین در توت فرنگی تحت تنش شوری نشان داد که در تیمار کنترل، میزان فتوسنتز ۱۰.۵ بود که با برخی تیمارها تفاوت معنی داری نداشت، اما در برخی سطوح تیمارهای دیگر این مقدار تغییر کرد. روش اول با شوری ۱۰ درصد تأثیر مثبتی بر فتوسنتز داشت و مقدار آن را به ۱۱.۲ افزایش داد،



در حالی که در سطح ۲۰ درصد کاهش یافت و مقدار ۱۰.۳۲ را نشان داد که تفاوت معنی داری نسبت به سطح ۱۰ درصد داشت. در سطح ۳۰ درصد مجدداً مقدار فتوستنر افزایش یافت و به ۱۱.۳۵ رسید که از نظر آماری تفاوت معنی داری با برخی تیمارها نشان داد. در روش دوم، میزان فتوستنر در سطح ۱۰ درصد شوری ۱۰.۸ بود که تفاوت معنی داری با کنترل نداشت، اما در سطح ۲۰ درصد به ۱۰.۳۰ کاهش یافت. در سطح ۳۰ درصد مجدداً افزایش یافت و به ۱۱.۳۴ رسید که تفاوت معنی داری را نشان داد. هدایت روزنه‌ای نیز تحت تأثیر تیمارها قرار گرفت، به طوری که در تیمار کنترل مقدار آن ۰.۲۵ بود و در تیمارهای روش اول با ۱۰ درصد شوری مقدار ۰.۲۸ مشاهده شد که تفاوت معنی داری نداشت، اما در سطح ۲۰ درصد به صفر کاهش یافت که از نظر آماری تفاوت معنی داری داشت. در سطح ۳۰ درصد مقدار ۰.۸ اندازه گیری شد که با برخی تیمارها تفاوت داشت. در روش دوم، مقدار هدایت روزنه‌ای در سطح ۱۰ درصد ۰.۲۶ بود که تفاوتی با کنترل نداشت، اما در سطح ۲۰ درصد مقدار ۰.۸ مشاهده شد که نسبت به برخی تیمارها افزایش نشان داد. در سطح ۳۰ درصد این مقدار ۰.۵ بود که از نظر آماری تفاوت معنی داری داشت. میزان پرولین نیز در تیمار کنترل ۲.۱ بود و در روش اول، سطح ۱۰ درصد مقدار ۲.۵ را نشان داد که تفاوتی با کنترل نداشت، اما در سطح ۲۰ درصد این مقدار به ۱۸.۵ افزایش یافت که از نظر آماری تفاوت معنی داری داشت. در سطح ۳۰ درصد مقدار پرولین ۲.۳ بود که با برخی تیمارها تفاوت نشان داد. در روش دوم، در سطح ۱۰ درصد مقدار پرولین ۲.۳ اندازه گیری شد که تفاوتی با کنترل نداشت، اما در سطح ۲۰ درصد مقدار ۱.۶ بود که نسبت به برخی تیمارها کاهش داشت. در سطح ۳۰ درصد مقدار پرولین ۱.۷ مشاهده شد که از نظر آماری تفاوت معنی داری داشت.

جدول ۲- تأثیر تیمارهای مختلف بر پارامترهای توت فرنگی تحت تنش شوری				
تیمار	د رصد	میزان فتوستنر ($\mu\text{mol CO}_2/\text{m}^2/\text{s}$)	هدایت روزنه‌ای ($\text{mmol H}_2\text{O}/\text{m}^2/\text{s}$)	میزان پرولین ($\mu\text{g/g FW}$)
کنترل	۰	10.5a	0.25a	2.1a
روش اول	۱	11.2a	0.28a	2.5a
	۲	10.32b	0.0b	18.5b
	۳	11.35b	0.8b	2.3b
روش دوم	۱	10.8a	0.26a	2.3a
	۲	10.30a	0.8a	1.6a



1.7b	.5b ^a	.3411 b	۳ .	
طبق ازمون دانکن، حروف متفاوت در ستون نشان از تفاوت معنی دار است ($p < 0.05$).				

۴- بحث و نتیجه گیری

نتایج نشان می‌دهند که تفاله قهوه به دلیل دارا بودن مواد مغذی و ترکیبات آلی، قادر است به بهبود وضعیت تغذیه‌ای خاک و افزایش تحمل گیاه به تنش شوری کمک کند. همچنین، تفاله قهوه بهبودهایی در خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک، افزایش فعالیت میکروبی و کاهش اثرات منفی شوری بر روی رشد گیاهان را به همراه داشت. با این حال، استفاده از تفاله قهوه به صورت لایه‌ای روی خاک تأثیر کمتری نسبت به اختلاط آن با خاک داشت، که ممکن است به دلیل عدم اختلاط مناسب و دسترسی محدود گیاه به مواد مغذی باشد. در این مطالعه، تیمار با ۳۰ درصد تفاله قهوه در روش اول (که تفاله قهوه با خاک مخلوط شده بود) به طور معناداری برتر از سایر روش‌ها و تیمارها بود. در این تیمار، افزایش درصد تفاله قهوه منجر به بهبودهای قابل توجهی در ارتفاع نهال، وزن خشک، سطح برگ و عملکرد بوته شد. به ویژه، در این تیمار، ارتفاع نهال به ۲۴ سانتی‌متر، وزن خشک به ۵۰ گرم، سطح برگ به ۳۲ سانتی‌متر مربع و عملکرد بوته به ۱۹۰ گرم رسید که بیشترین مقادیر در مقایسه با سایر تیمارها بود. این نتیجه نشان می‌دهد که اختلاط تفاله قهوه با خاک به صورت مناسب و در مقادیر بالاتر می‌تواند تأثیرات مثبت بیشتری بر رشد و عملکرد گیاهان توت‌فرنگی تحت تنش شوری داشته باشد. در مقایسه با روش دوم که تفاله قهوه به صورت لایه‌ای روی خاک اضافه شد، روش اول به دلیل تأثیر مستقیم و مؤثرتر بر خاک و گیاهان، به نظر می‌رسد که برتر بوده است. در این مطالعه، نتایج نشان داد که افزودن تفاله قهوه به خاک، به ویژه در مقادیر بالاتر، تأثیر مثبتی بر پارامترهای رشد توت‌فرنگی تحت تنش شوری دارد. یکی از علل احتمالی این تأثیرات مثبت می‌تواند به ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی تفاله قهوه مرتبط باشد. تفاله قهوه به دلیل داشتن ترکیبات آلی و معدنی، از جمله نیتروژن، فسفر و پتاسیم، می‌تواند به بهبود وضعیت تغذیه‌ای خاک کمک کند. نیتروژن به رشد و توسعه سریع‌تر گیاهان کمک می‌کند و فسفر و پتاسیم به تقویت سیستم ریشه و افزایش تحمل گیاه به تنش‌های محیطی مانند شوری مؤثر است. علاوه بر این، تفاله قهوه دارای خاصیت‌های زراعی مفیدی است که می‌تواند به بهبود ساختار خاک و افزایش ظرفیت نگهداری آب آن کمک کند. این ویژگی‌ها به ویژه در شرایط تنش شوری که آب در دسترس گیاهان ممکن است کاهش یابد، اهمیت بیشتری پیدا می‌کند. بهبود ساختار خاک می‌تواند به افزایش نفوذپذیری آب و هوا به ریشه‌ها کمک کرده و در نتیجه، رشد و عملکرد گیاه را تحت شرایط سخت محیطی بهبود بخشد. افزایش سطح برگ و وزن خشک در تیمارهای با درصد بالاتر تفاله قهوه نیز ممکن است به دلیل بهبود توانایی گیاه در جذب و استفاده از منابع غذایی باشد. افزایش عملکرد بوته در این تیمارها نشان‌دهنده این است که تفاله قهوه می‌تواند به افزایش تولید میوه و در نتیجه بهبود عملکرد محصول کمک کند. این افزایش می‌تواند به دلیل تأثیرات مثبت تفاله قهوه بر روی فرآیندهای فتوسنتزی و رشد عمومی گیاه باشد. در روش دوم، که تفاله قهوه به عنوان لایه رویی به خاک اضافه شد، به نظر می‌رسد که اثرات کاهشی کمتری نسبت به روش اول داشت. این می‌تواند به دلیل این باشد که تفاله قهوه به صورت مستقیم با خاک مخلوط نمی‌شود و ممکن است نتواند به همان اندازه در بهبود خصوصیات خاک و جذب مواد مغذی مؤثر باشد. با این حال، افزودن تفاله قهوه در این روش نیز به بهبود پارامترهای رشد گیاه کمک کرده است، اگرچه تأثیر آن نسبت به روش اول کمتر بود. به طور کلی، نتایج این مطالعه نشان



می دهد که تفاله قهوه به عنوان یک منبع طبیعی و اقتصادی برای بهبود کیفیت خاک و افزایش رشد و عملکرد گیاهان می تواند مفید باشد، به ویژه تحت شرایط تنش شوری.

افزایش تنش شوری می تواند تأثیرات متفاوتی بر فرآیندهای فیزیولوژیکی گیاهان داشته باشد، از جمله کاهش یا افزایش میزان فتوسنتز که بسته به سطح شوری و نوع تیمار می تواند تغییر کند. در شرایطی که گیاه بتواند مکانیسم های سازگاری مناسبی را فعال کند، ممکن است در برخی سطوح شوری میزان فتوسنتز افزایش یابد، اما در سطوح بالاتر احتمال کاهش آن وجود دارد. هدایت روزنه ای نیز یکی از عوامل مهم در تنظیم تبادلات گازی و تعادل آبی گیاه است که در مواجهه با تنش شوری ممکن است کاهش یابد و به طور مستقیم بر میزان فتوسنتز اثر بگذارد. در برخی شرایط، بسته شدن روزنه ها به کاهش تعرق و حفظ آب منجر می شود، اما در سطوح بالای تنش، این مکانیسم ممکن است بر میزان جذب دی اکسید کربن تأثیر گذاشته و در نهایت عملکرد گیاه را تحت تأثیر قرار دهد. از سوی دیگر، تولید پرولین به عنوان یکی از مهم ترین مکانیسم های سازگاری گیاه در برابر تنش های محیطی، نقش مهمی در تنظیم فشار اسمزی و حفظ ساختار سلولی دارد. در برخی سطوح شوری، افزایش پرولین می تواند نشان دهنده سازگاری گیاه باشد، اما در شرایطی که میزان آن کاهش می یابد، ممکن است بیانگر محدودیت های متابولیکی یا تأثیر منفی شوری بر فعالیت های سلولی باشد. اثرات شوری بر این پارامترها نه تنها به شدت تنش بستگی دارد، بلکه به نوع تیمار و توانایی گیاه در تنظیم شرایط فیزیولوژیکی خود نیز مرتبط است، به طوری که برخی تیمارها می توانند اثرات منفی شوری را کاهش داده و موجب بهبود ویژگی های فیزیولوژیکی گیاه شوند.

ادامه ی بحث در مورد تأثیر تفاله قهوه بر رشد توت فرنگی تحت تنش شوری می تواند به بررسی سایر علل و جنبه های این تأثیرات مثبت بپردازد. یکی دیگر از عوامل مهم، خاصیت ضدشوری تفاله قهوه است. تفاله قهوه به دلیل داشتن مقادیر معتدله ای از کربن آلی، می تواند به کاهش غلظت یون های شوری در خاک کمک کند. این خاصیت باعث کاهش اثرات منفی شوری بر روی گیاهان می شود، زیرا کربن آلی می تواند با یون های شوری ترکیب شده و از تأثیر منفی آنها بر روی رشد گیاهان جلوگیری کند. علاوه بر این، تفاله قهوه به عنوان یک منبع غنی از آنتی اکسیدان ها و ترکیبات فنولی می تواند به افزایش مقاومت گیاهان به استرس های محیطی مانند شوری کمک کند. این ترکیبات با کاهش تولید رادیکال های آزاد و افزایش فعالیت های آنتی اکسیدانی در گیاهان، می توانند به کاهش آسیب های سلولی و بهبود سلامت عمومی گیاهان کمک کنند. این اثرات مثبت می توانند به افزایش رشد و عملکرد گیاه در شرایط نامساعد شوری منجر شوند. تأثیرات تفاله قهوه بر پارامترهای رشد توت فرنگی همچنین می تواند به بهبود فعالیت های میکروبی در خاک مرتبط باشد. تفاله قهوه می تواند به عنوان یک منبع غذایی برای میکروارگانیسم های مفید خاک عمل کند و باعث افزایش فعالیت های میکروبی شود. این فعالیت های میکروبی به نوبه خود می توانند به بهبود جذب مواد مغذی توسط گیاهان و بهبود ساختار خاک کمک کنند، که نتیجه آن بهبود رشد و عملکرد گیاهان است. در روش دوم که تفاله قهوه به صورت لایه ای روی خاک اضافه شد، تأثیرات مثبت به نظر کاهش یافته است. این ممکن است به دلیل عدم اختلاط مناسب تفاله قهوه با خاک و کاهش دسترسی گیاهان به مواد مغذی موجود در تفاله قهوه باشد. همچنین، در این روش، تفاله قهوه ممکن است نتواند به خوبی با خاک ترکیب شود و اثرات آن به طور یکنواخت بر روی تمامی ریشه های گیاهان توزیع نشود. در نهایت، نتایج این مطالعه نشان می دهند که استفاده از تفاله قهوه به عنوان یک افزودنی مفید و اقتصادی برای بهبود شرایط رشد گیاهان تحت تنش شوری می تواند مفید واقع شود. با این حال، انتخاب روش مناسب برای استفاده از تفاله قهوه، نظیر اختلاط با خاک یا استفاده به عنوان لایه رویی، به طور قابل توجهی بر تأثیرات آن بر روی رشد و



عملکرد گیاهان تأثیر گذار است. این مطالعه می تواند مبنای مناسبی برای تحقیقات بیشتر در زمینه استفاده از مواد آلی و پسماندهای کشاورزی برای بهبود مدیریت خاک و افزایش بهره‌وری محصولات کشاورزی تحت شرایط مختلف محیطی باشد.

منابع

Alluqmani SM, Alabdallah NM. Dry waste of red tea leaves and rose petals confer salinity stress tolerance in strawberry plants via modulation of growth and physiology. *Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences*. 2022;21(8):511-7.

Cervera-Mata A, Mondini C, Martín García JM. Effects of the addition of spent coffee grounds combined with a nitrogen fertilizer on the soil-plant system. *Agrochimica: International Journal of Plant Chemistry, Soil Science and Plant Nutrition of the University of Pisa*: 65, 3, 2021. 2021:261-77.

Esmailizadeh M, Malekzadeh Shamsabad MR, Roosta HR, Dąbrowski P, Rapacz M, Zieliński A, et al. Manipulation of light spectrum can improve the performance of photosynthetic apparatus of strawberry plants growing under salt and alkalinity stress. *PLoS One*. 2021;16(12):e0261585.

Gammoudi N, Nagaz K, Ferchichi A. Potential Use of Spent Coffee Grounds and Spent Tea Leaves Extracts in Priming Treatment to Promote In Vitro Early Growth of Salt-and Drought-Stressed Seedlings of *Capsicum annum* L. *Waste and Biomass Valorization*. 2021;12:3341-53.

Karakas S, Bolat I, Dikilitas M. The use of halophytic companion plant (*Portulaca oleracea* L.) on some growth, fruit, and biochemical parameters of strawberry plants under salt stress. *Horticulturae*. 2021;7(4):63.

Medrano Macias J, Lopez Caltzontzit MG, Rivas Martinez EN, Narvaez Ortiz WA, Benavides Mendoza A, Martinez Lagunes P. Enhancement to salt stress tolerance in strawberry plants by iodine products application. *Agronomy*. 2021;11(3):602.

Moradi P, Vafaei Y, Mozafari AA, Tahir NA-r. Silicon nanoparticles and methyl jasmonate improve physiological response and increase expression of stress-related genes in strawberry cv. Paros under salinity stress. *Silicon*. 2022;14(16):10559-69.

Ntanos E, Kekelis P, Assimakopoulou A, Gasparatos D, Denaxa N-K, Tsafouros A, et al. Amelioration effects against salinity stress in strawberry by bentonite–zeolite mixture, glycine betaine, and *Bacillus amyloliquefaciens* in terms of plant growth, nutrient content, soil properties, yield, and fruit quality characteristics. *Applied Sciences*. 2021;11(19):8796.

Simões G, Demétrio GB, de Paula GF, Ladeira DC, Matsumoto LS. Influence of spent coffee grounds on soil microbiological attributes and maize crop. *Research, Society and Development*. 2020;9(8):e818986400-e.

Zahedi SM, Hosseini MS, Abadía J, Marjani M. Melatonin foliar sprays elicit salinity stress tolerance and enhance fruit yield and quality in strawberry (*Fragaria × ananassa* Duch.). *Plant Physiology and Biochemistry*. 2020;149:313-23.

Zeid IMA, Mohamed FH, Metwali EM. Responses of two strawberry cultivars to NaCl-induced salt stress under the influence of ZnO nanoparticles. *Saudi Journal of Biological Sciences*. 2023;30(4):103623.



ارزیابی خاصیت آنتی اکسیدانی چند گیاه دارویی پرمصرف در درمان و پیشگیری از سرماخوردگی

محمدعلی شیخ محسنی^{۱*}، مینا توکلی

گروه گیاهان دارویی، مرکز آموزش عالی شهید باکری میاندوآب، دانشگاه ارومیه، ارومیه

چکیده

از آنجا که عامل سرماخوردگی ویروس‌ها هستند، مصرف آنتی بیوتیک‌ها نه تنها در رفع آن اثر چندانی ندارند بلکه مصرف زیاد آنتی بیوتیک‌ها مقاومت‌های آنتی بیوتیکی ایجاد کرده و می‌تواند ناراحتی‌های گوارشی و واکنش‌های حساسیتی را باعث شوند. مصرف داروهای گیاهی و حتی فرآورده‌های ساده گیاهان دارویی می‌تواند در پیشگیری از ابتلا و درمان بیماری سرماخوردگی مفید و مؤثر باشد. معمولاً گیاهانی که محتوای اسیدهای آلی و ترکیبات پلی فنولی بیشتری دارند و به عبارتی خاصیت آنتی اکسیدانی بالاتری دارند برای پیشگیری و درمان سرماخوردگی مفید هستند. از این رو در این مقاله محتوای پلی فنولی چند گیاه دارویی پرمصرف در درمان سرماخوردگی به منظور ارزیابی ارزش آنتی اکسیدانی آن‌ها بررسی شده است. گیاهان مورد ارزیابی بابونه (*Matricaria chamomilla*)، بومادران (*Achillea millefolium*)، گل گاوزبان (*Echium amoenum*) و ختمی (*Alcea setosa*) بوده‌اند و برای تهیه عصاره گیاهی از استخراج با امواج فراصوت استفاده شد. نتایج نشان دادند که مقدار ترکیبات پلی فنولی در گیاه دارویی بابونه از همه بیشتر است. بعد از آن گیاه دارویی بومادران بیشترین مقدار ترکیبات پلی فنولی را دارد. مقدار ترکیبات پلی فنولی موجود در گیاهان دارویی ختمی و گل گاوزبان کمتر از یک پنجم مقدار این ترکیبات در گیاهان دارویی بابونه و بومادران بود. از آنجایی که مقدار ترکیبات پلی فنولی و خاصیت آنتی اکسیدانی گیاهان رابطه مستقیمی با توانایی آن‌ها در درمان سرماخوردگی دارد می‌توان نتیجه گرفت که گیاهان دارویی بابونه و بومادران تأثیر بیشتری در درمان بیماری سرماخوردگی دارند که نتایج این تحقیق با تجربه‌های به دست آمده در طب سنتی تطابق دارد.

واژگان کلیدی: بابونه، بومادران، پلی فنول، ختمی، عصاره



۱. مقدمه

سرماخوردگی یک عفونت ویروسی است که در بدن افراد با نشانه‌ها و علائم خاصی نمایان می‌شود. این بیماری چندان خطرناک نیست، اما علائم آن آزاردهنده است و دستگاه تنفسی فوقانی را درگیر می‌کند. طبق مطالعاتی که تاکنون انجام شده، بیش از ۲۰۰ نوع ویروس شناخته شده‌اند که توانایی ایجاد بیماری سرماخوردگی در بدن انسان را دارند (Heikkinen and Järvinen, 2003).

عامل سرماخوردگی ویروس‌ها هستند و مصرف آنتی بیوتیک‌ها در رفع آن اثر چندانی نخواهد داشت. علاوه بر این مصرف زیاد آنتی بیوتیک‌ها مقاومت‌های آنتی بیوتیکی ایجاد کرده و گاهی اوقات ناراحتی‌های گوارشی و واکنش‌های حساسیتی را در بیمار به دنبال خواهند داشت. در این مواقع روش‌های درمان گیاهی سرماخوردگی بسیار مناسب‌ترند. (Arden and Mackay, 2010).

برای درمان گیاهی سرماخوردگی روش‌های مختلفی وجود دارد اما ممکن است بدن هر شخص نسبت به بعضی از آن‌ها آلرژی داشته و یا با بیماری زمینه‌ای وی تداخل ایجاد کند. به همین دلیل بهتر است قبل از مصرف هر نوع دارویی حتی گیاهی با متخصص مربوطه مشورت کرد. از گیاهان مختلفی برای پیشگیری و درمان سرماخوردگی استفاده می‌شود. علاوه بر نوع گیاه روش استفاده از هر گیاه نیز معمولاً متفاوت است به طوری که در بعضی از این روش‌ها، مصرف دمنوش گیاه را توصیه می‌کنند و در بعضی از روغن، عصاره یا پودر گیاه به صورت خوراکی یا بخور استفاده می‌کنند. معمولاً گیاهانی که محتوای اسیدهای آلی و ترکیبات پلی فنولی بیشتری دارند و به عبارتی خاصیت آنتی اکسیدانی بالاتری دارند برای پیشگیری و درمان سرماخوردگی مفید هستند (Nahas and Balla, 2011).

بابونه نامی عمومی است که برای انواع مختلفی از گیاهان هم‌خانواده با مینای چمنی (از تیره کاسنیان) به کار می‌رود. در طب سنتی از دو گونه از این گیاهان، شامل بابونه آلمانی (*Matricaria chamomilla*) و بابونه رومی (*Chamaemelum nobile*) برای ساخت خیسانه و دمنوش استفاده فراوان می‌شود. چای یا دمنوش گل بابونه یک گیاه گرم‌کننده است که ایمنی بدن را افزایش داده و به سرعت علائم سرماخوردگی را رفع می‌کند. گلبرگ گیاه بابونه دارای فلاونوئید است که آثار آرامش بخشی در بیمار ایجاد می‌کند (Moghaddam et al., 2021).

بومادران معمولی (*Achillea millefolium*) یا بومادران هزار برگ، گیاهی از تیره گل‌ستاره‌ای‌ها از سرده بومادران است. سرشاخه‌های گل دار این گیاه بعلت دارا بودن اسانس بوی مخصوص دارند. این گیاه به عنوان خلط آور مصرف می‌شود و برای آن اثر ضد تشنج و نیرو دهنده و تسکین دهنده تنگی نفس ذکر شده است (Ali et al., 2017).

گل گاوزبان (*Echium amoenum*) از خانواده گاوزبانیان است که بیشتر به عنوان گیاهان زینتی و باغی و برخی گونه‌ها در طب سنتی استفاده می‌شوند (Azizi et al., 2018). ختمی (*Alcea setosa*) از تیره پنیرکیان است و در کنار کاربرد زینتی خود کاربردهای درمانی متعددی نیز دارد و می‌تواند بیماری‌های مختلف را درمان کند. این گیاه می‌تواند به درمان سرفه و علائم سرماخوردگی کمک کند (Bajes et al., 2021).

با توجه به اینکه سرماخوردگی یکی از رایج‌ترین بیماری‌های واگیردار می‌باشد و داروی تضمینی و ویژه‌ای برای آن وجود ندارد و همچنین با توجه به عوارض مصرف آنتی بیوتیک‌ها که تأثیر خاصی در درمان این بیماری ندارند، استفاده از

گیاهان دارویی یکی از بهترین راه‌ها برای پیشگیری و رفع علائم آزاردهنده‌ی آن است. از آنجا که محتوای پلی فنولی و خاصیت آنتی اکسیدانی یک گیاه می‌تواند معیار مناسبی در تشخیص مناسب بودن آن در درمان سرماخوردگی باشد، در این تحقیق محتوای پلی فنولی و خاصیت آنتی اکسیدانی چند گیاه دارویی مورد استفاده در درمان سرماخوردگی در طب سنتی با روشی جدید بررسی شده است تا مناسب‌ترین گیاه برای این منظور مشخص شود.

۲. مواد و روش‌ها

۲-۱. جمع آوری و آماده سازی نمونه‌های گیاهی

نمونه‌های بابونه، بومادران، گل گاوزبان و ختمی از فروشندگان محلی و مطمئن شهرستان میاندوآب تهیه شدند. این نمونه‌ها خشک بوده و همانطور بدون تغییر و به شکل متداول خود مورد استفاده قرار گرفتند.

۲-۲. روش تهیه عصاره‌های گیاهی

تمام عصاره‌ها با حلال اتانول ۲۵ درصد (۲۵٪ حجمی الکل اتانول و ۷۵٪ حجمی آب مقطر) تهیه شدند. در تمام نمونه‌ها از مخلوط حلال و نمونه خشک شده گیاهی با نسبت ۵ درصد جرمی گیاه استفاده شد. عصاره گیری با روش حمام امواج فراصوت (Ultrasonic) انجام گرفت. در این روش عصاره گیری مخلوط حلال-نمونه‌ی گیاهی را در ظرفی دربسته ریخته و به مدت ۲۲ دقیقه در حمام آب دستگاه التراسونیک و تحت امواج فراصوت قرار گرفت. عصاره‌ها ابتدا به وسیله پارچه ظریف و سپس با کاغذ صافی صاف و تا آنالیز در ظرف دربسته تیره و در محلی خنک نگه داری شدند.

۲-۳. روش آنالیز ترکیبات پلی فنولی

عصاره‌ی هیدروالکلی تهیه شده به وسیله حلال آب-اتانول (۷۵:۲۵) جهت اندازه گیری محتوای کل ترکیبات پلی فنولی به دستگاه الکتروآنالیز معرفی شدند. از استاندارد گالیک اسید به عنوان نماینده پلی فنول‌ها در اندازه گیری استفاده گردید. در این روش که روشی سریع می‌باشد مقدار کل ترکیبات پلی فنولی که خاصیت آنتی اکسیدانی مناسب (قابلیت اکسایش و کاهش) دارند، اندازه گیری می‌شود (Sheikh-Mohseni, 2016).

۳. نتایج

برای مقایسه محتوای ترکیبات پلی فنولی گیاهان مورد استفاده در درمان سرماخوردگی، از روش عصاره گیری اولتراسونیک (امواج فراصوت) استفاده شد. شرایط عصاره گیری برای تمامی گیاهان یکسان بود و شرایط بهینه استخراج با توجه به مطالعات قبلی اعمال شد. عصاره‌های به دست آمده از گیاهان بابونه، بومادران، گل گاوزبان و ختمی به سل الکتروشیمیایی دستگاه الکتروآنالیز منتقل و سپس با الکتروود طراحی شده برای اندازه گیری گونه‌های پلی فنولی آنالیز شدند (Sheikh-Mohseni, 2016).

با توجه به ولتاموگرام‌های به دست آمده از آنالیز عصاره‌ها و با استفاده از منحنی کالیبراسیون گالیک اسید، غلظت ترکیبات پلی فنولی بر حسب گالیک اسید در گیاهان مختلف اندازه گیری شد. این نتایج در شکل ۱ نشان داده شده است.



شکل ۱. غلظت ترکیبات پلی فنولی موجود در عصاره گیاهان بابونه، بومادران، گل گاوزبان و ختمی

نتایج این شکل نشان می دهد که مقدار ترکیبات پلی فنولی در گیاه دارویی بابونه از همه بیشتر است. بعد از آن گیاه دارویی بومادران بیشترین مقدار ترکیبات پلی فنولی را دارد. مقدار ترکیبات پلی فنولی موجود در گیاهان دارویی ختمی و گل گاوزبان بسیار کمتر است به طوری که مقدار ترکیبات پلی فنولی در این دو گیاه کمتر از یک پنجم مقدار این ترکیبات در گیاهان دارویی بابونه و بومادران می باشد.

از آنجایی که مقدار ترکیبات پلی فنولی و خاصیت آنتی اکسیدانی گیاهان رابطه مستقیمی با توانایی آن ها در درمان سرماخوردگی دارد (Nahas and Balla, 2011)، می توان نتیجه گرفت که گیاهان دارویی بابونه و بومادران تأثیر بیشتری در درمان بیماری سرماخوردگی دارند. این گیاهان در طب سنتی از گیاهان متداول و پر مصرف در درمان بیماری های تنفسی و بهبود علائم سرماخوردگی هستند (Moghaddam et al., 2021; Ali et al., 2017). بنابراین نتایج این تحقیق با تجربه های به دست آمده در طب سنتی تطابق دارد.

۴. بحث و نتیجه گیری

امروزه سعی می شود که استفاده از داروهای شیمیایی با توجه به عوارض زیادی که دارند محدود شوند. از جمله این داروها آنتی بیوتیک ها هستند که در درمان بیماری های ساده ای مانند سرماخوردگی بیش از حد تجویز می شوند. در صورتی که جایگزین کردن آنها با گیاهان دارویی می تواند فواید زیادی داشته باشد. این تحقیق برای بررسی توانایی گیاهان دارویی مورد استفاده در طب سنتی برای درمان سرماخوردگی انجام گرفت. نتایج نشان دادند که ترکیبات پلی فنولی در گیاهان دارویی بابونه و بومادران بیشترین مقدار را دارد. از آنجایی که مقدار ترکیبات پلی فنولی و خاصیت آنتی اکسیدانی گیاهان رابطه مستقیمی با توانایی آن ها در درمان سرماخوردگی دارد می توان نتیجه گرفت که گیاهان دارویی بابونه و بومادران تأثیر بیشتری در درمان بیماری سرماخوردگی دارند که نتایج این تحقیق با تجربه های به دست آمده در طب سنتی تطابق دارد.

منابع



- Ali, S.I., Gopalakrishnan, B. and Venkatesalu, V. (2017). Pharmacognosy, phytochemistry and pharmacological properties of *Achillea millefolium* L.: a review. *Phytotherapy Research*, 31(8): 1140-1161.
- Arden, K.E. and Mackay, I.M. (2010). Newly identified human rhinoviruses: molecular methods heat up the cold viruses. *Reviews in medical virology*, 20(3): 156-176.
- Azizi, H., Ghafari, S., Ghods, R., Shojaii, A., Salmanian, M. and Ghafarzadeh, J. (2018). A review study on pharmacological activities, chemical constituents, and traditional uses of *Echium amoenum*. *Pharmacognosy Reviews*, 12(24).
- Bajes, H.R., Oran, S.A. and Bustanji, Y.K. (2021). Chemical composition and antiproliferative and antioxidant activities of methanolic extract of *Alcea setosa* A. Malvaceae. *Research Journal of Pharmacy and Technology*, 14(12): 6447-6454.
- Heikkinen, T. and Järvinen, A. (2003). The common cold. *The Lancet*, 361(9351): 51-59.
- Moghaddam, M.S., Torabzadeh Khorasani, N., Assaran Darban, R. and Rahimi, H.R. (2021). The Effect of Chamomile Extract on Coronavirus. *Reviews in Clinical Medicine*, 8(2): 92-95.
- Nahas, R. and Balla, A. (2011). Complementary and alternative medicine for prevention and treatment of the common cold. *Canadian Family Physician*, 57(1): 31-36.
- Sheikh-Mohseni, M.A. (2016). Sensitive electrochemical determination of gallic acid: application in estimation of total polyphenols in plant samples. *Analytical and Bioanalytical Chemistry Research*, 3(2): 217-224.



بنفشه معطر: ترکیبات زیست فعال، خواص دارویی و کاربردهای درمانی در طب سنتی و

مدرن

مرضیه نصرتی^{۱،۴}، طیبه مومنی^۲، فائزه کاشانیان^{۳*}

^۱گروه شیمی، واحد تهران مرکزی، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران

^۲گروه شیمی، دانشکده علوم پایه، دانشگاه صنعتی قم، قم.

^۳گروه نانوبیوتکنولوژی، دانشکده علوم و فنون نوین دانشگاه تهران، تهران، ایران. (Faezehkashanian1@gmail.com)

^۴شرکت ایستا صنعت و وطن، قم

چکیده

بنفشه معطر، گیاهی دارویی ارزشمند از خانواده بنفشگان است که از گذشته‌های دور در طب سنتی ایران، یونان، هند و چین برای درمان بیماری‌های گوناگون کاربرد داشته است.

هدف این مطالعه، بررسی ویژگی‌های گیاه‌شناسی، ترکیبات شیمیایی، خواص دارویی و مکانیسم‌های اثر این گیاه بر سلامت انسان، به‌ویژه در درمان بیماری‌های پوستی، التهابی و عصبی است. بنفشه معطر حاوی ترکیبات ارزشمندی همچون فلاونوئیدها، آلکالوئیدها، تانن‌ها، ساپونین‌ها، اسید سالیسیلیک و سیکلوئیدها است که اثرات آنتی‌اکسیدانی، ضدالتهابی، ضدباکتریایی، ضدسرطانی و آرام‌بخش دارند. این گیاه در درمان بیماری‌های پوستی مانند اگزما، پسوریازیس، آکنه و زخم‌ها، مشکلات تنفسی از جمله آسم و سرفه‌های مزمن، اختلالات عصبی مانند اضطراب و بی‌خوابی و همچنین بیماری‌های قلبی-عروقی مؤثر است. یکی از فرآورده‌های مهم آن، روغن بنفشه معطر است که به‌طور گسترده در درمان مشکلات پوستی و التهابی کاربرد دارد. مطالعات جدید نشان داده‌اند که ترکیبات سیکلوئیدی موجود در بنفشه معطر پتانسیل بالایی در مهار رشد سلول‌های سرطانی و کاهش التهاب‌های مزمن دارند. با توجه به این ترکیبات ارزشمند، بنفشه معطر گیاهی با پتانسیل بالا در صنایع دارویی، آرایشی-بهداشتی و پزشکی مکمل محسوب می‌شود و انجام تحقیقات بیشتر بر روی استخراج ترکیبات مؤثر و بررسی اثربخشی آن در درمان بیماری‌های مزمن می‌تواند به توسعه داروهای گیاهی نوین کمک کند.

واژگان کلیدی: بنفشه معطر، ترکیبات زیست فعال، خواص دارویی، ضدالتهاب.



۱. مقدمه

گیاهان دارویی همواره در درمان بیماری‌های مختلف نقش مهمی ایفا کرده‌اند و به دلیل اثربخشی و ایمنی نسبی، همچنان به عنوان جایگزینی برای داروهای شیمیایی مورد توجه قرار دارند. بنفشه معطر یکی از گیاهان دارویی ارزشمند از خانواده ویولاسه است که از دیرباز در طب سنتی و پزشکی مدرن به دلیل خواص درمانی متنوع مورد استفاده قرار گرفته است. این گیاه علفی و چندساله، یکی از اعضای جنس گسترده ویولا با ۴۷۸ گونه مختلف محسوب می‌شود و با نام‌هایی مانند بنفشه شیرین، بنفشه رایج و بنفشه باغ نیز شناخته می‌شود. از گذشته‌های دور، بنفشه معطر به دلیل فواید درمانی فراوان، به عنوان یک گیاه کم‌عارضه مورد استفاده قرار گرفته است. (Motavasselian et al., 2022). این گیاه دارای ترکیبات زیست‌فعال متفاوتی است که اثرات ضدالتهابی (Ali et al., 2022; Feyzabadi et al., 2014; Mahdizadeh et al., 2015; Muhammad et al., 2012; Stojković et al., 2011)، ضدباکتریایی (Gautam et al., 2012; Ziad et al., 2011)، ضدقارچی (Mittal et al., 2015)، و حتی ضدسرطانی (Stojković et al., 2011) از خود بروز داده‌اند. با توجه به اثرات بیولوژیکی متعدد بنفشه معطر، بررسی دقیق ترکیبات، مکانیسم‌های اثر و کاربردهای درمانی آن می‌تواند به توسعه داروهای گیاهی مؤثر و ایمن کمک کند.

در سال‌های اخیر، به دلیل افزایش عوارض ناشی از داروهای شیمیایی و گسترش مقاومت میکروبی، تمایل به بهره‌گیری از گیاهان دارویی بیشتر شده است. بنفشه معطر دارای ترکیبات زیست‌فعال بسیاری مانند فلاونوئیدها (Qasemzadeh et al., 2015)، آلکالوئیدها (Luna-Vázquez et al., 2013)، ساپونین‌ها (Motavasselian et al., 2022; Prajapati et al., 2003)، تانن‌ها (Khare, 2008) و اسید سالیسیلیک (Arif, 2015; Kaloo et al., 2013) می‌باشد که خواص دارویی متنوعی را به این گیاه بخشیده‌اند (Noori & Khanghahi Abyane, 2016; Siddiqi et al., 2012). روغن بنفشه یکی از فرآورده‌های مهم این گیاه است که در درمان مشکلات پوستی، تسکین دردهای عصبی و کاهش التهابات کاربرد دارد. آنجایی که این گیاه به طور گسترده در طب سنتی ایران و سایر نظام‌های درمانی مانند طب سنتی چین مورد استفاده قرار گرفته است، بررسی علمی و مستند اثرات درمانی آن برای تأیید خواص شناخته‌شده یا شناسایی کاربردهای جدید، اهمیت زیادی دارد.

تحقیقات گوناگون نشان داده‌اند که بنفشه معطر از خواص بیولوژیکی متعددی برخوردار است. بررسی‌های آزمایشگاهی تأثیر ضدباکتریایی و ضدقارچی آن را در مقابله با عوامل بیماری‌زا تأیید کرده‌اند. همچنین، مطالعات بالینی نشان داده‌اند که استفاده از فرآورده‌های بنفشه می‌تواند به بهبود بیماری‌های پوستی مانند آکنه، اگزما، خارش، درماتیت آلرژیک و سایر مشکلات پوستی از جمله خشکی و تحریکات التهابی (Feyzabadi et al., 2017; Feyzabadi et al., 2014) ترمیم زخم و عفونت‌های پوستی (Masoomi et al., 2016) مشکلات گوارشی تنفسی (Khan, 2023; Sedghi et al., 2020)، عصبی (Motavasselian et al., 2022; Rezaie et al., 2022) تأثیر گذار می‌باشد. علاوه بر این، تحقیقات نشان داده‌اند که ترکیبات مفید موجود در بنفشه، به ویژه فلاونوئیدها و ساپونین‌ها، نقش مهمی در اثربخشی این گیاه در طب سنتی داشته و پتانسیل



بالای آن را برای تولید داروهای جدید در درمان عفونت‌ها تأیید می‌کنند. (Zarabi et al., 2017). بنفشه معطر هم به عنوان یک گیاه دارویی و هم به عنوان یک ترکیب مغذی مورد استفاده قرار می‌گیرد (Ashfaq et al., 2021).

هدف اصلی این مطالعه، بررسی خواص دارویی و ترکیبات شیمیایی بنفشه معطر و تأثیر آن بر درمان بیماری‌های مختلف، به ویژه مشکلات پوستی و التهابی است. در این راستا، ترکیبات زیست فعال این گیاه و مکانیسم‌های اثر آن در درمان بیماری‌های التهابی، پوستی و عفونی مورد تحلیل قرار گرفته و همچنین روش‌های استخراج و فرآوری روغن بنفشه و سایر فرآورده‌های آن بررسی شده است. ساختار تحقیق شامل معرفی گیاه‌شناسی و رویشگاه بنفشه معطر، بررسی ترکیبات شیمیایی و نقش آن‌ها در سلامت، تحلیل خواص دارویی گیاه با تمرکز بر بیماری‌های پوستی، معرفی روش‌های استخراج روغن بنفشه و بررسی کاربردهای آن در صنایع دارویی و آرایشی-بهداشتی است. در نهایت، با توجه به افزایش تقاضا برای محصولات گیاهی و طبیعی، مطالعه دقیق‌تر بر روی مکانیسم‌های اثر بنفشه معطر و توسعه فرآورده‌های دارویی مبتنی بر آن، می‌تواند در ارتقای سلامت و تولید داروهای طبیعی مؤثر باشد.

۲. گیاه‌شناسی بنفشه معطر

کتاب مخزن‌الادویه یکی از جامع‌ترین و به‌روزترین دانشنامه‌های مربوط به خوراکی‌ها و داروهای پزشکی است که از حکمای برجسته طب سنتی ایران به یادگار مانده است (Feyzabadi et al., 2017) در توصیف گل بنفشه معطر چنین آمده است بنفشه معطر گیاهی علفی و چندساله با ساقه‌ای کوتاه و نازک است که مستقیماً از ریشه رشد می‌کند. برگ‌های آن از نظر شکل به برگ انار و حنا شباهت دارند، اما در قسمت پایینی پهن‌تر و بزرگ‌تر بوده و در دو گوشه، کمی برجستگی دارند، به طوری که ظاهری صنوبری شکل ایجاد می‌کنند. این گیاه روی هر شاخه خود، یک گل کوچک و خوشبو به رنگ بنفش دارد و معمولاً از گل‌های لاجوردی رنگ و معطر آن که تازه و سالم باشند، استفاده می‌شود (SMH, 2008). این گیاه به ارتفاع تقریبی ۱۵ سانتی‌متر می‌رسد. ریشه‌های آن بسیار قوی و استولون‌ها به شکل استوانه‌ای هستند. برگ‌های آن سبز تیره، سخت، و به شکل بیضی یا قلبی با حاشیه‌های کرناات هستند که اندازه آن‌ها بین ۱.۵ تا ۵ سانتی‌متر متغیر است. گل‌ها به رنگ بنفش عمیق با پایه‌ای سفید مایل به آبی، شیرین و خوشبو هستند، به همین دلیل این گیاه به عنوان یک محصول زینتی در باغ‌ها کشت می‌شود. گل‌های بنفشه معطر در اوایل بهار در شرایط آب و هوایی قاره‌ای شکوفا می‌شوند و دارای رایحه‌ای دلپذیر و لطیف هستند. (Mittal et al., 2015). طبیعت (مزاج) این گل در درجه اول سرد و درجه دوم تر است در حالیکه برخی آن را در درجه اول سرد و تر نیز می‌شناسند (SMH, 2008).

۳. رویشگاه گیاه بنفشه معطر

زیستگاه طبیعی یا بومی این گیاه شامل مناطق وسیعی از اروپا و خاورمیانه تا آسیای مرکزی است و در سایر نقاط به صورت کشت شده وجود دارد. در ایران نیز، این گیاه در برخی از استان‌های گیلان، مازندران، گلستان، سمنان، مرکزی و آذربایجان

غربی گزارش شده است. (Khatamsaz, 1992; SMH, 2008). بنفشه معطر به صورت خودرو در طبیعت در مکان‌های آفتابی، کنار پرچین‌ها، سواحل رودخانه‌ها و در حاشیه جنگل‌های برگریز رشد می‌کند (Erhatic et al., 2010).



شکل ۱) اجزا گل بنفشه (Khan, 2023).

۴. اشکال دارویی

تمامی قسمت‌های گیاه؛ از جمله گلبرگ‌ها، گل‌ها، برگ‌ها، دانه‌ها و ریشه گیاه بنفشه معطر به مقاصد دارویی مورد استفاده قرار می‌گیرند (Fazeenah & Quamri, 2020). اشکال دارویی بنفشه معطر شامل روغن بنفشه است که به صورت موضعی یا در بینی برای درمان اختلالات عصبی و پوستی استفاده می‌شود. همچنین، این گیاه به صورت قرص، عصاره، شربت، معجون یا اشکال نیمه جامد خوراکی برای درمان بیماری‌های پوستی، تنفسی، گوارشی، مشکلات سیستم ادراری و بهبود خواب به کار می‌رود. (Motavasselian et al., 2022). عصاره‌گیری از این گیاه به کمک حلال‌های با قطبیت متفاوت هگزان، دی کلرومتان، اتیل استات، بوتانول و آب (Rahimi et al., 2017)، متانول (Ibraheem et al., 2018) و حلال مرکب کلروفرم متانول (Sedghi et al., 2020) انجام می‌گیرد.

یکی از فراورده‌های مهم گیاه بنفشه معطر، روغن بنفشه است که معمولاً بر پایه روغن بادام (Alijaniha et al., 2023;) (Khorsand et al., 2019; Saffar Shahroodi et al., 2019) یا کنجد (Taherzadeh et al., 2020)، با روش‌های متفاوت تهیه می‌شود. در کتاب‌های درسی داروسازی سنتی مانند "قره‌آبادین" بیان شده است که مغز بادام‌های پوست‌کنده را در کنار گل‌های تازه بنفشه معطر قرار می‌دهند تا بادام عطر و طعم گل را به خود بگیرد. سپس این بادام‌ها را فشرده کرده تا روغن استخراج شود. در روش دیگری، گل‌های بنفشه معطر را در روغن بادام می‌ریزند و به آرامی حرارت می‌دهند. همچنین، یکی از روش‌های موجود در متون دارویی معتبر، خیساندن پودر گل بنفشه معطر در روغن بادام شیرین برای تهیه روغن بنفشه است (Alijaniha et al., 2023). همچنین روش تهیه روغن بنفشه بادام بر اساس روش انفلوراژ نیز به شرح زیر می‌باشد. اندام‌های هوایی خشک شده گیاه (گل‌ها و برگ‌ها) در روغن بادام شیرین و کنجد (به عنوان حامل غیر تحریک کننده) خیسانده می‌شوند و به آرامی هم زده می‌شوند (Taherzadeh et al., 2020). سپس به مدت یک هفته در دمای اتاق نگهداری می‌شوند و به طور



مکرر گل‌های استفاده شده با گل‌های تازه جایگزین خواهند شد تا زمانی که رنگ روغن به زرد مایل به قهوه‌ای تغییر کند (Khorsand et al., 2019; Saffar Shahroodi et al., 2019).

در روش دیگری، گل بنفشه معطر با بادام شیرین پوست کنده توسط دستگاه استخراج روغن پرس سرد روغن گیری می‌شود این روغن در طب سنتی و مدرن به منظور درمان اختلالات عصبی، مشکلات پوستی و التهابات مورد استفاده قرار می‌گیرد. (Feyzabadi et al., 2018).

۵. ترکیبات شیمیایی بنفشه معطر

بنفشه معطر حاوی ترکیبات فعال زیستی متنوعی است که خواص دارویی آن را به وجود می‌آورد. از جمله مهم‌ترین ترکیبات این گیاه می‌توان به موارد زیر اشاره کرد: سالیسیلیک اسید، روغن‌های فرار (Sedghi et al., 2020)، تانن‌ها، فلاونوئیدها (Qasemzadeh et al., 2015)، ساپونین‌ها (Prajapati et al., 2003)، گلوکوزیدها (Prajapati et al., 2003) ویتامین C، موسیلاژ و آلکالوئیدها است (Noori & Khanghahi Abyane, 2016; Siddiqi et al., 2012). به طور کلی می‌توان بیان کرد که گیاه بنفشه معطر دارای ترکیبات زیر نیز می‌باشد: روغن فرار (Prajapati et al., 2003)، سیانین، روتین، گلیکوزید متیل سالیسیلات، شکر، اسانس، ماده رنگی، فریدلین، β -سیتوسترول (Prajapati et al., 2003) و الکل زنجیره مستقیم، استرهای متیل سالیسیلیک (Prajapati et al., 2003)، رزین‌ها، ترکیبات فنلی، آنتوسیانین‌ها، تری‌ترین‌ها، استرول‌ها و میزان بالای توکوفرول در گل‌ها گزارش شده است (Khare, 2008) همچنین، سیکلوویولاسین (Qasemzadeh et al., 2015)، متیل سالیسیلات (Khare, 2008) و یولاتین (Khare, 2008) از دیگر ترکیبات این گیاه هستند (Fazeenah & Quamri, 2020). وجود این ترکیبات ارزشمند، به ویژه فلاونوئیدها و ساپونین‌ها، اثربخشی چشمگیر بنفشه معطر در طب سنتی را توضیح می‌دهد و همچنین نشان‌دهنده ظرفیت بالای آن برای ایجاد داروهای جدید در درمان بیماری‌های عفونی است (Zarabi et al., 2017).

تا کنون حدود ۳۰ نوع مختلف سیکلوتید از بخش‌های هوایی و ریشه‌های بنفشه معطر شناسایی شده است که از این میان، ۱۳ نوع دارای توالی ژنتیکی جدید هستند. (Ireland et al., 2006). یکی از این سیکلوتیدها، سیکلوویولاسین نامیده می‌شود که به خاطر قابلیت تحریک رشد رگ‌های خونی و نابودی سلول‌های سرطانی، نظر بسیاری از پژوهشگران را به خود جلب کرده است (Alahtavakoli et al., 2012). علاوه بر این، تحقیق دیگری نشان داد که سیکلوتیدهای به دست آمده از بنفشه معطر ایرانی خواص ضد میکروبی قابل توجهی در برابر باکتری‌های گرم منفی دارند. (Zarabi et al., 2013).

عصاره برگ بنفشه معطر حاوی ترکیبات ارزشمندی مانند مونوترپن‌ها و سسکوئتریپن‌ها می‌باشد که به تقویت خواص ضد میکروبی و ضد قارچی آن کمک می‌کند (El-Sayed et al., 2004). علاوه بر این، آلکالوئیدها، فنولیک‌ها، کومارین‌ها و فلاونوئیدهای موجود در این عصاره با مکانیسم‌های متنوعی اثرات آرام‌بخشی بر روی عروق دارند و به عنوان ترکیبات بازکننده عروق عمل می‌کنند (Luna-Vázquez et al., 2013). برخی از ترکیبات دارویی موجود در بنفشه مانند کورستین، ویتکسین،



ایزوویتکسین، روتین و کامفرول با مهار آنزیم تیروزیناز از تولید بیش از حد ملانین و در نتیجه هایپرپیگمانتاسیون پوست جلوگیری می کنند. فعالیت غیرقابل کنترل تیروزیناز، مانند آنچه در ملانوما مشاهده می شود، باعث تولید زیاد ملانین می شود (Loizzo et al., 2012).

مطالعات اخیر نشان می دهد که سیتواسترول، یک استرول گیاهی مشابه آنالوگ های مصنوعی هیدروکورتیزون و کورتیکواسترول، در گیاهان مختلفی از جمله بنفشه معطر یافت می شود. این ترکیب خواص ضد رگ زایی غیرطبیعی، ضد اسهال و ضد ویروسی، ضد سرطان، ضد میکروبی، ضد التهابی دارد. در تحقیقات انسانی، تأثیرات مثبت سیتواسترول، به ویژه بر سلامت پوست، مورد بررسی قرار گرفته و مشخص شده که این ترکیب موجود در بنفشه معطر تأثیرات قابل توجهی در کاهش اریتم، خارش و التهاب پوست دارد. به علاوه، پژوهش ها نشان داده اند که استفاده از بنفشه برای درمان اگزما می مزمن دست به خوبی توسط بیماران تحمل می شود و به عنوان یک گزینه درمانی مؤثر پیشنهاد شده است. (Mansouri et al., 2016).

از نظر ترکیبات شیمیایی، گل های این گیاه به دلیل وجود ساپونین، خواص ضد میکروبی و اثرات ضد ترشح برونش دارند. همچنین، این گیاه به صورت موضعی برای درمان انواع بیماری ها و عفونت های پوستی مورد استفاده قرار می گیرد (Motavasselian et al., 2022). از جمله اجزای اسانس گل بنفشه معطر، لینالول است که به عنوان ترکیب اصلی ضدالتهابی شناخته می شود و مسئولیت بخش عمده ای از اثرات این گیاه را بر عهده دارد (Akhbari et al., 2012; Lim, 2014).

این گیاه ارزشمند شامل ۶۵ درصد اسید سالیسیلیک و مشتقات آن مانند اسید متیل، ویولوتوزید، ویولوتوزین، گلوکوزید و آرابینوزید استر متیل است که در تولید آسپرین به کار می رود؛ بنابراین، برای درمان میگرن، سردرد و بی خوابی مؤثر می باشد (Kaloo et al., 2013). این ترکیب همچنین خاصیت لایه برداری پوست را نیز دارا می باشد (Arif, 2015). این گیاه همچنین حاوی اسیدهای کربوکسیلیک فنلی از جمله ترانس کافیک اسید، ترانس و پاراکوماریک اسید و سایر اسیدهای آلی گیاهی است. علاوه بر این، حدود ۱۰ درصد موسیلاژ که شامل گلوکز، رامنوز، گالاکتوز و آرابینوز می باشد، در ترکیبات آن گزارش شده است (Black & Hawks, 2009; Sedghi et al., 2020). ترکیبات عنصری موجود در قسمت های مختلف گیاه (ساقه، برگ، دمبرگ و گل) برای شناسایی عناصری نظیر کربن، منیزیم، آلومینیوم، سیلیکون، کلرید، اکسیژن، سدیم، کلسیم و آهن مورد مطالعه قرار گرفت. نتایج نشان داد که بنفشه منبعی غنی از این عناصر معدنی می باشد. (Bibi et al., 2006; Fazeenah & Quamri, 2020).

تحقیقات دیگر نشان می دهد که گل های بنفشه معطر دارای غلظت بالایی از پلی فنول ها و خواص قوی آنتی اکسیدانی هستند و قادرند از پوست در برابر اشعه های مضر خورشید محافظت کنند. از این رو، این گیاه می تواند به عنوان یک گزینه امیدوارکننده برای استفاده به عنوان یک ماده طبیعی در فرمولاسیون محصولات ضد آفتاب و ضد پیری در نظر گرفته شود (Ali et al., 2022).



خواص	توضیحات	ترکیبات
با مهار آنزیم تیروزیناز، از تولید بیش از حد ملانین و در نتیجه هایپرپیگمنتاسیون پوست جلوگیری می کنند (Loizzo et al., 2012)، خواص آنتی اکسیدانی، محافظت در برابر خورشید (Ali et al., 2022)، درمان بیماری های عفونی (Zarabi et al., 2017)، اثر آرام بخشی و بازکنندگی عروق (Luna-Vázquez et al., 2013).	کورستین، ویتکسین، ایزوویتکسین، روتین و کامفرول	ترکیبات فلاوونیدی
برای ساخت آسپرین استفاده می شود و برای درمان سردرد، میگرن و بی خوابی موثر است (Kaloo et al., 2013; Sedghi et al., 2020)، همچنین دارای خاصیت لایه برداری نیز می باشد.	اسید متیل، ویولوتوزید، ویولوتوزین، گلوکوزید و آرایینوزید استر متیل	اسیدسالیسیلیک
دارای خاصیت ضد عفونی کننده و ضد التهابی (Loizzo et al., 2012).	مانند کورستین و کامفرول که تانن فلاوونیدی است.	تانن ها
درمان بیماری های عفونی (Zarabi et al., 2017) و موثر در عفونت های پوستی (Motavasselian et al., 2022).		سابونین ها
اثر آرام بخشی بر عروق و بازکننده عروق (Luna-Vázquez et al., 2013).		آلکالوئیدها
خاصیت آنتی اکسیدانی (Noori & Khanghahi, 2016; Siddiqi et al., 2012).		ویتامین C
خاصیت آنتی اکسیدانی (Khare, 2008).		توکوفرول
توانایی تحریک رشد رگ های خونی و از بین بردن سلول های سرطانی (Alahtavakoli et al., 2012)، فعالیت ضد میکروبی (Zarabi et al., 2013).	گروه خاصی از پپتیدها، یکی از این سیکلوئیدها، سیکلو ویولاسین نام دارد.	سیکلوئیدها
خواص ضد رگ زایی غیر طبیعی، ضد سرطان، ضد میکروبی، ضد التهابی، ضد اسهال و ضد ویروسی، تأثیرات قوی در کاهش آریتم، خارش و التهاب پوست (Mansouri et al., 2016).	یک استرول گیاهی مشابه آنالوگ های مصنوعی هیدروکورتیزون و کورتیکواستروئید	سیتوسترول ها
خاصیت ضد التهابی (Akhbari et al., 2012; Lim, 2014).	جزو گروه ترین ها، ترکیب اصلی ایجاد کننده خاصیت ضد التهابی بنفشه، عامل عطر بنفشه	لینالول
شامل کربن، اکسیژن، سدیم، کلسیم، منیزیم، آلومینیوم، سیلیکون، کلرید و آهن (Bibi et al., 2006).		عناصر معدنی

جدول ۱. بررسی ترکیبات بنفشه معطر و خواص آن ها بر روی پوست



۶. خواص دارویی بنفشه معطر

گل‌های بنفشه معطر خاصیت نرم‌کنندگی دارند (Kirtikar & Basu, 2003) و در درمان بیماری‌های صفراوی و مشکلات ریوی (Asheesh et al., 2017; Bentley & Trimen, 1880) کاربرد دارد. از گل‌ها و گلبرگ‌ها برای تهیه شربت استفاده می‌شود که به عنوان یک درمان خانگی برای سرفه، گلودرد، گرفتگی صدا و بیماری‌های نوزادان مورد استفاده قرار می‌گیرد (Mahboubi & Kashani, 2018) و همچنین در درمان ترشحات مخاطی از بینی مفید است (Delhi, 2001). دم کرده گل تازه به صورت خوراکی برای رفع بی‌خوابی موثر است (Fahamiya et al., 2016; Fazeenah & Quamri, 2020). این گیاه همچنین در بهبود ورم لوزه، فارنژیت، التهاب حنجره و سرماخوردگی مؤثر است. (Fahamiya et al., 2016). گل‌های تازه بنفشه معطر خاصیت ضدسمی دارند (Adiba et al.). در طب هومیوپاتی، از گیاه گل‌دار بنفشه برای درمان مشکلات چشمی و درمان درد گوش استفاده می‌شود (Fazeenah & Quamri, 2020). بنفشه معطر برای درمان بیماری‌های پوستی مانند کهیر، اگزما، درماتیت آلرژیک و سایر بیماری‌های پوستی از جمله خشکی و التهاب (Feyzabadi et al., 2017) نیز استفاده می‌شود (Feyzabadi et al., 2014). گل‌های بنفشه معطر به طور رایج در درمان اختلالات تنفسی به کار می‌روند و معمولاً نیز به شکل شربت استفاده می‌شوند (Fazeenah & Quamri, 2020). اسانس گل‌های بنفشه معطر در رایحه‌درمانی برای بهبود بیماری‌های برونش، خستگی و اختلالات پوستی کاربرد دارد (Asheesh et al., 2017).

مطالعات نشان داده‌اند که برگ‌های بنفشه معطر در التیام دردهای ناشی از رشدهای سرطانی، به ویژه در ناحیه دهان و گلو، موثر هستند. همچنین، این گیاه در کاهش خارش‌های مرتبط با مشکلات صفراوی و بیماری‌های خون موثر بوده است (Delhi, 2001). برگ‌ها و ریشه‌های بنفشه دارای خاصیت ملین قوی هستند و به طور گسترده‌ای در این زمینه مورد استفاده قرار می‌گیرند. (Fazeenah & Quamri, 2020) و ریشه‌ی آن به طور ویژه خاصیت خلط‌آوری دارد (Asheesh et al., 2017; Prajapati et al., 2003). علاوه بر این، ریشه بنفشه معطر خواصی همچون تب‌بری، تقویت‌کنندگی، ادرارآوری و ضدالتهابی را دارا می‌باشد (Prajapati et al., 2003).

یک تحقیق آزمایشگاهی برای بررسی اثرات ضد میکروبی بنفشه روی سه نوع باکتری (استافیلوکوکوس اورئوس، اشریشیا کلی و پseudomonas آئروژینوزا) انجام شد. نتایج نشان داد که بنفشه بیشترین تأثیر ضد میکروبی را بر روی استافیلوکوکوس اورئوس و کمترین تأثیر را بر روی پseudomonas آئروژینوزا دارد. همچنین، اثر ضد میکروبی گل‌های بنفشه نسبت به برگ‌ها و ریشه‌ها بیشتر بود. (Choopani et al., 2015).

در طب مدرن مطالعات متعددی بر روی گیاه بنفشه معطر انجام شده است و تأثیرات آن بر سیستم‌های ریوی، گوارشی (Masoomi et al., 2016) و عصبی (آرام بخشی) (Rezaie et al., 2022) ضددرد (Muhammad et al., 2012) و خواب‌آوری (Feyzabadi et al., 2014) و نیز اثرات آنتی اکسیدانی و ضدالتهابی (Feyzabadi et al., 2014; Feyzabadi et al., 2012; Mahdizadeh et al., 2015; Muhammad et al., 2012) ضد فشار خون و ضد



چربی (Siddiqi et al., 2012)، آنتی باکتریال، ضد تب و ضد قارچی (Mittal et al., 2015; Muhammad et al., 2012; Tafazoli et al., 2020) و ادرار آوری (Feyzabadi et al., 2017; Mittal et al., 2015) آن گزارش شده است. محققان اعلام کرده اند که فعالیت های بیولوژیکی گوناگون بنفشه معطر به طور جامع در مدل های آزمایشگاهی و حیوانی مورد مطالعه قرار گرفته است. بنابراین، ما به بررسی خواص می پردازیم که بیشتر در ارتباط با مشکلات پوستی اهمیت دارند.

۷. اثر گشاد کنندگی عروق

صدیق و همکاران (۲۰۱۲) با بررسی اثر گشاد کنندگی عروق عصاره برگ های بنفشه معطر در موش های بیهوش نشان دادند که عصاره از طریق مسیرهای متعددی مانند مهار هجوم کلسیم (Ca^{2+}) از طریق کانال های غشایی کلسیم، از ذخایر درون سلولی و مسیرهای واسطه ای NO آزاد می شود، که احتمالاً منجر به کاهش فشار خون و افزایش خون رسانی در موضع می گردد (Siddiqi et al., 2012).

۸. ضد التهاب

کوچک و همکاران (۲۰۰۲) عصاره آبی بنفشه معطر را برای خواص ضد التهابی در مقایسه با هیدروکورتیزون بررسی کردند. موش هایی که قبل و بعد از القای آسیب ریه با تجویز فرمالین از طریق نبولیزاسیون با عصاره درمان شدند، ناحیه خونریزی، ضخامت دیواره آلوئول، پارگی سیتوم آلوئول و تغییر پوشش اپیتلیال برونشیول ها را به صورت میکروسکوپی اندازه گیری کردند. تایج نشان داد که عصاره بنفشه معطر داده شده به صورت پیشگیرانه تا حدی در جلوگیری از آسیب ریه موثر بود و اثر آن معادل با اثر هیدروکورتیزون در کمک به رفع آسیب ریه ناشی از فرمالین بود. بنابراین، به این نتیجه رسیدند که عصاره بنفشه معطر احتمالاً می تواند به عنوان یک داروی جایگزین و ایمن تر از کورتیکواستروئیدها در درمان شرایط التهابی ریه استفاده شود. مکانیسم اثر احتمالی بنفشه معطر به ترکیباتی مانند سالیسیلات ها، فلاونوئیدها و آلکالوئیدها نسبت داده شد که ممکن است مشابه داروهای ضد التهاب غیر استروئیدی عمل کنند (Koochek et al., 2003).

۹. ضد سرطان

علی پناه اچ و همکاران (۲۰۱۸) خواص سیتوتوکسیک، آنتی اکسیدانی و ضد همه گیری ارگان ها عصاره هیدروالکلی بنفشه معطر را در مدل سرطان پستان بررسی کردند. زنده ماندن سلول ها با روش MTT اندازه گیری شد. موش های کاشته شده با غلظت های مختلف عصاره بنفشه معطر به مدت ۲۱ روز تحت درمان قرار گرفتند. سطوح لاکتات دهیدروژناز، ۷-گلوتامیل ترانسفراز، آلکالین فسفاتاز، آنتی ژن کارسینومبریونیک و آنتی ژن سرطانی ۱۵-۳ (CA15-3) در سرم، کاتالاز و فعالیت سوپراکسید دیسموتاز در بافت تومور اندازه گیری شد. بررسی میزان انتشار بیماری در بافت های کبد، طحال و ریه نشان داد که عصاره بنفشه معطر می تواند رشد تومور و انتشار آن را مهار کند. نتایج نشان داد که عصاره آبی گل ها از هر دو مکان دارای فعالیت مهار کننده رادیکال آزاد و وابسته به غلظت و پتانسیل آنتی اکسیدانی است (Stojković et al., 2011).



پارسل و همکاران (۲۰۱۸) به مطالعه ترکیبات زیست فعال موجود در گیاه بنفشه معطر بنفشه معطر پرداخته اند و به ویژه نقش سیکلوتیدها را در فعالیت های ضد سرطانی و ضد قارچی بررسی نمودند. در این مطالعه نمونه های گیاه پردازش شدند تا پتیدهای کوچک استخراج شوند. از روش طیف سنجی جرمی با وضوح بالا (MS/MS) برای شناسایی ساختار مولکولی سیکلوتیدها استفاده شد. در نتیجه پتیدهای شناسایی شده بر روی سلول های سرطانی پروستات، سینه و تخمدان و همچنین قارچ *Fusarium graminearum* آزمایش شدند. مطالعه حاضر نشان می دهد که بنفشه یک منبع ارزشمند از ترکیبات زیست فعال است. به ویژه، سیکلوتید *Cycloviolacin O8* دارای فعالیت قوی ضد سرطانی و ضد قارچی است (Parsley et al., 2018).

زین الدینی و همکاران (۲۰۱۹) به بررسی تأثیر عصاره بنفشه معطر به تنهایی و در ترکیب با دوکسوروبیسین بر روی سلول های سرطان سینه و ارزیابی میزان مهار رشد، القای مرگ سلولی و کاهش مهاجرت سلولی در این سلول های سرطانی پرداختند. در نتیجه عصاره بنفشه معطر دارای خواص ضد سرطانی است و به طور مؤثر رشد سلول های سرطان سینه را مهار می کند. ترکیب این عصاره با دوکسوروبیسین باعث افزایش اثر درمانی و کاهش دوز مورد نیاز دارو می شود. درمان ترکیبی باعث افزایش خودتخریبی برنامه ریزی شده سلولی و کاهش مهاجرت سلول های سرطانی می شود (Zeinoddini et al., 2019).

۱۰. ضد درد

آنتیل و همکاران (۲۰۱۱) بررسی کردند که عصاره متانولی خام بنفشه معطر در مدل های حیوانی خاصیت ضد دردی به همراه داشته است (Antil et al., 2011).

۱۱. خواص آنتی باکتریال

گوآتام و همکاران (۲۰۱۲) به منظور ارزیابی فعالیت ضد باکتریایی عصاره های مختلف از جمله، اتر نفت، استون، متانول و آب بنفشه معطر بررسی شد. از اریترومايسين به عنوان کنترل مثبت برای تعیین حساسیت سوبه ها استفاده شد. نتایج نشان داد که عصاره متانولی نسبت به سایر عصاره ها در فعالیت ضد باکتریایی خود فعال تر است (Gautam et al., 2012). در نتایج زیاد و همکاران (۲۰۱۲) فعالیت ضد باکتریایی قابل توجهی از عصاره آبی گیاه بنفشه معطر علیه *استافیلوکوکوس تیفی* و *اشرشیا کلی* گزارش شده است. عصاره اتانولی و عصاره های با حلال هایی دیگر (پترولیوم اتر، دی کلرومتان و اتیل استات) دارای خواص ضد باکتریایی قابل توجهی در برابر باکتری *اشرشیا کلی* و *کلبسیلا پنومونیه* می باشد (Ziad et al., 2011).

۱۲. خواص ضد تیرگی

وفا برادران و همکاران (۲۰۱۷) در مقاله ای به بررسی اثرات ضد ملانوزنی گیاه **بنفشه شیرین** پرداخته اند. نتایج نشان داد که عصاره های مختلف این گیاه، از جمله اجزای متانولی و استات اتیل، توانستند به طور مؤثری فعالیت تیروزیناز سلولی و محتوی ملانین را در سلول های ملانومای موش کاهش دهند. همچنین، تولید گونه های فعال اکسیژن نیز با استفاده از این عصاره ها کاهش یافت. **اجزای استات اتیل** بیشترین تأثیر را در کاهش ملانین و فعالیت تیروزیناز نشان داد. این تحقیق نشان می دهد که بنفشه



شیرین می تواند به عنوان یک گزینه بالقوه درمانی برای بیماری های التهابی پوستی مانند هایپرپیگمانتاسیون مورد استفاده قرار گیرد (Rahimi et al., 2017).

۱۳. خواص ترمیم کنندگی زخم

صدیقی و همکاران (۲۰۲۰) در مطالعه ای بر روی موش صحرایی نر نژاد ویستار بعد از ایجاد زخم پوستی در ناحیه خلفی گردن در ۴ گروه برابر شامل گروه کنترل بدون انجام درمان، گروه دریافت کننده اوسرین، گروه دریافت کننده سولفادیازین نقره ۱ درصد و گروه تجربی درمان زخم به وسیله پماد عصاره گل بنفشه ۲۰ درصد، دوبار در روز قرار گرفتند. در طی مطالعه هر ۳ روز یکبار، طول و عرض زخم ها اندازه گیری شد. همچنین در روزهای ۷، ۱۴ و ۲۱ پس از ایجاد زخم، موش ها آسان کشی شدند و بافت های ترمیم یافته جهت مطالعات بافت ها در سطح میکروسکوپی به منظور تشخیص بیماری ها و تغییرات ساختاری آن ها مورد بررسی قرار گرفتند. نتیجه گیری مطالعه حاضر نشان داد که احتمالاً اجزای مؤثر عصاره گل بنفشه دارای خواص ضدالتهابی هستند و باعث تحریک ساخت کلاژن و انقباض سریع تر زخم می شوند بنابراین ترکیبات گیاه مذکور می تواند برای درمان زخم ها مورد استفاده قرار گیرد (Sedghi et al., 2020).

۱۴. نتیجه گیری

گیاه بنفشه معطر یکی از ارزشمندترین گیاهان دارویی است که به دلیل دارا بودن ترکیبات زیست فعال فراوان، از گذشته تا امروز در طب سنتی و پزشکی مدرن مورد استفاده قرار گرفته است. این گیاه حاوی ترکیباتی مانند فلاونوئیدها، آلکالوئیدها، ساپونین ها، تانن ها، اسید سالیسیلیک و سیکلوئیدها است که اثرات متعددی بر سلامت بدن دارند.

بنفشه معطر به دلیل خواص ضدالتهابی و آنتی اکسیدانی قوی، در کاهش التهابات پوستی، مشکلات مفصلی مانند آرتریت و تسریع ترمیم زخم ها مؤثر است. این گیاه همچنین دارای اثرات ضدباکتریایی و ضدقارچی است که به درمان عفونت های پوستی، زخم ها و بیماری های دستگاه تنفسی کمک می کند. استفاده از روغن بنفشه معطر به عنوان یک مرطوب کننده و تسکین دهنده پوست در درمان اگزما، پسوریازیس، خشکی پوست و آکنه بسیار رایج است. یکی دیگر از کاربردهای مهم بنفشه معطر، اثر آرام بخش و ضداضطراب آن است. ترکیبات موجود در این گیاه باعث کاهش استرس، بهبود کیفیت خواب و کاهش علائم افسردگی می شوند. مصرف شربت یا عصاره بنفشه می تواند در درمان بی خوابی، میگرن و تنش های عصبی مفید باشد. همچنین، این گیاه به دلیل خاصیت خلط آور و تسکین دهنده دستگاه تنفسی در درمان آسم، سرفه های مزمن، گرفتگی گلو و سرماخوردگی مؤثر شناخته شده است. مطالعات نشان داده اند که بنفشه دارای اثرات ضدچربی خون و کاهش فشار خون است که می تواند به سلامت قلب و عروق کمک کند. از طرفی، خاصیت ادرارآوری آن به پاک سازی بدن از سموم و بهبود عملکرد کلیه ها کمک می کند. علاوه بر این، تحقیقات اخیر نشان داده اند که سیکلوئیدهای موجود در بنفشه معطر دارای اثرات ضدسرطانی قوی هستند و می توانند رشد سلول های سرطانی را مهار کنند. این ویژگی، در کنار سایر خواص درمانی این گیاه، آن را به یک گزینه مناسب



برای استفاده در داروهای مکمل و درمان‌های طبیعی تبدیل کرده است. برخی از ترکیبات دارویی بنفشه مانند ترکیبات فلاونوئیدی نیز با مهار آنزیم تیروزیناز، از تولید بیش از حد ملانین و در نتیجه هایپرپیگمانتاسیون پوست جلوگیری می‌کنند.

با توجه به مجموعه گسترده‌ای از خواص درمانی، آرایشی و دارویی بنفشه معطر، این گیاه پتانسیل بالایی برای استفاده در صنایع دارویی، آرایشی-بهداشتی و پزشکی مکمل دارد. انجام مطالعات بیشتر و آزمایش‌های بالینی می‌تواند منجر به توسعه داروهای مؤثرتر بر پایه این گیاه ارزشمند شود. بنفشه معطر می‌تواند به عنوان یک درمان طبیعی و کم‌عارضه، نقش مهمی در سلامت، زیبایی و بهبود کیفیت زندگی ایفا کند.

تشکر و قدردانی

بدین وسیله از تمامی کسانی که در نگارش و تکمیل این مقاله مرا یاری کردند، صمیمانه تشکر و قدردانی می‌کنم. به ویژه از شرکت ایستا صنعت وطن که با حمایت‌های مالی، فنی و ارائه اطلاعات و منابع ضروری، نقش بسیار مهمی در پیشرفت و تکمیل این تحقیق ایفا کردند، صمیمانه قدردانی می‌کنم. این حمایت‌ها نه تنها به بهبود کیفیت تحقیق کمک شایانی کرد، بلکه زمینه‌ساز تحقق اهداف علمی و عملی آن نیز بوده است.

منابع

- Adiba, M., Jahan, N., & Hussain, T. Unani Description of Duqu (*Peucedanum grande* CB Clarke) and its Scientific Report .
- Akhbari, M., Batooli, H., & Kashi, F. J. (2012). Composition of essential oil and biological activity of extracts of *Viola odorata* L. from central Iran. *Natural product research*, 26(9), 802-809 .
- Alahtavakoli, M., Vazirinejad, R., Ansari Jaberi, A., Negahban, T., Mashayekhi, H., Nazari, M., Ghoreishi, S., & Nematollahi, F. (2012). Effect of *Teucrium polium* extract on skin wound healing in rat. *HMJ*, 16(1), 17-24 .
- Ali, Z. S., Muhammad, D., & Zrieki, A. (2022). In vitro Assessment of sun protection factor (SPF) and Antioxidant activity of *Viola odorata* extracts. *Research Journal of Pharmacy and Technology*, 15(2), 655-660 .
- Alijaniha, F., Emadi, F., Kamalinejad, M., Naseri, M., & Bahaedin, Z. (2023). Almond Oil-based Violet Flower Extract: General Characteristics of Violet-Almond Oil. *Advances in Pharmacology and Therapeutics Journal*, 3(1), 30-37 .
- Antil, V., Kumar, P., Kannappan, N., Diwan ,A., Saini, P., & Singh, S. (2011). Evaluation of the analgesic activity of *Viola odorata* aerial parts in rats. *Journal of Natural Pharmaceuticals*, 2(1), 24-24 .
- Arif, T. (2015). Salicylic acid as a peeling agent: a comprehensive review. *Clinical, cosmetic and investigational dermatology*, 455-461 .
- Asheesh, K., Suresh, C., & Meenakshi, P. (2017). A brief knowledge of banafsha (*Viola odorata* linn.) & other *Viola* species. *International journal of Ayurveda and Pharma Research* .
- Ashfaq, M., Arshad, M., & Rizwan, B. (2021). Pharmacological Potential of Sweet Violet (Banafsha) on Human Body: Pharmacological Potential of Sweet Violet. *DIET FACTOR (Journal of Nutritional and Food Sciences)*, 30-36 .
- Bentley, R., & Trimen, H. (1880). Medicinal plants. Being descriptions with original figures of the principal plants employed in medicine and an account of the characters, properties, and uses of their parts and products of medicinal value .

- Bibi, S., Dastagir, G., Hussain, F., & Sanaullah, P. (2006). Elemental composition of *Viola odorata* Linn. *Pak. J. Pl. Sci*, 12(2), 141-143 .
- Black, J. M., & Hawks, J. H. (2009). Medical-surgical nursing: Clinical management for positive outcomes. (No Title .)
- Choopani, R., Sadr, S., Kaveh, S., Kaveh, N., & Dehghan, S. (2015). Pharmacological treatment of catarrh in Iranian traditional medicine. *Journal of Traditional and Complementary Medicine*, 5(2), 71-74 .
- Delhi, N. (2001). Ministry of Health and family welfare. *Government of India*, 7-30 .
- El-Sayed, N., Awaad, A., & Mabry, T. (200). (†Phytochemical studies and effect on urine volume of *Glossostemon bruguieri* Desf. constituents .
- Erhatic, R., Vukobratović, M., PEREMIN VOLF, T., & Židovec, V. (2010). Morphological and chemical properties of selected sweet violet populations. *Journal of Central European Agriculture*, 11(1), 55-64 .
- Fahamiya, N., Shiffa, M., Aslam, M., & Farzana, M. (2016). Unani perspective of Khatmi (*Althaea officinalis*). *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry*, 5(6), 357-360 .
- Fazeenah, A., & Quamri, M. A. (2020). (Banafsha (*Viola odorata* Linn.))—A review. *World Journal of Pharmaceutical Research*, 9(10), 514-537 .
- Feyzabadi, Z., Ghorbani, F., Vazani, Y., & Zarshenas, M. M. (2017). A critical review on phytochemistry, pharmacology of *Viola odorata* L. and related multipotential products in traditional Persian medicine. *Phytotherapy research*, 31(11), 1669-1675 .
- Feyzabadi, Z., Jafari, F., Kamali, S. H., Ashayeri, H., Aval, S. B., Esfahani, M. M., & Sadeghpour, O. (2014). Efficacy of *Viola odorata* in treatment of chronic insomnia. *Iranian Red Crescent Medical Journal*, 16(12). (
- Feyzabadi, Z., Rezaeitalab, F., Badiie, S., Taghipour, A., Moharari, F., Soltanifar, A., & Ahmadpour, M. R. (2018). Efficacy of Violet oil, a traditional Iranian formula, in patients with chronic insomnia: A randomized, double-blind, placebo-controlled study. *Journal of ethnopharmacology*, 214, 22-28 .
- Gautam, S. S., Navneet, & Kumar, S. (2012). The antibacterial and phytochemical aspects of *Viola odorata* Linn. extracts against respiratory tract pathogens. *Proceedings of the National Academy of Sciences, India Section B: Biological Sciences*, 82, 567-572 .
- Ibraheem, R., Mhawesh, A., & Abood, K. (2018). Estimation of the whole flavonoid, antioxidant, anti bacterial challenge concerning *Viola odorata*) Banafsha) methanolic extract. *Iraqi Journal of Agricultural Sciences*, 49(4). (
- Ireland, D. C., Colgrave, M. L., & Craik, D. J. (2006). A novel suite of cyclotides from *Viola odorata*: sequence variation and the implications for structure, function and stability. *Biochemical Journal*, 400(1), 1-12 .
- Kaloo, Z., Akhtar, R., & Zafrul-Haq, W. B. (2013). Effect of growth regulators on the in vitro multiplication of *Viola odorata*. *Int J Med Plant Res*, 2(4), 187-189 .
- Khan, A. A. W. A. (2023). Sweet Violet (*Viola odorata* L.) Banafsha a medicinal plant in Himalayan region of Jammu and Kashmir: A .
- Khare, C. P. (2008). *Indian medicinal plants: an illustrated dictionary*. Springer Science & Business Media .
- Khatamsaz, M. (1992). Flora of Iran. No. 6: Rosaceae .
- Khorsand, A., Salari, R., Noras, M. R., Saki, A., Jamali, J., Sharifipour, F., Mirmoosavi, S. J., & Ghazanfari, S. M. (2019). The effect of massage and topical violet oil on the severity of pruritus and dry skin in hemodialysis patients: A randomized controlled trial. *Complementary therapies in medicine*, 45, 248-253 .
- Kirtikar, K., & Basu, B. (2003). Indian medicinal plants with illustration. 2nd edi. Vol-11th. Dehradun: International Book Distributors, 3747-3749 .
- Koochek, M., Pipelzadeh, M., & Mardani, H. (20). (†The effectiveness of *Viola odorata* in the prevention and treatment of formalin-induced lung damage in the rat. *Journal of herbs, spices & medicinal plants*, 10(2), 95-103 .

- Lim, T. (2014). *Viola odorata*. In *Edible Medicinal and Non Medicinal Plants: Volume 8, Flowers* (pp. 795-807). Springer .
- Loizzo, M. R., Tundis, R., & Menichini, F. (2012). Natural and synthetic tyrosinase inhibitors as antibrowning agents: an update. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 11(4), 378-398 .
- Luna-Vázquez, F. J., Ibarra-Alvarado, C., Rojas-Molina, A., Rojas-Molina, I., & Zavala-Sánchez, M. Á. (2013). Vasodilator compounds derived from plants and their mechanisms of action. *Molecules*, 18(5), 5814-5857 .
- Mahboubi, M., & Kashani, L. M. T. (2018). A Narrative study about the role of *Viola odorata* as traditional medicinal plant in management of respiratory problems. *Advances in Integrative Medicine*, 5(3), 112-118 .
- Mahdizadeh, S., Ghadiri, M. K., & Gorji, A. (2015). Avicenna's Canon of Medicine: a review of analgesics and anti-inflammatory substances. *Avicenna journal of phytomedicine*, 5(3), 182 .
- Mansouri, P., Khademi, A., Pahlevan, D., Memariani, Z., Aliasl, J., & Shirbeigi, L. (2016). Review of medicinal remedies on hand eczema based on Iranian traditional medicine: A narrative review article. *Iranian Journal of Public Health*, 45(8), 986 .
- Masoomi, F., Feyzabadi, Z., Hamed, S., Jokar, A., Sadeghpour, O., Toliyat, T., & Fakheri, H. (2016). Constipation and laxative herbs in Iranian traditional medicine .
- Mittal, P., Gupta, V., Goswami, M., Thakur, N., & Bansal, P. (2015). Phytochemical and pharmacological potential of *viola odorata*. *International Journal of Pharmacognosy*, 2(5), 215-220 .
- Motavasselian, M., Salari, R., Feyzabadi, Z., Joharchi, M. R., & Ghazanfari, S. M. (2022). A Review of the Therapeutic Effects of *Viola Odorata* Plant in Traditional Iranian Medicine and Modern Medicine. *Complementary Medicine Journal*, 12(2), 118-125 .
- Muhammad, N., Saeed, M., & Khan, H. (2012). Antipyretic, analgesic and anti-inflammatory activity of *Viola betonicifolia* whole plant. *BMC complementary and alternative medicine*, 12, 1-8 .
- Noori, N., & Khanghahi Abyane, E. (2016). Amin gh.[Iranian licenced herbal medicines (Persian)]. *Tehran: Legal Medicine Research Center* .
- Parsley, N. C., Kirkpatrick, C. L., Crittenden, C. M., Rad, J. G., Hoskin, D. W., Brodbelt, J. S., & Hicks, L. M. (2018). PepSAVI-MS reveals anticancer and antifungal cycloviolacins in *Viola odorata*. *Phytochemistry*, 152, 61-70 .
- Prajapati, N. D., Purohit, S., Sharma, A. K., & Kumar, T. (2003). A handbook of medicinal plants: A complete source book. In *A handbook of medicinal plants: a complete source book* (pp. 554-554).(
- Qasemzadeh, M. J., Sharifi, H., Hamedanian, M., Gharehbeiglou, M., Heydari, M., Sardari, M., Akhlaghdoust, M., & Minae, M. B. (2015). The effect of *Viola odorata* flower syrup on the cough of children with asthma: a double-blind, randomized controlled trial. *Journal of evidence-based complementary & alternative medicine*, 20(4), 287-291 .
- Rahimi, V. B., Askari, V. R., Emami, S. A., & Tayarani-Najaran, Z. (2017). Anti-melanogenic activity of *Viola odorata* different extracts on B16F10 murine melanoma cells. *Iranian journal of basic medical sciences*, 20(3), 242 .
- Rezaie, A., Issabeaglou, E., Zakhireh, S., & Hosseinpour, S. (2022). Evaluation of sedative and pre-anesthetic effects of *Viola odorata* Linn. extract compared with diazepam in rats. *Life Science Journal*, 19(8).(
- Saffar Shahroodi, A., Nejabat, M., Nimrouzi, M., Aghaei, H., Salehi, A & ,Rezaei Mokarram, A. (2019). Effects of intranasal administration of violet oil in dry eye disease. *Clinical and Experimental Optometry*, 102(6), 576-582 .
- Sedghi, E., Moghtadaei-Khorasgani, E., & Norbakhsh, M. (2020). The histomorphological effect of *Viola odorata* flower extract on skin wound healing process in Wistar rats. *Feyz Medical Sciences Journal*, 24(4), 366-373 .



- Siddiqi, H. S., Mehmood, M. H., Rehman, N. U., & Gilani, A. H. (2012). Studies on the antihypertensive and antidyslipidemic activities of *Viola odorata* leaves extract. *Lipids in health and disease*, 11, 1-12 .
- SMH, A. (2008). Makhzan- Al' Advieh. In E. b. S. MR (Ed.), *Makhzan- Al' Advieh* .
- Stojković, D., Glamočlija, J., Ćirić, A., Šiljegović, J., Nikolić, M., & Soković, M. (2011). Free radical scavenging activity of *Viola odorata* water extracts. *Journal of herbs, spices & medicinal plants*, 17(3), 285-290 .
- Tafazoli, V., Shahriari, M., Heydari, M., Nikbakht, H. A., Zarshenas, M. M., & Nimrouzi, M. (2020). The effect of *viola odorata* L. oil for fever in children: A randomized triple-blinded placebo-controlled clinical trial. *Current Drug Discovery Technologies*, 17(5), 696-703 .
- Taherzadeh, Z., Khaluyan, H., Iranshahy, M., Rezaeitalab, F., Ghalibaf, M. H. E., & Javadi, B. (2020). Evaluation of sedative effects of an intranasal dosage form containing saffron, lettuce seeds and sweet violet in primary chronic insomnia: a randomized, double-dummy, double-blind placebo controlled clinical trial. *Journal of ethnopharmacology*, 262, 113116 .
- Zarabi, M., Roshan, A., Asgarani, E., Pakdel, M., & Rouini, M. (2017). The identification of gene coding cyclotide from *viola* species and investigation of antimicrobial activities of extracted cyclotides. *Journal of Sabzevar University of Medical Sciences*, 24 .^{۸۹-۹۶} ,(۲)
- Zarrabi, M., Dalirfardouei, R., Sepehrizade, Z., & Kermanshahi, R. (2013). Comparison of the antimicrobial effects of semipurified cyclotides from Iranian *Viola odorata* against some of plant and human pathogenic bacteria. *Journal of applied microbiology*, 115(2), 367-375 .
- Zeinoddini, S., Nabiuni, M., & Jalali, H. (2019). The synergistic cytotoxic effects of doxorubicin and *Viola odorata* extract on human breast cancer cell line T47-D. *Journal of Cancer Research and Therapeutics*, 15(5), 1073-107 .^۹
- Ziad, D., Elias, A., & Roula, A.-M. (2011). Antibacterial activity of *Rheum rhaponticum*, *Olea europaea*, and *Viola odorata* on ESBL producing clinical isolates of *Escherichia coli* and *Klebsiella pneumoniae*. *Int J Pharm Sci Res*, 2(7), 1669-1678 .



مروری بر نقش برخی گیاهان دارویی در کاهش استرس اکسیداتیو و بهبود تولید تخم مرغ در مرغ های تخم گذار

مهدی مختاری^{۱*}، مهدی خدایی مطلق^۱

^۱گروه علوم دامی، دانشکده کشاورزی و محیط زیست، دانشگاه اراک، اراک (mahdi.mokhtari85@gmail.com)

^۱گروه علوم دامی، دانشکده کشاورزی و محیط زیست، دانشگاه اراک، اراک

چکیده

این مقاله به بررسی تأثیر عوامل مختلف بر تولید تخم مرغ در مرغ های تخم گذار با افزایش سن می پردازد. کاهش تولید تخم مرغ به دلیل استرس اکسیداتیو و کاهش ظرفیت آنتی اکسیدانی رخ می دهد که منجر به زوال عملکرد تخمدان می شود. استفاده از مواد طبیعی غیرهورمونی مانند گیاهان دارویی و مکمل های غذایی می تواند به بهبود تولید مثل و کیفیت تخم مرغ کمک کند. در این راستا، ترکیباتی مانند دانگ کوی، کورستین و ویتامین E به عنوان عوامل مؤثر در افزایش ظرفیت آنتی اکسیدانی و بهبود عملکرد تخمدان معرفی شده اند. همچنین، اثرات مثبت عصاره های گیاهی مانند Marsilea crenata و Jatropha tanjeronsis بر رشد فولیکول ها و کیفیت تخم مرغ مورد بررسی قرار گرفته است. در نهایت، پروآنتوسیانیدین های هسته انگور به عنوان یک راهکار جدید برای محافظت از سلول های تخمدان در برابر آسیب های اکسیداتیو و بهبود تولید تخم مرغ در مرغ های مسن مطرح می شوند. این نتایج نشان دهنده اهمیت تغذیه مناسب و استفاده از مواد طبیعی در بهبود عملکرد تولید مثل در دام و طیور هستند.

واژگان کلیدی: آنتی اکسیدان ها، استرس اکسیداتیو، تولید تخم مرغ، گیاهان دارویی



۱. مقدمه

تولید تخم مرغ با افزایش سن کاهش می‌یابد. این کاهش ناشی از استرس اکسیداتیو است که باعث کاهش ظرفیت آنتی‌اکسیدانی و در نتیجه زوال عملکرد تخمدان می‌شود. در حدود ۸۰ هفتگی، عملکرد تخمدان به طور قابل توجهی کاهش می‌یابد و نرخ تولید تخم نیز کاهش می‌یابد. علاوه بر این، از هفته شصتم، ضخامت پوسته تخم مرغ در هر هفته ۰.۲۳ میلی‌متر کاهش می‌یابد و کیفیت پوسته‌های تخم مرغ به تدریج با افزایش سن کاهش می‌یابد که منجر به افزایش تخم‌های ترک خورده می‌شود (Bao et al., 2022). مواد طبیعی غیر هورمونی مانند گیاهان دارویی می‌توانند تولید مثل دام و طیور را بهبود بخشند. تغذیه مناسب نقش حیاتی در بهبود تولید مثل دام و طیور دارد. تغذیه نامناسب باعث کاهش کیفیت و کمیت سلول‌های جنسی، کاهش بیان ژن‌های مرتبط با انتقال گلوکز و ATP، و افزایش بیان پروستاگلاندین‌ها و لپتین می‌شود. استفاده از علوفه‌های با کیفیت بالا و مواد فعال بیولوژیکی (BAS) مانند ویتامین‌ها، عناصر میکرو و ماکرو، و پلی‌فنول‌ها می‌تواند عملکرد جنسی را تحریک کند (Grigorova et al., 2017). مواد فعال بیولوژیکی با تأثیر بر مسیرهای سیگنال و بیان ژنی، فعالیت آنتی‌اکسیدانی دارند، سم‌زدایی می‌کنند، سیستم ایمنی را تقویت می‌کنند و عملکرد سیستم تولید مثل را بهبود می‌بخشند (Grigorova et al., 2017).

۲. مواد و روش‌ها

این مقاله مروری می‌باشد و برگرفته از مقالات تحقیقاتی که اثر برخی گیاهان دارویی بر روی حیوانات را سنجیده اند نوشته شده است.

دانگ کواي (*Angelica sinensis*) گیاهی دارویی چینی است که به دلیل خواص تقویت خون و بهبود گردش خون شناخته شده است. این گیاه با افزایش رگ زایی در فولیکول‌های قبل از تخمک گذاری، ضخامت لایه سلول گرانولوزا و بیان CD31 و VEGFA را افزایش می‌دهد. عصاره AS همچنین بیان HIF1a و VEGFA را افزایش داده و سطح فسفوریلاسیون VEGFR2 را بالا می‌برد. این گیاه با افزایش رگ زایی در فولیکول‌های تخمدان مرغ‌های تخم‌گذار به بهبود عملکرد تخمدان و تخم‌گذاری کمک می‌کند. ترکیبات فعال موجود در AS مانند پلی‌ساکاریدها، روغن‌های فرار و اسیدهای آلی مسئول این اثرات هستند. رگ زایی فرآیندی حیاتی برای رشد فولیکول‌ها است و گیاه AS می‌تواند به بهبود این فرآیند در مرغ‌های تخم‌گذار کمک کند (Ping et al., 2023).

در مطالعه‌ای به بررسی تأثیر تغذیه کورستین (Q) و ویتامین E (VE) به تنهایی یا به صورت ترکیبی (Q + VE) بر بهبود عملکرد تولید مثل در مرغ‌های مادر مسن پرداخته است. نتایج نشان داد که ترکیب Q + VE با بهبود ویژگی‌های اندام‌ها، افزایش ظرفیت آنتی‌اکسیدانی کبد، سرم و تخمدان، و همچنین افزایش سنتز لیپید در کبد، اثرات محافظتی بر کبد در برابر آسیب دارد. علاوه بر این، ترکیب Q + VE باعث افزایش سطوح هورمون‌های E2، FSH و LH و گیرنده‌های آنها و mRNA‌های مرتبط با سنتز پیش‌ساز زرده شد. به طور کلی، ترکیب کورستین و ویتامین E با تقویت و تنظیم انتقال و تبادل مواد مغذی بین محور کبد-خون-تخمدان، به بهبود عملکرد تولید مثل در مرغ‌های مادر مسن کمک می‌کند (Amevor et al., 2021).



مطالعه ای به منظور بررسی اثر عصاره گیاهان دارویی *Marsilea crenata* و *Moringa oleifera* بر رشد فولیکول ها و اووسیت های بز انجام شده است. این دو گیاه به دلیل خواص آنتی اکسیدانی و فعالیت استروژنی خود در طب جایگزین استفاده می شوند. در این مطالعه، اثر عصاره اتانولی ترکیبی برگ های این دو گیاه بر رشد فولیکول ها و اووسیت های بز در شرایط آزمایشگاهی بررسی شد. نتایج نشان داد که این ترکیب می تواند به عنوان یک فیتواستروژن برای افزایش رشد فولیکولی و سطح استروژن مورد استفاده قرار گیرد. به طور خلاصه، این مطالعه نشان می دهد که عصاره ترکیبی این دو گیاه می تواند به عنوان جایگزینی طبیعی برای هورمون های استروژنی در جهت بهبود رشد فولیکول ها و افزایش سطح استروژن در بزها مورد استفاده قرار گیرد. تولید مثل برای همه موجودات زنده ضروری است و فولیکول تخمدان در رشد فولیکولی یا فولیکولوژنز نقش دارد. فولیکولوژنز یک فرآیند پیچیده است که نیازمند تعامل بین سیستم های مختلف بدن برای رشد و بلوغ فولیکول های تخمدان است. این فرآیند می تواند تحت تأثیر عواملی مانند استرس اکسیداتیو قرار بگیرد. استرس اکسیداتیو ناشی از عدم تعادل بین تولید رادیکال های آزاد و آنتی اکسیدان ها می تواند به ساختارهای سلولی آسیب برساند و منجر به آپوپتوز در فولیکول های آنترال شود. برخی از گیاهان دارویی مانند شبدر آبی و برگ های مورینگا حاوی ترکیباتی هستند که می توانند به بهبود فولیکولوژنز کمک کنند. این گیاهان حاوی فلاونوئیدهایی هستند که دارای خواص آنتی اکسیدانی، ضد التهابی و استروژنی هستند. به عنوان مثال، برگ های شبدر آبی حاوی ایزوفلاون هایی هستند که دارای فعالیت استروژنی هستند و در فولیکولوژنز مهم هستند. عصاره برگ *M. oleifera* و *M. crenata* باعث افزایش قطر فولیکول و سطح استروژن در بزها شد. ترکیب این دو عصاره تأثیر بیشتری داشت. با این حال، تأثیری روی قطر اووسیت نداشت. این ترکیب می تواند به عنوان فیتواستروژن برای افزایش رشد فولیکولی و سطح استروژن استفاده شود (Putranto et al., 2023).

شبدر آبی (*Marsilea crenata*) گیاهی دارویی است که در طب جایگزین استفاده می شود و حاوی ترکیباتی مانند فلاونوئیدها است که دارای فعالیت های آنتی اکسیدانی و استروژنی هستند. فولیکول تخمدان، واحد ساختاری و عملکردی سیستم تولید مثل ماده است که در فرآیند فولیکولوژنز نقش دارد. فولیکولوژنز فرآیندی پیچیده است که تحت تأثیر عوامل مختلفی از جمله ROS و RNS قرار دارد. افزایش ROS و RNS می تواند منجر به استرس اکسیداتیو و آسیب به سلول ها شود. شبدر آبی به دلیل داشتن فلاونوئیدها، دارای خواص آنتی اکسیدانی، ضد التهابی، ضد تومور، ضد پوکی استخوان و استروژنی است و می تواند در فرآیند فولیکولوژنز نقش داشته باشد (Widhaningrum et al., 2020).

مطالعه ای به منظور بررسی اثر عصاره هیدروآتانولی پروپولیس قرمز (HERP) و نانوذرات حاوی آن بر روی فولیکول های پیش آنترال تخمدان گوسفند انجام شد. نتایج نشان داد که HERP با غلظت ۲۰ نانوگرم در میلی لیتر می تواند تشکیل آنتروم، فعالیت میتوکندریایی و سطح GSH را در فولیکول های کشت شده افزایش دهد. این مطالعه برای اولین بار نشان داد که HERP20 در مقایسه با گروه کنترل، باعث افزایش تشکیل آنتروم، فعالیت میتوکندریایی و سطوح GSH در فولیکول های ثانویه می شود. همچنین مشخص شد که فورمونونین، فلاونوئید اصلی موجود در HERP، دارای خواص آنتی اکسیدانی و ضد توموری است. به طور خلاصه، استفاده از HERP20 در کشت آزمایشگاهی فولیکول های پیش آنترال گوسفند می تواند رشد فولیکولی



و پتانسیل غشای میتوکندریایی تخمک‌ها را بهبود بخشیده و استرس اکسیداتیو را کاهش دهد. این یافته‌ها می‌توانند راهکارهای جدیدی را برای مطالعه رشد فولیکولی در شرایط آزمایشگاهی ارائه دهند. با این حال، لازم است تحقیقات بیشتری در مورد مکانیسم‌های عملکرد HERP بر روی فولیکول‌های پیش آنترال و همچنین بلوغ و باروری تخمک‌های کشت شده انجام شود (Nascimento et al., 2019).

ترتیزک باتلاقی (SEC) (*Cardamine violifolia*) به عنوان یک منبع غنی از سلنیوم، خواص آنتی‌اکسیدانی قوی دارد و می‌تواند به عنوان یک مکمل غذایی آلی برای انسان و حیوان مورد استفاده قرار گیرد. این گیاه باعث بهبود نرخ تخم‌گذاری، افزایش کیفیت تخم‌مرغ و کاهش ضریب تبدیل خوراک در مرغ‌ها می‌شود. همچنین، SEC تکثیر سلول‌های تخمدان را تقویت کرده و از مرگ سلولی جلوگیری می‌کند. این گیاه با افزایش ظرفیت آنتی‌اکسیدانی و کاهش سطح MDA در تخمدان، به بهبود عملکرد آنتی‌اکسیدانی تخمدان کمک می‌کند SEC و ترکیب آن با SEY باعث افزایش بیان ژن‌های مرتبط با سلنوپروتئین‌ها و مسیر سیگنالینگ Nrf2/Keap1 می‌شود که در بهبود عملکرد تخم‌گذاری و کیفیت تخم‌مرغ مؤثر است. در نتیجه، SEC می‌تواند به عنوان یک راهکار مؤثر برای بهبود عملکرد تخم‌گذاری و کیفیت تخم‌مرغ از طریق افزایش ظرفیت آنتی‌اکسیدانی تخمدان مورد استفاده قرار گیرد. پیری تخمدان در مرغ‌های تخمگذار، زودتر و سریع‌تر از سایر بافت‌ها رخ می‌دهد و با کاهش کمیت و کیفیت تخمک‌ها، منجر به کاهش تولید و کیفیت تخم‌مرغ می‌شود. استرس اکسیداتیو ناشی از تجمع گونه‌های فعال اکسیژن (ROS) یکی از عوامل اصلی پیری تخمدان است. مطالعات نشان داده است که ترکیبات آنتی‌اکسیدانی مانند سلنیوم (Se) می‌توانند ظرفیت آنتی‌اکسیدانی مرغ‌های تخمگذار را افزایش داده و آپوپتوز در تخمدان را کاهش دهند. *Cardamine violifolia* غنی از سلنیوم (SEC) نیز می‌تواند از طریق بهبود استرس اکسیداتیو و التهاب، پیری تخمدان را کاهش دهد و به طور بالقوه نرخ تخم‌گذاری و کیفیت تخم‌مرغ را در مرغ‌های تخم‌گذار مسن بهبود بخشد. *Cardamine violifolia* غنی شده با Se می‌تواند به عنوان یک افزودنی خوراک برای بهبود عملکرد تخم‌گذاری و کیفیت تخم‌مرغ در مرغ‌های تخم‌گذار مورد استفاده قرار گیرد (Wang et al., 2023).

مطالعه‌ای به منظور بررسی تأثیر عصاره برگ گیاه جاتروفا تانجرونسیس (*Jatropha tanjeronsis*) بر عملکرد و کیفیت تخم مرغ‌های تخمگذار انجام شد. نتایج نشان داد که مرغ‌های تخمگذاری که ۳۰۰ میلی‌لیتر از این عصاره را دریافت کردند، بیشترین میزان تولید تخم مرغ در روز را داشتند. به طور کلی، تجویز عصاره برگ این گیاه تا سقف ۳۰۰ میلی‌لیتر می‌تواند تولید تخم مرغ و رنگ زرده آن را در مرغ‌های تخمگذار بهبود ببخشد. در نیجریه، هزینه بالای خوراک معمولی طیور، صنعت طیور را با مشکل مواجه کرده است. کمبود مواد تشکیل دهنده خوراک، محققان را به استفاده از مواد خوراکی غیرمتعارف مانند برگ گیاهان سوق داده است. برگ گیاهان، به ویژه گیاه *Jatropha tanjorensis*، به دلیل خواص تغذیه‌ای و دارویی خود، می‌تواند جایگزین مناسبی برای خوراک معمولی باشند. این گیاه سرشار از مواد مغذی و ترکیبات فیتوشیمیایی است که به بهبود رشد و سلامتی طیور کمک می‌کنند. عصاره برگ *J. tanjorensis* می‌تواند به صورت مؤثری در جیره غذایی طیور گنجانده شود و عملکرد تولید تخم مرغ، کیفیت تخم مرغ و پروفایل‌های خون‌شناسی مرغ‌های تخمگذار را بهبود ببخشد (Essien, 2024).



قارچ فلامولینل ولوتیس (FVS) به عنوان یک مکمل غذایی در خوراک طیور، به ویژه مرغ‌های تخمگذار، مورد استفاده قرار می‌گیرد و می‌تواند به بهبود عملکرد و کاهش رسوب چربی در آنها کمک کند. این قارچ حاوی ترکیبات زیست فعال مانند پلی ساکاریدها، فنول‌ها و لیپیدها است که تأثیرات مثبتی بر سلامت و تولید مثل دارند. FVS با تحریک مسیر سیگنالینگ هورمون استروئیدی، تولید هورمون‌های جنسی را تحریک و رشد تخمدان طیور را تقویت می‌کند. همچنین، FVS وزن و استحکام تخم مرغ را بهبود بخشیده و از تخمدان محافظت می‌کند. بهترین نتیجه با ۴ درصد FVS حاصل شد که نشان می‌دهد می‌توان از آن به عنوان مکمل غذایی در خوراک طیور استفاده کرد. در مورد مرغ‌های تخمگذار، FVS می‌تواند ظرفیت آنتی اکسیدانی و عملکرد تولیدی آنها را بهبود بخشد. همچنین، این قارچ می‌تواند با کاهش آترزی فولیکول‌ها (فولیکول‌های کوچک و غیرفعال) و افزایش رشد فولیکول‌های غالب، به بهبود تولید تخم مرغ کمک کند. به عبارت دیگر، FVS با جلوگیری از مرگ سلول‌های تخمدان، تعداد فولیکول‌های سالم را افزایش می‌دهد و در نتیجه تولید تخم مرغ بیشتر می‌شود. علاوه بر این، FVS می‌تواند به بهبود متابولیسم چربی در مرغ‌ها کمک کند و از اختلالات متابولیکی مانند کبد چرب و رسوب چربی شکمی که با سطوح بالای تری گلیسیرید و LDL مرتبط هستند، جلوگیری کند. به طور کلی، FVS می‌تواند به عنوان یک مکمل غذایی مفید برای بهبود عملکرد تولید مثل و سلامت متابولیکی در طیور مورد استفاده قرار گیرد (Sun et al., 2023).

تولید تخم مرغ در مرغ‌ها با افزایش سن کاهش می‌یابد. پیری تخمدان یکی از دلایل اصلی این کاهش است و اتوفاژی، که عمدتاً توسط استرس اکسیداتیو ایجاد می‌شود، نقش مهمی در این فرآیند دارد. پروآنتوسیانیدین‌های هسته انگور (GSPs) می‌توانند از سلول‌های گرانولوزا تخمدان در برابر آسیب اکسیداتیو محافظت کنند، اما مکانیسم دقیق آن هنوز مشخص نیست. مطالعات نشان داده است که اتوفاژی در تخمدان مرغ‌های مسن بیشتر از مرغ‌های جوان است. GSPs می‌توانند اتوفاژی سلول‌های گرانولوزا را که توسط H_2O_2 (یک ترکیب شیمیایی که باعث استرس اکسیداتیو می‌شود) و پیری طبیعی ایجاد می‌شود، بهبود بخشد. همچنین، GSPs می‌توانند از مرگ سلول‌های گرانولوزا ناشی از اتوفاژی ناشی از استرس اکسیداتیو جلوگیری کنند. این اثرات GSPs از طریق مسیر PI3K-AKT-SIRT1-FoxO1 اعمال می‌شود. بنابراین، GSPs می‌توانند با تأخیر انداختن پیری تخمدان، به بهبود تولید تخم مرغ در مرغ‌های تخمگذار کمک کنند (Zhou et al., 2022).

۳. نتایج

این مقاله نشان می‌دهد که کاهش تولید تخم مرغ در مرغ‌های تخم‌گذار با افزایش سن به طور عمده ناشی از استرس اکسیداتیو و کاهش ظرفیت آنتی اکسیدانی است. استفاده از مواد طبیعی غیرهورمونی، به ویژه گیاهان دارویی، می‌تواند به عنوان یک راهکار مؤثر برای بهبود عملکرد تولید مثل و کیفیت تخم مرغ عمل کند. ترکیباتی مانند نارینجین، دانگ کوای، کورستین و ویتامین E با افزایش ظرفیت آنتی اکسیدانی و تقویت سیستم ایمنی، می‌توانند به کاهش آسیب‌های ناشی از استرس اکسیداتیو کمک کنند. همچنین، عصاره‌های گیاهی مانند *Marsilea crenata* و *Jatropha tanjeronsis* نشان داده‌اند که می‌توانند به بهبود رشد فولیکول‌ها و کیفیت تخم مرغ کمک کنند. در نهایت، توجه به تغذیه مناسب و استفاده از مکمل‌های طبیعی می‌تواند به عنوان یک استراتژی کلیدی برای بهبود تولید تخم مرغ و حفظ سلامت تولید مثل در مرغ‌های تخم‌گذار مورد توجه قرار گیرد.

۴. بحث و نتیجه گیری



این مقاله به بررسی تأثیر عوامل مختلف بر تولید تخم مرغ در مرغ های تخم گذار با افزایش سن پرداخته و نتایج آن نشان دهنده اهمیت استرس اکسیداتیو و کاهش ظرفیت آنتی اکسیدانی در این فرآیند است. با توجه به یافته ها، می توان نتیجه گرفت که پیری تخمدان و کاهش تولید تخم مرغ به طور عمده ناشی از عدم تعادل بین تولید رادیکال های آزاد و آنتی اکسیدان ها است. استفاده از مواد طبیعی غیرهورمونی، به ویژه گیاهان دارویی، به عنوان یک راهکار مؤثر برای بهبود عملکرد تولید مثل و کیفیت تخم مرغ در مرغ های مسن مطرح شده است. ترکیباتی مانند دانگ کوا، کورستین و ویتامین E نه تنها ظرفیت آنتی اکسیدانی را افزایش می دهند، بلکه می توانند به تقویت سیستم ایمنی و کاهش آسیب های ناشی از استرس اکسیداتیو کمک کنند. علاوه بر این، عصاره های گیاهی مانند *Marsilea crenata* و *Jatropha tanjeronsis* به وضوح تأثیر مثبت بر رشد فولیکول ها و کیفیت تخم مرغ داشته اند. این نتایج نشان دهنده این است که توجه به تغذیه مناسب و استفاده از مکمل های طبیعی می تواند به عنوان یک استراتژی کلیدی برای بهبود تولید تخم مرغ و حفظ سلامت تولید مثل در مرغ های تخم گذار مورد توجه قرار گیرد. در نهایت، این مطالعه بر ضرورت تحقیقات بیشتر در زمینه تأثیرات مواد طبیعی بر تولید تخم مرغ و بهبود عملکرد تخمدان تأکید می کند. با توجه به چالش های موجود در صنعت پرورش طیور، استفاده از راهکارهای طبیعی و پایدار می تواند به بهبود کیفیت و کمیت تولید تخم مرغ کمک کند و در عین حال به حفظ سلامت و رفاه مرغ ها کمک نماید.

منابع

- Amevor, F. K., Cui, Z., Du, X., Ning, Z., Shu, G., Jin, N., ... & Zhao, X. (2021). Combination of quercetin and vitamin E supplementation promotes yolk precursor synthesis and follicle development in aging breeder hens via liver–blood–ovary signal axis. *Animals*, 11(7), 1915.
- Bao, T., Yao, J., Zhou, S., Ma, Y., Dong, J., Zhang, C., & Mi, Y. (2022). Naringin prevents follicular atresia by inhibiting oxidative stress in the aging chicken. *Poultry Science*, 101(7), 101891.
- Essien, C. A. (2024). Effect of *Jatropha tanjeronsis* leaf extract on performance and egg quality characteristics of laying hens. *Animal Research International*, 21(3), 5676-5685.
- Grigorova, S., Abadjieva, D., & Gjorgovska, N. (2017). Influence of natural sources of biologically active substances on livestock and poultry reproduction. *Iranian Journal of Applied Animal Science*, 7(2), 189-195.
- Nascimento, T. S., Silva, I. S., Alves, M. C. M., Gouveia, B. B., Barbosa, L. M. R., Macedo, T. J., ... & Lima-Verde, I. B. (2019). Effect of red propolis extract isolated or encapsulated in nanoparticles on the in vitro culture of sheep preantral follicle: Impacts on antrum formation, mitochondrial activity and glutathione levels. *Reproduction in Domestic Animals*, 54(1), 31-38.
- Ping, Z., Chen, X., Fang, L., Wu, K., Liu, C., Chen, H., ... & Yu, W. (2023). Effect of *Angelica Sinensis* extract on the angiogenesis of preovulatory follicles (F1–F3) in late-phase laying hens. *Poultry Science*, 102(2), 102415.
- Putranto, S., Widhaningrum, S. N., Rahayu, S., & Ciptadi, G. (2023). The Effect of a Combination of *Marsilea crenata* and *Moringa oleifera* Leaves Ethanol Extract on Follicles and Oocytes Diameter of Goat: In Vitro Study. *Biotropika: Journal of Tropical Biology*, 11(2), 101-105.
- Sun, C., Wu, H., Xiao, H., Nguapi Tsopmeji, I. S., Jin, Z., & Song, H. (2023). Effect of dietary *Flammulina velutipes* (Curt.: Fr.) stem waste on ovarian follicles development in laying hens. *Italian Journal of Animal Science*, 22(1), 200-213.
- Wang, H., Cong, X., Qin, K., Yan, M., Xu, X., Liu, M., ... & Liu, Y. (2023). Se-enriched *Cardamine violifolia* improves laying performance and regulates ovarian antioxidative function in aging laying hens. *Antioxidants*, 12(2), 450.



- Widhaningrum, S. N., Putranto, S., Rahayu, S., & Ciptadi, G. (2020). Effect of water clover (*Marsilea crenata*) ethanol extracts on follicle and oocyte diameter of goat: in vitro study. *The Journal of Experimental Life Science*, 10(2), 113-118.
- Zhou, S., Zhao, A., Wu, Y., Mi, Y., & Zhang, C. (2022). Protective effect of grape seed proanthocyanidins on oxidative damage of chicken follicular granulosa cells by inhibiting FoxO1-mediated autophagy. *Frontiers in Cell and Developmental Biology*, 10, 762228.



واکاوی مدل های موفق تبادل دانش بومی بین روستاییان در بکارگیری خواص گیاهان

دارویی: مورد مطالعه شهرستان مهریز استان یزد

طاہره شرقی^{*1}

گروه کشاورزی، دانشگاه پیام نور، تهران، ایران (tsharghi@pnu.ac.ir)

چکیده

این مقاله به بررسی مدل های موفق تبادل دانش بومی در میان روستاییان شهرستان مهریز استان یزد با تمرکز بر استفاده از خواص گیاهان دارویی می پردازد. این مطالعه اهمیت سیستم های دانش بومی را در حفظ تنوع زیستی و ترویج شیوه های بهداشتی پایدار مورد تاکید قرار می دهد. در این پژوهش از رویکرد کیفی استفاده شد. ابزار دستیابی به نتایج این تحقیق مصاحبه های نیمه ساختارمند، بحث های گروهی و برگزاری کارگاه مشارکتی بود. یافته ها نشان داد که ابتکارات مبتنی بر جامعه، یادگیری عملی، اهمیت قایل شدن به بزرگ ترها به عنوان سرپرستان دانش بومی و همچنین پابندی به ارزش ها و باورهای اجتماعی- فرهنگی می توانند به طور مؤثری انتقال دانش را تسهیل کرده، معیشت محلی را تقویت و گیاهان دارویی را حفظ کنند.

واژگان کلیدی: انتقال دانش بومی، جامعه محلی، درمانگران سنتی، گیاهان دارویی.



۱. مقدمه

دانش بومی شامل درک و شیوه‌هایی است که جوامع محلی طی نسل‌ها توسعه داده‌اند. این دانش شامل اطلاعاتی درباره گیاهان و جانوران محلی، به ویژه گیاهان دارویی است که برای درمان بیماری‌های مختلف استفاده می‌شوند (Hountondji, 2002). سیستم‌های دانش بومی^۱ بخش حیاتی از میراث فرهنگی را نمایان می‌سازند و نقش مهمی در مدیریت پایدار منابع طبیعی در سراسر جهان دارند (Kumar et al., 2019). این سیستم‌ها که در طول نسل‌ها توسط جوامع محلی توسعه یافته‌اند، شامل درک عمیقی از محیط زیست، از جمله ویژگی‌ها و کاربردهای گیاهان دارویی هستند (Teshome et al., 2023). تبادل این دانش درون و بین جوامع برای حفظ تنوع زیستی، ترویج سلامت و تضمین امنیت غذایی ضروری است (Zarezadeh et al., 2002). این مقاله بر روی مدل‌های موفق تبادل دانش بومی در میان روستاییان شهرستان مهریز، به ویژه در ارتباط با استفاده از ویژگی‌های گیاهان دارویی تمرکز دارد.

استان یزد، واقع در بخش مرکزی ایران، دارای آب و هوای خشک و نیمه‌خشک است، که منجر به شکل‌گیری سازگاری‌ها و استراتژی‌های مدیریت منابع منحصر به فرد در میان ساکنان آن شده است (حقیرالسادات و همکاران، ۱۳۸۹). این استان دارای تنوع غنی از فلور است و بسیاری از گونه‌های گیاهی دارای خواص دارویی هستند که به طور سنتی برای درمان انواع بیماری‌ها مورد استفاده قرار می‌گیرند (Amiri et al., 2019). جوامع محلی در یزد سیستم‌های دانش پیچیده‌ای در حوزه این گیاهان توسعه داده‌اند، از جمله شناسایی، برداشت، آماده‌سازی و کاربرد آنها در طب سنتی (Kibonde, 2020). این دانش صرفاً یک مجموعه از مشاهدات تجربی نیست بلکه به شدت با زندگی فرهنگی، اجتماعی و عقاید مردم پیوند خورده است (Motaleb, 2010).

اهمیت سیستم دانش بومی در مراقبت‌های بهداشتی، به ویژه در مناطق با دسترسی محدود به داروهای مدرن و صنعتی، قابل اغراق نیست (Buso et al., 2020). در بسیاری از مناطق روستایی ایران، طب سنتی منبع اصلی مراقبت‌های بهداشتی برای بخش قابل توجهی از جمعیت باقی مانده است (Kimiaee et al., 2024). گیاهان دارویی گزینه‌ای مقرون به صرفه و در دسترس برای روستاییان به جای داروهای صنعتی هستند و استفاده از آنها معمولاً مورد ترجیح و اعتماد فرهنگی جوامع محلی است (Pirani et al., 2011). با این حال، پایداری این شیوه‌ها به انتقال مؤثر دانش از نسلی به نسل دیگر و حفاظت از منابع طبیعی که به آن وابسته‌اند، بستگی دارد (Alum, 2024).

پژوهش‌ها به اهمیت توجه به مستندسازی دانش بومی تأکید نموده است به عنوان مثال کاتن (۱۹۹۶) به لزوم مستندسازی و حفظ دانش سنتی برای کمک به کشف دارو و حفاظت از آن تأکید کرد. به‌طور مشابه، مارتین (۱۹۹۵) راهنمای جامعی را برای روش‌های تحقیق در مردم گیاه‌شناسی ارائه داد و بر لزوم تعامل با جوامع محلی در مطالعه استفاده از گیاهان تأکید کرد. همچنین، مطالعات اکتین (۲۰۱۰) به بررسی رابط بین دانش بومی و دانش علمی در حوزه بهداشت و درمان پرداخته‌اند و پتانسیل

¹ Indigenous knowledge systems (IKS)



هم افزایی و یادگیری متقابل را مورد تاکید قرار داده اند. علاوه بر این، تحقیقات انجام شده در داخل ایران نیز به اهمیت طب سنتی و حفاظت از گیاهان دارویی تأکید کرده اند. به عنوان مثال، مطالعه حسینی و همکاران (۲۰۲۱) گیاهان دارویی که به طور سنتی در کرمان استفاده می شوند را مستند کرده و منبع با ارزشی را برای محققان فراهم آورده است. علاوه بر این، کار قهرمان (۲۰۰۴) در رابطه با گیاهان ایران به درک بهتر تنوع گیاهی کشور و پتانسیل استفاده پایدار از منابع گیاهی کمک کرده است. یافته های پژوهشی نشان داده است که چندین عامل، حفظ و انتقال دانش بومی مرتبط با گیاهان دارویی را تهدید می کند. این عوامل شامل: ۱) مدرنیزاسیون: تأثیر فزاینده سبک های زندگی مدرن می تواند منجر به کاهش استفاده از طب سنتی و از دست رفتن علاقه به دانش بومی در نسل های جوان تر شود (Sharafzadeh & Alizadeh, 2012). ۲) تخریب محیط زیست: از بین رفتن زیستگاه ها، تعلیف بیش از حد و شیوه های برداشت ناپایدار می تواند جمعیت گیاهان دارویی را به خطر بیندازد و دسترسی به آن ها را دشوار کند و دانش مرتبط با استفاده از آن ها را تضعیف کند (Islamic republic of Iran, no date). ۳) کمبود مستندسازی: عمده دانش بومی درباره گیاهان دارویی هنوز مستند نشده است، که این امر آن را در برابر خطر از دست رفتن آسیب پذیر می کند و ادغام آن با دانش علمی مدرن را دشوار می سازد (Derso et al., 2024). ۴) تغییرات اقلیمی: تغییرات در الگوهای دما و بارش می تواند توزیع و دسترسی به گیاهان دارویی را تحت تأثیر قرار دهد و چالش هایی برای سیستم های دانش سنتی که به شرایط اکولوژیکی خاصی سازگار شده اند، ایجاد کند (Amiri et al., 2019).

برای مقابله با این چالش ها، شناسایی و حمایت از مدل های موفق تبادل دانش بومی که استفاده پایدار و حفاظت از گیاهان دارویی را ترویج می کند، ضروری است. این مقاله قصد دارد با بررسی مدل های انتقال دانش بومی بین روستائیان، بهبود معیشت محلی و حفظ تنوع زیستی را تسهیل کند. این مطالعه به دنبال پاسخ به این سوال است که مکانیسم ها و مسیرهای کلیدی که از طریق آن ها دانش بومی درباره گیاهان دارویی میان روستائیان مهریز در استان یزد تبادل می شود، چیست؟

۲. مواد و روش ها

این مطالعه از رویکرد کیفی استفاده کرده و شامل مصاحبه ها و بحث های گروهی با گیاه درمانگران محلی، رهبران جامعه و روستائیان در شهرستان مهریز استان یزد است. داده ها طی شش ماه جمع آوری شدند تا پویایی های تبادل دانش مربوط به گیاهان دارویی را درک کنند. روش های کیفی برای درک زمینه فرهنگی استفاده از گیاهان ضروری هستند. در این مطالعه، مصاحبه های نیمه ساختاری با گیاه شناسان محلی، بزرگان جامعه و افراد آگاه از طریق نمونه گیری هدفمند انجام شد تا اطلاعات دقیقی در مورد چگونگی تبادل دانش سنتی در بکارگیری گیاهان دارویی مورد جمع آوری شود. مصاحبه های نیمه ساختاری امکان انعطاف پذیری را فراهم می کند و محققان را قادر می سازد تا موضوعات خاص را بررسی کنند و در عین حال به شرکت کنندگان اجازه می دهد تا آزادانه بینش های خود را به اشتراک بگذارند (Vogl et al., 2004). این روش درک عمیق تری از باورها، شیوه ها و اهمیت گونه های گیاهی مختلف در بین جامعه را تسهیل می کند (Braun & Clarke, 2006). علاوه بر این، کارگاه مشارکتی برای مشارکت فعال اعضای جامعه سازماندهی شد. در این کارگاه از محرک های بصری مانند عکس ها و نمونه های خشک شده گیاهی برای استخراج پاسخ ها و تشویق بحث در مورد کاربردهای گیاهی و بیان نظرات در خصوص چگونگی دریافت اطلاعات بکارگیری آن گیاهان استفاده شد (Jinxiu et al., 2014). با مشارکت



دادن شرکت کنندگان محلی در شناسایی و بحث در مورد نحوه یادگیری گیاهان، محقق می‌توانست طیف وسیع‌تری از دانش و شیوه‌ها را نسبت به آنچه از طریق مصاحبه‌ها به تنهایی امکان‌پذیر نبود، مستند کنند.

۳. نتایج

داده‌های کیفی که از طریق مصاحبه‌های نیمه‌ساختاریافته و بحث‌های گروهی متمرکز جمع‌آوری شده بود، با استفاده از تحلیل مضمون، روشی که به شناسایی، سازماندهی و توصیف الگوهای معنا در سرتاسر مجموعه داده‌ها می‌پردازد (Braun & Clarke, 2006)، تجزیه و تحلیل شد. متن‌های گفتگو به دقت خوانده و دوباره خوانده شدند تا شناخت و آشنایی با داده‌ها حاصل شود. تحلیل مطابق یک فرآیند سیستماتیک انجام شد که شامل مراحل زیر بود: آشنایی با داده‌ها، تولید کدهای اولیه، جستجوی مضمون، مرور مضمون‌ها، تعریف و نام‌گذاری مضمون‌ها و نوشتن گزارش (Braun & Clarke, 2006). از نرم‌افزار NVivo 12 برای تسهیل فرآیند کدگذاری و تحلیل استفاده شد.

۳-۱. مضمون‌های کلیدی شناسایی شده

تحلیل نشان داد که چندین تم یا مضمون تکراری مرتبط با مدل‌های موفق تبادل دانش بومی در بین روستاییان شهرستان مهریز وجود دارد. این مضمون‌ها عبارتند از: الف) نقش سالمندان به عنوان نگهدارندگان دانش: این مضمون به نقش مرکزی اعضای مسن‌تر جامعه در حفظ و انتقال دانش درباره گیاهان دارویی اشاره دارد (جدول ۱)؛ ب) ابتکارات یادگیری مبتنی بر جامعه: این شامل انواع ابتکارات رسمی و غیررسمی است که در سطح جامعه برای ترویج تبادل دانش سازماندهی می‌شود (جدول ۲)؛ ج) تجربه عملی و یادگیری عملی: این به اهمیت تجربه مستقیم با گیاهان دارویی در یادگیری و حفظ دانش تأکید دارد (جدول ۳)؛ د) ارزش‌ها و باورهای اجتماعی-فرهنگی: این مضمون به این مساله اشاره دارد که چگونه ارزش‌ها و باورهای فرهنگی، شیوه تبادل و ارزش‌گذاری دانش درون جامعه را شکل می‌دهد (جدول ۴). برای نشان دادن فرآیند کدگذاری، جداول زیر نمونه‌هایی از چگونگی تولید کدهای اولیه و گروه‌بندی آنها به تم‌های گسترده‌تر بدست آمده است.

جدول ۱: مثال کدگذاری برای مضمون ۱: نقش سالمندان به عنوان نگهدارندگان دانش

مضمون	کد اولیه	بخشی از متن مصاحبه
نقش بزرگترها به عنوان نگهدارنده دانش	آموزش بین نسلی	مادر بزرگ‌های ما همه چیز را درباره این گیاهان می‌دانستند آنها به ما آموختند که از کدام گیاهان برای چه موردی استفاده کنیم
نقش بزرگترها به عنوان نگهدارنده دانش	شیوه‌های برداشت	مردان سالخورده در روستا، کسانی هستند که بهترین زمان برداشت هر گیاه را می‌دانند
نقش بزرگترها به عنوان نگهدارنده دانش	درخواست مشاوره از بزرگترها	ما به آنها برای مشاوره وقتی کسی بیمار است، مراجعه می‌کنیم. دانش آنها بسیار ارزشمند است



آنها داستان‌هایی درباره چگونگی استفاده از این گیاهان توسط اجداد ما را تعریف
می‌کنند. این یک ارتباط با گذشته ماست
جوان ترها همیشه به بزرگترها گوش نمی‌دهند، این یک مشکل است
نقش بزرگترها به عنوان
نگهدارنده دانش
سنت شفاهی
شکاف نسلی
نقش بزرگترها به عنوان
نگهدارنده دانش

جدول ۲. مثال کدگذاری برای مضمون ۲: ابتکارات یادگیری مبتنی بر جامعه

بخشی از متن مصاحبه	کد اولیه	مضمون
ما کارگاه‌هایی داریم که گیاه درمانگران به ما درباره گیاهان مختلف آموزش می‌دهند	کارگاه‌های غیررسمی گیاه درمانی	ابتکارات یادگیری مبتنی بر جامعه
زنان در روستا جمع می‌شوند تا دستورهای غذایی و درمان‌ها را به اشتراک بگذارند	گردهمایی‌های زنان	ابتکارات یادگیری مبتنی بر جامعه
ما بچه‌ها را به کوه می‌بریم تا درباره گیاهان در زیستگاه‌های طبیعی شان یاد بگیرند	سفرهای میدانی	ابتکارات یادگیری مبتنی بر جامعه
ما یک باغ کوچک داریم که با هم گیاهان دارویی می‌کاریم	باغ اجتماعی	ابتکارات یادگیری مبتنی بر جامعه
گاهی اوقات، از کارشناسان از روستاهای دیگر دعوت می‌کنیم تا دانش خود را به اشتراک بگذارند	تخصص خارجی	ابتکارات یادگیری مبتنی بر جامعه

جدول ۳. مثال کدگذاری برای مضمون ۳: تجربه عملی و یادگیری عملی

بخشی از متن مصاحبه	کد اولیه	مضمون
شما نمی‌توانید درباره این گیاهان فقط با خواندن اطلاعات کسب کنید. باید آنها را با دست لمس کنید و عمیقاً بو بکشید	تجربه حسی	تجربه عملی و یادگیری عملی
ما بهترین یادگیری در استفاده از گیاهان دارویی را زمانی داریم که خودمان آن داروها را برای مصارف تعیین شده، تهیه و استفاده کنیم	تهیه دارو سنتی	تجربه عملی و یادگیری عملی
مراقبت از کشت گیاهان دارویی، این گونه است که واقعا درک کنیم گیاهان چگونه رشد می‌کنند	درک شیوه‌های کاشت، داشت و برداشت گیاه	تجربه عملی و یادگیری عملی
من یاد گرفتم که چگونه ریشه‌ها را در زمان مناسب برداشت کنم با تماشای کارهای پدرم در گذشته که سال‌ها این کار را انجام می‌داد	یادگیری مشاهده‌ای	تجربه عملی و یادگیری عملی
فقط دانستن نام گیاه کافی نیست، شما باید بدانید که چگونه این گیاه می‌تواند در مصرف دارو، غذا یا بهبود قوای بدن کاربرد دارد	درک جامع	تجربه عملی و یادگیری عملی

جدول ۴. مثال کدگذاری برای مضمون ۴: ارزش‌ها و اعتقادات اجتماعی-فرهنگی

بخشی از متن مصاحبه	کد اولیه	مضمون
ما باور داریم که این گیاهان هدیه‌ای از طرف خداوند هستند و باید به آنها احترام بگذاریم	احترام به طبیعت	ارزش‌ها و اعتقادات اجتماعی-فرهنگی
ما دانش خود را با یکدیگر به اشتراک می‌گذاریم. زیرا معتقدیم که کمک به دیگران اهمیت دارد و در دین اسلام به آن تاکید شده است	مسئولیت اجتماعی	ارزش‌ها و اعتقادات اجتماعی-فرهنگی



اجداد ما از این گیاهان نسل ها استفاده کردند، بنابراین به قدرت آنها اعتقاد داریم	اعتقاد به سنت	ارزش ها و اعتقادات اجتماعی-فرهنگی
بعد از برداشت گیاهان نماز شکرگزاری از چنین نعمتهایی را می خوانیم	شیوه های اعتقادی	ارزش ها و اعتقادات اجتماعی-فرهنگی
اگر طمع کنید و بیش از حد برداشت کنیم یا نحوه چگونگی برداشت صحیح را رعایت نکنیم، گیاهان قدرت خود را از دست می دهند	شیوه های پایدار	ارزش ها و اعتقادات اجتماعی-فرهنگی

۳-۲. یافته ها بر اساس موضوع

۳-۲-۱. نقش سالمندان به عنوان نگهدارندگان دانش

داده ها نشان داد که سالمندان در جامعه به خاطر دانش گسترده خود در مورد گیاهان دارویی بسیار مورد احترام هستند. شرکت کنندگان به طور مداوم بر اهمیت یادگیری از سالمندان تأکید کردند که در شناسایی گیاهان، تکنیک های برداشت، روش های تهیه و کاربردهای درمانی درک عمیقی دارند. سالمندان این دانش را معمولاً از طریق سنت های شفاهی، داستان سرایی، خاطرات و آموزش مستقیم منتقل می کنند. با این حال، چندین شرکت کننده نگرانی خود را درباره شکاف بین نسل ها ابراز کردند، به طوری که جوان ترها تمایل کمتری به یادگیری از سالمندان نشان می دهند.

۳-۲-۲. ابتکارات یادگیری مبتنی بر جامعه

ابتکارات مختلف مبتنی بر جامعه به عنوان مکانیزم های مهم برای تبادل دانش شناسایی شدند. این شامل کارگاه ها و جلسات غیررسمی است که توسط عطاران محلی و افراد آگاه به خواص گیاهان دارویی محلی برگزار می شود، گردهمایی های زنان برای به اشتراک گذاری دستورها و درمان ها، سفرهای میدانی برای شناسایی گیاهان در زیستگاه طبیعی آن ها و باغ های اجتماعی که در آن گیاهان دارویی کشت می شوند. این ابتکارات فرصتهایی برای یادگیری عملی، تبادل میان همتاها و حل مشکلات جمعی فراهم می کند. داده ها همچنین پیشنهاد کردند که دعوت از کارشناسان از دیگر روستاها می تواند دانش محلی را غنی کند و دیدگاه های جدیدی وارد کند.

۳-۲-۳. تجربه عملی و یادگیری عملی

شرکت کنندگان بر اهمیت تجربه مستقیم با گیاهان دارویی در کسب و حفظ دانش تأکید کردند. آن ها توضیح دادند که خواندن درباره گیاهان در کتاب ها کافی نیست؛ باید گیاهان را ببینید، لمس کنید، بو کنید و از آن ها استفاده کنید تا واقعاً خواص آن ها را درک کنید. فعالیت های عملی، مانند برداشت گیاهان، تهیه درمان ها و مراقبت از باغ ها، به عنوان موارد ضروری برای یادگیری مؤثر در نظر گرفته شدند.

۳-۲-۴. ارزش ها و باورهای اجتماعی-فرهنگی

یافته ها نشان داد که ارزش ها و باورهای اجتماعی-فرهنگی نقش قابل توجهی در شکل دهی به فرآیندهای تبادل دانش دارند. به عنوان مثال، احترام به طبیعت، حس مسئولیت جمعی و باور قوی به اثربخشی گیاهان دارویی در طب سنتی به عنوان عواملی شناسایی شدند که تبادل دانش و استفاده پایدار از گیاهان دارویی را ترویج می کنند.



۴. بحث و نتیجه گیری

این مطالعه یک بررسی دقیق از مدل‌های موفق تبادل دانش بومی در مورد گیاهان دارویی در میان روستاییان شهرستان مهریز استان یزد را ارائه کرده است. از طریق تجزیه و تحلیل کیفی عمیق، این تحقیق نقش حیاتی شیوه‌های سنتی در حفظ تنوع زیستی، ترویج شیوه‌های بهداشتی پایدار و تقویت تاب‌آوری جامعه در منطقه‌ای با اقلیم خشک و میراث مردم گیاه‌شناسی منحصر به فرد را روشن کرده است. یافته‌ها تأکید می‌کند که در انتقال دانش بومی گیاهان دارویی و کاربرد آنها بزرگ‌ترها به عنوان سرپرستان دانش سنتی سهم قابل توجهی دارد؛ آنها با دقت، فهم و درک خود را از گیاهان دارویی، خواص آنها و کاربردهایشان را از نسلی به نسل دیگر منتقل می‌کنند. مؤثر بودن ابتکارات یادگیری مبتنی بر جامعه، از کارگاه‌ها و گردهمایی‌های زنان تا سفرهای میدانی و باغ‌های اجتماعی، قدرت یادگیری جمعی و تجارب مشترک در حفظ و غنی‌سازی سیستم‌های دانش بومی را نشان می‌دهد. تأکید بر یادگیری عملی و تجربی این مفهوم را تقویت می‌کند که درگیر شدن مستقیم با محیط طبیعی برای به دست آوردن و حفظ درک عمیق از گیاهان دارویی ضروری است. علاوه بر این، این مطالعه تأثیر گسترده ارزش‌ها و باورهای اجتماعی-فرهنگی بر تبادل دانش را نشان داد و اهمیت حفظ فرهنگ در حفاظت از شیوه‌های سنتی را مورد تأکید قرار می‌دهد. این مطالعه اهمیت شناسایی و حمایت از نقش بزرگ‌ترها به عنوان افراد کلیدی در ذخیره دانش، توانمندسازی جوامع برای طراحی و اجرای ابتکارات یادگیری متناسب با فرهنگ خود، و ترویج یادگیری عملی را نشان می‌دهد. از این مطالعه نتیجه‌گیری می‌شود که حفظ و احیای سیستم‌های دانش بومی نیاز به یک رویکرد چند-بعدی دارد که شامل موارد زیر است:

- (۱) توانمندسازی جوامع محلی: درگیر کردن جوامع محلی در طراحی و اجرای ابتکارات حفاظت و توسعه، اطمینان از اینکه صدایشان شنیده می‌شود و دانش آنها ارزشمند است.
- (۲) ترویج یادگیری بین نسلی: ایجاد فرصت‌هایی برای بزرگ‌ترها به منظور به اشتراک گذاری دانش خود با نسل‌های جوان‌تر، تقویت حس افتخار به شیوه‌های سنتی و تعهد به حفظ آنها.
- (۳) ادغام دانش بومی با علم مدرن: تشویق به همکاری بین درمانگران سنتی، محققان و متخصصان بهداشت و درمان برای بررسی پتانسیل هم‌افزایی میان دانش بومی و دانش علمی مدرن.
- (۴) حفظ تنوع زیستی: اجرای شیوه‌های برداشت پایدار، حفاظت از زیستگاه‌های طبیعی و ترویج کشت گیاهان دارویی در باغ‌های اجتماعی به منظور تضمین دسترسی آنها.
- (۵) مستندسازی و منتشر کردن دانش بومی: مستندسازی سیستماتیک دانش بومی از طریق تاریخ‌های شفاهی، بررسی‌های مردم گیاه‌شناسی و ایجاد پایگاه‌های داده دیجیتال مرتبط، دسترسی آن به مخاطبان وسیع‌تر و تسهیل ادغام آن با دانش علمی مدرن.

بر اساس نتایج بدست آمده پیشنهاد می‌گردد:

- (۱) ایجاد یک مرکز استانی برای طب سنتی: این مرکز به عنوان یک هاب برای تحقیق، مستندسازی و آموزش مرتبط با دانش بومی گیاهان دارویی عمل نماید. این مرکز همکاری بین درمانگران سنتی، محققان و متخصصان بهداشت و درمان را تسهیل می‌کند.

- ۲) اجرا کردن یک برنامه حفاظت مبتنی بر جامعه: این برنامه جوامع محلی را در حفاظت و استفاده پایدار از گیاهان دارویی درگیر نماید. این برنامه آموزش و منابعی را برای اعضای جامعه به منظور نظارت بر جمعیت گیاهان، کنترل گونه‌های مهاجم و اجرای شیوه‌های برداشت پایدار را فراهم سازد.
- ۳) برنامه‌های آموزشی برای گیاه درمانگران: ارائه برنامه‌های آموزشی شغلی برای تجهیز گیاه درمانگران محلی با مهارت‌ها و دانش لازم برای برداشت، فرآوری و بازاریابی پایدار گیاهان دارویی. این برنامه‌ها باید شامل دانش سنتی و شیوه‌های مدیریت کسب و کار مدرن باشد.
- ۴) حمایت از ابتکارات اکوتوریسم: تشویق به توسعه مشاغل اکوتوریسم که میراث مردم گیاه‌شناسی غنی منطقه را به نمایش بگذارد. آموزش راهنمایان محلی برای هدایت تورها به زیستگاه‌های گیاهان دارویی و آشنا کردن بازدیدکنندگان به استفاده‌های سنتی این گیاهان و اهمیت حفاظت.
- با اجرای این پیشنهادات سیاست‌گذاران، محققان و کارشناسان می‌توانند به حفظ و احیای سیستم‌های دانش بومی در استان یزد کمک کنند و اطمینان حاصل کنند که این منابع ارزشمند برای نسل‌های آینده حفظ شده و به رفاه جوامع محلی کمک می‌کند.

منابع

- حقیرالسادات، ف.، برنارد، ف.، کلاتر، م.، شیخها، م. ح.، حکم الهی، ف.، عظیم زاده، م و مریم حوری. (۱۳۸۹). بررسی ترکیبات موثر و خواص آنتی اکسیدانی اسانس گیاه دارویی زیرسیاه. ماهانه علمی پژوهشی دانشگاه علوم پزشکی شهید صدوقی یزد. ۱۸(۳)
- Alum EU. The role of indigenous knowledge in advancing the therapeutic use of medicinal plants: challenges and opportunities. *Plant Signal Behav.* 2024 Dec 31;19(1):2439255. doi: 10.1080/15592324.2024.2439255. Epub 2024 Dec 9. PMID: 39652401; PMCID: PMC11633201.
- Amiri, F., Gholipouri, A., Kheikhah, M., & Mirjalili, M. H. (2019). Study on Ethnobotany and the effect of ecological factor on the yield of essential oil of *Zizphora Clinopodioides* Lam. (case study : Yaz province).
- Braun, V., & Clarke, V. (2006). Using thematic analysis in psychology. *Qualitative Research in Psychology*, 3(2), 77-101.
- Buso P, Manfredini S, Reza Ahmadi-Ashtiani H, Sciabica S, Buzzi R, Vertuani S, Baldisserotto A. Iranian Medicinal Plants: From Ethnomedicine to Actual Studies. *Medicina (Kaunas)*. 2020 Feb 26;56(3):97. doi: 10.3390/medicina56030097. PMID: 32110920; PMCID: PMC7143749.
- Cotton, C. M. (1996). *Ethnobotany: Principles and applications*. Chichester, England: John Wiley and Sons.
- Derso, Y.D., Kassaye, M., Fassil, A. *et al.* Composition, medicinal values, and threats of plants used in indigenous medicine in Jawi District, Ethiopia: implications for conservation and sustainable use. *Sci Rep* 14, 23638 (2024). <https://doi.org/10.1038/s41598-024-71411-5>.
- Ghahraman A. Plant systematic: coromophytes of Iran. Tehran: Iran University press; 2004.
- Hosseini SH, Bibak H, Ghara AR, Sahebkar A, Shakeri A. Ethnobotany of the medicinal plants used by the ethnic communities of Kerman province, Southeast Iran. *J Ethnobiol Ethnomed*. 2021 Apr 28;17(1):31. doi: 10.1186/s13002-021-00438-z. PMID: 33910616; PMCID: PMC8082778.
- Hountondji, P. J. (2002). The struggle for meaning: Reflections on philosophy's history. *Journal of African Philosophy*, 1(1), 5-20.
- Islamic republic of Iran ministry of industry, Mine and Trade (nd). National export strategy 2012-2025. Medicinal herbs strategy. Preserve and share traditional Iranian plant knowledge with the world, pages 61.
- Jinxu, Z., et al. (2014). Evaluating different methods used in ethnobotanical studies: A case study from China. *Journal of Ethnobiology*, 34(2), 1-12.
- Kibonde, S. (2020) Indigenous Knowledge and Conservation of Medicinal Plants in Rungwe District, Tanzania. *Open Access Library Journal*, 7, 1-10. doi: [10.4236/oalib.1106545](https://doi.org/10.4236/oalib.1106545).



- Kimiaee, M., Madani, M., Moaddegh, M. H., AND Moshtaghioun, S. M. (2024). The study of food pathogens in Yazd traditional confectionary products. *Journal of nutrition and food security*, 9(2), 200-206.
- Kumar J U, S., Chaitanya M J, K., Semotiuk, A. J., & V, K. (2019). Indigenous knowledge on medicinal plants used by ethnic communities of South India. *Ethnobotany Research and Applications*, 18, 1–112. Retrieved from <https://ethnobotanyjournal.org/index.php/era/article/view/1291>
- Martin, G. (1995) *Ethnobotany: A Methods Manual*. WWF International, UNESCO and Royal Botanic Gardens, Kew/Chapman and Hall, London.
- Motaleb, M. A., 2010. *Approaches to Conservation of Medicinal Plants and Traditional Knowledge: A Focus on the Chittagong Hill Tracts*. IUCN (International Union for Conservation of Nature), Bangladesh Country Office, Dhaka, Bangladesh, pp viii+30.
- Pirani, P., Moazzeni, H., Mirjalili, Sh., Naghibi, F., and Mosaddegh, M. (2011). Ethnobotany of *Juniperus Excelsa* M.Bieb. (Cupressaceae) in Iran. *Journal of plants and applied research*, 335-342.
- Sharafzadeh, Sh., & Alizadeh, O. (2012). Some medicinal plants cultivated in Iran. *Journal of applies pharmaceutical*, 2(1). 134-137.
- Teshome M, Kebede F, Yohannes T. An Ethnobotanical Survey of Indigenous Knowledge on Medicinal Plants Used by Communities to Treat Various Diseases around Ensaro District, North Shewa Zone of Amhara



کاربرد مخلوط عصاره شیرین بیان و آلوئه ورا به عنوان عامل تثبیت کننده در سنتز نانوذرات کلسیم

صادق رحمتی *

گروه شیمی، دانشگاه پیام نور، تهران، ایران (Rahmati@pnu.ac.ir)

چکیده

امروزه عصاره ترکیبات گیاهی با خواص دارویی کاربردهای زیادی در سنتز نانو ذرات فلزی را به خود اختصاص داده اند. حضور گروههای عاملی مختلف در ساختار عصاره این ترکیبات باعث شده است که آنها بتوانند به صورت درجا (Insitu) عمل کاهش یا احیاء نانو ذرات را بدون نیاز به عامل خارجی انجام دهند. استفاده از آب به عنوان حلال در طی فرآیند ساخت نانو ذره باعث می شود که اینگونه سنتزها در شرایط کاملاً سبز و دوست دار محیط زیست انجام بگیرند. نانو ذرات ساخته شده به واسطه تکنیک های مختلفی مثل میکروسکوپ الکترونی عبوری (TEM) و طیف سنجی پراش انرژی پرتو ایکس (EDX) شناسایی شدند.

واژگان کلیدی: آلوئه ورا، شیرین بیان، کلسیم، نانوذره



۱. مقدمه

در چند سال اخیر طراحی نانوذرات با مورفولوژی قابل تنظیم با شکل و ابعاد خاص، یکی از موضوعات مورد توجه در علم مواد بوده است. اخیراً تحقیقات مهمی با توجه به کاربردهای فوق العاده نانوذرات در زمینه‌های مختلف مانند شیمی گیاهی، حسگرهای زیستی، درمان‌های دارویی، به‌ویژه به عنوان عوامل ضد میکروبی، ضد باکتریایی، ضد سرطانی و سیستم‌های دارورسانی روی این ترکیبات صورت پذیرفته است. (Menon et al., 2017 & Emmanuel, 2017 & Saravanan et al., 2014) ابعاد نانومتری، شکل منحصر به فرد و سطح بزرگ تاثیر بالایی بر روی خواص کاتالیزوری ترکیبات سنتز شده می‌گذارد. روش‌های مختلف شیمیایی و فیزیکی برای ساخت نانوذرات با رویکرد های بالا به پایین یا پایین به بالا مورد توجه قرار گرفته است. تولید نانوذرات به صورت درجا بدون حضور عوامل کاهنده خارجی از معیارهای شیمی سبز می‌باشد. در دهه اخیر، بهره‌برداری از روش‌های بیوستتزی، پاک و سازگار با محیط زیست برای سنتز نانوذرات، تقاضای فزاینده‌ای را در بین پژوهشگران به خود اختصاص داده است. قابل ذکر است که طبیعت منبع بسیار خوبی در این زمینه فراهم کرده است و می‌تواند به عنوان یک آزمایشگاه زیست محیطی مورد توجه قرار گیرد. استفاده از بخشهای مختلف گیاهان مانند برگ، گل، پوست، آب میوه، پوست میوه و غیره در سنتزهای نانوذرات بخش ویژه‌ای را به خود اختصاص داده است. گیاهان مورد استفاده در این بخش فراوان، ارزان، در دسترس و از نظر زیست محیطی بی خطر هستند، مهمتر از همه حاوی مواد شیمیایی گیاهی متعددی (مانند پلی فنول‌ها، اسیدهای ملایم، آلکالوئیدها، ترپنوئیدها، فلاونوئیدها و غیره) هستند که در تبدیل توده‌های فلزی به نانوذرات بسیار موثر هستند. علاوه بر این، نانوذرات می‌توانند توسط مولکول‌های زیستی تثبیت شوند. در چند سال اخیر روش‌های زیادی در مورد سنتز بیوژنیک نانو ذرات فلزات گزارش شده است. (Padil and Cerník, 2013 & Abboud, Y. 2014 & Xiong et al., 2011 & Ko et al., 2015 & Kharissova et al., 2013 & Shankar et al., 2004 & et al., Sarmah, 2019) همین مزایا ما را تشویق کرده است که یک رویکرد بیومتریک سبز را در تهیه نانوذرات کلسیم به پایه مخلوط عصاره های شیرین بیان و آلوئه ورا ارایه دهیم. قابل ذکر است که این گیاهان به وفور به عنوان گیاه دارویی سنتی در ایران مورد استفاده قرار می‌گیرند. نانو ذرات کلسیم ساخته شده از این روش مصارف عمده‌ای در صنعت کشاورزی دارند. این نانو ذرات در حفظ پایداری و نفوذپذیری غشاء سلول، جوانه زنی و رشد دانه‌گرده و فعال کردن آنزیم‌ها در تقسیم و بزرگ شدن سلول نقش دارند، همچنین به عنوان ماده ضد مسمومیت، از سمیت فلزات سنگین می‌کاهند. حضور نانو ذرات کلسیم در گیاه از نظر افزایش کیفیت میوه بسیار حائز اهمیت است و به لحاظ تاثیرش در استحکام سلولی، قدرت گیاهان را در برابر آفات و امراض افزایش می‌دهد.

گیاه شیرین بیان یا مهک با نام انگلیسی Liquorice و نام علمی Glycyrrhiza glabra، گیاهی چند ساله از تیره Fabaceae و بومی جنوب اروپا، آسیای مرکزی، ایران و بخش‌هایی از جنوب شرق آسیا است. نام علمی گیاه، یک نام یونانی به معنای ریشه شیرین است. شیرین بیان یکی از مهمترین گیاهان دارویی بومی ایران است که از قدیم برای درمان بیماری‌ها آن را مصرف می‌کردند. ماده اصلی گیاه شیرین بیان، ترکیب ساپونین تری ترپنوئیدی به نام اسید گلیسیریزیک یا گلیسیریزین با



شیرینی ۳۰ تا ۵۰ برابر ساکارز است که در صنایع غذایی و دارویی کاربرد دارد. برای این گیاه دارویی فواید بسیاری را ذکر کرده‌اند. در طب سنتی از ریشه شیرین بیان برای درمان زخم معده استفاده می‌شود. علاوه بر این مطالعات بالینی اثرات ضد میکروبی، آنتی اکسیدانی، ضد التهابی، ضد سرطان و تقویت کننده سیستم ایمنی بدن را در مورد شیرین بیان به اثبات رساندند (Hayashi et al., 2009 & Herrera et al., 2009).

گیاه شیرین بیان در طبیعت به شکل بوته‌ای به اندازه ۱ تا ۲ متر دیده می‌شود. گیاه دارای شاخ و برگ انبوه و فراوان است. برگ‌های شیرین بیان مرکب و دارای چهار تا هفت جفت برگچه و یک برگچه انتهایی است. شیرین بیان در تمام مناطق ایران به صورت خود رو رشد می‌کند. اگرچه این گیاه در بسیاری از کشورها به عنوان گیاه دارویی کشت می‌شود، اما در دیم‌زارهای استان کرمانشاه، ایلام، فارس، خوزستان و مزارع کشاورزی شهرهای مرکزی، چون اصفهان و اراک به عنوان یک علف هرز در مزارع نخود و گندم محسوب می‌شود.

آلوئه‌ورا یا صبر که عصاره برگ آن به فارسی با نام‌های صبر زرد یا چادروا مشهور است. گیاهی از سرده سِگل‌ها، راسته مارچوبه‌سانان و خانواده سریشیان است. آلوئه‌ورا معمولاً با نام آلوئه نیز شناخته می‌شود. این گیاه از دیرباز به عنوان گیاه زینتی و گیاه داروئی کشت می‌شده است و می‌توان از آن به عنوان گیاه آپارتمانی در گلدان نیز نگهداری کرد (ظفریان، ۱۳۷۵). دو ترکیب اصلی مورد استفاده، شامل ژل شفاف موجود در برگ‌ها و لانتکس زرد رنگ این گیاه هستند. ژل گیاه برای تولید داروهای موضعی جهت ترمیم زخم‌ها، ترک‌های پوستی، ترمیم آسیب‌های ناشی از سوختگی‌ها، راش‌ها و خشکی پوست مورد استفاده قرار می‌گیرد. از ژل آلوئه‌ورا همچنین در تولید صنعتی ماست، نوشیدنی‌ها و دسرها استفاده می‌شود. مصرف مقدار زیاد و مداوم عصاره برگ‌ها یا لانتکس این گیاه باعث مسمومیت می‌شود. برگ‌های این گیاه، دارای مواد شیمیایی گیاهی از جمله مانان‌های استیله‌شده، آنتراکینون گلیکوزیدهای C، انتهرن‌ها و آنتراکینون‌هایی از قبیل امودین و چندین نوع از لکنین‌ها هستند (Kojo and Qian, 2004).

۲. مواد و روش‌ها

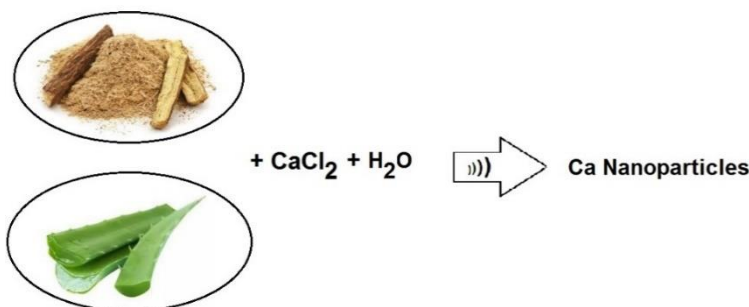
۲-۱. مواد اولیه، واکنشگرها و حلال‌ها

تمامی مواد اولیه، واکنشگرها و حلال‌های مورد استفاده در این پژوهش از شرکت‌های شیمیایی مرک، آلد ریچ خریداری شده است. نمک CaCl_2 مورد استفاده در این پژوهش از شرکت مرک، ریشه شیرین بیان و آلوئه ورا از مرکز تحقیقات کشاورزی دانشگاه شیراز تهیه شده است.

۲-۲. روش کلی سنتز نانوذرات کلسیم

در ابتدا داخل یک بشر ۵۰۰ میلی لیتری مقدار ۱ میلی مول از نمک CaCl_2 را در ۵۰ میلی لیتر آب مقطر حل می‌کنیم. در مرحله بعد مقدار یک گرم از مخلوط عصاره ریشه شیرین بیان و آلوئه ورا در ۵۰ میلی لیتر آب مقطر حل کرده و آنرا به محلول CaCl_2 اضافه کرده و محلول را به مدت زمان ۲۰ دقیقه در دستگاه التراسونیک با قدرت ۸۰ درصد قرار می‌دهیم. در طول مدت

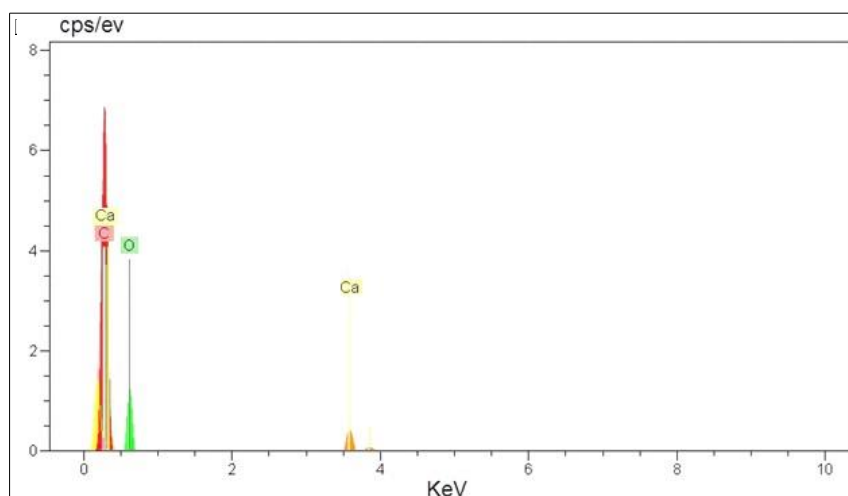
انجام واکنش رنگ محلول از قهوه ای مایل به زرد به قهوه ای تیره تبدیل می شود. پس اتمام مدت زمان واکنش محلول را در دمای اتاق قرار داده تا کاملاً سرد شود، سپس آنرا به مدت ۱۸ ساعت در مقابل جریان هوا قرار داده و پس از تبخیر حلال در نهایت محصول را به مدت ۱۲ ساعت تحت شرایط خلاء قرار می دهیم تا کاملاً خشک شود. در انتها پس ساییدن محصول از سطح ظرف محصول به شکل یک پودر به رنگ قهوه ای تیره به دست می آید (شکل ۱).



شکل ۱: شمای کلی واکنش سنتز نانو ذرات کلسیم پایدار شده توسط مخلوط گیاهان دارویی ریشه شیرین بیان و آلوئه ورا

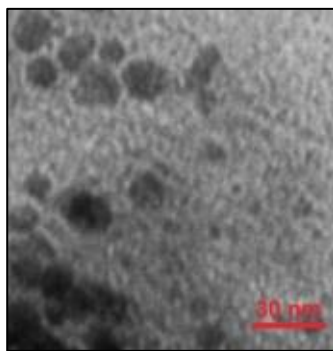
۳. نتایج

حضور نانو ذره کلسیم توسط طیف EDX تجزیه، تحلیل و شناسایی می شود که سیگنال های قوی را در ناحیه $3/63 \text{ Ke}$ نشان می دهد (شکل ۲). این شناسایی همچنین تعریف روشنی از سیگنال های کربن و اکسیژن موجود در بسترهای شیرین بیان و آلوئه ورا ارائه می دهد. داده های عددی تجزیه و تحلیل نشان می دهد که محتوای کلسیم درصد وزنی مناسبی از ماتریکس را به خود اختصاص داده است. علاوه بر این، سیگنال های قابل توجهی که در ناحیه $3/70 \text{ Kev}$ این طیف دیده می شود نشان دهنده وجود کلسیم بر اساس تجزیه و تحلیل EDX است. حضور عناصری مثل اکسیژن و کربن بیانگر حضور گروه های هیدروکسیل یا کربوکسیلات و مشتقات آنها در بسترهای ریشه شیرین بیان و آلوئه ورا می باشد.



شکل ۲: آنالیز EDX نانو ذرات کلسیم پایدار شده توسط مخلوط گیاهان دارویی ریشه شیرین بیان و آلوئه ورا

شکل ۳ نتایج تصویربرداری میکروسکوپ الکترونی عبوری (TEM) نانو ذره کلسیم را نشان می دهد. در تمام تصویر ارائه شده، ساختار کروی مانند نانو ذرات کلسیم با اندازه متوسط ۱۰-۱۵ نانومتر به وضوح قابل شناسایی است. نانو ذرات تولید شده دارای پراکندگی عالی بر روی سطح بستر هستند اندازه آن ها تقریباً یکسان می باشد. همانطور که در شکل ۳ نشان داده شده است، نانو ذرات کلسیم تولید شده از هم فاصله دارند، و تجمعی در این نمونه وجود ندارد.



شکل ۳: تصویر TEM از نانو ذرات کلسیم پایدار توسط مخلوط گیاهان دارویی ریشه شیرین بیان و آلوئه ورا

۴. بحث و نتیجه گیری

به طور کلی در فرایند طراحی و سنتز نانو ذرات، به منظور بالا بردن ارزش این ترکیبات چند نکته باید در نظر گرفته شود. یکی از مهمترین این نکات طرح اولیه و اسکلت بستر است که باید به گونه ای انتخاب شود که بتوان از کمترین مقادیر آن بیشترین کارایی را به دست آورد. باید توجه داشت که خواص منحصر بفرد نانو ذرات بخصوص نسبت سطح به حجم زیاد آنها باعث می شود که این ترکیبات حداکثر کارایی را در حین استفاده از خود نشان دهند. در واقع این افزایش سطح باعث افزایش تعداد سایت های واکنش و در نتیجه افزایش کارایی می شود. از دیگر مزایای این روش سنتز نانو ذرات ساده گی ان می باشد به گونه ای که حتی با کمترین تجهیزات و یا نیاز به شرایط خاص (فشارهای بالا، خلاء و یا دستگاه های خاص) بتوان نانو ذره مورد نظر را سنتز کرد. تلاش برای عدم استفاده از مواد اولیه خطرناک و حلال های آلی که آلاینده گی محیط زیست را نیز به دنبال دارند نیز در سنتز تاثیر به سزایی دارند.

در سال های اخیر از روش هایی که در آن ها از حلال های آلی به منظور سنتز نانو ذرات استفاده می شود استقبال چندانی نمی شود. اخیراً در سنتز نانو ذرات همانند همین روش ارائه شده در این پژوهش استفاده از حلال های سبز مثل آب بسیار مورد توجه قرار گرفته است. از دیگر مزایای این روش در سنتز نانو ذرات کلسیم می توان به موارد زیر اشاره کرد: (۱) واکنش سنتز در شرایط ملایم و در حضور حلال آب انجام می گیرد. (۲) واکنش بسیار آسان و سریع است. (۳) بسترهای گیاهی مورد استفاده به صورت مخلوط و به شکل گسترده در دسترس بوده و ارزان هستند، همچنین بستر هم به عنوان عامل کاهش دهنده و هم به عنوان



عامل تثبیت کننده مورد استفاده قرار می گیرد، به همین دلیل از افزودن سایر مواد آلی گران قیمت اجتناب می شود. نانوذرات کلسیم سنتز شده در شکل های کروی و در محدوده ۱۰ تا ۱۵ نانومتر سنتز شده و پایداری قابل توجهی دارند.

منابع

ظفریان ولی الله ، ۱۳۷۵. فرهنگ نام های گیاهان ایران، انتشارات فرهنگ معاصر.

- Abboud, Y. (2014). Biosynthesis, characterization and antimicrobial activity of copper oxide nanoparticles (CONPs) produced using brown alga extract (*Bifurcaria bifurcata*). *Appl. Nanosci.* 4, 571–576
- Emmanuel, R. (2017). Antimicrobial efficacy of drug blended biosynthesized colloidal gold nanoparticles from *Justiciaglauca* against oral pathogens: A nanoantibiotic approach. *Microb. Pathog.* 113, 295–302.
- Eshun, Kojo; He, Qian., (2004). Aloe vera: a valuable ingredient for the food, pharmaceutical and cosmetic industries--a review. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition.* 44 (2): 91–96.
- Hayashi, H., Tamura, S., Chiba, R. , Fujii, I. , Yoshikawa, N. , Fattokhov, I. , & Saidov, M. (2016). Field survey of *Glycyrrhiza* plants in Central Asia (4). Characterization of *G. glabra* and *G. bucharica* collected in Tajikistan. *Biological & Pharmaceutical Bulletin*, 39(11), 1781–1786.
- Herrera, M., Herrera, A. , & Ariño, A. (2009). Estimation of dietary intake of ochratoxin A from liquorice confectionery. *Food and Chemical Toxicology*, 47(8), 2002–2006.
- Kharissova, O. V., Dias, H. V. R., Kharisov, B. I., Pérez, B. O. & Pérez, V. M. (2013). The greener synthesis of nanoparticles. *Trends Biotechnol.* 31, 240–248
- Ko, Y. L., Krishnamurthy, S. & Yun, Y. S. (2015). Facile synthesis of monodisperse Pt and Pd nanoparticles using antioxidants. *J. Nanosci. Nanotechnol.* 15, 412–417
- Menon, S., Rajeshkumar, S. & Venkatkumar, S. (2017). A review on biogenic synthesis of gold nanoparticles, characterization, and its applications. *Resour. Eff. Technol.* 3, 516–527.
- Padil, V. V. T. & Cerník, (2013). M. Green synthesis of copper oxide nanoparticles using gum karaya as a biotemplate and their antibacterial application. *Int. J. Nanomed.* 8, 889–898
- Saravanan, M., Jacob, V., Arockiaraj, J. & Prakash, P. (2014). Extracellular biosynthesis, characterization and antibacterial activity of silver nanoparticles synthesized by *Bacillus subtilis* (NCIM-2266). *J. Bionanosci.* 8(1), 21–27
- Sarmah, M. (2019). Effect of substrates on catalytic activity of biogenic palladium nanoparticles in C–C cross-coupling reactions. *ACS Omega* 4, 3329–5340.
- Shankar, S. S., Rai, A., Ahmad, A. & Sastry, M. Rapid (2004). synthesis of Au, Ag, and bimetallic Au core–Ag shell nanoparticles using Neem (*Azadirachta indica*) leaf broth. *J. Colloid Interface Sci.* 275, 496–502
- Xiong, J., Wang, Y., Xue, Q. & Wu, X. (2011). Synthesis of highly stable dispersions of nanosized copper particles using L-ascorbic acid. *Green Chem.* 13, 900–904

استخراج دی ترپنوئید جدید از ریشه گیاه دارویی برازمبل درمنه‌ای (*Salvia artemisioides*)

زهرا صادقی^{۱*}

*گروه تولید و بهره برداری از گیاهان دارویی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه سراوان، سراوان سیستان و بلوچستان، ایران

(sadeghi.phytochem@gmail.com)

چکیده

گونه *Salvia artemisioides* با نام فارسی "برازمبل درمنه‌ای" و یا بانام بلوچی درنه شناخته می‌شود که "گل‌ها و اندام هوایی آن توسط مردم محلی بلوچستان به عنوان کاهنده دردهای گوارشی، عامل خنک کننده بدن و برای کاهنده تب مورد استفاده قرار می‌گیرد. ریشه گونه‌های سالویا حاوی ترکیبات ارزشمند تانشینونی می‌باشند که دارای خواص متنوع دارویی هستند. در این مطالعه پس از جمع آوری گیاه *S. artemisioides* و عصاره گیری، برای اولین بار به صورت کامل بررسی فیتوشیمیایی بر روی ریشه این گونه انجام گرفت که در کنار دی ترپنهای شناخته شده‌ای مانند کریپتوتانشینون، تانشینون HIA و میلیتورین، یک دی ترپنوئید جدید با نام O-12 متیل میلیتورین D استخراج و شناسایی شد. ساختار ترکیب جداسازی شده توسط تکنیکهای NMR یک بعدی و دوبعدی، طیف سنجی جرمی و چرخش نوری ویژه تعیین شد. نتایج نشان داد ساختار دی ترپنوئیدی جدید از نوع تانشینونی بوده و می‌تواند به عنوان ترکیب راهبردی جهت مطالعات بیولوژیک در نظر گرفته شود. تانشینون‌ها در گونه های محدود گیاهی از جمله مریم گلی و برازمبل یافت می شوند و به دلیل دارا بودن فعالیت بیولوژیکی متنوع و قابل ملاحظه، در داروسازی حائز اهمیت هستند.

واژگان کلیدی: برازمبل درمنه ای، تانشینون، دی ترپنوئید.



۱. مقدمه

Salvia artemisioides متعلق به خانواده نعنائیان، گیاهی چند ساله و معطر است که در ایران و پاکستان رشد می کند. سالویا زیرجنس پرووسکیا، گروهی از گونه های گیاهی اند که تا قبل از سال ۲۰۱۷ به صورت جداگانه و به عنوان جنس پرووسکیا (شناسایی شده در سال ۱۸۴۱ توسط کارلین) شناخته می شدند. اما اخیراً مطالعات DNA نشان داده که جنس پرووسکیا آنقدر با سالویا همسو است که اکنون به طور رسمی نام آن تغییر کرده و به عنوان زیر جنس سالویا محسوب می شود (Drew et al., 2017). این گونه در ایران فقط در شرق و جنوب شرقی کشور، در منطقه بلوچستان می روید. در منطقه تفتان و در طب سنتی بلوچستان اندام هوایی گیاه برازبل توسط مردم محلی برای کاهنده تب و برای رفع مسمومیت و تهوع و همچنین برای دردهای گوارشی مورد است. همچنین خواص این گونه به عنوان ضد باکتری، ضد التهاب، خلط آور، و فعالیت های ضد نفخ اثبات شده است. از گونه های جنس سالویا تاکنون ترکیبات با خواص متنوعی و با ساختارهای بدیع مانند ایزوپرنوئیدها گزارش شده است (Tabefam et al., 2018; Sadeghi et al., 2022). از آنجا که گزارشی اندکی در مقالات از این گونه ثبت شده است، هدف این مطالعه جمع آوری این گیاه از منطقه تفتان، عصاره گیری، و بررسی فیتوشیمیایی بر روی ریشه این گونه می باشد.

۲. مواد و روش ها

۲-۱. مواد گیاهی

اندام هوایی *S. artemisioides* از منطقه تفتان کوه دره گل، در سیستان و بلوچستان استان، ایران (مختصات GPS $28^{\circ}36'28.94''N$; $61^{\circ}4'40.40''E$)، جمع آوری شد این گونه توسط گیاه شناس دکتر عبدالهی در دانشگاه سراوان شناسایی شد و یک نمونه هرباریومی در هرباریوم این دانشگاه ثبت شد.

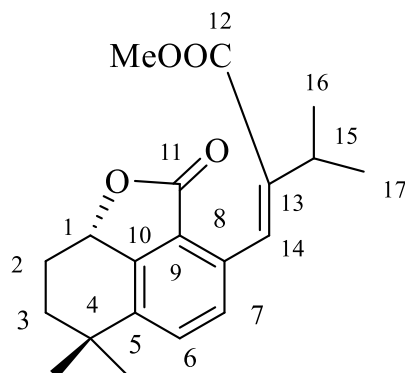
۲-۲. استخراج و جداسازی

۲-۲-۱. جداسازی اجزاء عصاره ی کلروفرمی و n-هگزان ریشه

به منظور جداسازی اولیه ی عصاره ی کلروفرمی و n-هگزان ریشه گیاه، ستونی با ارتفاع ۱۰۰ سانتیمتر و قطر ۵/۴ سانتیمتر انتخاب شد. این ستون با ۶۰۰ گرم سیلیکاژل با مش ۷۰-۲۳۰ پر شد. جهت جداسازی اجزاء تشکیل دهنده عصاره هگزان ریشه، بر روی ستون کروماتوگرافی بارگذاری شد. شویش ستون با حلال هگزان شروع و با افزایش تدریجی قطبیت به ترتیب با نسبت های متنوع هگزان- اتیل استات، اتیل استات و در نهایت اتیل استات - متانول ادامه یافت. در نهایت فرکشن های بدست آمده توسط کروماتوگرافی لایه نازک مورد بررسی قرار گرفتند و جزء های ایده آل با قابلیت جداسازی توسط دستگاه HPLC-UV برای مراحل بعدی خالص سازی انتخاب شدند.

۳. نتایج

ترکیب O-۱۲ متیل میلیتورین D به صورت جامد آمورف و بی رنگ، جداسازی و خالص سازی گردید. چرخش ویژه ترکیب مقدار $[\alpha]_D^{25} + 84$ (c 0.18, MeOH); بدست آمد (شکل ۱). ترکیب در متانول حل شده و طیف های NMR آن در CD3OD گرفته شدند. روش های یک بعدی و دوبعدی NMR برای شناسایی ترکیب به کار گرفته شد. داده های NMR مربوط به هیدروژن و کربن در جدول ۱ آمده است. فرمول مولکولی این ترکیب با توجه به طیف جرمی آن $C_{20}H_{24}O_4$ می باشد.



پیک یون مولکولی ترکیب $[M+Na]$ مقدار ۳۵۱.۱۵۵۶ توسط دستگاه اسپکترومتری جرمی با تفکیک بالا (HRESIMS) ثبت گردید.

شکل ۱) ساختار ترکیب O-۱۲ متیل میلیتورین D

جدول ۱- داده های طیفی NMR ترکیب O-۱۲ متیل میلیتورین D در حلال متانول دوتره، (طیف سنج ۶۰۰ مگاهرتز برای 1H و ۱۵۰ مگاهرتز برای ^{13}C)

شماره کربن	1H NMR جابجایی شیمیایی (ppm)	^{13}C NMR جابجایی شیمیایی (ppm)
1	5.33 dd	79.7, CH
2	1.64, 2.39 m	27.3, CH ₂
3	1.98 m	38.1, CH ₂
4	-	34.5, C -
5	-	143.8, C
6	7.55 d	131.8, CH
7	7.31 d	130.0, CH
8	-	C, 135.1
9	-	C, 121.3
10	-	149.2 C
11	-	171.9, C
12	-	172.2, C
13	-	145.0, C
14	7.24 s	125.4, CH
15	.84 sept	35.6, CH ₂ .



16	1.23 d	21.7, CH ₃
17	1.23 d	21.7, CH ₃

۴. بحث و نتیجه گیری

نتایج نشان داد ساختار دی ترپنوئیدی جدید از نوع تانشینونی بوده و می تواند به عنوان ترکیب راهبردی جهت مطالعات بیولوژیک در نظر گرفته شود. تانشینون ها در گونه های محدود گیاهی از جمله مریم گلی و برازمبل یافت می شوند و به دلیل دارا بودن فعالیت بیولوژیکی متنوع و قابل ملاحظه، در داروسازی حائز اهمیت هستند.

منابع

- Drew, B.T., Gonzalez-Gallegos, J.G., Xiang, C.-L., Kriebel, R., Drummond, C.P. Walked, J.B., Sytsma, K.J., 2017. *Salvia* united: the greatest good for the greatest number. *Taxon* 66, 133–145.
- Tabefam, M., Farimani, M.M., Danton, O., Ramseyer, J., Kaiser, M., Ebrahimi, S.N., Salehi, P., Batooli, H., Potterat, O., Hamburger, M., 2018. Antiprotozoal diterpenes from *Perovskia abrotanoides*. *Planta Med* 84, 913–919.
- Sadeghi, Z., Farimani, M.M., Khorrami, F. and Abdollahi, V., 2022. Insecticidal and oviposition deterrent effects of pure and combined essential oils of *Salvia* subg. *Perovskia* species against *Phthorimaea operculella*. *South African Journal of Botany*, 151, pp.126-132.

گیاهان دارویی حاوی آلکالوئید در طب سنتی منطقه بلوچستان

زهرا صادقی^{*۱}

* ۱ گروه تولید و بهره برداری از گیاهان دارویی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه سراوان، سراوان سیستان و بلوچستان، ایران

(sadeghi.phytochem@gmail.com)

چکیده

تنوع اقلیمی استان سیستان و بلوچستان سبب رویش بیش از یک هزار و ۲۰۰ گونه گیاهی شده است که ۳۰۰ گونه آن ارزش دارویی دارند. منطقه بلوچستان دارای تنوع دانش بومی و غنی گیاهان دارویی در میان قوم بلوچ می باشد. امروزه به دلیل مشکلات و عوارض ناشی از مصرف داروهای شیمیایی، اقبال مردم به استفاده از داروهای گیاهی افزایش چشمگیری است. بررسی گیاهان گوناگونی که در طبیعت یافت میشوند همراه با ارزیابی ویژگیهای دارویی آنها، افقهای جدیدی را پیش روی محققان رشته های مختلف باز کرده و زمینه را برای درمان تعدادی از بیماریها فراهم آورده است. در این مطالعه به منظور آشنایی با گیاهان ارزشمند منطقه بلوچستان که غنی از آلکالوئید می باشند به همراه نام محلی و خواص دارویی این گونه های گیاهی گردآوری شده است. از جمله این گیاهان می توان به اشوارک، خرزهره، استبرق، زامور، تاتوره، هندوانه ابوجهل، خشخاش، تنباکو و کلیر اشاره کرد. منطقه بلوچستان حاوی اکوتونهایی است که محل تلاقی زیست بومهای متفاوت بوده که کمبود آب و تنش خشکی همواره با تغییرات مهمی در خواص کیفی گیاهان دارویی و میزان تولید متابولیت های ثانویه آنها همراه است. از این گیاهان ترکیبات راهبردی موثری می تواند استخراج شود که در درمان بیماریها و طراحی داروها بسیار کاربرد دارد.

واژگان کلیدی: آلکالوئید، طب سنتی، گیاهان دارویی



۱. مقدمه

ایران از نظر فلور گیاهی، یکی از غنی ترین مناطق در ناحیه غرب آسیا است. گیاهان دارویی و معطر بخش قابل توجهی از گونه های گیاهی ایران را شامل میشوند و تنوع گیاهی ایران از این نظر منحصر به فرد است. استان سیستان و بلوچستان با وسعتی حدود ۱۸۷۵۰۲ کیلومتر مربع در جنوب شرقی کشور و شامل دو محدوده رویشی ایران و تورانی و صحرا-سندی می باشد (نوری و همکاران، ۱۳۹۴). اهمیت مطالعه گیاهان دارویی در منطقه بلوچستان توسط فخر طباطبایی (۲۰۰۰) بررسی شد که این اهمیت به دلیل منطقه اکوتونیک منطقه بلوچستان که دارای تنش اقلیمی دوره ای ویژه ای است مرتبط می باشد. اکوتونهای منطقه بلوچستان محل تلاقی زیست بومهای متفاوت بوده که دارای ویژگی های زیست محیطی بسیار غنی و تنوع زیستی بالا نسبت به اکوسیستمهای مجاور هستند (فخر طباطبایی ۲۰۰۰).

کمبود آب و تنش خشکی همواره با تغییرات مهمی در خواص کیفی گیاهان دارویی و میزان تولید متابولیت های ثانویه آنها همراه است. از سویی دیگر امروزه به دلیل مشکلات و عوارض ناشی از مصرف داروهای شیمیایی، اقبال مردم به استفاده از داروهای گیاهی افزایش چشمگیری یافته است. بررسی گیاهان گوناگونی که در طبیعت یافت میشوند همراه با ارزیابی ویژگی های دارویی آنها، افقهای جدیدی را پیش روی محققان رشته های مختلف باز کرده و زمینه را برای درمان تعدادی از بیماریها فراهم آورده است. هنوز در بسیاری از نواحی کشور، گونه های گیاهی ناشناخته ای وجود دارند که دارای کاربردهای دارویی توسط مردم بومی هستند (Maleki et al., 2018). در این میان گیاهان آلکالوئید دار به دلیل خواص دارویی فراوان ترکیبات الکلوئید از ارزش بالایی برخوردارند.

آلکالوئیدها ترکیبات آلی باحداقل یک اتم نیتروژن در حلقه ی هتروسیکلیک هستند این ترکیبات دارای تنوع ساختاری بسیار و فعالیت فیزیولوژیکی متنوع می باشند. توزیع آنها در گیاهان نامشخص است، این ترکیبات همیشه در بعضی تیره ها وجود دارد (مثل تیره ی خشخاش در سایر تیره ها بیشتر (مثل تیره ی آماریلیس و سداب) و در بعضی دیگر مانند تیره چتریان نادر است. به طور کلی، گیاهان یک ساله دارای مقدار زیادی آلکالوئید نسبت به گیاهان پایا هستند. مقدار کمی آلکالوئید در درختان دیده می شود که معمولاً ساختمان ساده تری دارند. این ترکیبات ممکن است در تمام گیاه موجود باشند یا محدود به بعضی بافتها مثل ریشه یا پوست تنه باشند. غلظت این ترکیبات از یک بخش کوچک ۰/۱ درصد تا بیش از ۱۲ درصد وزن خشک گیاه متفاوت است. هر گیاهی که در آن بیش از ۰/۵ درصد وزن خشک، آلکالوئید وجود داشته باشد گیاه دارای آلکالوئید نامیده می شود. (Adamski et al., 2020)

فرهنگ های قومی، ظرفیت های محلی، دانش و مهارت بومی و تجربه های خاص می تواند به عنوان مکمل دانش رسمی مورد توجه متخصصان امور توسعه قرار گیرد. نتایج مطالعات مردم گیاهشناسی نشان میدهد که هر گیاه در هر منطقه دارای کاربرد یا روش استفاده متفاوتی است و یا امکان دارد در دو ناحیه مختلف برای درمان دو بیماری متفاوت مصرف گردد (Sadeghi et al., 2024). با مستند نمودن و مکتوب کردن دانش بومی مردم هر منطقه از گیاهان دارویی، می توان میراث غنی پزشکی سنتی ایران را حفظ کرد. لذا با توجه به متمایز بودن این دانش در نواحی مختلف جغرافیایی کشور و همچنین از دست رفتن آن با مرگ هر فرد سالمند بومی، گردآوری و مستندسازی آن اهمیت زیادی دارد (Sadeghi et al., 2014). از اینرو این مطالعه در نظر دارد به بررسی خواص دارویی برخی از گیاهان مهم الکلوئید دار که در دانش بومی مردم منطقه بلوچستان با توجه به مطالعات اتنوفارماکولوژیکی به آنها اشاره شده است بپردازد.

۲. مواد و روش ها



۱-۲. منطقه مورد مطالعه

در منطقه بلوچستان گونه های گیاهی ناشناخته ای وجود دارند که دارای کاربردهای دارویی توسط مردم بلوچ هستند. این مطالعه مربوط به گیاهان دارویی منطقه بلوچستان می باشد.

۲-۲. روش تحقیق

در مقاله حاضر از داده های موجود در پایگاه های داده ای علمی و از چندین مقاله اتنوفارماکولوژی انجام شده در منطقه بلوچستان استفاده شده است.

۳. نتایج

در این مطالعه به منظور آشنایی با گیاهان ارزشمند منطقه بلوچستان که غنی از آلکالوئید می باشند به همراه نام محلی و خواص دارویی این گونه های گیاهی گردآوری شده که در جدول ۱ نتیجه این مطالعه بیان شده است. با توجه به اهمیت این گیاهان در منطقه بلوچستان برخی از گیاهان پر کاربرد این منطقه در ادامه مورد بررسی قرار گرفته است.

۱-۳. زامور *Cocculus pendulus*

زامور از خانواده Menispermaceae گیاهی درختچه ای و دائمی است که در تمام طول سال سبز بوده و منحصرأ در مناطق صخره ای و کوهستان های خشک و بیابان های شرقی رویش دارد. تمام اندام های این گونه در طب سنتی برای انواع بیماری ها کاربرد زیادی دارند. در بلوچستان پودر اندام رویشی این گیاه را در آب خیس می کنند و از عصاره آن برای اسهال خونی استفاده می شود و با مخلوط کردن پودر برگ این گیاه با شیر و بکار بردن آن در چشم، برای تقویت بینایی استفاده می شود. در طب سنتی مناطق مختلف برای درمان تب متناوب، تهوع، مشکلات دوره قاعدگی و درد روماتیسم مورد استفاده قرار می گیرد. این گیاه حاوی مواد موثره مهمی چون آلکالوئید های بیس بنزیل ایزوکوینولین، کریویدرات ها، گلیکوزیدها، فیتوسترولها، چربی، روغن غیر فرار، ساپونین، ترکیبات فنولیک، تری ترپن ها، فلاونوئید ها، پروتئین ها، آمینو اسید ها، شیره و صمغ، تانن و روغن فرار می باشد (Hussain et al., 1984; Sadeghi et al., 2014).

۲-۳. اشورک *Rhazya stricta*

اشورک درختچه ای با ارتفاع ۱۰۰-۵۰ سانتی متری است از تیره خرزهره که در نواحی گرم و خشک می روید. اشورک از درختچه های بومی استان های سیستان و بلوچستان و هرمزگان ایران است. این گیاه در افغانستان و پاکستان و عربستان هم می روید. در طب سنتی بلوچستان از شیره آن در دندان بندی و در آوردن دندان کودکان و از میوه تازه و نرسیده آن برای رفع برق گرفتگی چشم و آفتاب زدگی بهره می گیرند. از جام گل آن به صورت معکوس جهت رفع تشنگی در بیابان استفاده می شود. این گیاه حاوی الکلئیدهای ایندولی است که خواص ضد سرطانی دارد (Zaman et al., 1991). در مطالعه مالکی و همکاران

۳-۳. تاتوره *Datura stramonium*

داتورا یا تاتوره، گیاهی یک ساله به ارتفاع ۵۰ تا ۲۰۰ سانتی متر، از تیره سیب زمینی است. از این گیاه ماده آتروپین به دست می آید که خاصیت ضد سم دارد؛ ولی خود این گیاه به شدت سمی است. آب موجود در آوندهای این گیاه اگر در چشم ریخته شود باعث بازماندن مردمک چشم می شود. اگر جوشانده این گیاه به کسی خورانده شود، اعصاب ارادی انسان برای مدتی غیر ارادی می شود. و مصرف جوشانده این گیاه به مقدار زیاد باعث مرگ می شود. برگ ها حاوی آلکالوئیدهای تروپان سمی به



مقادیر ۰/۵ درصد بوده و علاوه بر آن بذور حاوی حدود ۲۰ درصد روغن می باشند. عمل آلكالوئیدهای تروپان و موارد استفاده آن همانند بذربالنج و بلادون می باشد (El Bazaoui et al., 2011).

۴-۳. اسپند *Peganum harmala*

اسپند گیاهی دارای ارتفاعی به طول حدود ۳۰ تا ۵۰ سانتی متر متعلق به خانواده قره داغیان است. گل ها و مخصوصاً دانه های اسپند سرشار از آلكالوئیدهای گروه بتا-کربولین است که همگی بازدارنده های مونوآمین اکسیداز هستند؛ به همین دلیل خوردن جوشانده اسپند در اندازه های کم (۱ الی ۳ گرم) خواص ضد افسردگی و آرام بخش و در اندازه های زیاد (۳ الی ۱۵ گرم) خواص روان گردان دارد. اما به دلیل از کار افتادن آنزیم مونوآمین اکسیداز درون کبد توسط آلكالوئیدهای اسپند، تیرامین موجود در بسیاری از مواد غذایی (الکل، پنیر، سوسیس و کالباس و اکثر محصولات پروتئینی و لبنی، میوه جات و غذاهای مانده و ...) که در حالت معمول توسط این آنزیم شکسته می شود، می تواند باعث ایجاد فشار خون و ضربان قلب بسیار شدید، سردردهای شدید، شوک، تشنج و در صورت عدم درمان سریع، حتی مرگ شود. گیاه اسپند دربردارنده مواد ضد میکروبی از نوع فلاونوئیدها و ایندول آلكالوئیدها می باشد، که این مواد در بخش های مختلف آن (دانه، کالوس و نهال) زیاد یافت می شود. از جمله آلكالوئیدهای مهم آن می توان به هارمین: ۰/۴۴٪، هارمالین: ۰/۲۵٪، هارمالول و پگانین مقدار بسیاری بنزن و آلكالوئیدهای کینازولین اشاره کرد. در طب سنتی بلوچستان از عصاره های گیاهی اسپند جهت افزایش ترشح شیر، دفع کرم های روده، درمان روماتیسم، درمان زخم و نیز به عنوان یک مسکن جهت رفع درد معده بکار می رفت (Sadeghi et al., 2014; Jalali et al., 2021).

۵-۳. آشواگاندا *Withania somnifera*

گیاه آشواگاندا درختچه ای کوچک با گل های زرد متعلق به خانواده سولاناسه، و از جمله گیاهان دارویی و چند منظوره است که در ایران، منحصراً در برخی از رویشگاه های جنوب شرقی استان سیستان و بلوچستان پراکنش دارد. آشواگاندا یکی از گیاهان مهم در آیورودا است (آیورودا طب سنتی و باستانی که به هند و ایران باستان تعلق دارد)، نوعی داروی جایگزین که مبتنی بر اصول درمانی هند است. این گیاه بیش از ۳۰۰۰ سال است که برای رفع استرس و افزایش سطح انرژی مورد استفاده قرار می گیرد. این گیاه با نام های دیگری از جمله جینسنگ هندی و گیلان زمستانی نیز شناخته شده است. شیریه یا پودر ریشه و برگ این گیاه برای درمان انواع مشکلات استفاده می شود. بسیاری از فواید آشواگاندا به غلظت بالای ویتانولید (لاکتون استروئیدی) نسبت داده شده است، که با رشد تومور و التهاب مبارزه می کند (Singh, and Kumar, 2012).

جدول ۱. گیاهان دارویی حاوی آلكالوئید در منطقه بلوچستان

منبع	نام فارسی / نام محلی / خواص دارویی	نام علمی	تیره
Hameed et al., 2015	خرزهره / جور یا خرزه / ضد حشره، مشکلات پوستی، رماتیسم	<i>Nerium oleander</i> L.	Apocynaceae
Albeshri et al., 2021; Sadeghi et al., 2014	اشورک / هریشک /	<i>Rhazya stricta</i> Decne.	



	دردهای رماتیسمی، ضد افت، بیماریهای چشم، دیابت، مشکلات پوست، فشار خون، سرفه		
Al-Snafi, A.E., 2015.	استبرق / کرک / درمان زخم، دردهای رماتیسمی، دیابت، مشکلات پوست، فشار خون	<i>Calotropis procera</i> (Ait.) Dryand.	Asclepiadaceae
Al-Mekhlafi, N.A. and Masoud, A., 2017	لباشیر -/ دفع کرم، دردهای رماتیسمی، دیابت، مشکلات پوست، آسم	<i>Pergularia tomentosa</i> L	
Arshad et al 2021	آفتاب پرست -/ سنگ کلیه، زگیل و آگزما، رفع سم عقرب	<i>Heliotropium crispum</i> Desf.	Boraginaceae
Singh et al., 2011	کلیر / ضد نفخ، قاعده آور، تقویت قوای جنسی	<i>Capparis decidua</i> (Forssk.) Edgew	Capparidaceae
Salehi et al., 2020	پیچک / ضد التهاب، سم زدایی بدن، ضد عفونی کننده	<i>Convolvulus cephalopodus</i> Boiss	Convolvulaceae
Al-Snafi, 2016	هندوانه ابوجهل / گلگلانجوک / دیابت، مسکن، دندان درد، بیماری مفاصل، سنگ کلیه و رماتیسم	<i>Citrullus colocynthis</i> (L.) Schrud.	Cucurbitaceae
Tang et al., 2023	ریش بز / بیماریهای کبد، آسم، بیماریهای پوستی	<i>Ephedra foliata</i> Boiss. ex C. A. Mey	Ephedraceae
Hussain et al., 1984 Sadeghi et al., 2014	زامور / زامر تب، تهوع، قاندهگی و درد روماتیسم، تقویت بینایی	<i>Cocculus pendulus</i> L.	Menispermaceae
Jafaar et al., 2021	خشخاش / کونال مسکن، عفونت و تب، دیابت	<i>Papaver decaisnei</i> Hochst. & Steud. ex Boiss.	Papaveraceae
Gözler et al., 1989	isoquinoline شقایق شاهتره ای التهاب، تب، مسکن	<i>Hypecoum pendulum</i> L. Var. pendulum	
Gözler, and Shamma. 1990	گل عروسک بنفش التهاب، سرطان	<i>Roemeria hybrida</i> (L.) DC	
Moharrami et al 2017	بنگ دانه مشبک مسکن، سرفه، آسم، دردهای مفصلی، روماتیسم	<i>Hyoscyamus reticulatus</i> L.	Solanaceae



El Bazaoui et al 2011	داتوره/ دپتوره/ مسکن، التهاب، آسم، تشنج	<i>Datura stramonium</i> L.	
Liu et al 2022	تاجریزی عقون، تب، فشار خون، چربی خون	<i>Solanum nigrum</i> L.	
Singh, and Kumar, 2012	آشواگاندا/ تقویت قوای جنسی، آرامبخش، مسکن، دیابت	<i>Withania somnifera</i> (L.) Dun	
Jalali et al 2021	سپند/ اسپنتان/ عقون، مشکلات گوارشی، دیابت	<i>Peganum harmala</i> L.	Zygophyllaceae

۴. بحث و نتیجه گیری

منطقه بلوچستان حاوی اکوتونهای است که محل تلاقی زیست بومهای متفاوت بوده که کمبود آب و تنش خشکی همواره با تغییرات مهمی در خواص کیفی گیاهان دارویی و میزان تولید متابولیت‌های ثانویه آنها همراه است. آثار فارماکولوژیک متنوعی توسط آلکالوئیدهای مختلف گزارش شده که عبارتند از ضد درد، بی حسی موضعی، تقویت قلب، ضد تومور، آرامی عضلات و سمیت و نیز خواص و پائین آورنده فشار خون. از گیاهان حاوی آلکالوئید، ترکیبات راهبردی موثری می تواند استخراج شود که در درمان بیماریها و طراحی داروها بسیار کاربرد دارد.

منابع

فخر طباطبایی، س.م.، ۱۳۷۹. اهمیت مطالعه گیاهان دارویی در سیستان و بلوچستان. کویر ۴، ۴۲-۵۷
نوری، س.، سپهری، ع.، بارانی، ح.، فدایی، ف. ۲۰۱۸. بررسی فلور، شکل زیستی و عناصر رویشی گیاهان منطقه گذر نواحی رویشی ایران و تورانی و صحرا-سندی در استان سیستان و بلوچستان. پژوهشهای گیاهی ۳۱. (۲)، ۴۳۶-۴۵۲.

Adamski, Z., Blythe, L.L., Milella, L. and Bufo, S.A., 2020. Biological activities of alkaloids: from toxicology to pharmacology. *Toxins*, 12(4), p.210
Albeshri, A., Baeshen, N.A., Bouback, T.A. and Aljaddawi, A.A., 2021. A review of *Rhazya stricta* decne phytochemistry, bioactivities, pharmacological activities, toxicity, and folkloric medicinal uses. *Plants*, 10(11), p.2508
Al-Mekhlafi, N.A. and Masoud, A., 2017. Phytochemical and pharmacological activities of *Pergularia tomentosa* L.-A review. *Indo American Journal of Pharmaceutical Sciences*, 4(11), pp.4558-4565
Al-Snafi, A.E., 2015. The constituents and pharmacological properties of *Calotropis procera*-An Overview. *International Journal of Pharmacy Review & Research*, 5(3), pp.259-275
Al-Snafi, A.E., 2016. Chemical constituents and pharmacological effects of *Citrullus colocynthis*-A review. *IOSR Journal of Pharmacy*, 6(3), pp.57-67
Arshad, A., Ahemad, S., Saleem, H., Saleem, M., Zengin, G., Abdallah, H.H., Tousif, M.I., Ahemad, N. and Fawzi Mahomoodally, M., 2021. RP-UHPLC-MS chemical profiling, biological and in silico docking studies to unravel the therapeutic potential of *Heliotropium crispum* Desf. as a Novel Source of Neuroprotective Bioactive Compounds. *Biomolecules*, 11(1), p.53
El Bazaoui, A., Bellimam, M.A. and Soulaymani, A., 2011. Nine new tropane alkaloids from *Datura stramonium* L. identified by GC/MS. *Fitoterapia*, 82(2), pp.193-197



- Gözler, B. and Shamma, M., 1990. Four β -carboline alkaloids from *Roemeria hybrida*. *Journal of Natural Products*, 53(3), pp.740-743
- Hameed, I.H., Jasim, H., Kareem, M.A. and Hussein, A.O., 2015. Alkaloid constitution of *Nerium oleander* using gas chromatography-mass spectroscopy (GC-MS). *Journal of Medicinal Plants Research*, 9(9), pp.326-334
- Hussain, S.F., Khan, L., Guinaudeau, H., Leet, J.E., Freyer, A.J. and Shamma, M., 1984. The alkaloidal profile of *Cocculus pendulus*. *Tetrahedron*, 40(13), pp.2513-2517
- Jafaar HJ, Isbilen O, Volkan E, Sariyar G. Alkaloid profiling and antimicrobial activities of *Papaver glaucum* and *P. decaisnei*. *BMC Res Notes*. 2021 Sep 8;14(1):348. doi: 10.1186/s13104-021-05762-x. PMID: 34496958; PMCID: PMC8424945
- Jalali A, Dabaghian F, Zarshenas MM. Alkaloids of *Peganum harmala*: Anticancer Biomarkers with Promising Outcomes. *Curr Pharm Des*. 2021;27(2):185-196. doi: 10.2174/1381612826666201125103941. PMID: 33238864
- Liu, L.Y., Yang, Y.K., Wang, J.N. and Ren, J.G., 2022. Steroidal alkaloids from *Solanum nigrum* and their cytotoxic activities. *Phytochemistry*, 202, p.113317
- Maleki, T., & Akhiani, H. (2018). Ethnobotanical and ethnomedicinal studies in Baluchi tribes: A case study in Mt. Taftan, southeastern Iran. *Journal of ethnopharmacology*, 217, 163-177
- Moharrami, F., Hosseini, B., Sharafi, A. and Farjaminezhad, M., 2017. Enhanced production of hyoscyamine and scopolamine from genetically transformed root culture of *Hyoscyamus reticulatus* L. elicited by iron oxide nanoparticles. *In Vitro Cellular & Developmental Biology-Plant*, 53, pp.104-111
- Sadeghi, Z., Kuhestani, K., Abdollahi, V., & Mahmood, A. (2014). Ethnopharmacological studies of indigenous medicinal plants of Saravan region, Baluchistan, Iran. *Journal of Ethnopharmacology*, 153(1), 111-118
- Sadeghi, Z., Rigi, F., Hosseini, S. H., Rahdari, R., Sahebkar, A. Ethnopharmacological Survey of the Iranian Coastline of Makran Based on the Unani Medicine. doi.org/10.2174/0122150838269638231027032542
- Salehi, B., Krochmal-Marczak, B., Skiba, D., Patra, J.K., Das, S.K., Das, G., Popović-Djordjević, J.B., Kostić, A.Ž., Anil Kumar, N.V., Tripathi, A. and Al-Snafi, A.E., 2020. *Convolvulus* plant—A comprehensive review from phytochemical composition to pharmacy. *Phytotherapy Research*, 34(2), pp.315-328.
- Singh, G.E.E.T.A. and Kumar, P.A.D.M.A., 2012. Antibacterial Potential of Alkaloids of *Withania somnifera* L. and *Euphorbia hirta* L. *Int J Pharmacy Pharm Sci*, 4, pp.78-81
- Singh, P., Mishra, G., Srivastava, S., Jha, K.K. and Khosa, R.L., 2011. Traditional uses, phytochemistry and pharmacological properties of *Capparis decidua*: An overview. *Der Pharmacia Lettre*, 3(2), pp.71-82
- Tang, S., Ren, J., Kong, L., Yan, G., Liu, C., Han, Y., Sun, H. and Wang, X.J., 2023. *Ephedrae herba*: A review of its phytochemistry, pharmacology, clinical application, and alkaloid toxicity. *Molecules*, 28(2), p.663
- Zaman, K., Perveen, S., Muzaffar, A., Choudhary, M.I. and Pervin, A., 1991. Alkaloids from *Rhazya stricta*. *Phytochemistry*, 30(4), pp.1285-1293



بررسی مقایسه‌ای اثر کومین آلدئید و نانونیوزوم کومین آلدئید بر اختلالات شناختی در ناحیه هیپوکمپ موش‌های صحرایی نر

حسینعلی صمدی^{۱*}، اکبر حاجی زاده مقدم^۲ و وحید حسن تبار^۳

^{۱*} گروه زیست شناسی جانوری، دانشکده علوم پایه، دانشگاه مازندران، بابلسر (msamadi028@gmail.com)

^۲ گروه علوم جانوری، دانشکده علوم پایه، دانشگاه مازندران، بابلسر

^۳ گروه شیمی آلی و پلیمر، دانشکده علوم پایه، دانشگاه مازندران، بابلسر

چکیده

کومین آلدئید ($C_{10}H_{12}O$) ماده موثر زیره، خواص آنتی اکسیدانی قوی دارد و می‌تواند به عنوان یک تقویت کننده‌ی نفوذ پذیری غشا عمل کند. تشکیل نانونیوزوم کومین آلدئید از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است زیرا در برخی از ویژگی‌ها مانند حلالیت، فراهمی زیستی، کاهش سمیت و توانایی آزادسازی دارو تاثیر می‌گذارد و در واقع، دارو با اندازه نانو، توانایی و عملکرد بهتری از جمله افزایش حلالیت و سرعت انحلال خواهد داشت. هدف از این مطالعه بررسی مقایسه‌ای اثر کومین آلدئید و نانونیوزوم کومین آلدئید بر اختلالات یادگیری و استرس اکسیداتیو القا شده با استرپتوزوتوسین در ناحیه هیپوکمپ موش‌های صحرایی نر می‌باشد. در این پژوهش تجربی، بر روی ۴۲ عدد موش صحرایی نر نژاد ویستار با محدوده وزنی بین ۲۰۰ تا ۲۲۰ گرم در اتاق حیوانات گروه زیست‌شناسی دانشگاه مازندران آزمایش انجام شد. موش‌های صحرایی به صورت تصادفی به ۶ گروه ۷ تایی شامل گروه کنترل (Control)، کنترل Nio-Cum، بیمار (Saline)، حامل (Niosome)، بیمار با کومین آلدئید (Cum) و بیمار با نانونیوزوم کومین آلدئید (Nio-Cum) تقسیم شدند.

همه گروه‌ها به جز گروه‌های کنترل و کنترل Nio-Cum تحت عمل جراحی آلزایمر قرار گرفتند و سپس با تزریق درون بطنی سم استرپتوزوتوسین (STZ) آلزایمری شدند. تیمارهای کومین آلدئید و نانونیوزوم کومین آلدئید با مصرف خوراکی و گاوژ این مواد به مدت ۲۱ روز، تحت تست‌های رفتاری قرار گرفتند. یافته‌های ما نشان داد که مصرف نانونیوزوم کومین آلدئید با تاثیر محافظت عصبی، باعث تغییر در رفتار موش‌های آلزایمری شد. در نتیجه احتمالاً نانونیوزوم کومین آلدئید به علت افزایش فراهمی زیستی و بهبود خاصیت آنتی‌اکسیدانی کومین آلدئید توانست باعث کاهش اختلالات شناختی و بهبود رفتارهای یادگیری و حافظه شود.

واژگان کلیدی: آلزایمر، آنتی اکسیدان، رت، کومین آلدئید.



۱. مقدمه

بیماری آلزایمر، بیماری تخریب کننده‌ی عصبی پیشرونده است که با نقص حافظه و زوال شناختی همراه است. از علائم ابتدایی این بیماری می‌توان به نقص در توانایی رمزگزاری و ذخیره اطلاعات جدید اشاره کرد و از علائم حاد این بیماری می‌توان به نقص در شناخت و رفتار روزمره زندگی فرد اشاره کرد. آلزایمر تقریباً در سنین ۶۵ سالگی رخ می‌دهد. شیوع تخمینی این بیماری در جمعیت بالای ۶۵ سال، ۱۰ تا ۳۰ درصد است و ۹۵ درصد افراد در سنین ۸۰ تا ۹۰ سالگی دچار آلزایمر می‌شوند و کمتر از ۱ درصد افراد در سنین پایین‌تر از ۴۵ سال مبتلا به این بیماری می‌شوند. فرضیه‌های بسیاری در مورد پاتوفیزیولوژی بیماری آلزایمر مطرح شده است.

کومین آلدهید ($C_{10}H_{12}O$) ماده موثر زیره می‌تواند به عنوان یک ضد میکروبی و به عنوان یک تقویت کننده‌ی نفوذ پذیری غشا عمل کند. کومین آلدهید اثرات ضد میکروبی و آنتی اکسیدانی قوی دارد و همچنین از طریق درگیری گیرنده‌های مواد افیونی، مسیر L-arginine و عملکرد ضد التهابی، اثرات ضد درد و ضد نوروپاتی را اعمال می‌کند.

کومین آلدهید همچنین اثرات محافظتی در برابر بیماری‌های تخریب کننده‌ی عصبی به ویژه بیماری پارکینسون دارد این امر با اثرات سرکوب کننده طولانی مدت آن بر فیبریلایسیون آلفاسینوکلئین، مشخصه پاتوژنز بیماری پارکینسون است.

اگرچه استفاده از گیاهان دارویی و عصاره‌های آن‌ها با موانعی مانند حلالیت و نیمه عمر کم نیز مواجه است، نانوتکنولوژی به عنوان یک علم میان رشته‌ای در تلاش است تا با طراحی استراتژی‌های جدید بر این چالش‌ها غلبه کند. در میان جنبه‌های مفید فناوری نانو، تشکیل سیستم‌هایی با اندازه نانو از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است زیرا در برخی از ویژگی‌ها مانند حلالیت، فراهمی زیستی، کاهش سمیت و توانایی آزادسازی دارو تاثیر می‌گذارد که می‌تواند منجر به تولید برخی سیستم‌های دارویی تاثیرگذار شود در واقع، داروها با اندازه نانو، به دلیل سطح وسیعی که دارند، توانایی‌ها و عملکرد بهتری از جمله افزایش حلالیت و سرعت انحلال را دارند. نیوزوم‌ها که از تجمع سورفاکتانت‌های غیریونی در محیط آبی به وجود می‌آیند به دلیل ساختار شیمیایی خاص خود قادر به حمل داروهای آبدوست و آبگریز هستند. خواص مطلوب نیوزوم‌ها مانند سازگاری با بدن، طراحی آسان و کم هزینه و رهاسازی کنترل شده دارو به بافت هدف از جمله دلایلی است که توجه محققان را به این نانوذرات به عنوان نانوذرات دارورسان به خود جلب کرده است. نیوزوم‌ها وزیکول‌هایی هستند که می‌توانند به طور موثر از غشای سلول‌های یوکاریوت عبور کنند. نیوزوم‌ها مزایای متعددی نسبت به سیستم تحویل معمولی دارند، در مقایسه با لیپوزوم‌ها، پایداری شیمیایی، فعالیت اسمزی و ماندگاری طولانی تری دارند. به دلیل وجود یک گروه عاملی بر روی سر آبدوست، سطح نیوزوم‌ها را می‌توان به راحتی تشکیل و اصلاح کرد. نیوزوم‌ها توسط سیستم‌های بیولوژیکی تجزیه می‌شوند و واکنش‌های ایمنی را آغاز نمی‌کنند.

۲. مواد و روش‌ها

ابتدا نانو حامل نیوزوم با رویکرد هیدراتاسیون لایه نازک ستر شد؛ سپس کومین آلدهید در آن بارگذاری شد. به دنبال آن، ویژگی‌های ساختار و مورفولوژی نانو حامل‌ها با استفاده از میکروسکوپ الکترونی روبشی (SEM) مورد ارزیابی قرار گرفت. در این پژوهش تجربی موش صحرایی نر نژاد ویستار به تعداد ۵۰ عدد با محدوده وزنی بین ۱۵۰ تا ۲۰۰ گرم تهیه شده و



به اتاق حیوانات گروه زیست شناسی دانشگاه مازندران انتقال داده شدند. موش ها در شرایط آزمایشگاهی با دوره تاریکی و روشنایی ۱۲ ساعته و در دمای 23 ± 3 درجه سانتی گراد نگهداری شده و طی دوره آزمایش به صورت کامل به غذا و آب دسترسی دارند. برای سازگار شدن موش ها با محیط، آزمایش ها ۷ روز بعد از انتقال موش ها به اتاق حیوانات انجام گردید. در این پژوهش، موش های صحرایی به صورت تصادفی به ۶ گروه ۱۰ تایی شامل گروه کنترل (Control)، کنترل مثبت (Nio-Cum)، بیمار (Saline)، حامل (Niosome)، تیمار با کومین آلدئید (Cum) و تیمار با نانونیوزوم کومین آلدئید (Nio-Cum) تقسیم شدند.

* گروه کنترل، سالین را به مدت ۲۱ روز به صورت خوراکی (گاواژ) دریافت کردند.

* گروه کنترل مثبت، بدون انجام عمل جراحی آلزایمر، به مدت ۲۱ روز نانونیوزوم کومین آلدئید را به صورت خوراکی دریافت کردند.

* گروه Saline پس از قرار گرفتن تحت عمل جراحی آلزایمر، سم STZ را در دوز ۳ میکروگرم بر کیلوگرم به صورت تزریق درون بطنی دریافت کردند.

* گروه Niosome، پس از جراحی آلزایمر و تزریق درون بطنی STZ نانونیوزوم کومین آلدئید را بدون ماده موثره اصلی کومین آلدئید در دوز ۵۰ میلی گرم بر کیلوگرم به مدت ۲۱ روز به صورت خوراکی دریافت کردند.

* گروه تیمار با کومین آلدئید بعد از جراحی و تزریق درون بطنی STZ کومین آلدئید را در دوز ۵۰ میلی گرم بر کیلوگرم به مدت ۲۱ روز به صورت خوراکی دریافت کردند.

* گروه تیمار با نانونیوزوم کومین آلدئید بعد از جراحی و تزریق درون بطنی STZ، نانونیوزوم کومین آلدئید را در دوز ۵۰ میلی گرم بر کیلوگرم به مدت ۲۱ روز به صورت خوراکی دریافت کردند.

۲-۱. تست شناسایی شیء جدید

دستگاه NORT جعبه ای چوبی با ابعاد $60 \times 45 \times 40$ سانتی متر است که برای بررسی حافظه و یادگیری در انسان و جوندگان استفاده می شود و لامپی در ارتفاع ۶۰ سانتی متری آن قرار دارد که نور دستگاه را تامین می کند. این تست از ۳ مرحله تشکیل شده است:

۱- مرحله اول مرحله ی آشنایی می باشد در این مرحله حیوان به مدت ۵ دقیقه در محیطی فارغ از اشیای خارجی گردش می کند.

۲- یک روز پس از مرحله ی اول در مرحله ی آموزش T1 حیوان به مدت ۵ دقیقه در محیطی که دارای دو شیء خارجی یکسان (B+B) که در دو طرف آن قرار دارند گردش می کند.

۳- یک روز پس از مرحله آموزش مرحله تست T2 انجام می شود در این مرحله یک شیء خارجی جدید به جای یکی از شیء های قدیمی جایگزین می شود (B+C) و موش به مدت ۱۰ دقیقه در محیط کندوکاو می کند و زمانی که پوزه حیوان به اشیای جدید برخورد می کند ثبت می شود و زمان اکتشاف برای دو شیء جدید و قدیم در این مرحله سنجیده می شود و شاخص تشخیص به صورت زیر محاسبه می شود:

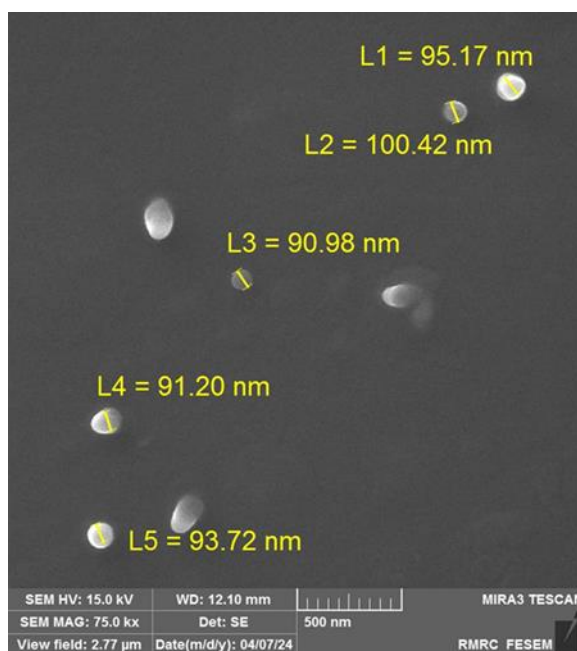
زمان لمس شی جدید

$\times 100 =$ شاخص شناسایی

زمان لمس شی جدید + زمان لمس شی قدیم

۳. نتایج

تصاویر میکروسکوپ الکترونی نشان دهنده اندازه کمتر از از صد نانومتر ذرات می باشد.

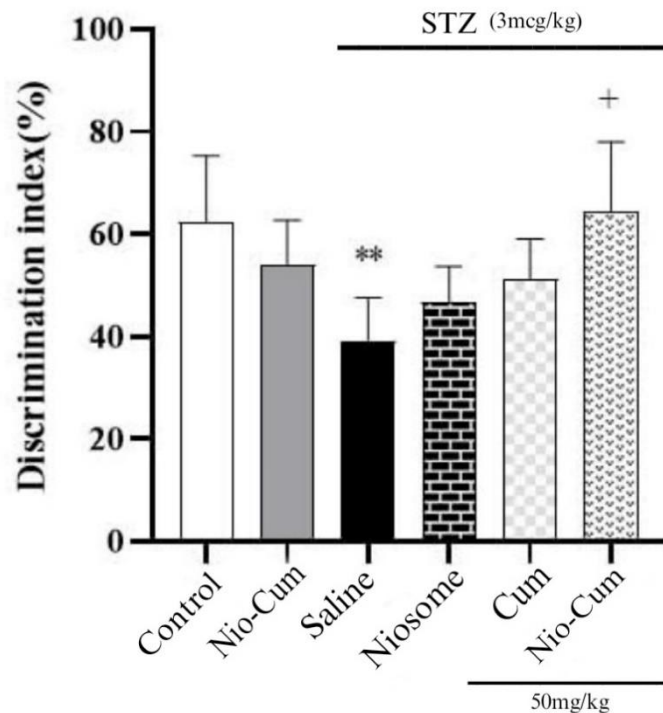


تصویر ۱- نانونیوزوم کومین آلدهید با استفاده از میکروسکوپ الکترونی روبشی

مطابق نمودار ۱، شاخص تبعیض در گروه STZ به طور معناداری ($P < 0.05$) نسبت به گروه کنترل کاهش یافته است

همچنین موش های تیمار با نانونیوزوم کومین آلدهید افزایش معناداری ($P < 0.05$) در درصد این شاخص نسبت به گروه STZ

نشان دادند.



نمودار ۱- بررسی اثرات کومین آلدهید و نانونیوزوم آن بر پارامترهای تست رفتاری شناسایی شی جدید. درصد مدت زمان سپری شده با شی جدید.

($P < 0/05$ در مقایسه با گروه کنترل؛ $p < 0/05$ در مقایسه با گروه Saline)

Saline: گروه بیمار؛ Cum: کومین آلدهید؛ Nio-Cum: نانونیوزوم کومین آلدهید؛ Niosome: حامل نانونیوزوم.

۴. بحث و نتیجه گیری

این پژوهش نشان می‌دهد که احتمالاً نانونیوزوم کومین آلدهید به علت افزایش فراهمی زیستی و بهبود خاصیت آنتی اکسیدانی کومین آلدهید توانست باعث کاهش اختلالات شناختی و بهبود رفتارهای یادگیری و حافظه شود.

منابع

- DeTure, M. A., & Dickson, D. W. (2019). The neuropathological diagnosis of Alzheimer's disease. *Molecular neurodegeneration*, 14(1): 1-18
- Lopez, J. A. S., González, H. M., & Léger, G. C. (2019). Alzheimer's disease. *Handbook of clinical neurology*, 167: 231-255.
- Lane, C. A., Hardy, J., & Schott, J. M. (2018). Alzheimer's disease. *European journal of neurology*, 25(1): 59-70.
- Masters, C. L., Bateman, R., Blennow, K., Rowe, C. C., Sperling, R. A., & Cummings, J. L. (2015). Alzheimer's disease. *Nature reviews disease primers*, 1(1): 1-18
- Nasrollahzadeh, M., Sajjadi, S. M., Sajjadi, M., & Issaabadi, Z. (2019). Applications of nanotechnology in daily life. *Interface science and technology*, 28: 113-143.



- Chaudhry, Z., Khera, R. A., Hanif, M. A., Ayub, M. A., & Sumrra, S. H. (2020). Cumin. In Medicinal plants of South Asia (pp. 165-178). Elsevier.
- Koohsari, S., Sheikholeslami, M. A., Parvardeh, S., Ghafghazi, S., Samadi, S., Poul, Y. K., ... & Amiri, S. (2020). Antinociceptive and antineuropathic effects of cuminaldehyde, the major constituent of Cuminum cyminum seeds: Possible mechanisms of action. *Journal of ethnopharmacology*, 255, 112786.
- Ebada, M. E. (2017). Cuminaldehyde: A potential drug candidate. *J Pharmacol Clin Res*, 2(2): 1-4
- Akhlaghi, M., Taebpour, M., Lotfabadi, N. N., Naghib, S. M., Jalili, N., Farahmand, L., ... & Tofighi, D. (2022). Synthesis and characterization of smart stimuli-responsive herbal drug-encapsulated nanoniosome particles for efficient treatment of breast cancer. *Nanotechnology Reviews*, 11(1): 1364-1385
- Slavin, Y. N., Ivanova, K., Tang, W. L., Tzanov, T., Li, S. D., & Bach, H. (2021). Targeting intracellular mycobacteria using nanosized niosomes loaded with antibacterial agents. *Nanomaterials*, 11(8): 1984
- Bhardwaj, P., Tripathi, P., Gupta, R., & Pandey, S. (2020). Niosomes: A review on niosomal research in the last decade. *Journal of Drug Delivery Science and Technology*, 56, 101581.



کاربرد عصاره گیاه دارویی چای کوهی در سنتز سبز نانوذرات روی اکسید و تیتانیوم اکسید

کمال قادری پور^۱، محمد علی شیخ محسنی^{۱*}، رقیه نجف‌زاده^۱

^۱ گروه گیاهان دارویی و باغبانی، مرکز آموزش عالی شهید باکری میان‌دوآب، دانشگاه ارومیه، ارومیه (m.a.sh.mohseni@gmail.com).

چکیده

نانوذرات در علوم متفاوت از جمله شیمی و پزشکی کاربرد دارد. برای تهیه مواد نانو روش‌های شیمیایی و روش‌های زیستی (سبز) وجود دارد. آلودگی‌های حاصل از مواد شیمیایی در روش اول یک عیب بزرگ است اما روش سبز و استفاده از گیاهان به ویژه گیاهان دارویی نسبت به سایر روش‌ها مفیدتر می‌باشد. زیرا سنتز نانوذرات به روش گیاهی سریع‌تر، ایمن‌تر و در دمای پایین انجام می‌شود. روش سبز به دلیل عدم آسیب رساندن به محیط زیست بیشتر مورد استفاده قرار گرفته است. نانوذرات روی و تیتانیوم در زمینه‌ی تشخیص حسگرهای زیستی و پزشکی و ... کاربرد دارند و دارای اثرات ضد باکتری قوی، ضد قارچ و ضد التهابی‌اند. در این تحقیق برای اولین بار از عصاره گیاه دارویی چای کوهی (*Stachys lavandulifolia*) برای سنتز نانوذرات روی و تیتانیوم بر پایه یک روش سنتز سبز استفاده شده است. چای کوهی از دامنه‌های زاگرس در استان کردستان جمع‌آوری و پس از خشک کردن در آزمایشگاه عصاره‌گیری و در سنتز نانوذرات به کار گرفته شد. نتایج آنالیز حاصل از روش‌های FEEDSEM، EDX و EDX-MAP نشان داد نانو ذرات فلزات روی اکسید و تیتانیوم اکسید به شکل کروی سنتز شدند. در نتیجه می‌توان با کمک خاصیت احیا کنندگی بالای عصاره چای کوهی نانوذرات روی و تیتانیوم را به خوبی و در کمترین زمان و هزینه‌ی ممکن سنتز کرد.

واژگان کلیدی: ترکیبات طبیعی، سنتز، گیاهان دارویی، نانو مواد



۱. مقدمه

ذراتی که ابعاد آنها در حدود ۱ تا ۱۰۰ نانومتر هستند، نانوذرات نامیده می‌شوند. امروزه تمایل به استفاده از مواد با ابعاد نانومتر در حال افزایش است. نانوذرات به دلیل خواص ضد عفونی کنندگی کاربردهای فراوانی در زمینه‌ی پزشکی دارند (Sheikh-Mohseni, 2016). روش‌های مختلفی برای تهیه و ساخت مواد در ابعاد نانو مانند روش‌های شیمیایی و روش‌های زیستی (سبز) وجود دارد. آلودگی‌های حاصل از مواد شیمیایی در روش اول یک عیب و نقص بزرگ محسوب می‌شود. اما روش سبز به دلیل عدم آسیب رساندن به محیط زیست بیشتر مورد استفاده قرار گرفته است. بسیاری از روش‌های سنتز نانوذرات شامل استفاده از مواد شیمیایی خطرناک نیازمند انرژی زیاد است که بسیار دشوار است. از این رو، تأکید بر جایگزینی یک روش، به عنوان یک روش سازگار با محیط زیست می‌باشد که مقرون به صرفه هم باشد (Behzad et al., 2021).

عصاره گیاهان و مخصوصاً گیاهان دارویی به متدوال‌ترین مواد طبیعی برای تولید نانوذرات تبدیل شده‌اند. این عصاره‌ها به طور معمول از طریق خیساندن مواد تازه یا خشک شده گیاهی در آب سرد یا آب در حال جوشیدن و یا روش‌های دیگر حاصل می‌شوند. عصاره‌های گیاهی دارای ترکیبات فنولی، فلاونوئیدی و ... هستند که خاصیت احیا کنندگی مناسبی برای احیای نانوذرات فلزی از خود نشان می‌دهند (Bao et al., 2021).

روی و تیتانیوم یکی از تجاری‌ترین مواد نانو هستند که ده‌ها تن نانو ذره از این مواد در سال تولید می‌شود و تخمین زده می‌شود که طی چند سال آینده افزایش یابد. نانوذرات روی و تیتانیوم برای بسیاری از اهداف ضد میکروبی، ضد آلزایمر و پارکینسون، ضد انعقاد و در درمان زخم استفاده شده است. روش سبز توانایی بالقوه خود را برای تولید نانوذره روی و تیتانیوم در سطح بالایی ثابت می‌کند. تکنیک‌های به دست آوردن ذرات نانو با استفاده از واکنش دهنده‌های طبیعی مانند قندها، پلیمرهای قابل تجزیه زیستی (کیتوزان و غیره)، عصاره‌های گیاهی و میکروارگانیسم‌ها را می‌توان برای فناوری نانو قابل توجه دانست. سنتز نانوذرات به روش سبز نسبت به سایر روش‌ها مزایای زیادی دارند. زیرا این روش ساده، یک مرحله‌ای، مقرون به صرفه، سازگار با محیط زیست است و اغلب منجر به پایداری مواد می‌شوند (شیخ محسنی و مرندي، ۱۳۹۹).

چای کوهی یا چای چوپان یا چای پشیمی با نام علمی *Stachys lavandulifolia*، گیاهی پایا از سرده سنبله‌ای می‌باشد. این گیاه در ارتفاعات ۱۹۰۰ تا ۳۳۰۰ متری از سطح دریا، به صورت پراکنده است و در مواردی به صورت لکه‌های متراکم در سطوح کم می‌روید. در مناطق کم شیب و به ویژه در یال‌های مناطق کوهستانی فراوانی این گونه بیشتر می‌باشد. چای کوهی در بن چوبی، کوتاه، دارای ساقه‌های کرک‌دار متعدد به رنگ سبز یا تقریباً متمایل به خاکستری؛ گل‌های خوشه مانند به رنگ صورتی، ارغوانی و به ندرت سفید یا متمایل به زرد، کاسه گل لوله‌ای و پوشیده از کرک پرهای بلند، به رنگ سبز تا بنفش تیره و برگ‌ها به صورت ساقه‌ای، پهن و دراز و خطی یا سرنیزه‌ای می‌باشد. ساقه‌ی آن متعدد، کرک پوش و خزی، ایستاده یا خیزان و با طول ۲۵ تا ۶ سانتی‌متر، منشعب با شاخه‌های ساده، برخی بارور و گل دار، منتهی به گل آذین، عده‌ای کوتاه و عقیم و با برگ‌های تقریباً دسته‌ای می‌باشد (سلیمانی و همکاران، ۱۳۹۶).



با توجه به کاربردهای زیاد نانوذرات روی اکسید و تیتانیوم اکسید و با در نظر گرفتن خاصیت احیا کنندگی عصاره گیاه دارویی چای کوهی، از عصاره این گیاه برای سنتز سبز نانوذرات روی و تیتانیوم بهره گرفته شد. نانوذرات به دست آمده در این روش با روش های مختلفی مورد ارزیابی قرار گرفتند.

۲. مواد و روش ها

۲-۱. جمع آوری نمونه گیاهی

گیاه دارویی چای کوهی استفاده شده در این پژوهش از دامنه شرقی کوه وزنه گردنه‌ی خان از رشته کوه‌های زاگرس در استان کردستان ایران مابین شهرستان‌های سقز و بانه در ارتفاع حدوداً ۱۸۰۰ تا ۱۹۰۰ متری از سطح دریا در تاریخ دوازدهم خردادماه سال ۱۴۰۲ چیده شد. پس از پاک سازی و خالص سازی گیاه، همه بخش هوایی چای کوهی در اتاق تاریک و دمای معمولی به مدت ۳۰ روز خشک شد و سپس گیاه خشک شده نگهداری گردید.

۲-۲. روش عصاره گیری

در مرحله اول همه‌ی بخش هوایی گیاه خشک شده با دست خرد شد و سپس عصاره چای کوهی را با ۱۰۰ میلی لیتر آب مقطر به مدت ۴ ساعت با استفاده از هیترالتراسونیک و مگنت درون بالن حجمی در پوشیده با ورق آلومینیومی در دمای بین ۴۰ تا ۶۰ درجه سانتی گراد بدست آمد. سپس عصاره‌ی بدست آمده با کاغذ صافی صاف شد.

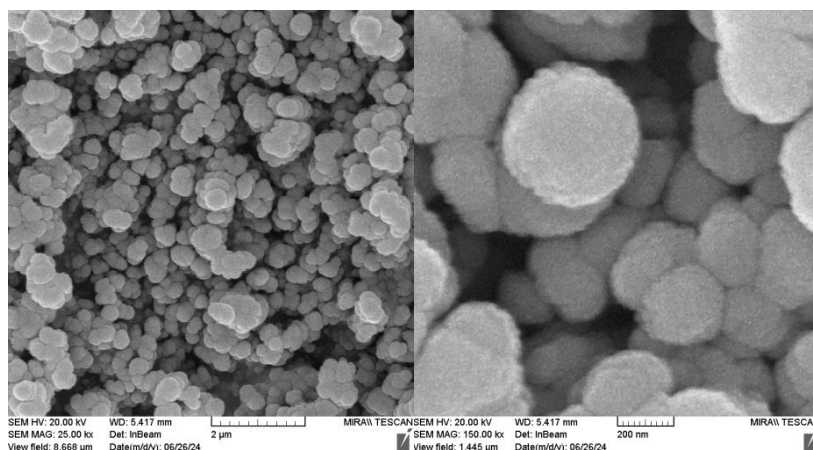
۲-۳. روش سنتز نانوذرات

ابتدا محلول ۰/۰۵ مولار روی کلرید ($ZnCl_2$) در ۳۰ میلی لیتر آب مقطر در بالن حجمی ۱۰۰ میلی لیتری تهیه و با روی همزن برقی با مگنت به مدت ۳۰ دقیقه مخلوط شد. محلول ۰/۰۵ مولار تیتانیوم اکسید (TiO_2) نیز به روش مشابه‌ای آماده شد. سپس هر کدام از این دو محلول به وسیله محلول عصاره گیاه دارویی چای کوهی به طور جداگانه تیتراسیون شدند. محلول عصاره‌ی گیاه و محلول روی کلرید ($ZnCl_2$) به مدت ۲ ساعت روی همزن با مگنت و در دمای محیط و مخلوط عصاره‌ی گیاه و محلول تیتانیوم اکسید (TiO_2) به مدت ۲ ساعت روی همزن برقی با مگنت و در دمای ۶۰ درجه سانتی گراد هم زده شد. به کمک دستگاه pH متر با اضافه کردن آمونیاک به صورت قطره چکانی pH محلول‌ها در حدود ۸ تنظیم شد. در آخر با دستگاه سانتریفیوژ سه مرتبه هر بار ۵ دقیقه با دور ۴۰۰۰ دور در دقیقه رسوب گیری شد. سپس رسوب نانو ذرات روی به مدت ۱۲ ساعت در دمای ۷۰ درجه سانتی گراد و رسوب نانو ذرات تیتانیوم به مدت ۸ ساعت در دسیکاتور و ۴ ساعت در دمای ۷۰ درجه سانتی گراد خشک شد.

۳. نتایج

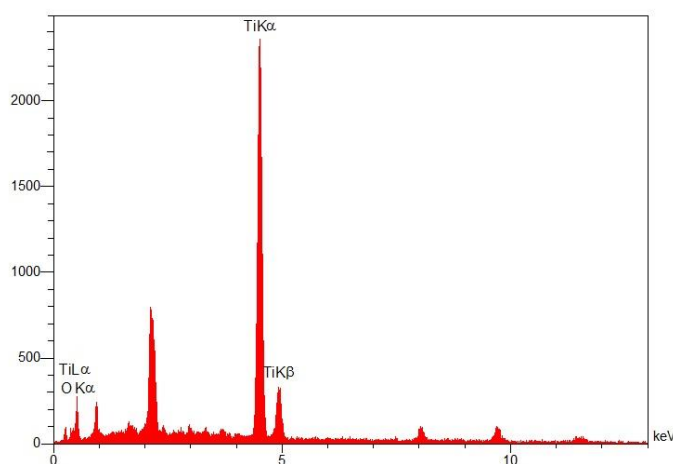
۳-۱. مشخصه یابی نانوذرات تیتانیوم دی اکسید

به منظور مشخصه یابی نانوذرات تیتانیوم دی اکسید از روش‌های FESEM، EDX و EDX-MAP استفاده شد. تصویر FESEM نانو ذرات TiO_2 سنتز شده با استفاده از عصاره گیاه چای کوهی در شکل ۱-۳ نشان داده شده است. همانطور که در شکل مشاهده می‌شود، موفولوژی نانوذرات TiO_2 سنتز شده به این روش بلورهای کروی هستند که اندکی متر اکم شده‌اند.



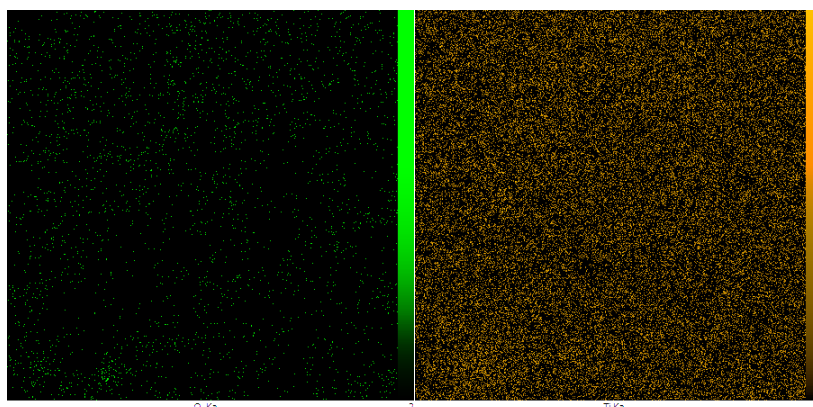
شکل ۳-۱) تصویر FESEM ذرات نانوذرات TiO_2 تهیه شده با عصاره گیاه چای کوهی

در شکل ۳-۲ طیف EDS نانوذرات تیتانیوم نشان داده شده است. نتایج نشان می‌دهد که نانوذرات TiO_2 از عناصر Ti و O تشکیل شده است.



شکل ۳-۲) تصویر EDS نانوذرات TiO_2 تهیه شده با عصاره گیاه چای کوهی

در شکل ۳-۳ تصاویر EDX-MAP نانوذرات TiO_2 تهیه شده با عصاره گیاه چای کوهی نمایش داده شده است که یکنواختی این نانو ذرات را نشان می‌دهد.

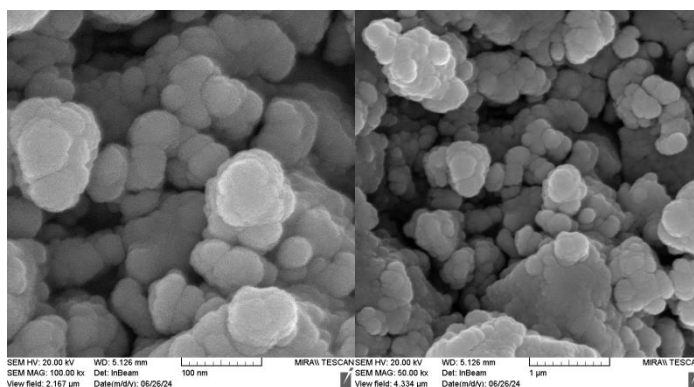


شکل ۳-۳) تصاویر EDX-MAP نانوذرات TiO_2 تهیه شده با عصاره گیاه چای کوهی؛ سمت چپ Ti و سمت راست O

۳-۲. مشخصه یابی نانوذرات نانوذرات روی اکسید

تصویر FESEM نانوذرات ZnO سنتز شده با استفاده از عصاره گیاه چای کوهی در شکل ۳-۴ نشان داده شده است.

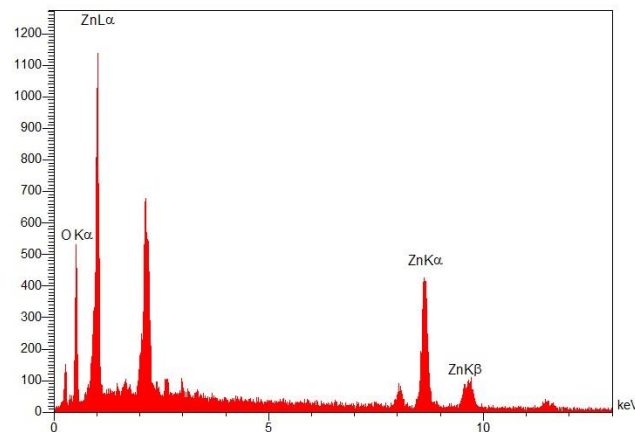
همانطور که در شکل مشاهده می شود، مورفولوژی این نانوذرات به صورت کروی است.



شکل ۳-۴) تصویر FESEM ذرات نانوذرات ZnO تهیه شده با عصاره گیاه چای کوهی

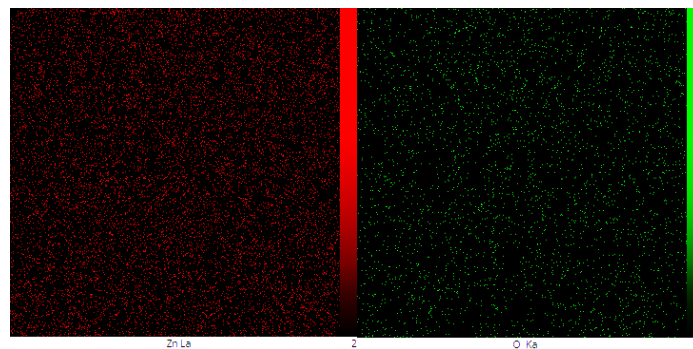
در شکل ۳-۵ طیف EDS نانوذرات روی نشان داده شده است. نتایج نشان می دهد که نانوذرات ZnO از عناصر Zn

و O تشکیل شده است.



شکل ۳-۵) تصویر EDS نانوذرات ZnO تهیه شده با عصاره گیاه چای کوهی

در شکل ۳-۶ تصاویر EDX-MAP تهیه شده با عصاره گیاه چای کوهی نمایش داده شده است که تراکم بالای نانو ذرات روی را در لابلای ترکیبات دیگر، نشان می دهد.



شکل ۳-۶) تصاویر EDX-MAP نانوذرات روی اکسید تهیه شده با عصاره گیاه چای کوهی؛ سمت چپ O و سمت راست Zn

۴. بحث و نتیجه گیری

در این تحقیق برای اولین بار بر پایه یک روش سنتز سبز از عصاره گیاه چای کوهی نانوذرات روی اکسید و تیتانیم اکسید سنتز شدند. نتایج حاصل از روش های EDX، FESEM و EDX-MAP تحقیق نشان داد که مورفولوژی نانوذرات روی و تیتانیم سنتز شده دارای ذرات کروی هستند که اندکی متراکم شده اند و به طور یکنواختی توزیع شده اند. بنابراین می توان نانوذرات روی و تیتانیم را به خوبی و با صرف کمترین زمان و هزینه ی ممکن به روش سنتز سبز تهیه کرد.

منابع

- سلیمانی میمند، ف.، وهابی، م.، کریمیان، و. (۱۳۹۶). بررسی خصوصیات اکولوژیکی گیاه چای کوهی (*stachys lavandulifolia Vahl*) در رویشگاه های مرتعی غرب استان اصفهان، پژوهش های آبخیزداری ۳۰ (۲): ۱۴-۲.
- شیخ محسنی، م. ع.، مرنندی، ق. (۱۳۹۷). کاربرد نانوذره های استرانسیم فریت برای اندازه گیری الکتروشیمیایی هیدرازین در سطح نانومولار، ۴ (۱۲): ۱۱۳-۱۲۲.



- Bao, Y., He, J., Song, K., Guo, J., Zhou, X., & Liu, S. (2021). Plant-Extract-Mediated Synthesis of Metal Nanoparticles. *Journal of Chemistry*, 2021(1), 6562687.
- Behzad, F., Naghib, S. M., Tabatabaei, S. N., Zare, Y., & Rhee, K. Y. (2021). An overview of the plant-mediated green synthesis of noble metal nanoparticles for antibacterial applications. *Journal of Industrial and Engineering Chemistry*, 94: 92-104.
- Sheikh-Mohseni, M. A. (2016). Sensitive electrochemical determination of gallic acid: application in estimation of total polyphenols in plant samples. *Analytical and Bioanalytical Chemistry Research*, 3(2): 217-224.

داروهای گیاهی مؤثر در درمان آب مروارید با استفاده از دانش مردم گیاهشناسی

آتنا اسلامی فاروجی^{*۱}

^{*۱} گروه زیست شناسی، دانشکده علوم، دانشگاه شیراز، شیراز، ایران. (atena.eslami@shirazu.ac.ir)

چکیده

آب مروارید بیماری فراگیر در جهان است و منجر به کدر شدن عدسی می گردد. موارد متعددی منجر به بروز و ایجاد این بیماری می شود. یکی از دلایل شایع در ایجاد این بیماری کهولت سن می باشد. از روش های شناسایی این بیماری وجود تاری دید، دوبینی، دیدن هاله نوری، خستگی، تغییر رنگ مردمک، کاهش بینایی می باشد. اهمیت این بیماری از جهت پیشگیری و درمان منجر به مطالعه روش های درمانی این بیماری از طریق گیاهان گردید. مطالعات کتابخانه ای، الکترونیک و مصاحبه با افراد عادی (جوان، میانسال، و سالخورده) و درمانگرهای گیاهی داده های لازم جهت مطالعه پیش رو را به دست آورد. همچنین، جهت تأیید علمی به مطالعه برخی از نتایج سایت های خارجی مانند Scopus، PubMed، ScienceDirect و Google Scholar نیز پرداخته شد. بر اساس نتایج گیاهان متعددی مانند آویشن، کاسنی، زعفران، اسطوخودوس، زنجبیل، گلابی، چای سبز، زیتون برای پیشگیری و بهبود آب مروارید پیشنهاد شده است. البته باید توجه داشت که موارد فوق درمان اساسی آب مروارید را دربرنخواهد داشت و جراحی چشم بهترین و قطعی ترین راه درمانی آن است.

واژگان کلیدی: آب مروارید، دارو، درمان، مردم گیاهشناسی.



۱. مقدمه

آب مروارید دلیل اصلی نابینایی در سراسر جهان است و هرگونه تیرگی در عدسی در آب مروارید منجر به اختلال در بینایی، اختلال رنگ، کاهش شفافیت می شود (Tewari et al. 2019). عدسی در پشت عنبیه قرار دارد و با از دست دادن شفافیت عدسی باعث ایجاد آب مروارید می شود (Song et al. 2014). علت آب مروارید می تواند کهولت سن، دیابت، مصرف استروئید، سابقه خانوادگی یا ژنتیکی باشد (Tewari et al. 2019). تا سال ۲۰۱۰، حدود ۳۲ میلیون کور و ۱۹۱ میلیون فرد با ضعف بینایی در جهان گزارش شده است (Khairallah et al. 2015). بر اساس نظر سازمان جهانی بهداشت (WHO)، بیش از ۹۰ میلیون نابینا از سال ۲۰۲۰ به بعد در جهان وجود دارد (Taylor 2016). استراتژی مبارزه با این چالش پرهزینه است، و درمان آن از طریق خروج لنز و کاشت لنز داخل چشمی امکان پذیر خواهد بود. پس از جراحی عینک اصلاحی لازم است و در هر صورت بیمار احساس ناراحتی خواهد کرد.

بر اساس مشاهدات فوق، هدف از این مطالعه بررسی نظر مردم عام و گیاه درمانگرها، جهت کنترل یا پیشگیری از بیماری

آب مروارید است.

۲. مواد و روش ها

۲-۱. روش تحقیق

در این تحقیق، به مطالعه و جمع آوری داده به منظور درمان و پیشگیری از بیماری آب مروارید پرداخته شد. همچنین، به منظور غنای داده ها در پایگاه های داده مانند Scopus، Pubmed، ScienceDirect و Google Scholar جستجو صورت پذیرفت. در جهت بهتر شدن جستجو، از کلماتی مانند ethnobotany، طب سنتی، ethnopharmacology و گیاهان دارویی مؤثر در درمان آب مروارید استفاده شد.

۳. نتایج

اغلب افرادی که در این مطالعه مورد پرسش قرار گرفتند، اذعان داشتند که به صورت مرتب به چشم پزشک مراجعه می نمایند و در مرحله اول تابع دستورات پزشک هستند. رژیم غذایی سالم مانند میوه و سبزیجات یکی از موارد عنوان شده توسط افراد بود. سایر موارد ذکر شده توسط افراد عبارت است از عدم استفاده از سیگار و نوشیدنی های الکلی، استفاده از عینک آفتابی. یکی از گیاهانی که توسط مردم نام برده شد، زردچوبه (*Curcuma longa* L.) بود، به نظر افراد این گیاه به علت وجود آنتی اکسیدان در تأمین سلامت چشم اهمیت دارد.

عرق رازیانه (*Foeniculum vulgare* Mill.) به منظور شستشوی چشم و کاهش تاری دید، مورد دیگری بود که توسط افراد بیان شد. البته بر اساس نظر متخصصین طب سنتی، عرق رازیانه باید قبل از مصرف به نسبت ۱ به ۱۰ با آب مقطر استریل مخلوط گردد یا اینکه این عرق قبل از استفاده جهت استریل شدن حتماً بجوشد. مصرف یک تا سه قاشق عرق رازیانه در یک لیوان آب پس از یک وعده غذایی، نیز مانع از پیشرفت سریع آب مروارید می گردد. یکی دیگر از موارد مصرف ذکر شده توسط افراد شرکت کننده در مصاحبه، اثر نوشیدن دم کرده بذر رازیانه به میزان یک لیوان به علت خواص آنتی اکسیدانی آن توصیه می گردد. جوشاندن برگ های رازیانه به مدت حدود ۱۰ دقیقه و مالیدن بر روی چشم در حالت بسته توصیه شد.



استفاده از دمنوش زعفران (*Crocus sativus* L.)، یکی از راه‌های درمانی این بیماری عنوان شد. هرگاه کلاله گل زعفران را پودر نمایید و در یک لیوان آب گرم حدود ۱۰ دقیقه دم کنید، این دمنوش برای کاهش علائم می‌تواند مفید واقع گردد. همچنین، میتوان مقداری زعفران را در سوپ یا بر روی برنج استفاده نمود.

کمپرس چای آویشن (*Thymus* L.)، منجر به تسکین مشکلات ناشی از آب مروارید می‌گردد.

برگ و گل کاسنی *Cichorium intybus* L. نیز خواص مشابه با چای آویشن دارد.

استفاده از آب هویج *Daucus carota* L. نیز برای کاهش علائم آب مروارید توصیه شده است.

توسط برخی از عطارها، گلاب ضد عفونی کننده چشم معرفی شد که عوارض ناشی از آب مروارید را کاهش می‌دهد.

دمنوش اسطوخودوس (*Lavandula* L.) و گل نسترن برای (*Rosa canina* L.) کاهش علائم بیماری اهمیت دارد.

برخی دیگر از گیاهانی که در درمان آب مروارید حائز اهمیت هستند عبارت است از انگور (*Vitis vinifera* L.)، انار (*Punica granatum* L.)، گلابی (*Pyrus* L.)، چای سبز (*Camelina chinensis* (L.) Kuntze)، زیتون (*Olea europaea* L.)، گل گاوزبان (*Echium* L.)، مریم گلی (*Salvia* L.)، درخت مقدس (*Ginkgo biloba* L.)، زنجبیل (*Zingiber officinale* Roscoe) و شیرین بیان (*Glycyrrhiza glabra* L.). تمام موارد ذکر شده به علت خواصی که دارند منجر به جلوگیری یا کاهش علائم آب مروارید خواهند شد.

۴. بحث و نتیجه گیری

تیرگی عدسی توسط رادیکال‌های آزاد می‌شود (Varma et al. 1984; Thiagarajan and Manikandan 2013). استرس اکسیداتیو نیز می‌تواند منجر به تغییرات پروتئین توسط رادیکال‌های آزاد بشود و برخی از گیاهان مانع از تغییرات در پروتئین‌ها می‌گردد (Bhadada et al. 2016b). بر اساس مطالعات صورت پذیرفته، ترکیبات طبیعی تشکیل دهنده متابولیت‌های ثانویه آنتی اکسیدانی یا ضدالتهابی به عنوان عامل بهیته در کنترل آب مروارید اهمیت دارد. البته باید دقت نمود که همه گیاهان دارای خاصیت آنتی اکسیدانی نمی‌توانند فعالیت ضد آب مروارید داشته باشند. نقش پلی فنول‌های گیاهی در کنترل این بیماری در شرایط آزمایشگاهی به دقت مورد مطالعه واقع شده است (Rooban et al. 2009, 2011; Kim et al. 2011; Wang et al. 2011; Sasikala et al. 2013; Sunkireddy et al. 2013; Ferlemi et al. 2016).

در ایران باستان، مردم از آب مروارید که با تاری عدسی همراه است، با نام نظول الماع نام می‌بردند و اعتقاد بر این بود که طوبت میان عدسی و قرنیه منجر به این بیماری می‌گردد (Sheikh Rezaee et al. 2017). در مطالعه شیخ اکبری و همکاران از ۳۶ گیاه دارویی جهت درمان آب مروارید نام برده شد که از این میان ۱۱ گیاه (*Ferula assa-foetida* L., *F. persica* Willd., *Foeniculum vulgare* Mill.) بیشترین امتیاز را کسب کردند (Sheikh Rezaee et al. 2017).

بر اساس جدیدترین مطالعات، حدود ۱۷ میلیون نفر بر اثر آب مروارید دچار این بیماری شده‌اند (Imelda et al. 2021). مطالعات نشان داده‌اند که گیاهان با وجود ترکیبات آنتی اکسیدانی طبیعی، ویتامین C، ویتامین E و بتاکاروتن، قادر به کنترل یا بازدارند بیماری محسوب می‌گردند (Imelda et al. 2021).

بر اساس مطالعات دیگری ترکیبات طبیعی آنتی اکسیدان یا متابولیت های ضد التهاب ثانویه در تعداد متفاوتی از گیاهان (بیش از ۴۰ مورد)، مورد بررسی و شناسایی قرار گرفت (Sharma and Singh 2002; Thiagarajan et al. 2013; Tewari et al. 2019) مورد مطالعه قرار گرفت.

در هندوستان از بذر *Abrus precatorius* L. به عنوان ضد آب مروارید نام برده شده است (Nafees et al. 2022). در این مطالعه از گیاهان دارویی متعدد به منظور درمان آب مروارید نام برده شد. تنوع زیستی بالا در گیاهان به افراد این امکان را می دهد که در درمان بیماری های مختلف گزینه های متعددی وجود داشته باشد. موارد فوق بر اساس نظرات افراد مختلف ایران جمع آوری شده است، و بر اساس مطالعات صورت پذیرفته بسیاری از آن ها در مطالعات علمی که در کشورهای مختلف صورت پذیرفته مورد تأیید قرار گرفته است. البته مواردی نیز وجود دارد که جهت تأیید اثر مؤثر آن ها حتما باید مورد مطالعه واقع گردد.

البته باید توجه داشت که موارد فوق درمان اساسی آب مروارید را دربرنخواهد داشت و جراحی چشم بهترین و قطعی ترین راه درمانی آن است.

تشکر و قدردانی

از دانشگاه شیراز به علت تأمین منابع مالی این تحقیق کمال سپاسگزاری را دارم.

منابع

- Ferlemi, A.V., Makri, O.E., Mermigki, P.G., Lamari, F.N. and Georgakopoulos, C.D., 2016. Quercetin glycosides and chlorogenic acid in highbush blueberry leaf decoction prevent cataractogenesis in vivo and in vitro: Investigation of the effect on calpains, antioxidant and metal chelating properties. *Experimental eye research*, 145: 258-268.
- Khairallah, M., Kahloun, R., Bourne, R., Limburg, H., Flaxman, S.R., Jonas, J.B., Keefe, J., Leasher, J., Naidoo, K., Pesudovs, K. and Price, H., (2015). Number of people blind or visually impaired by cataract worldwide and in world regions, 1990 to 2010. *Investigative ophthalmology & visual science*, 56(11): 6762-6769.
- Kim, J., Kim, C.-S., Sohn, E., Lee, Y. M., and Kim, J. S. 2011. KIOM-79 inhibits aldose reductase activity and cataractogenesis in Zucker diabetic fatty rats. *Journal of Pharmacy and Pharmacology* 63: 1301–1308. doi: 10.1111/j.2042-7158.2011.01341.x
- Rooban, B.N., Lija, Y., Biju, P.G., Sasikala, V., Sahasranamam, V. and Abraham, A., 2009. Vitex negundo attenuates calpain activation and cataractogenesis in selenite models. *Experimental Eye Research*, 88(3): 575-582.
- Rooban, B.N., Sasikala, V., Sahasranamam, V. and Abraham, A., 2011. Analysis on the alterations of lens proteins by *Vitex negundo* in selenite cataract models. *Molecular vision*, 17: 1239.
- Sasikala, V., Rooban, B.N., Sahasranamam, V. and Abraham, A., 2013. Rutin ameliorates free radical mediated cataract by enhancing the chaperone activity of α -crystallin. *Graefes's Archive for Clinical and Experimental Ophthalmology*, 251: 1747-1755.
- Sharma, P. and Singh, G., 2002. A review of plant species used to treat conjunctivitis. *Phytotherapy Research*, 16(1): 1-22.

- Sheikhrezaee, M.R., Bonyadi, A. and Hosseini, A.S., 2017. The effective medicinal plants in cataract Treatment: an inquiry in Persian medicine resources (4-13th century AH). *Journal of Babol University of Medical Sciences*, 19(4): 67-73.
- Song, E., Sun, H., Xu, Y., Ma, Y., Zhu, H. and Pan, C.W., (2014). Age-related cataract, cataract surgery and subsequent mortality: a systematic review and meta-analysis. *PLoS One*, 9(11): p.e112054.
- Sunkireddy, P., Jha, S. N., Kanwar, J. R., and Yadav, S. C. (2013). Natural antioxidant biomolecules promises future nanomedicine based therapy for cataract. *Coll. Surfaces B Biointerfaces* 112: 554–562. doi: 10.1016/j.colsurfb.2013.07.068
- Taylor, H.R., 2016. The global issue of vision loss and what we can do about it: Jose Rizal Medal 2015. *Asia-Pacific journal of ophthalmology*, 5(2): 95-96.
- Tewari, D., Samoilă, O., Gocan, D., Mocan, A., Moldovan, C., Devkota, H.P., Atanasov, A.G., Zengin, G., Echeverría, J., Vodnar, D. and Szabo, B., (2019). Medicinal plants and natural products used in cataract management. *Frontiers in Pharmacology*, 10: 466.
- Thiagarajan, R. and Manikandan, R., 2013. Antioxidants and cataracts. *Free radical research*, 47(5): 337-345.
- Varma, S. D., Chand, D., Sharma, Y. R., Kuck, J. F. J., and Richards, R. D. 1984. Oxidative stress on lens and cataract formation: role of light and oxygen. *Current Eye Research* 3: 35–57.
- Wang, T., Zhang, P., Zhao, C., Zhang, Y., Liu, H., Hu, L., Gao, X. and Zhang, D., 2011. Prevention effect in selenite-induced cataract in vivo and antioxidative effects in vitro of *Crataegus pinnatifida* leaves. *Biological Trace Element Research*, 142: 106-116.



مقایسه محتوی فنل، فلاونوئید و درصد مهار رادیکال‌های آزاد گزنه در روش‌های مختلف خشک کردن

فاطمه ایرانی^۱، قربانعلی رسام^{۱*}

^{۱*} گروه مهندسی تولید و ژنتیک گیاهی، دانشکده کشاورزی شیروان، دانشگاه بجنورد، بجنورد (rassam@um.ac.ir)

چکیده

برای انجام این تحقیق، سرشاخه‌های گزنه از منطقه گلپایه شیروان-خراسان شمالی در شروع گلدهی جمع آوری گردید. ابتدا در یک آزمایش مقدماتی مناسب‌ترین روش خشک شدن به لحاظ محتوی اسانس از بین روش‌های خشک کردن در سایه (تیمار شاهد)، فریز درایر در دمای ۹۰ درجه، آون در دو دمای ۴۵ و ۵۵ درجه سانتی‌گراد و مایکروویو در دو شدت ۱۰۰ و ۴۰۰ وات تعیین گردید. سپس محتوی ترکیبات فیتوشیمیایی گیاه شامل مقدار فنل کل، فلاونوئید کل و درصد مهارکنندگی رادیکال‌های آزاد (فعالیت آنتی‌اکسیدانی) در نمونه سایه خشک (به عنوان تیمار شاهد) و مایکروویو ۱۰۰ وات (تیمار برتر در آزمایش مقدماتی) مورد مقایسه قرار گرفتند. نتایج آزمایش نشان داد که درصد مهارکنندگی رادیکال‌های آزاد، فنل و فلاونوئید در روش خشک شدن با مایکروویو ۱۰۰ وات به طور معنی‌داری بیشتر از خشک شدن در سایه بود.

واژگان کلیدی: آنتی‌اکسیدانی، خشک کردن، فنل، گزنه.



۱. مقدمه

در دهه‌های اخیر مصرف داروهای گیاهی به‌طور فزاینده‌ای افزایش یافته است. اثرات درمانی متنوع و عوارض جانبی کم حاصل از مصرف داروهای گیاهی در مقایسه با داروهای شیمیایی از مهمترین علل این افزایش مصرف برشمرده شده است. ایران دارای فلور غنی و سابقه طولانی در استفاده از گیاهان دارویی در طب سنتی خود می‌باشد. گزنه یکی از گیاهان دارویی مهم در فلور کشور به‌شمار می‌رود. این گیاه دارای خصوصیات آنتی‌اکسیدانی، ضدالتهابی، کاهش‌دهنده چربی و قند خون است (Mahjoub et al., 2012). در اندام‌های هوایی گزنه ترکیبات ثانویه‌ای متعددی از جمله فنل‌ها یافت می‌شود. فنل‌ها ترکیباتی همچون تانن، هیدروکسی سینامات استرها، لیگنین، فستین و میریستین را شامل می‌شود که دارای خواص ضد سرطانی، ضد جهش و محافظت‌کنندگی قلب هستند. فنل‌ها ساختار شیمیایی مطلوبی برای پالایش رادیکال‌های آزاد دارند بنابراین به لحاظ خاصیت آنتی‌اکسیدانی نسبت به توکوفرول‌ها و اسید آسکوربیک موثرتر هستند (Hernandez et al., 2009). آنتی‌اکسیدان‌ها ترکیب‌هایی هستند که با جذب رادیکال آزاد و توقف اکسیداسیون، از فساد، تغییر رنگ یا تئد شدن چربی‌ها جلوگیری می‌کنند. مطالعات نشان داده است که فعالیت آنتی‌اکسیدانی گیاهان به مقدار کل ترکیب‌های فنولی آنها بستگی دارد (Mour et al., 2001). فعالیت آنتی‌اکسیدانی ترکیبات فنولی در گیاهان عمدتاً به دلیل ویژگی‌های اکسایش-احیا و نیز ساختار شیمیایی آنهاست که می‌توانند نقش‌های مهمی را در خنثی کردن رادیکال‌های آزاد، کلاته کردن فلزات انتقالی و فرونشاندن مولکول‌های اکسیژن تک و سه‌گانه بازی کنند (Arora et al., 2000).

گیاهان دارویی در زمان برداشت سطح بالایی از رطوبت و میکروارگانیسم‌ها را دارا می‌باشند. بنابراین خشک کردن سریع، مهم‌ترین اقدام جهت اجتناب از کاهش مواد موثره و این گیاهان می‌باشد (روزدار و همکاران، ۱۳۹۳). خشک کردن یکی از قدیمی‌ترین روش‌های نگهداری محصولات کشاورزی پس از برداشت است که شامل حذف رطوبت با استفاده از فرآیند تبخیر تا حد آستانه‌ای خاص می‌باشد. اندام‌های مختلف گیاهان معمولاً پس از جمع‌آوری حاوی مقادیر فراوانی رطوبت (۶۰ تا ۸۰ درصد) هستند که باید این میزان رطوبت را بسته به نوع اندام گیاه دارویی به ۱۰ الی ۱۴ درصد کاهش داد (مومیوند و همکاران، ۱۳۹۸). هدف اصلی این فرآیند، متوقف کردن فعالیتهای آنزیمی، میکروارگانیسم‌ها و مخمرها به منظور افزایش مدت انبارداری می‌باشد. تاکنون، تاثیر روش‌های مختلف خشک کردن بر ترکیبات فیتوشیمیایی تعدادی از گیاهان دارویی گزارش شده است. تاثیر روش‌های مختلف خشک کردن (طبیعی و آون) بر مدت زمان خشک شدن و برخی متابولیت‌های ثانویه گیاه دارویی بادرنجبویه بررسی گردید (حسن زاده و همکاران، ۱۳۹۷). نتایج نشان داد که خشک کردن در آون ۳۰ درجه سانتی گراد منجر به بیشترین درصد اسانس و فعالیت آنتی‌اکسیدانی و در آون ۴۰ درجه سانتی گراد نیز بیشترین میزان فنل کل از این گیاه حاصل گردید. بررسی تاثیر روش‌های مختلف خشک کردن بر زمان خشک شدن و برخی صفات بیوشیمیایی نعنای فلفلی نشان داد که بیشترین محتوای فنل کل و فعالیت آنتی‌اکسیدانی به ترتیب در نمونه تازه و نمونه‌های خشک شده در سایه مصنوعی و ماکروویو ۹۰۰ وات بدست آمد (روزدار و همکاران، ۱۳۹۳). بالاترین محتوای فنل کل و فلاونوئید کل در گیاه دارویی شمعدانی عطری به ترتیب در خشک کردن در سایه محصور و سایه هوای آزاد گزارش شد (مومیوند و



همکاران، ۱۳۹۸). تاکنون تحقیق جامعی در خصوص تاثیر روش های خشک کردن بر ترکیبات فیتوشیمیایی گزنه در داخل کشور انجام نشده است بنابراین این تحقیق با هدف بررسی تغییرات محتوی فنل و فلاونوئیدهای گزنه به روش های خشک کردن در منطقه شیروان انجام گرفت.

۲. مواد و روش ها

برای انجام این پژوهش در مردادماه سال ۱۴۰۱ سرشاخه های گلدار گیاه گزنه از منطقه گلیان شیروان جمع آوری گردید. ابتدا آزمایشی مقدماتی برای انتخاب تیمار برتر به لحاظ درصد اسانس در قالب طرح کاملاً تصادفی و با ۴ تکرار انجام گردید. تیمارهای آزمایشی شامل روش خشک کردن در: سایه (تیمار شاهد)، مایکروویو در دوشدت ۱۰۰ و ۴۰۰ وات، آون در دو دمای ۵۵ و ۴۵ درجه سانتی گراد و فریز درایر در دمای ۹۰ درجه بودند. نتایج این آزمایش مقدماتی نشان داد که خشک کردن در مایکروویو ۱۰۰ وات بیشترین درصد اسانس را دارا بود. بنابراین درصد مهار رادیکال آزاد، محتوی ترکیبات فنلی و فلاونوئیدها در این روش برتر با روش خشک کردن در سایه به عنوان تیمار شاهد مورد مقایسه قرار گرفتند. برای این منظور، مقدار ۵۰ گرم از برگ خشک آسیاب شده با ۵ میلی لیتر اتانول ۸۰ درصد (نسبت ۱ به ۱۰) در فالکن های دربسته همگن شدند. مواد همگن شده به مدت ۲۴ ساعت روی شیکر قرار داده شد و سپس به مدت ۵ دقیقه در ۳۰۰۰ دور در دقیقه سانتریفیوژ شد. از قسمت فوقانی عصاره، برای اندازه گیری صفات فیتوشیمیایی مورد نظر استفاده گردید (Ebrahimzadeh et al., 2010). درصد مهار رادیکال آزاد به روش DPPH (2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl)، که ظرفیت آنتی اکسیدانی نیز خوانده می شود با قرائت دستگاه اسپکتروفتومتر در طول موج ۵۱۷ نانومتر انجام گرفت. برای اندازه گیری فنل کل، عدد جذب نمونه ها در طول موج ۷۶۰ نانومتر دستگاه اسپکتروفتومتر قرائت گردید و با استفاده از معادله استاندارد گالیک اسید و روابط موجود مقدار فنل برحسب میلی گرم بر گرم وزن خشک محاسبه شد. منحنی استاندارد گالیک اسید با استفاده از معرف فولین سیو-کالتیو تهیه شد. اندازه گیری محتوای فلاونوئید کل عصاره ها نیز براساس روش کالریتری آلومینیوم کلراید همراه با تغییراتی انجام شد (Cheung et al., 2003). به منظور تعیین مقدار فلاونوئید کل موجود در هر یک از نمونه ها از منحنی استاندارد کوئرستین استفاده شد و قرائت دستگاه اسپکتروفتومتر در طول موج ۴۱۵ نانومتر انجام گرفت. تجزیه آماری داده ها با استفاده از نرم افزار آنالیز آماری SAS نسخه ۹/۴ و مقایسات میانگین با استفاده از روش LSD انجام شد.

۳. نتایج

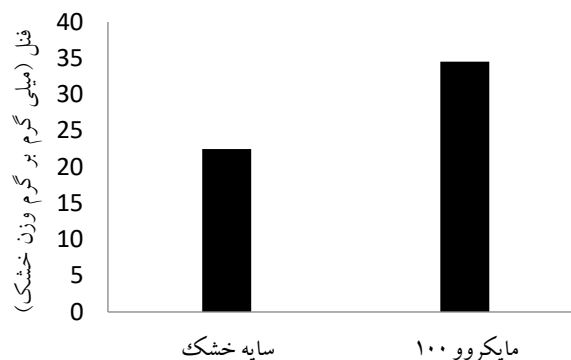
نتایج تجزیه واریانس محتوی ترکیبات فیتوشیمیایی در عصاره حاصل از نمونه های خشک شده در سایه (شاهد) و مایکروویو ۱۰۰ وات (تیمار برتر) نشان داد که اثر تیمار خشک کردن بر میزان ترکیبات فیتوشیمیایی گیاه گزنه در سطح یک درصد معنی دار بود (جدول ۱).

براساس نتایج حاصل از مقایسه میانگین داده‌های آزمایش مشخص شد که بالاترین میزان فنل معادل ۳۴/۵ میلی گرم بر گرم وزن خشک در تیمار خشک کردن با میکروویو ۱۰۰ به دست آمد که به طور معنی داری نسبت به مقدار ۲۲/۵ میلی گرم بر گرم وزن خشک در تیمار سایه خشک بیشتر بود (شکل ۱).

جدول ۱. اثر تیمارهای خشک کردن بر ترکیبات فیتوشیمیایی گزنه

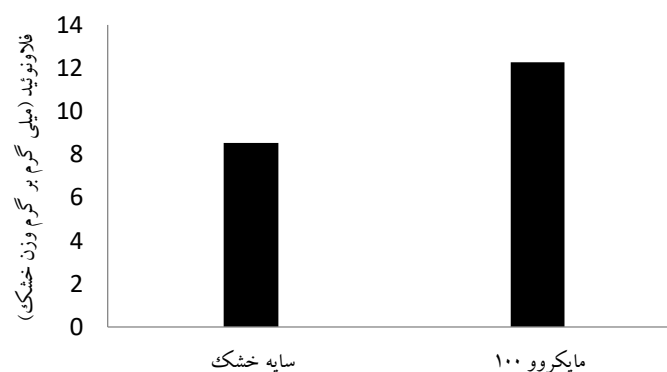
منبع تغییرات	درجه آزادی	درصد مهار رادیکال	مقدار فنل	مقدار فلاونوئید
تیمار	۱	**۲۶۶/۶	**۲۱۶	**۲۱/۰۱
خطا	۴	۶/۷	۰/۶۴	۰/۲۹
ضریب تغییرات		۵	۱۱	۱۵

** بیانگر معنی داری در سطح یک درصد می باشد



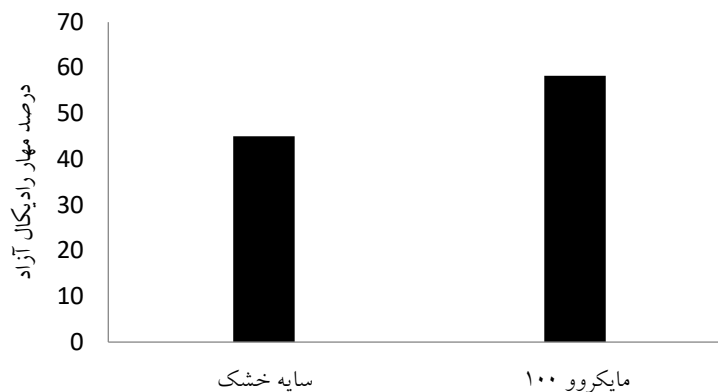
شکل ۱. مقایسه میانگین محتوی فنل در دو روش خشک کردن در سایه و میکروویو ۱۰۰ وات

میزان فلاونوئید گیاه گزنه در دو روش خشک کردن در سایه و میکروویو ۱۰۰ وات با هم تفاوت معنی دار داشتند به طوری که میزان فلاونوئید در این دو روش به ترتیب ۸/۵۲ و ۱۲/۲۷ میلی گرم بر گرم وزن خشک بود و از این نظر تیمار خشک کردن با میکروویو ۱۰۰ وات نسبت به خشک کردن در سایه دارای برتری بود (شکل ۲).



شکل ۲. مقایسه میانگین محتوی فلاونوئید در دو روش خشک کردن در سایه و میکروویو ۱۰۰ وات

درصد مهار رادیکال‌های آزاد نیز در عصاره برگ های گیاه گزنه که با ماکروویو ۱۰۰ وات خشک شده بودند (۵۸/۳ درصد) به طور محسوسی از نمونه های خشک شده در سایه (۴۵ درصد) بیشتر بود (شکل ۳).



شکل ۳. مقایسه میانگین درصد مهار رادیکال آزاد در دو روش خشک کردن در سایه و ماکروویو ۱۰۰ وات

۴. بحث و نتیجه گیری

براساس نتایج حاصل از این مطالعه مشخص شد که میزان فنل، فلاونوئید و درصد مهار رادیکال های آزاد گزنه تحت تأثیر تیمارهای مختلف خشک کردن قرار گرفت و مشخص شد که میزان این سه ترکیب در روش خشک کردن با مایکروویو ۱۰۰ وات به طور معنی داری بالاتر از روش خشک کردن در سایه بود. در مطالعه ای که با هدف مقایسه روش های استخراج عصاره گزنه انجام شد نتایج نشان داد که محتوی فنول، فلاونوئید و اسانس گزنه بسته به روش استخراج متفاوت است (قره خانی و همکاران، ۱۳۸۹). تأثیر روش استخراج عصاره بر مقدار فنول، فلاونوئید و اسانس در سایر تحقیقات نیز به اثبات رسیده است (Gulcin et al., 2004). پژوهش ها در زیره سیاه نشان داد که با افزایش توان دستگاه مایکروویو از ۲۰۰ به ۳۰۰ وات میزان ترکیبات استخراج شده از برگ گیاه کاهش می یابد که می تواند ناشی از تخریب برخی ترکیبات مؤثره حساس در این توان و دمای متناسب با آن باشد (Chemat et al., 2005). با این وجود گزارش شده است که خشک کردن با مایکروویو، علاوه بر کاهش مدت زمان لازم برای خشک شدن باعث حفظ رنگ گیاهان خشک شده و بهبود محتوای ماده مؤثره می گردد (Diaz et al., 2000).

بطور کلی در مطالعه حاضر مشخص شد که استفاده از مایکروویو ۱۰۰ وات برای خشک کردن گزنه سبب دستیابی به بیشترین مقدار فنل و فلاونوئید و فعالیت آنتی اکسیدانی گردید.



حسن زاده، کیانوش، همتی، خدایار، مهدی پور، مژده. ۱۳۹۷. تاثیر روش های مختلف خشک کردن (طبیعی و آون) بر زمان خشک کردن و برخی متابولیت های ثانویه گیاه دارویی بادرنجبویه (*Melissa officinalis* L.). پژوهش های تولید گیاهی. ۱۳۷: (۱)۲۵-۱۴۳.

روزدار، ف.، عزیزی، م.، عسکر، غ.، داوری نژاد، غ. ۱۳۹۳. بررسی تاثیر روش های مختلف خشک کردن بر زمان خشک شدن و برخی خواص بیوشیمیایی نعنا فلفلی (*Mentha piperita* L.). مجله علوم باغبانی. ۲۸: (۳)۴۰۷-۴۱۵.

قره خانی، مهدی، قربانی، محمد، ابراهیم زاده، محمدعلی، جعفری، سیدمهدی، صادقی ماهونک، ع. ۱۳۸۹. مقایسه روشهای مختلف استخراج ترکیب های فنولی و فلاونوئیدی از گیاه گزنه (*Urtica dioica* L.). تحقیقات گیاهان دارویی و معطر ایران. ۲۶: (۳)۳۸۹-۴۰۵.

مومیوند، ح.، رضایی نژاد، ع.، تقی پور، ش.، سپهوند، ک. ۱۳۹۸. ارزیابی تاثیر روش های مختلف خشک کردن بر زمان خشک شدن و برخی خصوصیات فیتوشیمیایی شمعدانی عطری. مجله علوم باغبانی. ۳۳: (۴)۶۵۵-۶۶۸.

- Arora, A., Byrem, T. M., Nair, M. G., and Strasburg, G. M. (2000). Modulation of liposomal membrane fluidity by flavonoids and isoflavonoids. *Archives of Biochemistry and Biophysics*, 373(1): 102-109.
- Chemat, S., Aït-Amar, H., Lagha, A., and Esveld, D. C. (2005). Microwave-assisted extraction kinetics of terpenes from caraway seeds. *Chemical Engineering and Processing: Process Intensification*, 44(12): 1320-1326.
- Cheung, L.M., Cheung, P.C.K., and Ooi, V.E.C. (2003). Antioxidant activity and total phenolics of edible mushroom extracts. *Food Chemistry*, 81(2): 249-255.
- Diaz, G.R., Martinez-Monzo, J., Fito, P., and Chiralt, A. (2003). Modeling of dehydrating and rehydrating of orange slices in combined microwave/air drying. *Innovative Food Science and Emerging Technologies*, 4: 203-209.
- Ebrahimzadeh, M.A., Navai, S.F., and Dehpour, A.A. (2011). Antioxidant activity of hydroalcoholic extract of *Ferula gummosa* Boiss roots. *European Review for Medical and Pharmacological Sciences*, 15(6): 658-664.
- Gülçin, I., Küfrevioğlu, Ö. İ., Oktay, M., and Büyükokuroğlu, M. E. (2004). Antioxidant, antimicrobial, antiulcer and analgesic activities of nettle (*Urtica dioica* L.). *Journal of Ethnopharmacology*, 90(2-3): 205-215.
- Hernandez, I.O., Chacón, R., Rodriguez, R., Portieles, Y., López, M., Pujol, O., and Borrás-Hidalgo, O. (2009). Black shank resistant tobacco by silencing of glutathione S-transferase. *Biochemical and Biophysical Research Communications*, 387(2): 300-304.
- Mahjoub, S., Davari, S., Moazezi, Z., and Qujeq, D. (2012). Hypolipidemic effects of ethanolic and aqueous extracts of *Urtica dioica* in rats. *Journal of World Applied Science*, 17(10): 1345-1348.
- Mour, A., Sruz, G.M., Franco, D., and Dominguez, J. (2001). Natural antioxidant from residual sources. *Food Chemistry*, 72(2): 145-171.

تأثیر روش های خشک کردن بر کمیت و کیفیت اسانس گیاه دارویی گزنه

فاطمه ایرانی^۱، قربانعلی رسام^{*}

^{*} گروه مهندسی تولید و ژنتیک گیاهی، دانشکده کشاورزی شیروان، دانشگاه بجنورد، بجنورد (rassam@um.ac.ir)

چکیده

با هدف بررسی کمیت و کیفیت اسانس گزنه تحت روش های مختلف خشک شدن، سرشاخه های گلدار گیاه از منطقه گلپایه شیروان- خراسان شمالی در سال ۱۴۰۱ جمع آوری گردید. آزمایش در قالب طرح کاملاً تصادفی و با ۴ تکرار انجام گرفت. شش روش خشک کردن شامل سایه (تیمار شاهد)، مایکروویو در دو شدت ۱۰۰ و ۴۰۰ وات، آون در دو دمای ۵۵ و ۴۵ درجه سانتی گراد و فریز درایر در دمای ۹۰ درجه، تیمارهای آزمایشی را شامل شدند. نتایج نشان داد که به لحاظ زمان تا خشک شدن اختلاف معنی داری بین تیمارها وجود داشت. بیشترین و کمترین زمان تا خشک شدن به ترتیب به روش خشک شدن در سایه و مایکروویو ۴۰۰ وات در تعلق داشت. بیشترین مقدار اسانس معادل ۰/۹۳ درصد از خشک کردن با مایکروویو ۱۰۰ وات حاصل شد که با سایر تیمارهای آزمایش اختلاف آماری معنی دار داشت. در مجموع ۳۸ ترکیب شیمیایی در اسانس گزنه حاصل از خشک شدن با مایکروویو ۱۰۰ وات شناسایی گردید که سه ترکیب 4-ol-terpinene (۸/۴۷ درصد) y- terpinene (۱۳/۹ درصد) و a-terpinene (۹/۶ درصد)، عمده ترین ترکیبات اسانس را تشکیل دادند.

واژگان کلیدی: اسانس، خشک کردن، شیروان، گزنه.



۱. مقدمه

گیاهان دارویی منابع طبیعی ارزشمندی هستند که از دیرباز بعنوان یکی از اولین و در دسترس ترین منابع قابل استفاده در درمان بیماری ها مورد توجه بوده اند. اگرچه مصرف داروهای گیاهی با ساخت و توسعه داروهای شیمیایی به حاشیه رفت ولی در دهه های اخیر و با پیدایش عوارض جانبی این داروها، بازگشت روزافزونی به مصرف داروهایی با منشا گیاهی شکل گرفته است. ایران یکی از غنی ترین منابع گیاهان دارویی جهان را دارا می باشد و از تنوع زیستگاهی فراوانی برای انواع گیاهان دارویی برخوردار است. از جمله این گیاهان دارویی، گیاه گزنه دوپایه است که در بسیاری از مناطق کشور به شکل خودرو رشد می کند. گزنه گیاهی پایا، دو پایه، علفی، است که ارتفاع آن به ۱۲۰ سانتی متر می رسد. از گیاه گزنه مدت مدیدی است که در طب سنتی جهان جهت معالجه بیماری هایی نظیر اگزما، ناراحتیهای دستگاه گوارش، دردهای مفاصل و درمان کم خونی استفاده می شود (Gülçin et al., 2004). بعلاوه گیاه گزنه در درمان سنگ کلیه، آسم، روماتیسم، فشار خون، نارسایی قلبی، ضد باکتری، دیابت و اختلالات کلیه مؤثر است (Mahjoub et al., 2012). در اندام های هوایی گزنه ترکیبات متعددی شامل اسانس، کارتنوئیدها، ویتامین ها، ترکیبهای ترپنوئیدی، استرول، فلاونوئیدها، آمین ها، اسیدهای آلی، ساپونین ها، آمینواسیدها، کومارینها، مواد معدنی و نوعی گلیکوزید با اثر قرمزکننده پوست یافت می شود. (Mahjoub et al., 2012). اسانس گزنه از مهمترین ترکیبات ثانویه گیاه است که از سرشاخه های گلدار گیاه قابل استخراج است. بیش از ۴۰ ترکیب ترکیب در اسانس گزنه شناسایی شده است که به گروه مونوترپن های اکسیژن دار، مونوترپن های هیدروکربنه و سزکوئی ترپن های هیدروکربنه تعلق دارند. ترکیبات اسانس وابستگی زیادی به منطقه رشد گیاه دارد و با تغییرات شرایط محیطی نوع و تعداد ترکیبات می تواند متغیر باشد.

یکی از روش های مرسوم برای نگهداری گیاهان دارویی بعد از برداشت، خشک کردن می باشد. این فرآیند شامل حذف رطوبت با استفاده از عمل تبخیر تا حد رسیدن به یک آستانه خاص است تا بتوان محصول را برای مدت طولانی انبار کرد. در نتیجه خشک شدن، فعالیت های آنزیمی و مخمرهای عامل فساد مستهلک و در نهایت متوقف می شوند (عزیزی و همکاران، ۱۳۸۹). انتخاب روش خشک کردن، دما و زمان مناسب خشک کردن با توجه به نوع مواد مؤثره متفاوت می باشد (Ozcan et al., 2005). در بین ترکیب های تشکیل دهنده گیاهان دارویی، اسانس ها جزو حساس ترین ترکیب ها به فرآیند خشک کردن می باشند و حساسیت این ترکیب ها تعیین کننده میزان دمای مورد استفاده برای خشک کردن می باشد، زیرا افزایش دمای مواد گیاهی در طی فرایند خشک کردن ممکن است باعث تبخیر یا تخریب و در نتیجه از دست رفتن برخی اجزاء مهم اسانس ها گردد (Venskutonis et al., 1996). فرایند خشک کردن بر درصد و اجزای تشکیل دهنده اسانس تأثیر قابل توجهی دارد و این تأثیر بر اساس دما و طول مدت خشک کردن و گونه گیاهی متفاوت است. در بررسی تأثیر روش های مختلف خشک کردن بر اکالیپتوس نشان داده شد که روش خشک کردن در آون با دمای ۵۰ درجه سانتی گراد به علت کوتاه بودن زمان خشک کردن و بدست آمدن بالاترین کمیت و کیفیت اسانس، بهترین روش خشک کردن برای این گونه بود (فتحی و همکاران، ۱۳۸۸). بررسی ها در بادرنجبویه نشان داد که حذف آب در روش خشک کردن طبیعی به دلیل حفظ مقدار بیشتری اسانس، روش

بهینه تری است (Shalaby et al., 1995). تاکنون تحقیقی مرتبط با تاثیر روش های خشک کردن گزنه بر مقدار اسانس و ترکیبات آن در کشور گزارش نشده است، بنابراین تحقیق حاضر به منظور بررسی تاثیر روشهای خشک کردن بر عملکرد کمی و کیفی اسانس گزنه در منطقه شیروان انجام گرفت.

۲. مواد و روش ها

سرشاخه های گلدار گیاه گزنه از منطقه گلپایه شیروان در مردادماه سال ۱۴۰۱ جمع آوری گردید. آزمایشی مقدماتی در قالب طرح کاملاً تصادفی و با ۴ تکرار انجام شد. ۶ روش خشک کردن شامل سایه (تیمار شاهد)، میکروویو در دو شدت ۱۰۰ و ۴۰۰ وات، آون در دو دمای ۵۵ و ۴۵ درجه سانتی گراد و فریز درایر در دمای ۹۰ درجه، تیمارهای آزمایشی را شامل شدند. مدت زمان خشک شدن سرشاخه های گلدار در هریک از روش ها تا زمانی که کاهش وزن ثابت و بدون تغییر می ماند، یادداشت شد. استخراج اسانس به روش تقطیر با آب با استفاده از دستگاه کلونجر به مدت سه ساعت و در شرایط کاملاً یکسان انجام شد. برای تعیین درصد اسانس گیاه دارویی گزنه، به مقدار لازم مواد گیاهی جهت اسانس گیری از تمام تیمارها بعد از خشک کردن تهیه و اسانس گیری به عمل آمد. اسانس به دست آمده با استفاده از سولفات سدیم خشک و کاملاً آبگیری و در یخچال نگه داری شد.

تجزیه آماری داده های درصد اسانس تیمارها با استفاده از نرم افزار آنالیز آماری SAS نسخه ۹/۴ انجام شد. به کمک مقایسات میانگین با روش LSD، برترین تیمار به لحاظ محتوی اسانس انتخاب گردید. سپس تیمار برتر (میکروویو در شدت ۱۰۰ وات) و تیمار شاهد (سایه) به لحاظ فنل کل، فلاونوئید و میزان درصد مهار رادیکال های آزاد مورد مقایسه قرار گرفتند. نتایج این مقایسه نشان داد محتوی این ترکیبات فیتوشیمیایی در خشک کردن با میکروویو ۱۰۰ وات بطور معنی داری بیشتر از خشک کردن در سایه بود. بنابراین ترکیبات اسانس حاصل از نمونه خشک شده در میکروویو ۱۰۰ وات شناسایی گردید. برای این منظور از دستگاه گاز کروماتوگراف - طیف سنج جرمی شرکت Agilent مدل ۵۹۷۵ استفاده شد. دمای اتاقک تزریق ۲۸۰ درجه سانتیگراد، میزان تزریق یک میکرولیتر به صورت Split 1:1 مجهز به ستون کروماتوگرافی HP-5ms به طول ۳۰ متر با قطر داخلی ۰/۲۵ میلیمتر و ضخامت روکش فیلم ۰/۲۵ میکرومتر تنظیم گردیده بود. جهت شناسایی اجزاء تشکیل دهنده اسانس ابتدا اندیس نگهداری کوئیناس آنها با کمک زمان های نگهداری مجموعه ان-الکان (C8-C20) محاسبه شد. شناسایی هر یک از اجزاء با مقایسه الگوهای شکست و اندیس های نگهداری محاسبه شده با مقادیر متناظر که در منابع مکتوب آمده است انجام شد. اندازه گیری کمی ترکیبات شناسایی شده با توجه به درصد سطح زیر پیک آنها صورت گرفت.

۳. نتایج

نتایج تجزیه واریانس نشان داد روش های مختلف خشک کردن به لحاظ آماری تاثیر معنی داری بر زمان تا خشک شدن گزنه داشتند (جدول ۱).

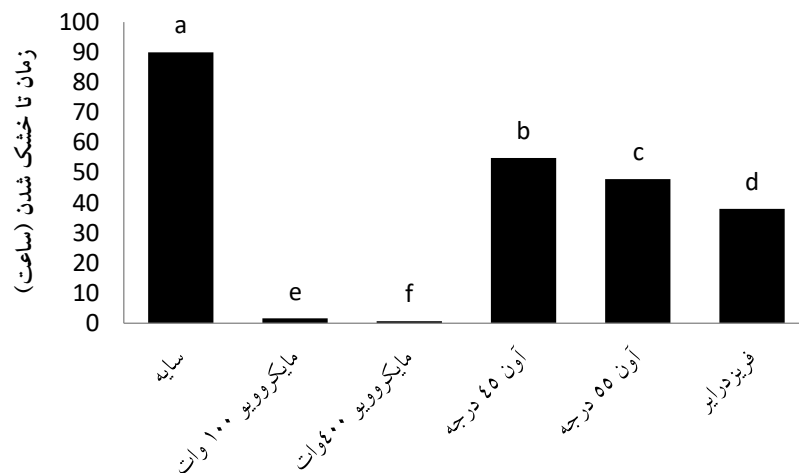


جدول ۱. نتایج تجزیه واریانس (درجه آزادی و میانگین مربعات) تاثیر روش های خشک کردن بر صفات مورد مطالعه

منبع تغییرات	درجه آزادی	زمان تا خشک شدن	درصد اسانس
تیمار	۵	۳۶۴۱/۴**	۰/۱۳**
خطا	۱۲	۰/۷۶	۰/۰۰۹
ضریب تغییرات		۱۲/۱	۸/۹

** معنی داری در سطح احتمال یک درصد می باشد.

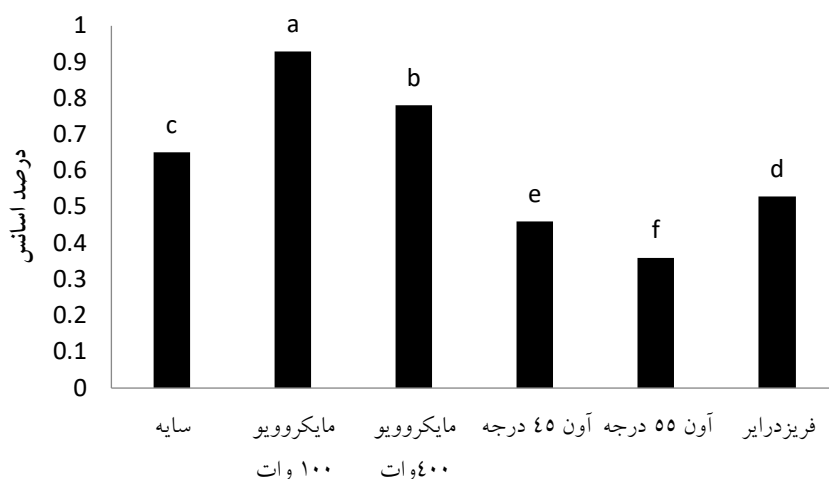
براساس نتایج حاصل از مقایسه میانگین تیمارهای آزمایش مشخص شد که بین تیمارهای مختلف خشک کردن از نظر زمان تا خشک شدن تفاوت معنی داری وجود داشت. بیشترین زمان تا خشک شدن با ۹۰ ساعت به تیمار خشک شدن در سایه تعلق داشت و خشک شدن در ماکروویو ۴۰۰ وات در سریعترین زمان (۴۹ دقیقه) انجام گرفت که البته با شدت ۱۰۰ وات ماکروویو با یک ساعت و نیم زمان اختلاف معنی دار نداشت (شکل ۱).



شکل ۱. مقایسه میانگین تاثیر تیمارهای مختلف خشک کردن بر زمان خشک شدن گزنه
(ستون هایی که دارای حداقل یک حرف مشابه هستند فاقد اختلاف آماری معنی دار بر اساس آزمون LSD می باشند)

بالاترین میزان اسانس گیاه گزنه به میزان ۰/۹۳ درصد متعلق به تیمار خشک کردن با مایکروویو ۱۰۰ وات بود و با سایر تیمارهای آزمایش دارای اختلاف آماری معنی داری بود. پس از این تیمار بالاترین میزان اسانس گزنه به ترتیب متعلق به تیمارهای مایکروویو ۴۰۰ وات، سایه، فریز درایر، آون در دمای ۴۵ درجه سانتی گراد و آون در دمای ۵۵ درجه سانتی گراد بود. (شکل ۲).

با توجه به اینکه اسانس استحصال شده از نمونه خشک شده با میکروویو ۱۰۰ وات بیشترین درصد اسانس گیاه گزنه حاصل گردید. این روش به عنوان روش بهینه خشک کردن در نظر گرفته شد.



شکل ۲. مقایسه میانگین تاثیر تیمارهای مختلف خشک کردن بر درصد اسانس گزنه (ستون هایی که دارای حداقل یک حرف مشابه هستند فاقد اختلاف آماری معنی دار براساس آزمون LSD می باشند)

با عنایت به اینکه نمونه خشک شده با میکروویو ۱۰۰ وات از بیشترین درصد اسانس نسبت به سایر روش ها برخوردار بود، بنابراین ترکیبات اسانس استخراجی از روش میکروویو ۱۰۰ وات با استفاده از دستگاه GC-mass مورد شناسایی قرار گرفت. در مجموع ۳۸ ترکیب در اسانس گزنه شناسایی گردید (جدول ۲) که در بین آنها سه ترکیب 4-ol terpinene (۴۷/۸ درصد)، y- terpinene (۱۳/۹ درصد) و a-terpinene (۹/۶ درصد) اصلی ترین ترکیبات تشکیل دهنده اسانس بودند. درصد سایر ترکیبات از کل اسانس هریک کمتر از ۵ درصد بود. ترکیب eugenol کمترین مقدار از کل اسانس را دارا بود. مونوترپن های اکسیژن دار با ۶۶/۴ درصد بیشترین حجم اسانس را تشکیل دادند. مونوترپن های هیدروکربنه با ۳۰/۹ درصد دیگر گروه عمده اسانس را شامل شدند. سزکوئی ترپنهای هیدروکربنه و اکسیژن دار، پروپانوئیدهای فنلی و میسانتوس ها دیگر گروه ترکیبات اسانس بودند (جدول ۳).

۴. بحث و نتیجه گیری

در تحقیق مشابه بر روی گیاه نعناع گزارش شد که خشک شدن گیاه در سایه ۱۱۰ ساعت زمان نیاز دارد در حالی که در شدت ۹۰۰ وات ماکروویو فقط ۱۶ دقیقه نیاز است که این گیاه خشک شود (حاتمی و همکاران، ۱۴۰۳). نتایج این محققین در تطابق با نتایج مطالعه حاضر می باشد. خشک کردن گیاهان دارویی منجر به حذف رطوبت از گیاه شده که به دنبال آن میزان رشد قارچها و آفلاتوکسین کاهش می یابد. البته کاهش محتوای رطوبتی بیش از حد مجاز، کاهش کیفیت و کمیت گیاه دارویی را به دنبال دارد (Chemat et al., 2005). در این مطالعه نیز دو روش خشک کردن با آون ۴۵ و ۵۵ درجه سانتی گراد



که منجر به حذف رطوبت در مدت زمان بیشتری از گیاه می شوند دارای کمترین میزان کارایی محتوای درصد اسانس بودند. در بین روشهای مورد مطالعه برای خشک کردن و استخراج مواد موثره گیاه دارویی گزنه روش خشک کردن و استخراج با استفاده از مایکروویو دارای کارایی بالاتری نسبت به سایر روشهای مورد مطالعه داشت. چگونگی گرم شدن مواد گیاهی در تیمار با مایکروویو نسبت به سایر روشهای مرسوم خشک کردن متفاوت است و حرارت ایجاد شده در داخل ماده گیاهی در اثر تکرار برخورد یونهای قرار گرفته در میدان الکتریکی به وجود می آید.

جدول ۲. ترکیبات شناسایی شده در اسانس گزنه

شماره ردیف	ترکیبات	درصد
1	α -pinene	2.6
2	β -pinene	0.1
3	3-p-menthene	0.1
4	myrcene	0.3
5	α -phellandrene	0.2
6	α -terpinene	4.3
7	p-cymene	3.8
8	limonene	2.5
9	1-8-cineol	2.4
10	γ-terpinene	13.9
11	p-mentha-3,8-diene	0.1
12	diallyl disulfide	0.3
13	p-mentha-2,4(8)-diene	0.2
14	terpinolene	2.7
15	linalool	0.4
16	endo fenchol	0.1
17	trans-dihydro- α -terpineol	2.5
18	cis-menth-4-ol	0.3
19	borneol	0.5
20	terpinen-4-ol	47.8
21	p-cymen-8-ol	0.4
22	α-terpineol	9.6
23	γ -terpineol	1.2
24	citronellol	0.1
25	pulegone	0.1
26	geraniol	0.2
27	Z-anethol	0.1
28	Z-anethol	0.4
29	E-anethol	0.4
30	thymol	0.6
31	carvacrol	0.2
32	p-methyl guaiacol	0.1
33	eugenol	0.05
34	β -caryophyllene	0.4
35	α -humulene	0.4
36	dihydroactinidioides	0.1
37	spathulenol	0.3
38	globulol	0.2

جدول ۳. مهمترین گروه‌های تشکیل دهنده اسانس گزنه

گروه	درصد
Monoterpene hydrocarbones	30.9
Oxygenated monoterpenes	66.4
Sesquiterpene hydrocarbones	1.6
Oxygenated sesquiterpenes	0.5
Phenyl propanoides	0.9
Miselaneous	0.5
Total Identified	100

در سایر روشهای متداول، انرژی حرارتی از منبع حرارتی خارجی به مواد گیاهی منتقل و انتشار می یابد، درحالی که در روش مایکروویو قرار گرفتن مولکولهای آب در راستای میدان الکتریکی سبب ایجاد اصطحاک و تولید حرارت در ماده گیاهی می شود. بنابراین انرژی حرارتی به وسیله فرآیند جابجایی و هدایت به سایر قسمتها دیگر گیاه نیز انتقال پیدا می یابد (Zhi Xiang et al., 2020). احتمالاً مکانسیم متفاوت انتشار حرارت در روش مایکروویو منجر به خشک شدن گیاه در این روش با زمان کوتاهتر شده است. نتایج مشابهی در مورد کاهش زمان خشک شدن با افزایش توان مایکروویو در آویشن دناپی و جعفری گزارش شده است (Dehghani et al., 2018). در مطالعه‌ای دیگر روی گیاه بادرنجبویه بهترین روش خشک کردن گیاه برای دستیابی به بالاترین میزان اسانس و ترکیبات آنرا خشک کردن در سایه گزارش گردید (Khalid et al., 2017). در بررسی تاثیر روش های خشک کردن در گیاه نعنا فلفلی در شرایط محیطی شیروان، ۱۶ ترکیب بیش از ۹۸ درصد اسانس گیاه را تشکیل دادند (حاتمی و همکاران، ۱۴۰۳). بطور کلی نتایج تحقیق حاضر نشان داد که خشک کردن گزنه با مایکروویو ۱۰۰ وات می تواند منجر به استحصال بیشترین مقدار اسانس شود و زمان تا خشک شدن را بسیار کوتاه نماید. در این روش ۳۸ ترکیب در اسانس شناسایی گردید.

منابع

حاتمی، ح.، رسام، ق.، دادخواه، ع. ۱۴۰۳. تأثیر زمان برداشت و روش های خشک کردن بر کمیت و کیفیت اسانس گیاه نعنا فلفلی (*Mentha piperita*) در شرایط آب و هوایی شیروان. مجله علوم باغبانی. ۳۸(۱): ۱۳۳-۱۴۶.

عزیزی، م.، رحمتی، م.، عبادی، ت.، حسن زاده خیاط، م. ۱۳۸۸. بررسی تاثیر روشهای مختلف خشک کردن بر سرعت کاهش وزن، میزان اسانس و درصد کامازولن گیاه دارویی بابونه (*Matricaria recutita* L.). مجله تحقیقات گیاهان دارویی و معطر ایران، ۲۵(۲): ۱۸۲-۱۹۲.



- فتحی، الف.، سفیدکن، ف.، بخشی، غ.، آبروش، ز.، عصاره، م. ۱۳۸۸. تاثیر روش های مختلف خشک کردن و اسانس گیری بر کمیت و کیفیت اسانس *Eucalyptus largiflorens*. مجله تحقیقات گیاهان دارویی و معطر ایران، ۲۵(۱): ۶۴-۷۴.
- Chemat, S., Aït-Amar, H., Lagha, A., and Esvel, D. C. (2005). Microwave-assisted extraction kinetics of terpenes from caraway seeds. *Chemical Engineering and Processing: Process Intensification*, 44(12): 1320-1326.
- Dehghani Mashkani, M.R., Larijani, K., Mehranfarian, A., and Naghdi Badi, H. (2018). Changes in the essential oil content and composition of *Thymus daenensis* Celak. Under different drying methods. *Industrial Crops and Products*, 112: 389-395.
- Gülçin, I., Küfrevioğlu, Ö. İ., Oktay, M., and Büyükkuroğlu, M. E. (2004). Antioxidant, antimicrobial, antiulcer and analgesic activities of nettle (*Urtica dioica* L.). *Journal of Ethnopharmacology*, 90(2-3): 205-215.
- Khalid, K.A., Hu, W., and Cai, W. (2008). The effects of harvesting and different drying methods on the essential oil composition of lemon balm (*Melissa officinalis* L.). *Journal of Essential Oil-Bearing Plants*, 11(4): 342-349.
- Mahjoub, S., Davari, S., Moazezi, Z., and Qujeq, D. (2012). Hypolipidemic effects of ethanolic and aqueous extracts of *Urtica dioica* in rats. *Journal of World Applied Science*, 17(10): 1345-1348.
- Ozcan, M., Arslan, D., and Unvar, A., (2005). Effect of drying methods on the mineral content of basil (*Ocimum basilicum* L.). *Journal of Food Engineering*, 69(3): 375-379.
- Shabby, A. S., El-Gengaihi, S., and Khattab, M. (1995). Oil of *Melissa officinalis* L., as affected by storage and herb drying. *Journal of Essential Oil Research*, 7(6): 667-669.
- Venskutonis, P.R., Poll, L., and Larsen, M. (1996). Influence of drying and irradiation on the composition of volatile compounds of thyme (*Thymus vulgaris* L.). *Flavour and Fragrance Journal*, 11(2): 123-128.
- Zhi Xiang, N., Yong, P.H., and Lim, S.Y. (2020). Customized drying treatments increased the extraction of phytochemicals and antioxidant activity from economically viable medicinal plants. *Industrial Crops and Products*, 155: 112815.

تحلیل عوامل مؤثر بر کاربرد گیاهان دارویی در درمان بیماری کووید-۱۹

صمد عرفانی فر^{۱*} و زینب شکوهی^۲

^{۱*}: گروه تولیدات گیاهی، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی داراب، دانشگاه شیراز، شیراز، (erfanifar@shirazu.ac.ir)

^۲: گروه اقتصاد کشاورزی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شیراز، شیراز

چکیده

این پژوهش با هدف تحلیل عوامل مؤثر بر استفاده از گیاهان دارویی در درمان بیماری کووید-۱۹ با استفاده از رگرسیون لجیت انجام شد. داده‌های مورد نیاز با تکمیل ۲۷۴ پرسش‌نامه از شهروندان شیرازی در تیر ماه ۱۴۰۲ جمع‌آوری شد. نتایج نشان داد که متغیرهای سن و اشتغال در بخش سلامت اثر منفی و معنی‌داری بر استفاده از گیاهان دارویی در درمان بیماری کووید-۱۹ دارند. همچنین، نگرش و دانش نسبت به گیاهان دارویی تأثیر مثبت و معنی‌داری بر استفاده از آن‌ها به عنوان بخشی یا تمام درمان در مواجهه با بیماری کووید-۱۹ دارند. نگرش منفی بخش سلامت نسبت به کاربرد گیاهان دارویی در درمان بیماری‌ها از جمله کووید-۱۹ یکی از موانع گسترش طب گیاهی است که لازم است در سطح کلان بخش سلامت، سیاستگذاری مناسب برای رفع آن انجام شود. از طرف دیگر برای گسترش فرهنگ عمومی استفاده از گیاهان دارویی، لازم است دانش و نگرش آحاد جامعه از طریق تبلیغات در رسانه‌های عمومی ارتقاء یابد که این امر مهم نیز می‌تواند مورد توجه مسئولین بخش سلامت واقع شود.

واژگان کلیدی: بیماری کووید-۱۹، شیراز، گیاهان دارویی، مدل لجیت



۱. مقدمه

شیوع بیماری کووید-۱۹ بر جنبه‌های مختلفی از زندگی بشر اثرگذار بود که یکی از آن‌ها به کارگیری هرچه بیش‌تر گیاهان دارویی در درمان و کنترل این بیماری بود (lim et. al., 2021). سؤالی که در این جا مطرح می‌شود این است که دانش و نگرش افراد در رابطه با گیاهان دارویی به چه میزان می‌تواند بر مصرف آن اثرگذار باشد. از دیدگاه روانشناسی سلامت، تمایل به استفاده از گیاهان و داروهای مکمل برای پیشگیری و یا درمان بیماری‌ها به نگرش و دانش افراد نسبت داده می‌شود (Soltani et al., 2023). در ادامه به برخی از مطالعات صورت گرفته در این زمینه اشاره شده است.

نتایج تحقیق (li et al., 2022) به منظور بررسی نگرش دانش‌آموزان چینی نسبت به گیاهان دارویی چینی و کاربرد آن در درمان بیماری کووید-۱۹ نشان داد که ۱۸ درصد از دانش‌آموزان از گیاهان چینی برای پیشگیری از کووید-۱۹ استفاده کرده‌اند، با این حال نگرش کلی دانشجویان نسبت به کاربرد داروهای گیاهی چینی برای مبارزه با کووید-۱۹ بسیار مثبت بود. کاربرد و نگرش نسبت به داروهای گیاهی، در طول همه‌گیری کووید-۱۹ در مطالعه (Nguyen et al., 2021) برای کشور ویتنام مورد بررسی قرار گرفت. تقریباً ۷۰ درصد از شرکت‌کنندگان معتقد بودند که داروهای گیاهی بی‌خطر هستند، عوارض جانبی کم‌تری نسبت به داروهای معمولی دارند و برای بیماری‌های جزئی مؤثر هستند. نزدیک به نیمی از پاسخ‌دهندگان گزارش کردند که در طول همه‌گیری کووید-۱۹ از داروهای گیاهی برای بیماری‌های رایج استفاده کرده‌اند. زنجبیل، عسل، سیر از رایج‌ترین داروهای گیاهی مورد استفاده در دوره همه‌گیری کووید-۱۹ گزارش شده است.

ایران با داشتن شرایط اقلیمی متنوع دارای بیش از ۲۰۰۰ گونه گیاهان دارویی است که درصد قابل ملاحظه‌ای از آن منحصراً در ایران تولید می‌شود. در این میان استان‌های فارس، لرستان، خراسان شمالی، جنوبی و رضوی، سیستان و بلوچستان و لرستان بیش‌ترین سطح زیرکشت و تنوع گیاهان دارویی را به خود اختصاص داده‌اند (صفاری‌زاده و همکاران، ۱۴۰۲). با توجه به این که ایران دارای شرایط مناسبی در تولید و پرورش گیاهان دارویی است و سهم استان فارس در آن بالا است و هرگونه توسعه در این بازارها نیازمند شناخت نگرش مصرف‌کنندگان است، در این مطالعه اثر دانش و نگرش مصرف‌کنندگان بر مصرف گیاهان دارویی در کنترل بیماری کووید-۱۹ در شهر شیراز بررسی شد. مروری بر مطالعات انجام شده نشان می‌دهد که تاکنون مطالعه‌ای به بررسی اثر دانش و نگرش افراد بر مصرف گیاهان دارویی در شهر شیراز نپرداخته است. بنابراین در ادامه چگونگی بررسی این مسئله تشریح و نتایج حاصل از آن ارائه شده است.

۲. روش تحقیق

با توجه به ماهیت متغیر مستقل که به صورت یک متغیر دوگانه^۱ تعریف شد (در صورتی که فرد مبتلا به بیماری کووید-۱۹ از درمان گیاهی یا ترکیبی استفاده کرده باشد عدد یک و در صورتی که درمان فقط با داروهای شیمیایی انجام شده باشد عدد صفر به آن اختصاص داده شد)، از مدل لجیت دوگانه برای بررسی عوامل مؤثر بر احتمال انتخاب روش درمان ترکیبی (شیمیایی و گیاهی) استفاده شد. متغیر دوگانه وابسته، نمونه‌ای از متغیر وابسته محدود شده^۲ است. متغیر وابسته محدود شده متغیری است که دامنه تغییرات آن فقط مقادیر خاصی را می‌تواند اختیار کند. برای مثال در این تحقیق، متغیر وابسته دوگانه فقط محدود به دو مقدار صفر و یک است.

^۱ Binary variable
^۲ Limited dependent variable (LDV)



۱-۲. تصریح مدل لجیت

در مدل احتمال خطی^۱ فرض بر این است که احتمال پاسخ بر حسب مجموعه‌ای از پارامترها (ضرایب مدل) خطی است. برای اجتناب از محدودیت‌های مدل احتمال خطی، مجموعه مدل‌هایی با پاسخ دوگانه ارائه شده‌اند. در مدل پاسخ دوگانه، هدف محاسبه احتمال پاسخ مثبت است که به صورت رابطه (۱) بیان می‌شود (Wooldridge, 2015).

$$P(y = 1|x) = G(\beta_0 + \beta_1 x_1 + \dots + \beta_k x_k) = G(\beta_0 + x\beta) \quad (1)$$

در رابطه بالا G تابعی است که برای تمام مقادیر حقیقی Z مقداری بین صفر و یک به خود می‌گیرد. لذا این اطمینان حاصل می‌شود که احتمال پاسخ دقیقاً بین صفر و یک قرار گیرد. توابع غیرخطی متعددی برای تابع G پیشنهاد شده‌اند که در مدل لجیت، G تابع لجستیک است که به صورت رابطه (۲) تعریف می‌شود.

$$G(z) = \exp(z) / [1 + \exp(z)] \quad (2)$$

تابع لجستیک در واقع تابع توزیع تجمعی^۲ متغیر تصادفی استاندارد لجستیک است. تابع G در مدل لجیت یک تابع اکیداً صعودی است. وقتی Z به سمت منفی بی‌نهایت میل می‌کند، $G(Z)$ به سمت صفر میل می‌کند و با میل Z به سمت بی‌نهایت، $G(Z)$ به سمت یک میل می‌کند.

۲-۲. برآورد حداکثر درستنمایی مدل لجیت

به دلیل ماهیت غیر خطی $E(y|x)$ ، برآورد حداقل مربعات معمولی قابل استفاده نیست. برای برآورد مدل با متغیر وابسته محدود شده مانند مدل لجیت، کاربرد روش حداکثر درستنمایی غیرقابل اجتناب است. فرض کنید نمونه‌ای تصادفی با حجم n داریم. برای بدست آوردن برآورد گرای حداکثر درستنمایی، مشروط به متغیرهای مستقل، به چگالی y_i به شرط x_i نیاز است که می‌توان آن را به صورت رابطه (۳) نوشت (Wooldridge, 2015).

$$f(y|x_i; \beta) = [G(x_i\beta)]^y [1 - G(x_i\beta)]^{1-y}, y = 0, 1 \quad (3)$$

برای سادگی فرض شده است که عرض از مبدأ در بردار x_i قرار دارد. تابع حداکثر درستنمایی برای مشاهده i ام تابعی از پارامترها و داده‌ها (x_i, y_i) است که با گرفتن لگاریتم از تابع فوق به صورت رابطه (۴) بدست می‌آید.

$$\ell_i(\beta) = y_i \log[G(x_i\beta)] + (1 - y_i) \log[1 - G(x_i\beta)] \quad (4)$$



به دلیل این که $G(\cdot)$ برای مدل های لوجیت دقیقاً در دامنه صفر تا یک قرار دارد، $l_i(\beta)$ برای تمام مقادیر β به درستی تعریف شده است. تابع لگاریتم درستنمایی برای یک نمونه n تایی با جمع رابطه بالا روی تمام اعضای نمونه به صورت رابطه (۵) تعریف می شود.

$$\mathcal{L}(\beta) = \sum_{i=1}^n \ell_i(\beta) \quad (5)$$

بر آورد گر حداکثر درستنمایی β ، که با $\hat{\beta}$ نشان داده می شود، این لگاریتم درستنمایی را حداکثر می کند.

۳-۲. تعریف متغیرهای مدل و جمع آوری داده ها

در این تحقیق متغیر مستقل مدل به صورت یک متغیر دو گانه تعریف شد، در صورتی که فرد مبتلا به بیماری کووید-۱۹ از درمان گیاهی یا ترکیب آن با داروی شیمیایی استفاده کرده باشد عدد یک و در صورتی که در فرآیند درمان فقط داروهای شیمیایی مصرف کرده باشد عدد صفر به آن اختصاص داده شد. به متغیر جنسیت به عنوان یک متغیر موهومی، برای زنان ارزش صفر و برای مردان ارزش یک تخصیص داده شد. متغیر سن بصورت پیوسته بر حسب سال تعریف شد. پاسخ دهندگان از نظر بیمه درمانی به دو گروه دارای بیمه درمان و فاقد بیمه درمان تفکیک شدند و به ترتیب به آن ها عدد یک و صفر اختصاص داده شد. متغیر اشتغال در بخش سلامت به عنوان یک متغیر موهومی برای افراد شاغل عدد یک و برای سایرین عدد صفر در نظر گرفته شد. شدت بیماری کووید-۱۹ افراد مبتلا، براساس خود اظهاری آن ها، بر حسب طیف لیکرت پنج تایی سنجش شد. با توجه به این که افراد به سؤال های مخارج خانواده نسبت به درآمد راحت تر پاسخ می دهند، در این مطالعه به منظور سنجش درآمد، از مخارج خانواده بر حسب میلیون ریال در ماه سؤال شد. دانش پاسخ دهندگان در مورد داروهای گیاهی براساس پرسش نامه شش سؤالی (welz et al., 2019) بر مبنای طیف لیکرت پنج تایی از یک (خیلی ضعیف) تا پنج (خیلی خوب) ارزیابی شد. برای این گویه ها، ضریب آلفای کرونباخ ۰/۸۴ به دست آمد و براساس اظهار نظر متخصصان، ارزش روایی محتوای پرسش ها ۰/۹۱ بود. به منظور ارزیابی نگرش افراد نسبت به گیاهان دارویی از گویه های شش سؤالی (Hyland et al., 2003) استفاده شد. این ابزار دارای آلفای کرونباخ ۰/۷۹ بود و براساس نظر متخصصان، ارزش روایی آن در مطالعه حاضر ۰/۹۳ بدست آمد. حجم نمونه بر اساس پارامترهای توزیع تمایل به پرداخت جامعه آماری (شهر شیراز) که از پیش آزمون استخراج شد و پذیرفتن دو درصد خطای نمونه گیری و با توجه به جمعیت شهر شیراز، بر اساس فرمول (Scheaffer et al., 2011) برابر با ۲۷۴ نفر بدست آمد. پرسش نامه نهایی به صورت مصاحبه چهره به چهره در مناطق مختلف شهر شیراز در تیرماه ۱۴۰۲ تکمیل شد.

۳. نتایج و بحث

در ادامه ابتدا ویژگی های اقتصادی - اجتماعی نمونه و سپس نتایج مدل لوجیت آورده شده است.

۳-۱. ویژگی های نمونه

جدول ۱ ویژگی های اقتصادی - اجتماعی متغیرهای نمونه را نشان می دهد. مصاحبه شوندگان در گروه سنی ۱۶ تا ۸۲ سال با میانگین سنی ۲۹ سال بودند. ۶۷ درصد آن ها مرد و ۳۳ درصد مصاحبه شوندگان زن بودند. میانگین مخارج ماهانه خانوار در دامنه ۱۰ تا ۱۷۰ میلیون ریال با میانگین ۹۲/۵ میلیون ریال بود.



جدول ۱- ویژگی های اقتصادی-اجتماعی نمونه

متغیرها	میانگین	کمینه	بیشینه	انحراف معیار
سن (سال)	۲۹	۱۶	۸۲	۱۱/۶
جنسیت (متغیر موهومی: مرد ۱، زن صفر)	۰/۶۷	۰	۱	---
مخارج ماهانه خانوار (میلیون ریال)	۹۲/۵	۱۰	۱۷۰	۵۴/۵
دانش گیاهان دارویی (طیف لیکرت ۵ تایی)	۲/۴	۱	۳/۸	۰/۶۳
نگرش به گیاهان دارویی (طیف لیکرت ۵ تایی)	۲/۹	۱	۵	۰/۶۸
اشتغال در بخش سلامت (متغیر موهومی: آری ۱، خیر ۰)	۰/۲۰	۰	۱	---
شدت بیماری کووید-۱۹ (طیف لیکرت ۵ تایی)	۳	۱	۵	---
بیمه درمان (متغیر موهومی: داشتن ۱، نداشتن ۰)	۰/۸	۰	۱	---

مأخذ: یافته های تحقیق

شاخص دانش افراد نسبت به گیاهان دارویی بر اساس طیف لیکرت پنج تایی به طور متوسط معادل ۲/۴ بود که دامنه این شاخص برای افراد نمونه در محدوده ۱ تا ۳/۸ قرار داشت. شاخص نگرش نسبت به گیاهان دارویی بر اساس طیف لیکرت پنج تایی در دامنه ۱ تا ۵ با میانگین ۲/۹ بود. ۲۰ درصد افراد نمونه در بخش سلامت مشغول به کار بودند و ۸۰ درصد آن‌ها دارای بیمه درمان بودند. شدت بیماری افراد مبتلا به کووید-۱۹ بر اساس خود اظهاری آن‌ها بر مبنای طیف لیکرت پنج تایی، معادل سه بدست آمد.

۲-۳. نتایج مدل لجیت و اثر نهایی متغیرهای مستقل

نتایج تخمین مدل لجیت به روش حداکثر درستمایی در جدول ۲ آمده است. آماره نسبت درستمایی در سطح یک درصد معنی دار شده است که نشان دهنده معنی داری کلی ضرایب برآورد شده مدل است.

بر اساس نتایج جدول ۲، متغیرهای سن، شاخص دانش گیاهان دارویی، شاخص نگرش به گیاهان دارویی و اشتغال در بخش سلامت بر انتخاب گیاهان دارویی در درمان، توسط افراد مبتلا به کووید-۱۹ تأثیر معنی داری داشته است. ضریب متغیر سن با علامت منفی در سطح ۱۰ درصد معنی دار شده است که بیانگر این واقعیت است که با افزایش سن احتمال پذیرش گیاهان دارویی به عنوان درمان بیماری کووید-۱۹ کاهش می یابد.

شاخص های دانش و نگرش به گیاهان دارویی با علامت مثبت در سطح یک درصد معنی دار شده اند. در این راستا می توان بیان کرد که افزایش دانش و آگاهی افراد نسبت به گیاهان دارویی و همچنین داشتن نگرش مثبت به تأثیر گیاهان دارویی در درمان بیماری ها توانسته است بر پذیرش گیاهان دارویی در درمان بیماری کووید-۱۹ تأثیر مثبت داشته باشد. یافته های این تحقیق با مطالعه Aina et al., (2020) در نیجریه مطابقت دارد، جایی که افرادی که تجربه استفاده از گیاهان دارویی را داشتند، از سطح دانش بالایی در مورد داروهای گیاهی برخوردار بودند. همچنین یافته های رگرسون لجیت توسط Kristianto et al., (2022) نشان داد که دانش و نگرش نسبت به گیاهان دارویی به طور مثبت و معنی داری با کاربرد آن‌ها در درمان بیماری ها ارتباط دارد. Welz et al., (2019) نیز نشان دادند که دانش طب گیاهی می تواند کاربرد گیاهان دارویی در پیشگیری و درمان بیماری کووید-۱۹ و همچنین آگاهی از اثرات جانبی و متقابل را افزایش دهد.



جدول ۲. نتایج مدل رگرسیون لجیت

متغیرها	ضریب	خطای استاندارد
سن (سال)	-۰/۰۲۴*	۰/۰۱۴۴
جنسیت (متغیر موهومی: مرد ۱، زن صفر)	۰/۴۷۳	۰/۳۵۱۲
مخارج ماهانه خانوار (میلیون ریال)	-۰/۰۰۱	۰/۰۰۳۰
دانش گیاهان دارویی (طیف لیکرت ۵ تایی)	۱/۰۲۸***	۰/۲۹۲۳
نگرش به گیاهان دارویی (طیف لیکرت ۵ تایی)	۰/۶۷۴***	۰/۲۵۵۹
اشتغال در بخش سلامت (متغیر موهومی: آری ۱، خیر ۰)	-۰/۷۲۱*	۰/۳۹۰۵
شدت بیماری کووید-۱۹ (طیف لیکرت ۵ تایی)	-۰/۱۶۹	۰/۱۶۴۷
بیمه درمان (متغیر موهومی: داشتن ۱، نداشتن ۰)	۰/۳۷۴	۰/۴۱۱۶
ثابت	-۱/۸۰۲	۱/۱۳۷۸
تعداد مشاهدات: ۲۷۴		
Pseudo R2=0.1152		
LR chi2(8)=29.99		
Prob > chi2 = 0.0002		

مأخذ: یافته‌های تحقیق. (* و ** و *** به ترتیب معنی‌داری در سطح ۱٪ و ۱۰٪ و ۱٪)

نتایج برآورد مدل لجیت در جدول ۲ نشان می‌دهد که متغیر اشتغال در بخش سلامت با علامت منفی در سطح ۱۰ درصد معنی‌دار شده است که نشان می‌دهد، اشتغال افراد در این بخش مانع استفاده از گیاهان دارویی در درمان بیماری کووید-۱۹ شده است. دلیل این امر می‌تواند اطلاعات و دانش کامل‌تر این افراد نسبت به داروهای شیمیایی در درمان بیماری‌ها از جمله کووید-۱۹ و بیانگر اعتماد بیش‌تر آن‌ها به طب مدرن در درمان بیماری‌ها است. متغیرهای جنسیت، مخارج ماهانه خانوار، شدت بیماری کووید-۱۹ افراد مبتلا و وضعیت بیمه درمان افراد بر مصرف گیاهان دارویی در فرآیند درمان بیماری کووید-۱۹ تأثیر معنی‌داری نداشته است.

۴. نتیجه‌گیری

در این مطالعه رابطه بین نگرش و دانش نسبت به گیاهان دارویی در استفاده از آن‌ها در فرآیند درمان بیماری کووید-۱۹ با استفاده از رگرسیون لجیت بررسی شد. نتایج نشان داد که متغیرهای سن و اشتغال در بخش سلامت اثر منفی و معنی‌داری بر استفاده از گیاهان دارویی در درمان کووید-۱۹ دارند. همچنین، نگرش و دانش نسبت به گیاهان دارویی تأثیر مثبت و معنی‌داری بر استفاده از آن‌ها در مواجهه با بیماری کووید-۱۹ نشان داد.

با توجه به تأثیر منفی اشتغال در بخش سلامت بر مصرف گیاهان دارویی در فرآیند درمان کووید-۱۹، می‌توان نتیجه گرفت که بخش رسمی درمان تمایل کمی به کاربرد طب سنتی در فرآیند پیشگیری و درمان بیماری‌ها با استفاده از گیاهان دارویی دارند و تا زمانی که اعتقاد و اعتماد به طب گیاهی در کارکنان بخش سلامت ایجاد نشود نمی‌توان امیدی به گسترش فرهنگ گیاهان دارویی به صورت رسمی در جامعه داشت. لذا این نگرش یک از موانع اساسی در گسترش فرهنگ طب سنتی در جامعه است. بنابراین برای رواج طب سنتی و کاربرد گیاهان دارویی باید توسط نهادهای بالادستی بخش سلامت در راستای رفع این مشکل اساسی سیاست‌گذاری‌های لازم انجام شود تا طب گیاهی به عنوان یکی از فرآیندهای درمان، مورد پذیرش و

اقبال متخصصین جامعه سلامت قرار گیرد. از طرف دیگر تأثیر مثبت نگرش و دانش به گیاهان دارویی بر کاربرد آنها در فرآیند درمان بیماری کووید-۱۹ بیانگر این موضوع است که برای فرهنگ سازی عمومی در راستای مصرف گیاهان دارویی لازم است سواد و نگرش آحاد جامعه را نسبت به طب گیاهی افزایش داد و این امر مهم از طریق رسانه های عمومی قابل دستیابی است.

منابع

- صفاری زاده، ز.، بلالی، ح.، موحدی، ر. و شهبازی، ح. ۱۴۰۲. (کاربرد الگوی توییت و روش دو مرحله ای هکمن). تحقیقات اقتصاد و توسعه کشاورزی ایران، ۵۴(۲): ۵۵۵-۵۴۳.
- Aina, O., Gautam, L., Simkhada, P., and Hall, S. (2020). Prevalence, determinants and knowledge about herbal medicine and non-hospital utilisation in southwest Nigeria: a cross-sectional study. *BMJ open*, 10(9): e040769.
- Hyland, M. E., Lewith, G. T., and Westoby, C. (2003). Developing a measure of attitudes: the holistic complementary and alternative medicine questionnaire. *Complementary Therapies in Medicine*, 11(1): 33-38.
- Kristianto, H., Pramesona, B. A., Rosyad, Y. S., Andriani, L., Putri, T. A. R. K., and Rias, Y. A. (2022). The effects of beliefs, knowledge, and attitude on herbal medicine use during the COVID-19 pandemic: A cross-sectional survey in Indonesia. *F1000Research*, 11(2): 483-495.
- Li, H., Liu, J., Hu, X., Wei, S., and Jun, W. (2022). Practices, knowledge, and attitudes of Chinese university students toward traditional Chinese herbal medicine for the control of COVID-19. *Infection and Drug Resistance*, 15: 6951-6962.
- Lim X.Y., Teh B.P., and Tan T.Y.C. (2021). Medicinal Plants in COVID-19: Potential and Limitations. *Frontiers in Pharmacology*, 12: 611408.
- Nguyen, P. H., De Tran, V., Pham, D. T., Dao, T. N. P., and Dewey, R. S. (2021). Use of and attitudes towards herbal medicine during the COVID-19 pandemic: A cross-sectional study in Vietnam. *European Journal of Integrative Medicine*, 44: 101328.
- Scheaffer, R. L., Mendenhall, W., Ott, R. L. and Gerow, K. G. (2011). *Elementary survey sampling*: Cengage Learning.
- Soltani, A., Jaam, M., Nazar, Z., Stewart, D., and Shaito, A. (2023). Attitudes and beliefs regarding the use of herbs and supplementary medications with COVID-19: A systematic review. *Research in Social and Administrative Pharmacy*, 19(3): 343-355.
- Welz, A. N., Emberger-Klein, A., and Menrad, K. (2019). The importance of herbal medicine use in the German health-care system: prevalence, usage pattern, and influencing factors. *BMC Health Services Research*, 19: 1-11.
- Wooldridge, J. M. (2015) *Introductory econometrics: A modern approach*. 2th Edition, Nelson Education.



اسفرزه (*Plantago ovata* Forsk) موثر در درمان کولیک شنی در اسب

محمد صادق صفائی فیروز آبادی *

گروه علوم درمانگاهی، دانشکده پیرا دامپزشکی، دانشگاه اردکان، شهر اردکان. m.s.safaee@ardakan.ac.ir

چکیده

کشور ایران با تنوع اقلیمی و وجود گونه های گیاهی فراوان، بستر بسیار ایده آل برای کشت و پرورش گونه های با ارزش دارویی و نادر است. اسفرزه یکی از پر ارزشترین گیاهان دارویی است، که دانه های آن سرشار از ترکیبات لعابی به نام موسیلاژ است که در صنایع داروسازی، مواد غذایی، کاغذسازی و روغن نقش مهمی را ایفا میکنند. نتایج تعدادی از مطالعات به استفاده از اسفرزه یا پسیلیوم در درمان بیماری کولیک شنی که ناشی از تجمع شن و ماسه در دستگاه گوارش اسب است، اشاره دارد. قدمت کشت و کار تجاری گیاه اسفرزه، به شبه قاره هند برمیگردد. بذره های این گیاه بسیار ریز و شبیه به گوش اسب است و به همین دلیل به نام ایسابگل به معنی گوش اسب خوانده می شود. امروزه علاوه بر مصارف سنتی، عرصه های جدیدی در زمینه صنعت و پزشکی نیز برای اسفرزه گشوده شده است و کشت و کار آن در برخی نقاط جهان به صورت بسیار وسیع و تخصصی دنبال میگردد. هم چنین کشت این گونه در ایران در نواحی شمال (قزوین، منجیل، رودبار، فیروزکوه)، غرب (همدان، مهران)، جنوب (بندرعباس، میمه، بین بوشهر و شیراز، کرمان) و شرق (سرچاه در خراسان) گسترش دارد. اسفرزه یکی از گیاهان دارویی با ارزش است که نه تنها میتواند نقش مهمی را در درمان بیماریهای انسان داشته باشد بلکه در درمان حیوانات نیز موثر بوده است. لذا در این مطالعه مروری به بررسی مقالات و منابع مختلف جهت آشنایی هر چه بیشتر با خصوصیات فیتوشیمیایی، دارویی و درمانی گیاه اسفرزه پرداخته شده است.

واژگان کلیدی: خواص دارویی، کولیک، موسیلاژ، *Plantago ovata* Forsk



۱. مقدمه

جنس *Plantago* متعلق به خانواده *Plantaginaceae* دارای دو گونه مهم دارویی *Plantago ovata* Forsk و *Plantago psyllium* L. است که در ایران به نام اسفرزه معروف هستند. پودر پوسته این گیاه در طب سنتی به عنوان یک داروی ملین کاربرد زیادی دارد. از سوی دیگر پوسته دانه اسفرزه به عنوان یک فیبر هیدروکلوئید مطرح است که اثرات مفید این فیبرها در درمان دیابت نوع دوم تقریباً مشخص شده است. قدمت کشت و کار تجاری گیاه اسفرزه، به شبه قاره هند برمیگردد. بذره‌های این گیاه بسیار ریز و شبیه به گوش اسب است و به همین دلیل در زمان تسلط مسلمانان به شبه قاره هند بذره‌های آن به نام (*Isabgul* به معنی گوش اسب) خوانده می‌شد (Atal and Kapur., 1982). امروزه علاوه بر مصارف سنتی، عرصه‌های جدیدی در زمینه صنعت و پزشکی نیز برای اسفرزه گشوده شده است و کشت و کار آن در برخی نقاط جهان به صورت بسیار وسیع و تخصصی دنبال می‌گردد (Board, 2002). هر چند این دو گونه اسفرزه در فلور ایران پراکنش طبیعی دارند اما پرداختن به کشت و کار آنها در کشور پیشینه چندانی ندارد. در حال حاضر تولید این محصول، جزء ۱۵ گونه اول دارویی قرار گرفته و پرداختن به زراعت آن از اولویت اقتصادی برخوردار است (نقدی بادی و همکاران، ۱۳۸۲).

در چین از دانه‌های اسفرزه برای درمان اوره خون، سرفه، فشار خون بالا، کاهش گرمای بدن، تولید ادرار در موارد ادم (خیز)، بهبود عملکرد دستگاه ادراری و درد در هنگام ادرار و رفع یبوست مصرف می‌شود. در درمان بیماریهای چشمی مثل خشکی و آب مروارید، قرمزی، تورم، حساسیت به نور و همچنین رفع اختلالات ریه (با ایجاد خلط و عطسه) نیز به کار برده می‌شود. هم چنین گیاه کامل را نیز برای باز شدن قلب و مسمومیت استفاده می‌نمایند و به صورت موضعی نیز برای بهبود دمل‌ها کاربرد دارد. در هند شرقی دانه‌های اسفرزه جهت بهبود اسهال خونی، مشکلات ادراری، سوزاک، تب و سوء عملکرد دستگاه گوارش استفاده می‌شود (زرگری، ۱۳۷۵).

در ایران دانه‌های اسفرزه در درمان اسهال خونی و رفع اختلالات صفراوی دستگاه گوارش کاربرد دارد. از ترکیب دانه گیاه با آب، ضمادی تهیه می‌کنند که دارای اثر نرم کنندگی (به علت باز شدن دانه و ایجاد موسیلاژ فراوان) بوده و در تمامی موارد التهابی مصرف می‌شود. دم کرده دانه نیز در درمان و رفع تحریکات مخاط مجاری ادراری و تسکین ناراحتی‌های آن به کار برده می‌شود. پوسته دانه نیز به عنوان یک ماده ملین مصرف می‌گردد. اسفرزه در ایران در نواحی شمال (قزوین، منجیل، رودبار، فیروزکوه)، غرب (همدان، مهران)، جنوب (بندرعباس، میمه، بین بوشهر و شیراز، کرمان) و شرق (سرچاه در خراسان) گسترش دارد (نقدی بادی و همکاران، ۱۳۸۲).

۱-۱. کاربرد موسیلاژها

موسیلاژها به علت دارا بودن ویژگی‌های با ارزش مانند پایدار کنندگی، سوسپانسیون کنندگی و امولسیون کنندگی در صنعت و داروسازی کاربردهای گسترده‌ای پیدا کرده‌اند. در داروسازی جهت تهیه امولسیونها، سوسپانسیونها و به عنوان یک عامل امولسیون کننده برای پودرهای نامحلول، روغن‌ها و رزین‌ها و به عنوان چسب در ساخت گرانولها و قرصهای مکینی و ساخت مسهل‌ها به کار می‌رود. اما بیشترین کاربرد آنها به عنوان جزء ضروری در داروها است. این پلیمرهای آبدوست به عنوان همبند در قرص‌ها، امولسیون کننده، عوامل ژله کننده، عوامل سوسپانسیون کننده و پایدار کننده به کار می‌روند (بقالیان، ۱۳۷۸).



موسیلاژها از بهترین هیدروکلوئیدهای پلی ساکاریدی دارویی هستند چون با هیدروکلوئیدهای دیگر که منشأ گیاهی دارند همچنین نشاسته، قندها و پروتئین ها سازگاری دارند و برخلاف اکثر هیدروکلوئیدهای پلی ساکاریدی نسبتاً به pH پایین مقاوم هستند و در شرایطی که pH اسیدی است به کار می روند. از بعضی هیدروکلوئیدهای پلی ساکاریدی مخصوصاً نوع متوکسیله برای تهیه غذاهای کم کالری استفاده می شود. این مواد در ژله ها، چاشنی ها و نوشیدنی ها نیز به کار می روند و به همراه کاراژینانها با آلژینات، کهنه شدن انواع نان را به تعویق می اندازند. موسیلاژها در ترکیبات غذایی نیز کاربرد داشته و به عنوان تغلیظ کننده و تثبیت کننده دسرها به کار برده می شوند (Chakraborty and Patel, 1992).

۲-۱. اثرات درمانی اسفرزه

اسفرزه به طور گسترده ای در پیشگیری و درمان یبوست، اسهال، هایپرکلسترولمی، سندرم روده تحریک پذیر، سرطان روده بزرگ و دیابت استفاده شده است. یبوست: یبوست یک مشکل گوارشی است که در آن عبور مدفوع دشوار و دردناک می شود. ایسابگول دارای فیبر محلول و نامحلول است که اثرات ملین را افزایش می دهد و محتوای روده بزرگ را بیشتر می کند. رطوبتی که توسط پوسته جذب می شود در روده جذب نمی شود و به توده مدفوع لغزندگی می دهد و آن را نرم تر کرده و راحت تر عبور می کند (Forst et al., 2003).

۳-۱. اثرات روده ای

فیبرهای رژیمی طبیعی یا سنتز شده به عنوان یک مکمل غذایی در جلوگیری از ایجاد بیماریهای روده بزرگ مورد توجه قرار به طور نسبتاً وسیعی بدین منظور به کار می روند. پوسته و دانه اسفرزه گرفته اند که دانه و پوسته دانه اسفرزه در حضور آب به یک جسم لغزنده تبدیل می شود که موسیلاژ نام دارد. یک فاکتور مهم در عملکرد فیزیولوژی اسفرزه جهت تنظیم اعمال روده ای، خاصیت ژل مانند آن است که به خاطر پلی ساکاریدهای با وزن مولکولی بالا است. هنگامی که دانه وارد دستگاه گوارش می گردد به دلیل وجود مایع داخل روده و یا مایع وارد شونده همراه با آن، متورم می شود. این تورم منجر به ایجاد یک احساس پرشدن معده شده که در نهایت باعث افزایش حجم مدفوع و حفظ آب آن می شود و منجر به تخلیه روده می گردد. توانایی دانه اسفرزه در کاهش تخلیه معدی ناشی از توانایی آن در افزایش ویسکوزیته مواد غذایی است. مواد با ویسکوزیته بالاتر فقط منجر به انقباضات سطحی معده می شود. همچنین دانه ممکن است در اثر دارویی کربوهیدراتها مثل لاکتوز، فروکتوز و سوربیتول که در درمان سندرم روده تحریک پذیر مصرف می شوند، تغییر ایجاد کند (Singh, 2007).

۴-۱. کولیک در اسب

کولیک اسب یکی از شایع ترین و جدی ترین مشکلات گوارشی در این حیوان است که می تواند به سرعت تبدیل به یک اورژانس پزشکی شود. این وضعیت شامل درد شکمی با شدت های مختلف است که ناشی از اختلالات مختلف دستگاه گوارش است. آگاهی از علل، علائم و روش های درمان کولیک برای هر دامدار و صاحب اسب بسیار ضروری است. کولیک به معنای درد شکمی است و در اسب ها به دلایل مختلفی ایجاد می شود. ساختار خاص دستگاه گوارش اسب ها، از جمله معده کوچک و روده های بلند و پیچیده، آنها را به مشکلات گوارشی حساس می کند (Kaikkonen et al., 2016).



۵-۱. علل شایع کولیک

- انسداد روده: به دلیل مصرف مواد غیرخوراکی یا خوراک‌های هضم‌نشده.
- نفخ روده: به دلیل تخمیر غیرطبیعی غذا و تجمع گاز در روده‌ها.
- تغییرات ناگهانی در رژیم غذایی: تغییر سریع نوع خوراک می‌تواند باعث اختلال در عملکرد طبیعی دستگاه گوارش شود.
- کمبود آب: مصرف ناکافی آب یا از دست دادن آب به دلیل تعریق یا اسهال.
- انگل‌های روده‌ای: وجود انگل‌ها می‌تواند باعث انسداد یا تحریک شدید روده‌ها شود.
- چرخش روده: یک وضعیت خطرناک که در آن بخشی از روده پیچیده و مانع جریان طبیعی محتویات روده می‌شود.

انباشته شدن شن در دستگاه گوارش، یک علت شایع کولیک در اسب‌ها است، به ویژه در مناطقی با خاک شنی و رشد کم علف، که شیوع آن در تمام موارد کولیک تا ۵٪ گزارش شده است. خطر انباشته شدن شن در دستگاه گوارش اسب‌ها همچنین با تغذیه اسب‌ها از روی زمین یا نگهداری آنها در چراگاه‌های بیش از حد چرا افزایش می‌یابد. همه نژادها و سنین می‌توانند تحت تأثیر قرار گیرند. این انباشته‌ها ممکن است علائم غیر خاصی مانند کولیک حاد، مزمن یا عودکننده، کاهش وزن مزمن، اسهال، آسیب به غشاهای مخاطی، پارگی روده، یبوست و افسردگی را القا کنند (Kilcoyne et al., 2017).

۶-۱. علائم کولیک

اسب‌های مبتلا به کولیک ممکن است رفتارهای غیرمعمولی مانند غلت زدن مکرر روی زمین، لگد زدن به شکم، یا کوبیدن سر به دیوار را نشان دهند. این رفتارها معمولاً تلاش‌هایی برای کاهش درد یا تسکین فشار در دستگاه گوارش هستند. در موارد شدیدتر، اسب ممکن است از شدت درد روی زمین دراز بکشد و برخاستن برایش دشوار باشد. تغییرات در مدفوع و ادرار نیز از علائم بارز کولیک است. برخی اسب‌ها ممکن است دچار یبوست شوند و مدفوع کمتری دفع کنند، در حالی که برخی دیگر مدفوع نرم یا آبکی دارند. در مواردی که انسداد یا پیچ‌خوردگی روده رخ داده باشد، ممکن است مدفوع کاملاً قطع شود. از نظر علائم جسمانی، افزایش تعریق، تنفس سریع، و ضربان قلب بالا معمولاً با کولیک همراه است. پوست اسب ممکن است سرد یا مرطوب شود که نشان‌دهنده واکنش بدن به درد شدید است. همچنین، در مواردی که کولیک ناشی از مشکلات شدیدتر مانند پیچ‌خوردگی روده باشد، ممکن است تورم شکم یا بی‌حالی شدید مشاهده شود (Kilcoyne et al., 2017).

۷-۱. درمان کولیک

اصول اصلی درمان پزشکی کولیک حاد، از جمله کولیک ناشی از تجمع شن، کنترل درد، افزایش هیدراتاسیون محتویات روده و ترویج حرکات گوارشی است. این امر با درمان مایعات، مسکن‌ها، پاک‌کننده‌ها و متوقف کردن غذا دادن تا زمانی که هر گونه انسداد مرتبط برطرف شود، به دست می‌آید (Rakestraw et al., 2012). پس از حل بحران حاد، تمرکز درمان به حذف تجمع شن تغییر می‌کند. استفاده از پسیلیوم یا اسفرزه برای درمان انتروپاتی ناشی از شن یک عمل دیرینه است. اگرچه تا به حال شواهد کمی برای حمایت از استفاده از آن در بیماران بالینی وجود داشته است و مطالعات تجربی نشان‌دهنده عدم تأثیر یا تنها تأثیرات متوسط پسیلیوم بر حذف تجمعات شن یا خروج شن مدفوع بوده است. با توجه به اینکه لوله گذاری روزانه بینی



معهده یک روش تهاجمی و وقت گیر است، تغذیه پسیلیوم در خانه یک روش جایگزین رایج است (Niinistö et al., 2014; Landes et al., 2008). هدف از این مطالعه، بررسی اثرات اسفرزه بر درمان کولیک شنی می باشد هم چنین طی مطالعه مقالات معتبر اثرات درمانی این گیاه دارویی با سایر ملین ها مقایسه گردید.

۲. مواد و روش ها

در این مطالعه منابع علمی معتبر از پایگاه های داده ای مانند PubMed، Scopus و Google Scholar جمع آوری و بر اساس معیارهای کیفیت علمی و ارتباط با موضوع بررسی و انتخاب شدند. جستجو با کلید واژه های *Plantago ovata* Forsk; *Sand Colic*; *Therapeutic properties* انجام شد و مطالعات انجام شده در رابطه با این موضوع مورد بررسی قرار گرفت و نتایج مطالعه به صورت زیر جمع بندی گردید.

۳. نتایج

با توجه به مقالات بررسی شده ترکیب اسفرزه و پسیلیوم موسیلوئید به عنوان یک ملین قوی می تواند در انباشتگی شنی در دستگاه گوارش مثر ثمر باشد. بیشترین تاثیر این ترکیب در زمانی است که بر اثر تجمع شنی در سکوم، اسب دچار کولیک های حاد گردد. علاوه بر ملین بودن، این ترکیب به خاطر داشتن ذرات ریز و قابل انعطاف، در توده شنی نفوذ می کند و بهتر از سایر ملین ها در درمان کولیک های شنی موثر می باشد. استفاده از اسفرزه به خاطر نداشتن ترکیبات سمی، عارضه ای برای اسب ایجاد نمی کند، به همین علت در استفاده از آن می توان هر ۶ ساعت برای بهبود دام تجویز گردد ولی در تجویز سایر ملین ها مثل پارافین استفاده مکرر باعث اسهال و عدم جذب ویتامین های محلول در چربی می گردد (Niinistö et al., 2014). اسفرزه دارای مقدار زیادی موسیلاژ است که این پلیمرهای آبدوست، آب را در خودشان نگهداری می کنند و به همین علت در موارد کولیک که دچار اختلال آب و الکترولیت هستند کمک کننده می باشد ولی سایر ملین ها باعث ایجاد اسهال و دهیدراتاسیون می کنند (Kaikkonen et al., 2016).

۴. بحث و نتیجه گیری

یکی از پیش نیازهای موفقیت مراقبت های اولیه بهداشتی، در دسترس بودن و استفاده از داروهای مناسب است. گیاهان همیشه منبع رایج داروها بوده اند و این امر باعث می شود که تصمیم گیرندگان، گیاهان محلی را که می توانند به طور مفید به فهرست ملی داروها اضافه شوند یا حتی می توانند جایگزین برخی از داروهای شیمیایی شوند، شناسایی کنند. تعدادی از داروهای گیاهی وجود دارد که در حال حاضر در درمان استفاده می شود. با توجه به قدمت مصرف گیاه اسفرزه توسط انسان، سالم و بیخطر بودن آن محرز گشته و عوارض آن تا حدود زیادی شناخته شده است. در حال حاضر مصارف صنعتی و دارویی جدیدی نیز برای این گیاه پیدا شده است (Landes et al., 2008). پوسته دانه به علت داشتن موسیلاژ که یک فیبر هیدروکلوئید و محلول است دارای اثرات منحصر به فردی است. فیبر پوسته اسفرزه نقش مهمی در بدن انسان و دام دارد و از آن به عنوان یک مکمل فیبر استفاده می شود که عملکردهای مختلفی مانند محافظت در برابر بیماری و معکوس کردن اثر بیماری را انجام می دهد (Hammock et al., 1998). به طور خلاصه، اثر درمانی بالقوه پوسته اسفرزه فقط به درمان اسهال و یبوست محدود نمی شود، بلکه به کنترل وزن، فشار خون و سطح کلسترول در خون کمک می کند و مشکلات مربوط به قلب را بهبود می بخشد.



استنباط می شود که باید تحقیقات بیشتری در مورد فواید سلامت پوسته پسیلیوم از نظر خواص دارویی برای کاهش اختلالات سلامتی و همچنین برای افزودن ارزش در محصولات غذایی انجام شود. همچنین تحقیقات تکمیلی در آینده باعث خواهد شد تا مصارف جدیدی برای اسفزه پیدا شود که از آن جمله مصرف آن در جلوگیری از ابتلا به سرطان کولون است که از شایعترین سرطانهای کشور نیز میباشد. این گیاه به جهت ارزان و در دسترس بودن میتواند جانشین خوبی در درمان بیماریهای مزمن و هزینهبری چون دیابت و چربی خون باشد. با توجه به مطالعه و مقایسه مقالات معتبر چند سال اخیر، اثرات درمانی اسفزه در کولیک شنی نسبت به سایر ملین ها مثل پارافین موثر تر می باشد. هم چنین اثرات جانبی این ملین نسبت به سایر ملین ها کم تر می باشد به همین دلیل در درمان کولیک های شنی هر شش ساعت یکبار تا زمان پاسخ به درمان می گردد.

منابع

بقالیان، کامبیز. ۱۳۷۸. اثر رطوبت خاک و هوا بر کمیت و کیفیت موسیلاژ اسفزه. پایاننامه کارشناسی ارشد رشته باغبانی. دانشگاه تهران.
زرگری، علی. ۱۳۷۵. گیاهان دارویی. چاپ ششم. موسسه انتشارات و چاپ دانشگاه تهران، جلد چهارم، صفحات ۱۹۴-۲۰۵.
نقدی بادی، حسنعلی؛ دست پاک، آرزو و ضیایی سید علی. ۱۳۸۲. مروری بر گیاه اسفزه *Plantago ovata* Forsk و *psillium L.*
Plantago. فصلنامه گیاهان دارویی. شماره نهم.

- Atal, C.K., Kapur, B.M. 1982. Cultivation and utilization of medicinal plants. Regional Research Laboratory Jammu-Tawi. India. 406-417.
- Board, N. 2002. Hand book on herbs cultivation & processing. Asia pacific Business, Inc. India. 328-331.
- Chakraborty, M.K., and Patel, K.V. 1992. Chemical composition of Isabgol (*Plantago ovata* Forsk.) seed. *Journal of Food Science*. 29: 389- 90.
- Forst, G.S., Brynes, A.E., Dhillon, W.S, Bloom, S.R., Mcburney, M.I. 2003. The effects of fiber enrichment of pasta and fat content on gastric emptying, Glp-1, glucose, and insulin responses to a meal. *European Journal of Clinical Nutrition*. 57: 293- 8.
- Hammock, P.D., Freeman, D.E. and Baker, G.J. 1998. Failure of psyllium mucilloid to hasten evacuation of sand from the equine large intestine. *Veterinary Surgery*, 27, 547-554.
- Hart, K.A., Linnenkohl, W., Mayer, J.R., House, A.M., Gold, J.R., Giguere, S., 2013. Medical management of sand enteropathy in 62 horses. *Equine Veterinary Journal* 45, 465-469
- Kaikkonen, R., Niinistö, K., Lindholm, T., Raekallio, M., 2016. Comparison of psyllium feeding at home and nasogastric intubation of psyllium and magnesium sulfate in the hospital as a treatment for naturally occurring colonic sand (geosediment) accumulations in horses: a retrospective study. *Acta Veterinaria Scandinavica* 58, 73.
- Kilcoyne, I., Dechant, J.E., Spier, S.J., Spriet, M., Nieto, J.E., 2017. Clinical findings and management of 153 horses with large colon sand accumulations. *Veterinary Surgery* 46, 860-867.
- Landes, A.D., Hassel, D.M., Funk, J.D. and Hill, A. 2008. Fecal sand clearance is enhanced with a product combining probiotics, prebiotics, and psyllium in clinically normal horses. *Journal of Equine Veterinary Science*, 28, 79-84.
- Niinistö, K., Hewetson, M., Kaikkonen, R., Sykes, B.W., Raekallio, M., 2014. Comparison of the effects of enteral psyllium, magnesium sulphate and their combination for removal of sand from the large colon of horses. *Veterinary Journal*. 202, 608-611.
- Rakestraw, P.C. and Hardy, J. (2012) Sand impaction. In: *Equine Surgery*, 4th edn., Eds.: J.A. Auer and J.A. Stick, Elsevier, St Louis. 467-479.
- Singh B. 2007. Psyllium as therapeutic and drug delivery agent. *International Journal of Pharmaceutics*. 334:1-14.

مروری بر گیاهان دارویی ایران با بیشترین همپوشانی مواد مؤثره، جهت توسعه درمان‌های ترکیبی

متین شیرزاد^۱، بهاره نوحی^۱، منصور زاهدی^{۱*}

^۱ گروه شیمی تجزیه و شیمی فیزیک، دانشکده علوم شیمی و نفت، دانشگاه شهید بهشتی، تهران، mansourzahedi57@gmail.com

چکیده:

ایران با دارا بودن یکی از غنی‌ترین منابع گیاهان دارویی در جهان، گونه‌های گیاهی بسیاری را در بر می‌گیرد که حاوی ترکیبات زیست‌فعال متنوعی با کاربردهای گسترده در طب سنتی و مدرن هستند. هدف از این پژوهش، معرفی گیاهانی است که دارای بیشترین همپوشانی در ترکیبات مؤثره هستند، به گونه‌ای که بتوانند در توسعه داروهای ترکیبی برای درمان‌های هدفمند مورد استفاده قرار گیرند. از بین گونه‌های متعدد گیاهی ایران، گیاهانی انتخاب شده‌اند که بالاترین میزان ترکیبات مؤثره را دارا بوده و در صنایع داروسازی دارای ارزش بالایی هستند. در میان این گیاهان، آویشن باغی و مرزنجوش بیشترین همپوشانی را با سایر گیاهان نشان می‌دهند، که این ویژگی می‌تواند در توسعه داروهای ترکیبی بر پایه گیاهان دارویی نقش مهمی داشته باشد. همچنین، شیرین بیان بیشترین اشتراک در تعداد واحد مواد مؤثره بین گیاهان دارویی را دارد، که می‌تواند در درمان‌های ترکیبی با بسیاری از آن‌ها، همراه شود. بررسی‌ها نشان می‌دهد که این همپوشانی در ترکیبات زیست‌فعال، راهی جدید برای طراحی فرمولاسیون‌های دارویی مؤثرتر در درمان بیماری‌های عفونی، التهابی، متابولیکی و عصبی فراهم می‌کند. این مطالعه به‌طور ویژه بر اهمیت ترکیبات مشترک و نقش آن‌ها در هم‌افزایی اثرات درمانی تأکید دارد. در نهایت، استفاده بهینه از این اطلاعات در تولید داروهای گیاهی و مکمل‌های دارویی می‌تواند به بهبود سلامت عمومی و کاهش وابستگی به داروهای شیمیایی منجر شود.

واژگان کلیدی: داروسازی ترکیبی، گیاهان دارویی، مواد مؤثره، همپوشانی ترکیبات.



۱. مقدمه:

ایران به دلیل موقعیت جغرافیایی خاص خود و تنوع اقلیمی بالا، میزبان گونه های گیاه دارویی بسیاری است که در طب سنتی و پزشکی مدرن کاربرد دارند. بسیاری از این گیاهان حاوی ترکیبات زیست فعال مهمی مانند فلاونوئیدها، آلکالوئیدها، ترپنوئیدها و ترکیبات فنولی هستند که در درمان بیماری های مختلف مورد استفاده قرار می گیرند. با توجه به افزایش تقاضا برای درمان های طبیعی و کاهش عوارض جانبی داروهای شیمیایی، مطالعه بر روی همپوشانی ترکیبات مؤثره در گیاهان دارویی از اهمیت ویژه ای برخوردار شده است.

مطالعات اخیر نشان می دهد که بسیاری از گیاهان دارویی دارای ترکیبات مشترکی هستند که می توانند در فرمولاسیون داروهای ترکیبی استفاده شوند. از میان ۳۱۲ گونه معرفی شده در پایگاه داده ترکیبات گیاهی ایرانی (PHCD) (<https://persianherb.com>) که در مجموع از تعداد ۵۵۴۶ ترکیب، تشکیل شده اند، به شناسایی و معرفی گیاهانی که بیشترین تعداد ترکیب سازنده و بیشترین همپوشانی مواد مؤثره با سایرین را دارند و تأثیر آن ها بر بهبود کیفیت و کارایی درمان های دارویی، در ادامه پرداخته شده است.

۲. مواد و روش ها:

گیاهانی که در این پژوهش مروری به بررسی آن ها پرداخته می شود، به ترتیب عبارت اند از: آویشن باغی، مرزنجوش یا مرزنگوش، سماق، زیرفون یا نمدار برگ ریز، گل محمدی یا گل گلاب، گل راعی یا هوفاریقون یا گل شهناز، شیرین بیان، سیاه دانه یا شونیز، سنبل الطیب یا والرین یا سنبل الطیب اروپایی، برنجاسف یا درمنه معمولی، بومادران، زردچوبه یا زردچوبه، تمر هندی و پونه معطر یا خال واش یا کوت کوتی، که نام علمی هریک توسط لینه (Linnaeus, 1753) برای آویشن باغی، مرزنجوش، گل راعی، شیرین بیان، سیاه دانه، سنبل الطیب، برنجاسف، زردچوبه، تمر هندی و پونه معطر و میلر (Miller, 1768) برای زیرفون و گل محمدی و کندول (Candolle, 1824) برای بومادران بیان شده است.

۳. نتایج:

۳.۱. آویشن باغی (*Thymus vulgaris*):

آویشن باغی، گیاهی دارویی از خانواده Labiatae است که دارای ۳۰۷ ماده مؤثره با بیشترین تعداد اشتراک با مرزنجوش یا مرزنگوش به تعداد ۱۲۷ و کمترین اشتراک به تعداد یک ترکیب مؤثر با بادام، گل ساعتی، خارشتر، جینکو، جو دوسر، خردل سفید، خواجه باشی، کاکنج، سکبینج و سیاه بید است. به دلیل خواص ضد میکروبی، ضد التهابی و آنتی اکسیدانی قوی ارزش زیادی دارد. ترکیباتی شامل تیمول، کارواکرول، فلاونوئیدها و اسیدهای فنولی، تأثیرات دارویی متنوعی دارند، از جمله تقویت سیستم ایمنی و مقابله با عفونت ها. مطالعات نشان داده اند که تیمول و کارواکرول موجود در آویشن می توانند رشد عوامل بیماری زا را مهار کرده و در پیشگیری و درمان عفونت های تنفسی و گوارشی نقش داشته باشند. بهبود عملکرد دستگاه تنفسی



آویشن از گذشته در درمان بیماری‌های تنفسی مانند سرماخوردگی، آنفولانزا، برونشیت و آسم مورد استفاده قرار گرفته است. این گیاه دارای خاصیت خلط‌آوری و گشادکنندگی برونش‌ها است که به تخلیه ترشحات ریوی و تسکین سرفه کمک می‌کند. خاصیت ضدالتهابی و تسکین درد ترکیبات فعال آویشن دارای اثرات ضدالتهابی قوی هستند که آن را به یک گزینه مناسب برای درمان دردهای عضلانی، آرتрит و التهاب‌های گوارشی تبدیل کرده است. مصرف دمنوش آویشن می‌تواند گرفتگی‌های عضلانی و دردهای قاعدگی را کاهش دهد. تقویت عملکرد دستگاه گوارش، به دلیل خاصیت ضدنفخ و ضداسپاسم که می‌تواند نفخ، سوءهاضمه و علائم سندرم روده تحریک‌پذیر (IBS) را کاهش دهد. همچنین، اثرات ضد میکروبی آن می‌تواند به درمان عفونت‌های گوارشی کمک کند. محافظت از سیستم قلب و عروق ترکیبات آنتی‌اکسیدانی موجود در آن، از جمله فلاونوئیدها و اسیدهای فنولی، در کاهش استرس اکسیداتیو، کاهش سطح کلسترول بد (LDL) و بهبود سلامت قلب و عروق نقش دارند. همچنین برخی پژوهش‌ها نشان داده‌اند که ترکیبات موجود در آویشن عملکرد شناختی را بهبود داده و به کاهش استرس و اضطراب کمک می‌کنند. این گیاه با خواص آرام‌بخش خود می‌تواند کیفیت خواب را افزایش داده و تنش‌های عصبی را کاهش دهد. اثر ضد عفونی‌کننده و ضدالتهابی آویشن باعث شده است که این گیاه در درمان زخم‌ها، کاهش التهاب‌های پوستی و درمان آکنه مورد استفاده قرار گیرد (Braga et al., 2016, Khosravi et al., 2018, Nazzaro et al., 2019, Santos et al., 2020, Oliveira et al., 2021).

۲.۳. مرزنجوش، مرزنگوش (*Origanum vulgare*):

مرزنجوش یا مرزنگوش نیز، از خانواده Labiatae است که دارای ۲۲۶ ماده موثره با بیشترین تعداد اشتراک با آویشن باغی به تعداد ۱۲۷ و کمترین اشتراک به تعداد یک ترکیب با خردل سفید، صبر زرد، خشخاش سیاه، لگجی، گل ساعتی، کتان، شاه توت، قدومه شیرازی، خار مریم، گل عسلی رنگین، سنای مکی، کنجد، خار پنبه، بسفایج، ناخنک و بادام کوهی است. ترکیبات زیست‌فعال مهمی از جمله کارواکرول، تیمول و فلاونوئیدها است که اثرات درمانی قابل توجهی دارند. علاوه بر این، مرزنجوش دارای فعالیت ضد میکروبی قوی است که آن را به یک عامل مؤثر در مقابله با عفونت‌های باکتریایی و قارچی تبدیل کرده است. پژوهش‌ها نشان داده‌اند که این گیاه می‌تواند رشد میکروب‌های بیماری‌زا را مهار کرده و در درمان عفونت‌های گوارشی و تنفسی مؤثر باشد. برخی مطالعات نشان داده‌اند که مرزنجوش دارای خواص ضد دیابتی است. ترکیبات فعال موجود در آن می‌توانند سطح قند خون را تنظیم کرده و حساسیت به انسولین را بهبود بخشند که آن را به یک گزینه مفید در مدیریت دیابت تبدیل کرده است (Hussain et al., 2008, Santos et al., 2012, Sharopov et al., 2012, Mohammadi et al., 2018, Zheljzakov et al., 2010).

۳.۳. سماق (*Rhus coriaria*):

سماق، گیاهی دارویی از خانواده Anacardiaceae است که دارای ۲۳۱ ماده موثره با بیشترین تعداد اشتراک با آویشن باغی به تعداد ۶۶ و کمترین اشتراک به تعداد یک ترکیب با صبر زرد، کوهوش سیاه، پیاز، کلیر، اسفناج، خشخاش سیاه، مخلصه،



ترنجبین است. سماق سرشار از ترکیبات زیست فعال مانند تانن ها، فلاونوئیدها و اسیدهای آلی است که موجب اثرات دارویی این گیاه می شوند. یکی از کاربردهای سنتی سماق، کمک به سلامت دستگاه گوارش است. این گیاه می تواند نفخ، اسهال و ناراحتی های معده را کاهش داده و به بهبود عملکرد گوارشی کمک کند. علاوه بر این، سماق دارای فعالیت ضد میکروبی قوی است که آن را به یک عامل مؤثر در مقابله با باکتری ها و قارچ های بیماری زا تبدیل کرده است. این خاصیت موجب استفاده از آن در حفظ مواد غذایی و جلوگیری از فساد مواد خوراکی شده است. پژوهش ها نشان داده اند که سماق دارای خاصیت کاهنده قند خون است، زیرا می تواند سطح قند خون را تنظیم کرده و حساسیت به انسولین را افزایش دهد. این ویژگی، سماق را به گیاهی ارزشمند در مدیریت دیابت تبدیل کرده است. همچنین، این گیاه می تواند با کاهش کلسترول و تقویت عملکرد عروق، خطر ابتلا به بیماری های قلبی را کاهش دهد. علاوه بر این، برخی مطالعات نشان داده اند که سماق دارای اثر ضدسرطانی است. ترکیبات زیست فعال موجود در آن فعالیت سیتوتوکسیک علیه برخی از سلول های سرطانی نشان داده اند که می توانند در مهار رشد و تکثیر سلول های بدخیم نقش داشته باشند (Fazeli et al., 2007, Golzadeh et al., 2018, Al-Jaber et al., 2019, Bozorgi et al., 2013, Shafiei et al., 2011).

۴.۳. زیرفون، نمدار برگریز (Tilia begonifolia):

زیرفون که با نام درخت تیلیا نیز شناخته می شود، گیاهی دارویی از خانواده Malvaceae است که دارای ۲۰۴ ماده موثره با بیشترین تعداد اشتراک با آویشن باغی به تعداد ۸۸ و کمترین اشتراک به تعداد یک ترکیب با خردل سفید، سه پستان، شنبلیله و کورگز است. به دلیل خواص آرام بخش، ضدالتهابی و تعریق آور مورد توجه قرار گرفته است. گل ها و برگ های زیرفون حاوی ترکیبات زیست فعال مهمی مانند فلاونوئیدها، موسیلاژها است. یکی از کاربردهای اصلی زیرفون، تأثیر آرام بخش آن بر سیستم عصبی است. این گیاه از دیرباز به عنوان یک آرام بخش طبیعی برای کاهش استرس، اضطراب و درمان بی خوابی مورد استفاده قرار گرفته است. علاوه بر این، اثر ضدالتهابی قوی زیرفون موجب شده است که این گیاه در مدیریت بیماری های تنفسی مانند سرماخوردگی، آنفولانزا و برونشیت مؤثر باشد. پژوهش ها نشان داده اند که زیرفون دارای خواص تعریق آور است که به افزایش تعریق بدن و کاهش تب کمک می کند و از این رو، در درمان بیماری های همراه با تب کاربرد دارد (Hnatyszyn et al., 2008, Zeller et al., 2015, Santos et al., 2017, Cavanagh and Wilkinson 2002, Panossian and Wikman 2010).

۵.۳. گل محمدی، گل گلاب (Rosa damascena):

گل محمدی، که به نام رز دمشق یا گل سرخ ایرانی نیز شناخته می شود، یکی از گیاهان دارویی شناخته شده از خانواده Rosaceae است که دارای ۱۹۵ ماده موثره با بیشترین اشتراک با آویشن باغی به تعداد ۷۸ و کمترین اشتراک ترکیب با خشخاش سیاه، سکینج، گل ساعتی، گل عسلی رنگین، خارخاسک و سیاه بید است. به دلیل خواص آنتی اکسیدانی، ضدالتهابی و محافظت کننده عصبی بسیار مورد توجه قرار گرفته است. روغن اسانس، گلبرگ ها و عصاره های گل محمدی سرشار از ترکیبات زیست فعال مانند فلاونوئیدها، ترکیبات فنولی و ترپن ها هستند. یکی از مهم ترین کاربردهای گل محمدی، کاهش



استرس، اضطراب و افسردگی است. این گیاه دارای خواص آرام بخش و ضد اضطراب ملایم است که موجب افزایش آرامش ذهنی و بهبود خلق و خو می شود. علاوه بر این، اثر ضد التهابی قوی گل محمدی آن را به گزینه ای مناسب در مدیریت بیماری های پوستی، آرتروز و دردهای عضلانی تبدیل کرده است. خاصیت ضد میکروبی و ترمیم کننده زخم نیز از دیگر ویژگی های مهم این گیاه است که موجب استفاده از آن در درمان های پوستی و بهبود زخم های سطحی شده است. پژوهش ها نشان داده اند که ترکیبات موجود در گل محمدی می توانند به کاهش التهاب و افزایش بازسازی بافت های آسیب دیده کمک کنند. آنتی اکسیدان های قوی موجود در گل محمدی نقش مهمی در محافظت از بدن در برابر استرس اکسیداتیو، تقویت سلامت قلب و عروق و کاهش خطر بیماری های نورودژنراتیو مانند آلزایمر دارند. علاوه بر این، برخی مطالعات نشان داده اند که این گیاه می تواند عملکرد شناختی و حافظه را بهبود بخشد، که نشان دهنده پتانسیل درمانی آن در پیشگیری از اختلالات شناختی مرتبط با سن است (Boskabady et al., 2011, Jäger et al., 2015, Ghafourian et al., 2018, Hajhashemi and Ghannadi, 2013, Nayebi et al., 2017).

۶.۳. گل راعی، هوفاریقون، گل شهنار (*Hypericum perforatum*):

گل راعی، گیاهی دارویی از خانواده Hypericaceae است که دارای ۱۹۳ ماده موثره با بیشترین اشتراک با مرزنجوش یا مرزنگوش به تعداد ۹۳ ترکیب و کمترین اشتراک به تعداد یک ترکیب با گل ساعتی، سه پستان، جینکو، خارخاسک و سیاه بید است. به دلیل خواص ضد افسردگی، ضد التهابی و ترمیم کننده زخم شهرت دارد. ترکیبات زیست فعال موجود در این گیاه، از جمله هیپرسیسین، هیپرفورین و فلاونوئیدها، تأثیرات فارماکولوژیکی متعددی دارند. این گیاه با تعدیل فعالیت انتقال دهنده های عصبی، به ویژه سروتونین، دوپامین و نوراپی نفرین، به کاهش علائم افسردگی خفیف تا متوسط و اضطراب کمک می کند. علاوه بر این، گل راعی دارای خواص ضد التهابی قابل توجهی است که آن را به یک گزینه مؤثر در مدیریت آرتروز و دردهای عضلانی تبدیل کرده است. ویژگی ضد میکروبی گل راعی موجب استفاده از آن در ترمیم زخم ها و درمان عفونت های پوستی شده است. تحقیقات نشان داده اند که عصاره این گیاه روند بهبود زخم را تسریع کرده و از رشد میکروب های بیماری زا جلوگیری می کند. پژوهش ها همچنین نشان داده اند که گل راعی دارای اثرات محافظت کننده عصبی است و می تواند با کاهش استرس اکسیداتیو در مغز، عملکرد شناختی را بهبود بخشد و خطر ابتلا به بیماری های نورودژنراتیو مانند آلزایمر را کاهش دهد. علاوه بر این، می توان از آن به عنوان داروی ادرار آور نیز استفاده نمود. با وجود کاربردهای درمانی گسترده، مصرف گل راعی باید با احتیاط انجام شود، زیرا این گیاه می تواند با برخی از داروها، به ویژه داروهای ضد افسردگی و ضد انعقاد خون، تداخل داشته باشد (Linde et al., 2008, Barnes et al. 2001, Butterweck et al., 2003, Blaschek et al., 2007, Knüpfer and Heidemann, 2009).



۷.۳. شیرین بیان (*Glycyrrhiza glabra*):

شیرین بیان، که از خانواده Papilionaceae است و دارای ۱۸۹ ماده موثره با بیشترین اشتراک با کاکائو به تعداد ۱۰ ترکیب و کمترین اشتراک ترکیب با کافور، گز روغنی، زیره سیاه، خولنجان، تاج خروس سربی، سداب، خشخاش، سقر، کتان، بادرنبویه، انجدان، پنج انگشت، گل انگشتانه، کنجد، سنای مکی، اسفرزه، اکالیپتوس، کورگز، زلنگ، سیاه دانه، آویشن، از کند، بابونه، بنگ دانه، اسطوخودوس، شمعدانی قرمز، خشخاش سیاه، شکر تیغال، اسفناج، بومادران، گلپر، درخت مسواک، خرنوب، خوشاریزه، گندم، خار مریم، کندر، عاقرقرا، خربزه، پاغازه، فراسیون، پونه، زرشک، خاکشیر، جعفری، میخک، گل عسلی، ناخنک، زنجبیل، خردل سفید، تاتوره، گزنه رومی، به لیمو، کلوس و ارژن است. به دلیل خواص ضدالتهابی، خلط آور و محافظت کننده کبد در طب سنتی و پزشکی مدرن به طور گسترده مورد استفاده قرار گرفته است. ریشه شیرین بیان حاوی ترکیبات زیست فعال مهمی مانند گلیسیریزین، فلاونوئیدها و ساپونین ها است که اثرات درمانی قابل توجهی دارند. یکی از کاربردهای سنتی شیرین بیان، درمان بیماری های تنفسی مانند سرفه، برونشیت و آسم است. این گیاه دارای خواص خلط آور قوی بوده و به پاک سازی مجاری تنفسی کمک می کند. علاوه بر این، شیرین بیان اثر ضدالتهابی قوی دارد که آن را به درمان مؤثر زخم های معده، گاستریت (التهاب معده) و رفلاکس اسیدی معده تبدیل کرده است. خواص محافظت کننده کبدی این گیاه نیز از اهمیت زیادی برخوردار است. تحقیقات نشان داده اند که شیرین بیان می تواند عملکرد کبد را بهبود بخشد و از آسیب های ناشی از استرس اکسیداتیو و سموم محافظت کند. این گیاه همچنین دارای فعالیت ضد میکروبی قوی است و در مقابله با عفونت های باکتریایی و ویروسی، به ویژه در بهداشت دهان و سلامت گوارشی نقش مؤثری ایفا می کند. علاوه بر این، پتانسیل ضدسرطانی شیرین بیان نیز مورد توجه قرار گرفته است. پژوهش ها نشان داده اند که گلیسیریزین، ترکیب اصلی موجود در این گیاه، دارای خاصیت سیتوتوکسیک علیه برخی از سلول های سرطانی است و می تواند در مهار رشد تومورها مؤثر باشد. تحقیقات جدید نشان داده اند که این گیاه در تنظیم هورمون ها نیز نقش دارد و ممکن است در متعادل سازی سطح استروژن و کاهش علائم یائسگی مفید باشد (Asl and Hosseinzadeh, 2008, Pastori et al., 2010, Fiore et al., 2005, Cinatl et al., 2003, Wang et al., 2013).

۸.۳. سیاه دانه، شونیز (*Nigella sativa*):

سیاه دانه، از خانواده Ranunculaceae است که دارای ۱۸۶ ماده موثره با بیشترین اشتراک با آویشن باغی به تعداد ۷۱ ترکیب و کمترین اشتراک ترکیب با کورگز، شیرین بیان و کمای ایرانی است. به دلیل خواص آنتی اکسیدانی، ضدالتهابی و تنظیم کننده سیستم ایمنی شهرت دارد. دانه های سیاه دانه حاوی ترکیبات زیست فعال مهمی مانند تیمو کینون، آلکالوئیدها و فلاونوئیدها هستند که نقش مهمی در اثرات درمانی این گیاه دارند. یکی از کاربردهای اصلی سیاه دانه، تقویت سیستم ایمنی بدن است. پژوهش ها نشان داده اند که سیاه دانه دارای خاصیت کاهنده قند خون است، زیرا می تواند سطح قند خون را تنظیم کرده و حساسیت به انسولین را بهبود بخشد. این ویژگی، سیاه دانه را به یک گزینه ارزشمند در مدیریت دیابت تبدیل کرده است. ترکیبات آنتی اکسیدانی موجود در سیاه دانه نقش مهمی در محافظت از بدن در برابر استرس اکسیداتیو و پیشگیری از بیماری های



قلبی و کبدی دارند. این گیاه می تواند کلسترول خون را کاهش داده و سلامت قلب و عروق را تقویت کند. علاوه بر این، برخی مطالعات نشان داده اند که سیاه دانه دارای اثرات محافظت کننده عصبی است و ممکن است در بهبود عملکرد شناختی و پیشگیری از بیماری های نورودژنراتیو مانند آلزایمر و پارکینسون نقش داشته باشد. پژوهش های اخیر همچنین پتانسیل ضدسرطانی سیاه دانه را مورد بررسی قرار داده اند. مطالعات نشان داده اند که تیمو کینون موجود در این گیاه دارای فعالیت سیتوتوکسیک علیه انواع مختلفی از سلول های سرطانی است و ممکن است در مهار رشد و تکثیر تومورها مؤثر باشد. همچنین از دیگر موارد استفاده آن می توان به افزایش شیر، خواص ضد انگلی و ملینی آن اشاره نمود (Randhawa and Alghamdi, 2011, Goreja, 2003, Ahmad et al., 2013, Salem, 2005, Hadi, 2016).

۹.۳. سنبل الطیب، والرین، سنبل الطیب اروپایی (*Valeriana officinalis*):

سنبل الطیب، گیاهی دارویی از خانواده Valerianaceae است که دارای ۱۷۷ ماده موثره با بیشترین اشتراک با مرزنجوش یا مرزنگوش به تعداد ۷۷ ترکیب و کمترین اشتراک ترکیب به تعداد یک، با خار مریم، گل ساعتی، بارهنگ، کتان، زرشک، عدس الملک، قدومه شیرازی، خشخاش سیاه، ناخنک، ختمی، کنجد، خرخیار، کورگز، گل عسلی رنگین، شاه توت، خارپنبه، بسفایج، گنده تلخه، خردل سفید، خرنوب، ارژن و سیاه بید است. به دلیل خواص آرام بخش، ضد اضطراب و شل کننده عضلات شهرت دارد. ریشه سنبل الطیب حاوی ترکیبات زیست فعال مهمی مانند اسید والرینیک، ایزووالرینیک اسید و فلاونوئیدها است که به اثرات درمانی آن کمک می کنند. یکی از مهم ترین کاربردهای سنبل الطیب، بهبود کیفیت خواب و درمان بی خوابی است. این گیاه با افزایش فعالیت گابائریک در مغز، موجب کاهش تحریک پذیری عصبی و القای خواب طبیعی می شود. علاوه بر این، سنبل الطیب دارای خاصیت ضد اضطراب قوی است و می تواند به کاهش استرس، اضطراب و تنش عصبی کمک کند. این ویژگی، این گیاه را به یک داروی گیاهی مؤثر در مدیریت استرس های روزمره و بهبود آرامش روانی تبدیل کرده است. برخی مطالعات نشان داده اند که این گیاه دارای اثرات ضددرد ملایم است و می تواند در کاهش سردردها، میگرن و گرفتگی های عضلانی مؤثر باشد. همچنین، پژوهش های اخیر پتانسیل این گیاه را در مدیریت اختلال نقص توجه و بیش فعالی (ADHD) و همچنین کاهش علائم یائسگی مورد بررسی قرار داده اند (Bent et al., 2006, Kennedy and Wightman, 2011, Fernández-San-Martín, 2010, Anderson et al., 2005, Cropley et al., 2017).

۱۰.۳. برنجاسف، درمنه معمولی (*Artemisia vulgaris*):

برنجاسف، که با نام درمنه معمولی نیز شناخته می شود، گیاهی دارویی از خانواده Compositae است که دارای ۱۷۳ ماده موثره با بیشترین اشتراک با مرزنجوش یا مرزنگوش به تعداد ۸۶ و کمترین اشتراک به تعداد یک ترکیب با علف مار، گل ساعتی، کتان، عدس الملک، خار مریم، موسیر، خردل سفید، خشخاش سیاه، ناخنک، خارخاسک، انار، کنجد، گل عسلی رنگین، شاه تره ایرانی، شاه توت، خار پنبه، بسفایج، خرنوب، زرشک زرافشانی، جینکو، ارژن و سیاه بید است. ترکیبات زیست فعال مهم موجود در آن شامل فلاونوئیدها، لاکتون های سزکویی ترپنی، کامفور و سینئول هستند که نقش کلیدی در اثرات



درمانی این گیاه دارند. برنجاسف به دلیل خواص محرک گوارشی و ضدنفخ در کاهش سوءهاضمه، نفخ و دردهای شکمی مؤثر است. ترکیبات تلخ موجود در این گیاه می‌توانند ترشح آنزیم‌های گوارشی را افزایش داده و هضم را بهبود بخشند. درمنه معمولی از دیرباز برای تنظیم چرخه قاعدگی و کاهش علائم سندرم پیش از قاعدگی (PMS) مورد استفاده قرار گرفته است. این گیاه می‌تواند دردهای قاعدگی را کاهش داده و به تعادل هورمونی کمک کند. همچنین، تحقیقات نشان داده‌اند که عصاره‌های برنجاسف دارای فعالیت ضد میکروبی گسترده‌ای در برابر باکتری‌ها و قارچ‌های بیماری‌زا هستند. این ویژگی باعث شده است که این گیاه در درمان عفونت‌های پوستی و مشکلات گوارشی ناشی از میکروب‌ها مورد استفاده قرار گیرد (Ali et al., 2017, Kashiwadani et al., 2018, Wang et al., 2020, Rezaei et al., 2018, Han et al., 2015).

۱۱.۳. بومادران (*Achillea eriophora*):

بومادران نیز گیاهی دارویی از خانواده Compositae است که دارای ۱۶۳ ماده مؤثره با بیشترین اشتراک با آویشن باغی به تعداد ۸۵ و کمترین اشتراک به تعداد یک ترکیب با بسفایج، شنبلیله، جینکو، خارخاسک، سه پستان و گل ساعتی است. به دلیل خواص ضدالتهابی، بندآورنده خونریزی و ترمیم‌کننده زخم‌ها از دیرباز در طب سنتی مورد استفاده قرار گرفته است. این گیاه سرشار از ترکیبات زیست‌فعال از جمله سسکویی‌ترین‌ها، فلاونوئیدها و تانن‌ها است که موجب اثرات درمانی متعددی می‌شود. یکی از مهم‌ترین ویژگی‌های بومادران، توانایی آن در افزایش انعقاد خون و تسریع بهبود زخم‌ها است. این گیاه به دلیل خواص ضدباکتریایی و قابض خود در درمان آسیب‌های پوستی، سوختگی‌ها و زخم‌ها بسیار مؤثر بوده و به عنوان یک عامل ضدعفونی‌کننده طبیعی مورد استفاده قرار می‌گیرد. علاوه بر این، بومادران به دلیل اثرات هورمونی خود، نقش مهمی در تنظیم چرخه قاعدگی و کاهش دردهای قاعدگی دارد که آن را به یک گیاه ارزشمند در سلامت زنان تبدیل کرده است. از دیگر خواص مهم این گیاه، اثرات ضداسپاسم آن است که در درمان مشکلات گوارشی نظیر نفخ، گرفتگی‌های شکمی و سندرم روده تحریک‌پذیر (IBS) و به عنوان ادرارآور کاربرد دارد (Pereira et al., 2005, Benedek et al., 2007, Dall'Acqua et al., 2008, Ghedira et al., 2008, Si et al., 2018).

۱۲.۳. زردچوبه، زردچوبه (*Curcuma longa*):

زردچوبه، یکی از ادویه‌های دارویی شناخته‌شده از خانواده Zingiberaceae است که دارای ۱۶۰ ماده مؤثره با بیشترین اشتراک با آویشن باغی به تعداد ۵۳ و کمترین اشتراک به تعداد یک ترکیب با گندم، مامیران، انار، علف مار، خارشتر، یونجه، جینسینگ، خرخیار، کمای ایرانی، شبدر ترشک جنگلی، شاه تره و کوهوش سیاه است. به دلیل خواص ضدالتهابی، آنتی‌اکسیدانی و ضد میکروبی قوی از دیرباز مورد توجه بوده است. ترکیب فعال اصلی، کورکومین است که به‌طور گسترده برای اثرات درمانی آن مورد مطالعه قرار گرفته است. کاربردهای سنتی زردچوبه شامل درمان اختلالات گوارشی، کاهش التهاب و تقویت سلامت کبد است. این گیاه به‌طور خاص دارای اثرات ضدالتهابی قوی است که آن را در مدیریت آرتрит، دردهای عضلانی و بیماری‌های التهابی روده (IBD) بسیار مؤثر کرده است. پژوهش‌های اخیر نشان داده‌اند که کورکومین موجود در



زردچوبه دارای اثرات محافظت کننده عصبی است و می تواند با کاهش استرس اکسیداتیو در مغز، از زوال شناختی جلوگیری کرده و خطر ابتلا به بیماری های عصبی مانند آلزایمر را کاهش دهد. همچنین، زردچوبه در سلامت قلب و عروق نقش مهمی ایفا می کند. مطالعات نشان داده اند که این گیاه قادر است سطح کلسترول را تنظیم کرده، از تجمع پلاک های چربی در عروق جلوگیری کند و موجب بهبود گردش خون شود (Gupta et al., 2013, Kunnumakkara et al., 2017, Prasad et al., 2014, Hewlings and Kalman, 2017, Rahmani et al., 2020).

۱۳.۳. تمر هندی (*Tamarindus indica*):

تمر هندی، درختی گرمسیری از خانواده Fabaceae است که دارای ۱۵۵ ماده موثره با بیشترین اشتراک با فلفل قرمز به تعداد ۵۱ و کمترین اشتراک به تعداد یک ترکیب با شنبلیله، بنگ دانه، نیشکر، شاه تره ایرانی، کنگر فرنگی، بادام، گردو، وانیل و کاکنج است. به دلیل خواص گوارشی، ضد میکروبی و محافظت از قلب از دیرباز در طب سنتی مورد استفاده قرار گرفته است. مغز میوه تمر هندی سرشار از ترکیبات زیست فعال مانند پلی فنول ها، فلاونوئیدها، اسید تارتاریک و فیبر غذایی است که تأثیرات درمانی این گیاه را تقویت می کنند. یکی از مهم ترین کاربردهای تمر هندی، خاصیت ملینی طبیعی آن است که به بهبود هضم و رفع یبوست کمک می کند. این خاصیت ناشی از محتوای بالای فیبر و اسیدهای آلی در این میوه است که باعث تحریک حرکات روده ای و تسهیل دفع می شود. علاوه بر این، تمر هندی دارای فعالیت ضد میکروبی قوی است که آن را به یک گزینه مؤثر در درمان عفونت های گوارشی و تنفسی تبدیل کرده است. تحقیقات نشان داده اند که عصاره های تمر هندی می توانند رشد باکتری ها و قارچ های بیماری زا را مهار کرده و به بهبود عفونت های معده و دستگاه تنفسی کمک کنند. تمر هندی همچنین منبع غنی از آنتی اکسیدان ها است که به کاهش استرس اکسیداتیو و تقویت سلامت قلب و عروق کمک می کند. این گیاه می تواند سطح کلسترول را کاهش داده و از تصلب شرایین (آترواسکلروز) پیشگیری کند. برخی مطالعات نشان داده اند که تمر هندی دارای اثرات محافظت کننده کبدی است. ترکیبات آنتی اکسیدانی موجود در آن از آسیب های ناشی از سموم و استرس اکسیداتیو جلوگیری کرده و عملکرد کبد را بهبود می بخشد. علاوه بر این، پژوهش ها نشان داده اند که تمر هندی در مدیریت دیابت نقش دارد، زیرا عصاره های آن می توانند سطح قند خون را تنظیم کرده و حساسیت به انسولین را افزایش دهند. این گیاه همچنین به طور سنتی برای کاهش تب، التهاب و تسکین دردهای مفصلی مورد استفاده قرار گرفته است که نشان دهنده ویژگی های ضدالتهابی قوی آن است (Martín-Cabrejas et al., 2019, Sudjaroen et al., 2005, Maiti et al., 2004, Rajeswari et al., 2015, Al-Fatimi et al., 2007).

۱۴.۳. پونه معطر، خال واش، کوت کوتی (*Mentha pulegium*):

پونه معطر که با نام های خال واش و کوت کوتی نیز شناخته می شود، گیاهی دارویی از خانواده Labiatae است که دارای ۱۵۴ ماده موثره با بیشترین اشتراک با مرزنجوش یا مرزنگوش به تعداد ۶۸ و کمترین اشتراک به تعداد یک ترمپ با قدومه شیرازی، کنجد، کنگر فرنگی، خرنوب، کورگز، منداب، خار مریم، خرخیار، خردل سفید، عدس الملک، گل ساعتی، خشخاش سیاه، ناخنک، بارهنگ، سنای مکی، علف مار، کتان، انار، گل عسلی رنگین، شاه توت، خارپنبه، بسفایج، گنده تلخه، زرشک



زرافشانی، صبرزرد و ارژن است. به دلیل خواص ضدنفخ، ضد میکروبی و حشره کش طبیعی مورد توجه قرار گرفته است. ترکیبات زیست فعال اصلی شامل پولگون، منتول و لیمونن هستند که مسئول اثرات درمانی این گیاه می باشند. پونه معطر به دلیل خاصیت ضدنفخ و آرام بخش عضلات گوارشی در کاهش سوءهاضمه، نفخ و اسپاسم های معده بسیار مؤثر است. این گیاه می تواند به تحریک ترشح آنزیم های گوارشی و بهبود هضم غذا کمک کند. مطالعات نشان داده اند که پونه معطر دارای اثرات ضدباکتریایی و ضدقارچی قوی است که آن را برای درمان عفونت های گوارشی، دستگاه تنفسی و زخم های پوستی بسیار مفید می کند. این گیاه به عنوان یک تنظیم کننده طبیعی قاعدگی شناخته می شود و می تواند در تحریک قاعدگی و کاهش دردهای قاعدگی مؤثر باشد. ترکیبات فعال موجود در پونه دارای خواص ضدالتهابی و ضد درد هستند که می توانند به کاهش دردهای عضلانی، مفصلی و التهابات مزمن کمک کنند. منتول موجود در پونه به باز کردن مجاری تنفسی، کاهش سرفه و درمان برونشیت کمک می کند و موجب کاهش التهاب های ریوی می شود. یکی از ویژگی های برجسته پونه معطر، خاصیت حشره کشی آن است که به دلیل وجود پولگون در روغن های فرار آن به عنوان یک دفع کننده طبیعی حشرات به کار می رود. ترکیبات موجود در این گیاه می توانند از سلول های عصبی در برابر استرس اکسیداتیو محافظت کنند و موجب کاهش استرس و اضطراب شوند. البته، با وجود خواص درمانی متعدد، مصرف بیش از حد پونه معطر به دلیل محتوای بالای پولگون، می تواند برای کبد و سیستم عصبی سمی باشد. بنابراین، استفاده کنترل شده از این گیاه توصیه می شود (Raut and Karuppayil, 2014, González-Coloma et al., 2013, Perumalsamy et al., 2015, Abdellatif and Boudarene, 2018, Dall'Acqua et al., 2006).

۴. بحث و نتیجه گیری:

این مطالعه به بررسی دقیق گیاهان دارویی ایران که بیشترین میزان مواد مؤثره را دارا هستند پرداخته و نشان داده است که برخی از این گیاهان به دلیل همپوشانی ترکیبات زیست فعال، پتانسیل بالایی در فرمولاسیون داروهای ترکیبی دارند. در این میان، آویشن باغی و مرزنجوش به عنوان دو گیاه دارویی با گسترده ترین طیف همپوشانی ترکیبات فعال شناخته شدند که این ویژگی، آن ها را به اجزای کلیدی در توسعه داروهای گیاهی چندمنظوره تبدیل می کند. از بین گیاهان معرفی شده، شیرین بیان هم دارای بیشترین تعداد اشتراکات تک، با سایر گیاهان است که این ویژگی آن را نیز منحصر به فرد کرده است.

از نظر طیف اثرات درمانی، برخی از گیاهان مانند گل راعی، سنبل الطیب و بومادران به دلیل تأثیرات مثبت بر سیستم عصبی، در کاهش استرس، بهبود خواب و درمان افسردگی نقش مهمی دارند. از سوی دیگر، برخی گیاهان نظیر شیرین بیان، سماق و زردچوبه به دلیل دارا بودن ترکیبات آنتی اکسیدانی و ضدالتهابی قوی در درمان بیماری های متابولیکی، دیابت و سلامت کبد نقش مهمی ایفا می کنند.

تحلیل همپوشانی ترکیبات مؤثره در این گیاهان نشان داد که استفاده از فرمولاسیون های ترکیبی که شامل گیاهانی با اثرات مکمل هستند، می تواند کارایی درمانی را افزایش داده و موجب هم افزایی خواص دارویی شود. این امر در صنعت داروسازی مدرن و تولید داروهای گیاهی بسیار حائز اهمیت بوده و می تواند به ایجاد داروهایی با عملکرد بهینه، کاهش اثرات جانبی و



افزایش اثربخشی درمانی منجر شود. با توجه به تنوع گسترده گیاهان دارویی در ایران، شناسایی دقیق گیاهانی که بیشترین مواد مؤثره را دارا هستند و بررسی نحوه تعامل این ترکیبات، گامی ضروری برای توسعه درمان‌های گیاهی هدفمندتر در آینده خواهد بود. ادغام دانش طب سنتی و تحقیقات مدرن در حوزه فرماکولوژی گیاهی، می‌تواند راه را برای نوآوری در درمان‌های طبیعی و بهینه‌سازی استفاده از گیاهان دارویی هموار سازد.

تشکر و قدردانی:

از پشتیبانی معاونت پژوهشی دانشگاه شهید بهشتی و مرکز محاسبات گروه شیمی بسیار قدردانی می‌شود.

منابع

- <https://persianherb.com>.
C. Linnaeus, (1753), Species Plantarum.
Miller, Philip, Miller, J., Philip Miller., & John and Francis Rivington. (1768). The gardeners dictionary : containing the best and newest methods of cultivating and improving the kitchen, fruit, flower garden, and nursery, as also for performing the practical parts of agriculture, including the management of vineyards, with the methods of making and preserving wine, according to the present practice of the most skilful vigneron in the several wine countries in Europe, together with directions for propagating and improving, from real practice and experience, all sorts of timber trees.
Candolle, Augustin Pyramus de, & Candolle, Alphonse de. (1824). Prodrômus systematis naturalis regni vegetabilis, sive, Enumeratio contracta ordinum generum specierumque plantarum huc usque cognitatum, juxta methodi naturalis, normas digesta.
F. J. C. Braga, C. R. da Silva, M. C. Pimenta, & G. C. V. Maciel (2016). Antimicrobial activity of Thymus vulgaris essential oil against pathogenic bacteria. Journal of Ethnopharmacology, 178: 243-250.
A. S. Khosravi, M. Sharifi-Rad, & M. K. Salehi (2018). The therapeutic benefits of thyme (Thymus vulgaris) in respiratory health: A systematic review. Phytotherapy Research, 32(7): 1205-1215.
G. H. Nazzaro, R. Fratianni, & P. Coppola (2019). Antioxidant and anti-inflammatory properties of Thymus vulgaris extracts: A pharmacological perspective. Journal of Medicinal Plants Research, 13(5): 322-330.
D. J. Santos, L. P. Almeida, & J. M. Vasconcellos (2020). The impact of thyme (Thymus vulgaris) on gut microbiota and digestive health. Journal of Functional Foods, 55: 108-116.
R. T. Oliveira, S. M. Costa, & L. C. Ferreira (2021). Cardiovascular benefits of Thymus vulgaris: A comprehensive review. Journal of Herbal Medicine, 17(2): 87-95.
Hussain, A. I., Anwar, F., Sherazi, S. T. H., & Przybylski, R. (2008). Chemical composition and antioxidant activity of essential oil of marjoram (Origanum majorana L.). Food Chemistry, 108(3): 745-751.
Santos, J. S., Alvarenga Brizotto, L., & de Souza Vasconcellos, R. (2012). Anti-inflammatory and analgesic effects of Origanum majorana essential oil in experimental models. Journal of Medicinal Plants Research, 6(26): 4431-4438.
Sharopov, F. S., Sulaimonova, V. A., & Setzer, W. N. (2012). Antioxidant and antimicrobial activity of Origanum majorana essential oil. Natural Product Research, 26(21): 1937-1942.
Mohammadi, A., Sahebkar, A., & Hosseinzadeh, H. (2018). Origanum majorana and its therapeutic potential in diabetes and hypertension: A review. Iranian Journal of Basic Medical Sciences, 21(5): 548-557.
Zheljazkov, V. D., Cantrell, C. L., Astatkie, T., & Hristov, A. N. (2010). Yield and composition of Origanum majorana essential oil as affected by distillation time. Industrial Crops and Products, 32(3): 549-553.



- Fazeli, M. R., Amin, G., Ahmadian-Attari, M. M., Ashtiani, H., & Jamalifar, H. (2007). Antimicrobial activities of Iranian sumac and avishan-e shirazi (*Rhus coriaria* L., *Zataria multiflora* Boiss.). *Journal of Medicinal Plants*, 6(1): 22-27.
- Golzadeh, M., Hasanzadeh, M., & Mohammadifar, M. A. (2018). Antioxidant and anti-inflammatory properties of *Rhus coriaria* extracts: A review. *Phytotherapy Research*, 32(7): 1255-1270.
- Al-Jaber, H. I., Abu Zarga, M. H., & Zaaror, Y. (2011). Cytotoxicity and antimicrobial activity of *Rhus coriaria* extracts. *Pharmaceutical Biology*, 49(8): 823-828.
- Bozorgi, M., Memariani, Z., Mobli, M., Salehi Surmaghi, M. H., & Shirzad, H. (2013). *Rhus coriaria** (sumac): A review of its traditional uses, phytochemistry, and pharmacology. *Journal of Medicinal Plants Research*, 7(19): 1252-1259.
- Shafiei, M., Salimi, A., & Pourahmad, J. (2019). The hepatoprotective effects of *Rhus coriaria* extracts against oxidative stress-induced liver damage. *BMC Complementary Medicine and Therapies*, 19(1): 311.
- Hnatyszyn, O., Moscatelli, V., Acevedo, C., & Castro, O. (2008). Sedative and anxiolytic effects of *Tilia cordata* extracts. *Journal of Ethnopharmacology*, 118(2): 312-317.
- Zeller, A., Horst, K., & Velasco, M. (2015). Antioxidant and cardiovascular effects of *Tilia cordata* extracts. *Phytotherapy Research*, 29(7): 1011-1018.
- Santos, D., Abreu, L., & Almeida, J. (2017). Diaphoretic properties of *Tilia cordata* in fever management. *Journal of Herbal Medicine*, 5(3): 149-155.
- Cavanagh, H. M. A., & Wilkinson, J. M. (2002). Antimicrobial properties of *Tilia cordata* extracts. *Journal of Ethnopharmacology*, 81(1): 81-86.
- Panossian, A., & Wikman, G. (2010). Pharmacological properties of *Tilia cordata* and its role in stress relief. *Planta Medica*, 76(4): 344-349.
- Boskabady, M. H., Shafei, M. N., Saberi, Z., & Amini, S. (2011). Pharmacological effects of *Rosa damascena*. *Iranian Journal of Basic Medical Sciences*, 14(4): 295-307.
- Jäger, A. K., Saaby, L., & Christensen, P. (2015). *Rosa damascena** extracts and their effects on the central nervous system. *Journal of Ethnopharmacology*, 176: 35-45.
- Ghafourian, M., Vahedi, M., Amiri, M., & Hashemian, A. (2018). Antioxidant and neuroprotective effects of *Rosa damascena* extract. *Journal of Medicinal Plants Research*, 12(8): 157-163.
- Hajhashemi, V., & Ghannadi, A. (2013). Antinociceptive and anti-inflammatory effects of *Rosa damascena* essential oil. *Fitoterapia*, 82(2): 126-131.
- Nayebi, N., Khalili, N., Kamalinejad, M., & Emtiazy, M. (2017). A systematic review of the neuroprotective effects of *Rosa damascena* essential oil. *Phytotherapy Research*, 31(10): 1479-1490.
- Linde, K., Berner, M. M., & Kriston, L. (2008). St. John's wort for major depression. *Cochrane Database of Systematic Reviews*, 4, CD000448.
- Barnes, J., Anderson, L. A., & Phillipson, J. D. (2001). St John's wort (*Hypericum perforatum* L.): A review of its chemistry, pharmacology, and clinical properties. *Journal of Pharmacy and Pharmacology*, 53(5): 583-600.
- Butterweck, V. (2003). Mechanism of action of St John's wort in depression: What is known? *CNS Drugs*, 17(8), 539-562.
- Blaschek, W., Ebel, S., Hackenthal, E., Holzgrabe, U., Keller, K., Reichling, J., & Schulz, V. (2007). St. John's wort: *Phytopharmaceuticals*. Springer, New York.
- Knüpfer, M., & Heidemann, G. (2009). Clinical relevance of drug interactions with St John's wort (*Hypericum perforatum*). *European Journal of Clinical Pharmacology*, 65(3): 315-326.
- Asl, M. N., & Hosseinzadeh, H. (2008). Review of pharmacological effects of *Glycyrrhiza glabra* and its bioactive compounds. *Phytotherapy Research*, 22(6): 709-724.
- Pastori, N., Arnoldi, A., Bombardelli, E., & Morazzoni, P. (2010). The hepatoprotective effects of licorice root extract. *Journal of Ethnopharmacology*, 132(2): 381-387.
- Fiore, C., Eisenhut, M., Ragazzi, E., Zanchin, G., & Armanini, D. (2005). A history of the therapeutic use of licorice in Europe. *Journal of Ethnopharmacology*, 99(3): 317-324.



- Cinatl, J., Morgenstern, B., Bauer, G., Chandra, P., & Rabenau, H. (2003). Glycyrrhizin, an active component of licorice root, and replication of SARS-associated coronavirus. *Lancet*, 361(9374): 2045-2046.
- Wang, J., Sun, X., Cai, H., Ma, Y., & Shao, Y. (2013). Licorice flavonoids and their pharmacological effects. *Molecules*, 18(10): 13197-13221.
- Randhawa, M. A., & Alghamdi, M. S. (2011). Anticancer activity of *Nigella sativa* (black seed)—A review. *American Journal of Chinese Medicine*, 39(6): 1075-1091.
- Goreja, W. G. (2003). Black seed: Nature's miracle remedy. Amazing Herbs Press.
- Ahmad, A., Husain, A., Mujeeb, M., Khan, S. A., Najmi, A. K., & Siddique, N. A. (2013). A review on therapeutic potential of *Nigella sativa*: A miracle herb. *Asian Pacific Journal of Tropical Biomedicine*, 3(5): 337-352.
- Salem, M. L. (2005). Immunomodulatory and therapeutic properties of the *Nigella sativa* L. seed. *International Immunopharmacology*, 5(13-14): 1749-1770.
- Hadi, V., Kheirouri, S., Alizadeh, M., Khabbazi, A., & Hosseini, H. (2016). Effects of *Nigella sativa* oil on inflammatory cytokines in rheumatoid arthritis patients. *Phytotherapy Research*, 30(4): 551-557.
- Bent, S., Padula, A., Moore, D., Patterson, M., & Mehling, W. (2006). Valerian for sleep: A systematic review and meta-analysis. *American Journal of Medicine*, 119(12): 1005-1012.
- Kennedy, D. O., & Wightman, E. L. (2011). Herbal extracts and phytochemicals: Plant secondary metabolites and the enhancement of human brain function. *Advances in Nutrition*, 2(1): 32-50.
- Fernández-San-Martín, M. I., Masa-Font, R., Palacios-Soler, L., Sancho-Gómez, P., Koplowitz, D., & Serrano-Blanco, A. (2010). Effectiveness of valerian on insomnia: A meta-analysis of randomized placebo-controlled trials. *Sleep Medicine*, 11(6): 505-511.
- Anderson, G. D., Elmer, G. W., Kantor, E., & Templeton, I. (2005). Pharmacokinetics of valerenic acid after administration of valerian in healthy subjects. *Phytotherapy Research*, 19(9): 801-803.
- Cropley, M., Cave, Z., Ellis, J., & Middleton, R. W. (2017). Effect of valerian on polysomnographic sleep in insomnia: A systematic review and meta-analysis. *Journal of Sleep Research*, 26(1): 11-18.
- Ali, N. A., Chhetri, B. K., Dosoky, N. S., Shari, K., & Setzer, W. N. (2017). Chemical composition and biological activities of *Artemisia vulgaris* essential oil from Nepal. *Natural Product Communications*, 12(12): 1935-1938.
- Kashiwadani, H., Saito, H., & Kanmura, Y. (2018). The effect of inhaling *Artemisia vulgaris* essential oil on stress-induced anxiety-like behavior in mice. *Frontiers in Pharmacology*, 9: 1029.
- Wang, Z., Chen, J., & Chen, L. (2020). Anti-inflammatory effects of *Artemisia vulgaris* extract in an experimental model of arthritis. *Journal of Ethnopharmacology*, 256: 112792.
- Rezaei, S., Farzaei, M. H., & Bahramsoltani, R. (2018). *Artemisia* species in the treatment of diabetes: A review on traditional uses and pharmacological evidence. *Journal of Integrative Medicine*, 16(3): 171-180.
- Han, S., Kim, K., & Lee, H. (2015). Cytotoxic and anticancer effects of *Artemisia vulgaris* extracts on human cancer cell lines. *Phytomedicine*, 22(12): 1103-1110.
- Pereira, P., Tysca, D., Oliveira, P., da Silva Brum, L. F., Picada, J. N., & Ardenghi, P. (2005). Neurobehavioral and genotoxic aspects of *Achillea millefolium* L. *Phytomedicine*, 12(9): 538.
- Benedek, B., Kopp, B., & Melzig, M. F. (2007). *Achillea millefolium* L. – Is the anti-inflammatory activity mediated by protease inhibition? *Journal of Ethnopharmacology*, 113(2): 312-317.
- Dall'Acqua, S., Cervellati, R., Speroni, E., Costa, S., Guerra, M. C., & Stella, L. (2008). Antioxidant properties of *Achillea millefolium* volatile oil assessed by means of multiple chemical and biological assays. *Phytotherapy Research*, 22(4): 325-333.
- Ghedira, K., Goetz, P., & Le Jeune, R. (2008). *Achillea millefolium* L.: A review of its chemical composition, pharmacological properties, and toxicological aspects. *Journal of Phytotherapy Research*, 22(12): 1499-1512.
- Si, X., Liu, X., Zhan, J., Li, Y., Luo, J., & He, W. (2018). Anticancer effects of *Achillea millefolium* extracts in human cancer cells. *BMC Complementary Medicine and Therapies*, 18(1): 103.
- Gupta, S. C., Patchva, S., & Aggarwal, B. B. (2013). Therapeutic roles of curcumin: Lessons learned from clinical trials. *AAPS Journal*, 15(1): 195-218.



- Kunnumakkara, A. B., Bordoloi, D., Padmavathi, G., Monisha, J., Roy, N. K., Prasad, S., & Aggarwal, B. B. (2017). Curcumin, the golden nutraceutical: Multi-targeting for multiple chronic diseases. *British Journal of Pharmacology*, 174(11): 1325-1348.
- Prasad, S., Gupta, S. C., Tyagi, A. K., & Aggarwal, B. B. (2014). Curcumin, a component of golden spice: From bedside to bench and back. *Biotechnology Advances*, 32(6), 1053-1064.
- Hewlings, S. J., & Kalman, D. S. (2017). Curcumin: A review of its effects on human health. *Foods*, 6(10): 92.
- Rahmani, A. H., Alsahli, M. A., Almatroodi, S. A., & Khan, A. A. (2020). The potential role of curcumin in disease prevention and treatment. *Molecules*, 25(22): 5396.
- Martín-Cabrejas, M. A., Díaz-Rubio, M. E., & Aguilera, Y. (2019). Health benefits of tamarind (*Tamarindus indica* L.): A review. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 59(19): 3189-3200.
- Sudjaroen, Y., Haubner, R., Würtele, G., Hull, W. E., Erben, G., Spiegelhalder, B., & Owen, R. W. (2005). Tamarind (*Tamarindus indica*) fruit polyphenolics as antioxidants and antiproliferative agents. *Food Chemistry*, 90(1-2): 137-146.
- Maiti, R., Jana, D., Das, U. K., & Ghosh, D. (2004). Antidiabetic effect of aqueous extract of seed of tamarind (*Tamarindus indica*) in streptozotocin-induced diabetic rats. *Journal of Ethnopharmacology*, 92(1): 85-91.
- Rajeswari, G., Lingeshwaran, P., & Manikandan, S. (2015). Hepatoprotective activity of tamarind leaf extract against carbon tetrachloride-induced liver damage in rats. *Indian Journal of Pharmaceutical Sciences*, 77(5): 643-647.
- Al-Fatimi, M., Wurster, M., Schröder, G., & Lindequist, U. (2007). Antioxidant, antimicrobial and cytotoxic activities of selected medicinal plants from Yemen. *Journal of Ethnopharmacology*, 111(3): 657-666.
- Raut, J. S., & Karuppayil, S. M. (2014). A status review on the medicinal properties of *Mentha pulegium*. *Journal of Ethnopharmacology*, 155(1): 393-405.
- González-Coloma, A., Reina, M., Sáenz, C., Lacret, R., & Ruiz-Mesia, L. (2013). Natural insecticides from *Mentha* species. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 61(46): 10998-11005.
- Perumalsamy, H., Jang, M. J., Kim, J. R., Kadarkarai, M., & Ahn, Y. J. (2015). Toxicity and behavioral effects of *Mentha pulegium* essential oil constituents on medically important insects. *Pesticide Biochemistry and Physiology*, 125: 1-10.
- Abdellatif, F., & Boudarene, L. (2018). Chemical composition and antibacterial activity of *Mentha pulegium* essential oil. *Journal of Essential Oil Research*, 30(4): 275-281.
- Dall'Acqua, S., Viola, G., Giorgetti, M., Loi, M. C., Innocenti, G., & Caniato, R. (2006). Cytotoxic activity of *Mentha pulegium* extracts. *Journal of Ethnopharmacology*, 103(1): 14-19.



مروری بر نقش گیاه آرتمیزیا (*Artemisia annua*) در درمان مالاریا از طب سنتی تا طب

جدید

محمد آقایی^{۱*}، علی اصغر حاتم نیا^۲

^{۱*} گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ایلام، ایلام، ایران. M.aghaei@ilam.ic.ir

^۲ گروه زیست، دانشکده علوم پایه، دانشگاه ایلام، ایلام، ایران.

چکیده

کشف ترکیب آرتمیزین بعنوان یک داروی موثر در درمان بیماری مالاریا که منبع تولید آن گیاه است نشان دهنده اهمیت گیاهان دارویی و به طبع آن تجربیات بدست آمده از طب سنتی می باشد. مطالعه تاریخچه کشف این ترکیب دارویی بیانگر آن است که با بکارگیری درست از پیشینه طبی می توان ارتباط موثری بین علوم مدرن و علوم گذشته ایجاد نمود. این پژوهش نگاهی است اجمالی بر تاریخچه کشف، مسیر ساخت و مکانیسم عمل ترکیب آرتمیزین و نقش آن در درمان مالاریا بعنوان یک دارو با منشاء گیاهی منحصر بفرد و از سوی دیگر شناخت یک ترکیب گیاهی خاص با اثرات درمانی مختلف که مطالعات فارماکولوژیکی و بالینی بسیاری از قبیل خواص ضد سرطانی، ضد توموری، ضد انگلی، آنتی اکسیدانی و ضد کرونا جهت بررسی اثرات دارویی آن انجام گرفته است و تولید آن تبدیل به یک صنعت جهانی گردیده است. نتایج مطالعه و شناخت ترکیبات بیواکتیو می تواند برای متخصصین فیتوشیمی، فارماکونوزی، فارماکولوژی و بالینی مفید بوده و یکی از اهداف تحقیقاتی آینده روی آرتمیزین و مشتقات آن باشد.

واژگان کلیدی: آرتمیزین، سزکوئی ترپن، طب سنتی، مالاریا.

۱. مقدمه

گیاه *Artemisia annua* از خانواده آستراسه، یک گیاه شناخته شده در آسیای شرقی بخصوص چین و کره می باشد که به گیاه همیشه سبز مشهور است و بیش از ۲۰۰۰ سال است که در طب سنتی چین برای درمان تب و مالاریا از آن استفاده می شود (Septembre-Malaterre et al., 2020). جنس آرتمیزیای شامل تعداد زیادی گونه های متفاوت است که در سرتاسر نیمه شمالی دنیا پراکنده هستند که در بین آنها *A. annua* اصلی ترین منبع تولید آرتمیزینین می باشد و بدلیل هزینه بر بودن سنتز این ماده تنها منبع تامین ماده از گیاه است (Elfawal et al., 2012). گونه *A. annua* یک بوته معطر و دارویی یکساله و ایستاده است به ارتفاع ۳۰ تا ۱۰۰ سانتی متر، دارای برگ های دوبار شانه ای بلند، جام گل لوله ای باز و زرد رنگ که به صورت وحشی در نواحی مختلف رشد می کند (Ikram and Simonsen, 2017). در طب سنتی چین از آرتمیزیای برای درمان تب و هموروئید استفاده می شود. اسانس گیاه دارای خاصیت مسهلی شدید بوده و از بین برنده کرم های روده ای می باشد (Giannangelo et al., 2019). از این گیاه در صنعت برای معطر کردن فرآورده های شادی بخش و همچنین به عنوان یک منبع از روغن های فرار در صنعت عطر سازی کاربرد دارد (Ferreira and Janik, 2009). در دهه اخیر مطالعات مختلفی بر روی خاصیت ضد سرطانی و ضد توموری آرتمیزینین انجام گرفته است و طی چند سال اخیر این ترکیب به عنوان یک ترکیب دارویی موثر در درمان کرونا معرفی گردیده است (Septembre-Malaterre et al., 2020).

مالاریا مهم ترین بیماری انگلی و یکی از مسایل مهم بهداشتی تعدادی از کشورها بخصوص کشورهای گرمسیری دنیا است که مطابق آمار جهانی (در سال ۲۰۱۷) ۲۱۹ میلیون نفر از مردم جهان را مبتلا کرده که ۴۳۵۰۰۰ مورد از آن منجر به مرگ گردیده است و بیشتر قربانیان را کودکان در صحرای آفریقا تشکیل می دهند، اما قربانیان بیشماری در دیگر مناطق گرمسیری جهان وجود دارد (WHO, 2018). کلمه مالاریا یک کلمه ایتالیایی و به معنای هوای بد (Mal-Aria) است و منظور از آن تعریف بیماری با ویژگی های تب متناوب است که ایتالیایی ها در گذشته وجود آن را ناشی از هوای بد و مناطق باتلاقی می دانستند. همواره با گرم شدن زمین، شیوع این بیماری افزایش می یابد. این بیماری به صورت عفونت حاد در بیشتر موارد وخیم و گاهی طولانی و با ویژگی های تب متناوب و لرز، کمخونی و بزرگی طحال و گاه با ویژگی های ساده یا کشنده دیگر خودنمایی می کند. اهمیت این بیماری به خاطر شیوع زیاد و مرگ و میر قابل توجه آن است. انگل مالاریا به وسیله پشه آنوفل انتقال پیدا می کند که به صورت آهسته گلبول های قرمز خون را آلوده می کند (شکل ۱) و پتانسیل آن را دارد که باعث بروز شیوع بیماری در مناطق مختلف شود، این پشه در ۴۸ کشور شناسایی شده است (Giannangelo et al., 2019).



شکل (۱)



۲. مواد و روش‌ها

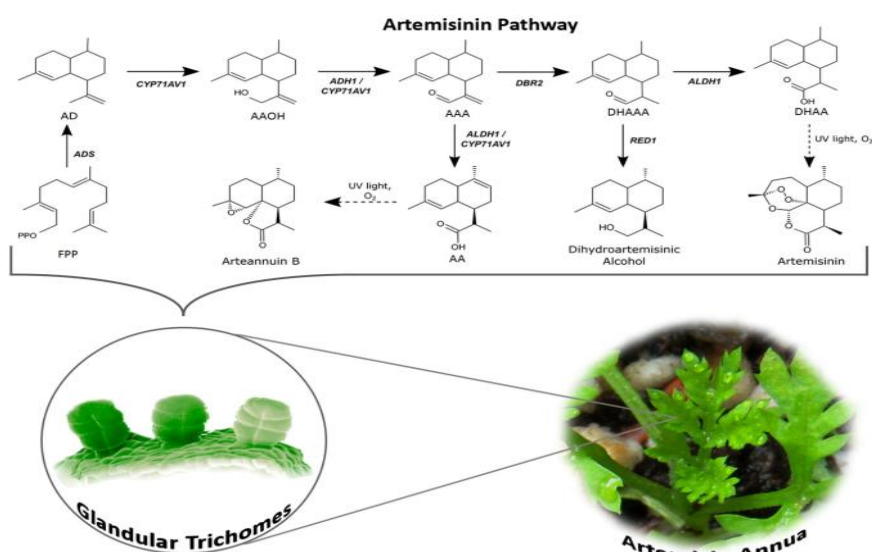
در این مطالعه از مقالات معتبر علمی در رابطه با اثرات فارموکولوژیک گیاه آرتمیزیاز که از سال ۲۰۱۰ به بعد در بانک اطلاعاتی Pubmed، ISI web و Scopus استفاده شد.

خسارت وحشتناک مالاریا در میان ارتش ویتنام شمالی در طول جنگ ویتنام سبب گردید، مائو تسه تنگ در سال ۱۹۶۷، در طول انقلاب فرهنگی، پروژه "۵۲۳" (یک برنامه مخفی در درمان مالاریا توسعه یافته از طب سنتی چینی) را برنامه ریزی نماید. آکادمی طب سنتی چینی این تحقیق را به داروشناس جوان خانم Youyou TU سپرد. در این پروژه ۳۸۰ عصاره از گیاهان مختلف مورد بررسی قرار گرفت که در میان آنها گیاه آرتمیزیاز، که برای قرن‌ها اثربخشی آن برای درمان تب شناخته شده بود تأثیرات مثبتی بر روی بیماری مالاریا نشان داد. اولین نتایج به دست آمده ناامید کننده بود، چرا که در عصاره بدست آمده با آب ترکیبات فعال در اثر جوشیدن نابود شده بودند. این محقق در سال ۱۹۷۱، از روش استخراج با اتر در دمای پایین تر استفاده نمود، و عصاره بدست آمده را به صورت تجربی بر روی موش و میمون آلوده مورد بررسی قرارداد که نتایج کارایی ۱۰۰٪ این عصاره را نشان داد. سپس از عصاره بدست آمده در درمان ۲۱ بیمار مبتلا به مالاریا استفاده شد که سبب بهبود ۹۰ درصد بیماران تحت درمان گردید. در سال ۱۹۷۲ این محقق یک مولکول فعال را که در درمان مالاریا موثر بود از آرتمیزیاز جدا کرد، که آرتمیزینین نامگذاری شد. در سال ۱۹۸۶ برای اولین بار داروهای آرتمیزینین به بازار عرضه شد و در سال ۲۰۰۴ تولید گسترده آرتمیزینین آغاز گردید و نهایتاً از سال ۲۰۱۱ آرتمیزینین به عنوان یک درمان تک دارویی به جای نمک گنه گنه برای درمان مالاریا در کودکان توصیه می‌شود. در سال ۲۰۱۵ به خانم Youyou TU جایزه نوبل فیزیولوژی و پزشکی تعلق گرفت (Liao, 2009; Faurant, 2011; Giannangelo *et al.*, 2019).

۳. نتایج

۳-۱. ترکیبات بیوشیمیایی گیاه و مسیر ساخت آرتمیزینین

ترکیبات شیمیایی گیاه شامل سزکوئی ترپنوئیدها، فلاونوئیدها، کومارین، ترپنوئید، استروئیدها، ترکیبات فنلی ساده مانند کافئیک، فرولیک و سینامیک اسید، چربی و ترکیبات آلیفاتیک می‌باشد. آرتمیزینین یک سزکوئی ترپن لاکتونی که از فارنسیل پیروفسفات ۱۵ کربنه منشاء می‌گیرد. مطالعات نشان داده است که هر دو مسیر موالونیک اسید (MVA) و مسیر متیل اریتریتول فسفات (MEP) در بیوسنتز آرتمیزینین دخالت دارند (شکل ۲) که ۸۰ درصد بیوسنتز آرتمیزینین از مسیر موالونات در سیتوزول انجام گرفته و ۲۰ درصد دیگر از مسیر متیل اریتریتول فسفات انجام می‌شود (Septembre-Malaterre *et al.*, 2020).



شکل (۲)

ماده آرتیمیزینین غیر فرار بوده و قابلیت تشخیص با دستگاه GC/MS را ندارد. با بررسی مسیرهای ساخت آرتیمیزینین مشخص شده است که آنزیم‌های کلیدی که در ساخت آرتیمیزینین دخالت دارند شامل: ADS5، FPS، HMGR1، cyp71av1، CPR می‌باشد و SQS یک آنزیم رقابتی با مسیر ساخت آرتیمیزینین است که مسیر را به سمت ساخت استرول پیش می‌برد (Ikram and Simonsen, 2017).

۲-۳. مکانیسم عمل آرتیمیزینین در درمان بیماری

وجود پل پراکسیدی در مولکول آرتیمیزینین برای فعالیت این ترکیب ضروری می‌باشد و خاصیت این ترکیب وابسته به همین ویژگی است که بر این اساس دو مکانیسم اثر ماده در درمان بیماری پیشنهاد شده است. اولین مکانیسم پیشنهادی، مهار آنزیم کلسیم $ATPase^{++}$ ، که یک آنزیم مهم برای سنتز غشاء پروتئین سلولی است. با این حال منشاء آهن ممکن است متفاوت باشد، چرا که آرتیمیزینین در چرخه فعالیت انگل مالاریا، قبل از تخریب هموگلوبین فعال است. علاوه بر این آرتیمیزینین به طور عمده در غشاء سلولی انگل (شبکه آندوپلاسمی، سیستم میتو کندریایی) که دارای هسته هستند نیز وارد شده و تاثیر گذار است. دومین مکانیسم تداخل با سیستم میتو کندریایی، فعالیت میتو کندری انگل برای زنجیره تنفسی در هر دو مرحله جنسی و غیر جنسی لازم است. اتم‌های اکسیژن فعال آرتیمیزینین با آهن موجود در میتو کندری واکنش داده و باعث تداخل در زنجیره انتقال الکترون انگل شده، باعث مهار بیوستتر اسیدهای نوکلئیک و به ویژه بازهای پرایمدینی شده، و نهایتاً باعث مرگ انگل می‌شود (Giannangelo et al., 2019; Zheng et al., 2024).

۴. بحث و نتیجه گیری



گیاه آرتیمیزیا بواسطه ترکیبات بیواکتیو دارای اثرات فعال فارماکولوژیک بوده و از گیاه در صنایع دارویی، آرایشی و بهداشتی استفاده می شود. این ترکیب ها دارای اثرات ضد میکروبی، ضد التهابی، ضد درد، ضد انگل، آنتی اکسیدانی و غیره می باشند. در سال های اخیر و پس از کشف ترکیب آرتیمیزینین مطالعات متنوعی بر روی این ترکیب و ترکیبات مشتق شده از آن انجام گرفته است که به اختصار برخی از آن مطالعات در جدول (۱) آورده شده است.

جدول (۱)

منبع	قسمت مورد استفاده	خاصیت
(Zhang <i>et al.</i> , 2009) (Noori <i>et al.</i> , 2009) (Stebbins <i>et al.</i> , 2016)	عصاره اتانولی گیاه	تاثیر سرکوب کننده سیستم ایمنی
(Ko <i>et al.</i> , 2016) (Michaelsen <i>et al.</i> , 2015) (Ahmadi <i>et al.</i> , 2015) (Augustin <i>et al.</i> , 2020) (Ma <i>et al.</i> , 2021)	مکمل غذایی	خاصیت ضد التهابی
(Cavar <i>et al.</i> , 2012) (Kim <i>et al.</i> , 2014) (Wan <i>et al.</i> , 2016)	ترکیب آرتیمیزینین	خاصیت ضد سرطانی
(Bhakuni <i>et al.</i> , 2001) (Helal <i>et al.</i> , 2014) (Murthy <i>et al.</i> , 2012) (Lang <i>et al.</i> , 2019) (Wojtkowiak <i>et al.</i> , 2011) (Verdian-rizi, 2009) (Li <i>et al.</i> , 2011) (Massiha <i>et al.</i> , 2013)	نانو پارسیکل عصاره اتانولی عصاره آبی	خاصیت آنتی اکسیدانی
	ترکیب آرتیمیزینین	خاصیت ضد دیابت
	عصاره هگرنی	خاصیت ضد توموری
	اسانس	خاصیت ضد باکتریایی و ضد قارچی

گیاه آرتیمیزیا (*A. annua*) به دلیل ارزش بالا از گذشته برای انسان شناخته شده و مورد استفاده قرار می گیرد. این گیاه به دلیل داشتن ترکیب آرتیمیزینین و مشتقات آن به یک تک دارویی موثر در درمان مالاریا تبدیل گردیده است. با توجه به وجود گونه های بومی گیاه در ایران و پتانسیل بالای گیاه در صنایع دارویی و آرایشی و بهداشتی، تحقیقات در زمینه شناخت ترکیبات بیواکتیو دارویی و اثرات درمانی آن امری ضروری می باشد.

منابع

Ahmadi, F., Mojarrab, M., Ghazi-Khansari, M., & Hosseinzadeh, L. (2015). A semipolar fraction of petroleum ether extract of *Artemisia aucheri* induces apoptosis and enhances the apoptotic response to doxorubicin in human neuroblastoma SKNMC cell line. *Research in pharmaceutical sciences*, 10(4), 335-344.



- Augustin, Y., Staines, H. M., & Krishna, S. (2020). Artemisinins as a novel anti-cancer therapy: targeting a global cancer pandemic through drug repurposing. *Pharmacology & Therapeutics*, 216, 107706.
- Bhakuni, R., Jain, D., Sharma, R., & Kumar, S. (2001). Secondary metabolites of *Artemisia annua* and their biological activity. *Current science*, 35-48.
- Ćavar, S., Maksimović, M., Vidic, D., & Parić, A. (2012). Chemical composition and antioxidant and antimicrobial activity of essential oil of *Artemisia annua* L. from Bosnia. *Industrial crops and products*, 37(1), 479-485.
- Faurant, C. (2011). From bark to weed: the history of artemisinin. *Parasite: journal de la Société Française de Parasitologie*, 18(3), 215.
- Giannangelo, C., Fowkes, F. J., Simpson, J. A., Charman, S. A., & Creek, D. J. (2019). Ozonide antimalarial activity in the context of artemisinin-resistant malaria. *Trends in parasitology*, 35(7), 529-543.
- Helal, E. G., Aouf, N. A., Khattab, A. M., & Zoair, M. A. (2014). ANTI-DIABETIC EFFECT OF ARTEMISIA ANNUA (KAYSOM) IN ALLOXAN-INDUCED DIABETIC RATS. *Egyptian Journal of Hospital Medicine*, 57.
- Ikram, N. K., & Simonsen, H. T. (2017). A review of biotechnological artemisinin production in plants. *Frontiers in Plant Science*, 8, 1966.
- Kim, M. H., Seo, J. Y., Liu, K. H., & Kim, J.-S. (2014). Protective effect of *Artemisia annua* L. extract against galactose-induced oxidative stress in mice. *PloS one*, 9(7), e101486.
- Ko, Y. S., Lee, W. S., Panchanathan, R., Joo, Y. N., Choi, Y. H., Kim, G. S., . . . Kim, H. J. (2016). Polyphenols from *artemisia annua* L inhibit adhesion and EMT of highly metastatic breast cancer cells MDA-MB-231. *Phytotherapy Research*, 30(7), 1180-1188.
- Kweon, S. H., Song, J. H., Kim, H. J., Kim, T. S., & Choi, B. G. (2015). Induction of human leukemia cell differentiation via PKC/MAPK pathways by artemisinin, a sesquiterpene lactone from *Artemisia santolina*. *Archives of pharmacological research*, 38, 2020-2028.
- Lang, S. J., Schmiech, M., Hafner, S., Paetz, C., Steinborn, C., Huber, R., Syrovets, T. (2019). Antitumor activity of an *Artemisia annua* herbal preparation and identification of active ingredients. *Phytomedicine*, 62, 152962.
- Li, M., Jiang, F., Yu, X., & Miao, Z. (2015). Engineering isoprenoid biosynthesis in *Artemisia annua* L. for the production of taxadiene: a key intermediate of taxol. *BioMed Research International*, 2015(1), 504932.
- Li, Y., Hu, H., Zheng, X., Zhu, J., & Liu, L. (2011). Composition and antimicrobial activity of essential oil from the aerial part of *Artemisia annua*. *J Medicin Plants Res*, 5, 3629-3633.
- Liao, F. (2009). Discovery of artemisinin (Qinghaosu) (Vol. 14, pp. 5362-5366): Molecular Diversity Preservation International.
- Ma, Z., Woon, C. Y.-N., Liu, C.-G., Cheng, J.-T., You, M., Sethi, G., Ong, P. (2021). Repurposing artemisinin and its derivatives as anticancer drugs: a chance or challenge? *Frontiers in Pharmacology*, 12, 828856.
- Massiha, A., Khoshkholgh-Pahlaviani, M. M., Issazadeh, K., Bidarigh, S., & Zarrabi, S. (2013). Antibacterial activity of essential oils and plant extracts of *Artemisia* (*Artemisia annua* L.) in vitro. *Zahedan Journal of Research in Medical Sciences*, 15(6).
- Michaelsen, F.-W., Saeed, M. E., Schwarzkopf, J., & Efferth, T. (2015). Activity of *Artemisia annua* and artemisinin derivatives, in prostate carcinoma. *Phytomedicine*, 22(14), 1223-1231.
- Verdian-rizi, M. (2009). Chemical composition and antimicrobial activity of the essential oil of *Artemisia annua* L. from Iran. *Pharmacognosy Research*, 1(1).
- Murthy, K. N. C., Jayaprakasha, G. K., & Patil, B. S. (2012). D-limonene rich volatile oil from blood oranges inhibits angiogenesis, metastasis and cell death in human colon cancer cells. *Life Sciences*, 91(11-12), 429-439.
- Noori, S., Naderi, G.-A., Hassan, Z. M., Habibi, Z., Bathaie, S. Z., & Hashemi, S. M. M. (2004). Immunosuppressive activity of a molecule isolated from *Artemisia annua* on DTH responses compared with cyclosporin A. *International immunopharmacology*, 4(10-11), 1301-1306.



- Septembre-Malaterre, A., Lalarizo Rakoto, M., Marodon, C., Bedoui, Y., Nakab, J., Simon, E., Guiraud, P. (2020). *Artemisia annua*, a traditional plant brought to light. *International journal of molecular sciences*, 21(14), 4986.
- Stebbing, S., Beattie, E., McNamara, D., & Hunt, S. (2016). A pilot randomized, placebo-controlled clinical trial to investigate the efficacy and safety of an extract of *Artemisia annua* administered over 12 weeks, for managing pain, stiffness, and functional limitation associated with osteoarthritis of the hip and knee. *Clinical rheumatology*, 35, 1829-1836.
- Tang, C., Zhao, Y., Huang, S., Jin, Y., Liu, J., Luo, J., Shi, D. (2015). Influence of *Artemisia annua* extract derivatives on proliferation, apoptosis and metastasis of osteosarcoma cells. *Pakistan Journal of Pharmaceutical Sciences*, 28.
- Wan, X., Niu, Y., Zheng, X., Huang, Q., Su, W., Zhang, J., Wang, T. (2016). Antioxidant capacities of *Artemisia annua* L. leaves and enzymatically treated *Artemisia annua* L. in vitro and in broilers. *Animal Feed Science and Technology*, 221, 27-34.
- WHO (2018) World Malaria Report 2018, World Health Organisation.
- Wojtkowiak-Giera, A., Derda, M., Kosik-Bogacka, D., Kolasa-Wołoskiuk, A., Wandurska-Nowak, E., Jagodziński, P. P., & Hadaś, E. (2019). The modulatory effect of *Artemisia annua* L. on toll-like receptor expression in *Acanthamoeba* infected mouse lungs. *Experimental parasitology*, 199, 24-29.
- Zhang, Y.-x., & Sun, H.-x. (2009). Immunosuppressive effect of ethanol extract of *Artemisia annua* on specific antibody and cellular responses of mice against ovalbumin. *Immunopharmacology and Immunotoxicology*, 31(4), 625-630.
- Zheng, D., Liu, T., Yu, S., Liu, Z., Wang, J., & Wang, Y. (2024). Antimalarial mechanisms and resistance status of artemisinin and its derivatives. *Tropical Medicine and Infectious Disease*, 9(9), 223.

داتوره استرامونیوم، گیاهی با دو چهره: نگاهی بر جوانب مثبت و منفی

رضا ایازی^۱، سجاد داودی مهد^۱، علیرضا جلالی^۱، حسین هنری^{۲*}

^۱ گروه علوم زیستی، دانشکده علوم پایه، دانشگاه جامع امام حسین (ع)، تهران، ایران؛

^{۲*} گروه علوم زیستی، دانشکده علوم پایه، دانشگاه جامع امام حسین (ع)، تهران، ایران؛ (Honari.hosein@gmail.com)

چکیده

تاتوره استرامونیوم (*Datura stramonium*) گیاهی است که دو روی متفاوت دارد؛ از یک طرف به خاطر ترکیبات قوی آلکالوئیدی اش خواص دارویی ارزشمندی دارد و از طرف دیگر به دلیل سمیت بالا، می تواند خطرناک باشد. این گیاه در طب سنتی برای تسکین درد، درمان مشکلات تنفسی، مشکلات گوارشی و حتی به عنوان آرام بخش استفاده شده است. با این حال، به دلیل وجود آلکالوئیدهایی مثل آتروپین، اسکوپولامین و هیوسیامین، مصرف نادرست آن می تواند باعث مسمومیت یا حتی توهم زایی شود. در این مطالعه مروری، به طور جامع به بررسی جنبه های مثبت و منفی تاتوره استرامونیوم پرداخته ایم. در این بررسی، به ترکیبات شیمیایی، خواص دارویی، سمیت، مکانیسم های اثر و کاربردهای بالقوه این گیاه در پزشکی پرداخته ایم. نتایج نشان می دهد که این گیاه به دلیل خواص درمانی متنوعش می تواند در صنایع دارویی بسیار مفید باشد، اما به خاطر سمیت بالا و خطرات ناشی از مصرف نادرست، باید با احتیاط مورد استفاده قرار گیرد. پیشنهاد می شود که پژوهش های بیشتری در خصوص سمیت حاد و مزمن و فهم بهتر مکانیسم های اثر آن انجام شود تا بتوان از خواص درمانی این گیاه بدون خطرات جانبی بهره مند شد.

واژگان کلیدی: آتروپین، اسکوپولامین، تاتوره استرامونیوم، گیاهان دارویی، هیوسیامین



۱. مقدمه

داتوره/استرامونیوم، با نام علمی *Datura stramonium L* گیاهی است یکساله و راست قامت، که به عنوان علف هرزی جهان وطنی شناخته شده و در زمین های زراعی، باغ ها، مناطق بایر و سایر زیستگاه های متأثر از انسان رشد می کند و می تواند بوته هایی تا ارتفاع تقریبی ۱۵۰ الی ۱۸۰ سانتی متر تشکیل دهد و دارای ساقه های تنومند، صاف و برگ دار است که می تواند به رنگ سبز مایل به زرد تا بنفش متمایل به قرمز باشد (Thapa et al., 2022, Hassan and Amer, 2019). البته بایست اشاره کرد که گیاهان متعلق به جنس *Datura* (خانواده *Solanaceae*)، دارای ۱۲ تا ۱۴ گونه ی مختلف است که این گونه ها، می توانند یکساله، چند ساله و یا در موارد نادر، بصورت درختچه یا درخت باشند (Hassan and Amer, 2019). پراکنش اولیه این گیاه را در قلمرو دریای خزر (کاسپین) و اروپا دانسته اند؛ در حالیکه امروزه گسترده گی قابل توجهی در نواحی مرطوب اروپایی، آسیایی، آفریقای جنوبی و آمریکا دارد (Soni et al., 2012).

ضرورت تمرکز بر این گیاه در کشورمان، از جوانب گوناگون قابل ذکر است. پیش از مرور این جوانب، لازم است به چندین نکته اشاره نماییم: این گیاه در جوامعی با باور ها و سنت های دیرینه، کاربردهای گوناگونی یافته است که هر یک، به نوعی تعریف شده و توجیه شده هستند. به عنوان مثال، در فرهنگ هندوها، این گیاه برای سیر در ریاضت های معنوی و مکاشفات روحانی بسیار مورد استفاده واقع می شود (Thapa et al., 2022). جالب است که نام این گیاه (*Datura*) از کلمه ی سنسکریت Dhutra به معنای مستی معنوی گرفته شده است (Batoool et al., 2020). گذشته از موارد فرهنگی، این گیاه در بین جوامع گوناگون به عنوان دارو مورد استفاده واقع شده است؛ بطوریکه فرضا به دلیل داشتن خواص ضد درد، ضد اسپاسم و ضد تهوع، و در طب سنتی برای درمان برخی بیماری ها، کاربرد یافته است (Ogunmoyole et al., 2019, Loyola-Vargas, 1999). از این عبارات، می توان چنان برداشت کرد که گیاه داتوره (یا تاتوره)، می تواند گیاهی شناخته شده و رایج در بین مردم عادی باشد (Pan et al., 2024). اما متأسفانه بایست گفت که همه ی بخش های گیاه سمیت داشته و مسمومیت با این گیاه (خواسته یا ناخواسته)، پرتکرار است (Ogunmoyole et al., 2019). خشکاندن یا جوشاندن که از رویکردهای رایج بین عموم مردم برای استفاده از گیاهان دارویی می باشد، سمیت گیاه را از بین نمی برد (Soni et al., 2012). تمام گونه های گیاه داتوره، حاوی آلکالوئیدهای تروپانی مانند اسکوپولامین، هیوسیامین و آتروپین هستند که عمدتاً در دانه ها و گل های آنها یافت می شوند و به دلیل وجود این مواد است که تاتوره، برای قرن ها در برخی فرهنگ ها و جوامع، به عنوان سم و توهم زا مورد استفاده قرار گرفته است (Freye, 2009, Izadi et al., 2022). از گیاهی به گیاه دیگر، به راحتی ممکن است تغییر نسبت چشم گیری در سموم وجود داشته باشد و میزان سمیت، بسته به سن آن، محل رشد و شرایط آب و هوایی محلی تغییر یابند (Freye, 2009). تاتوره، به عنوان یک گیاه مخدر و توهم زا شناخته می شود (Hassan and Amer, 2019). در جوامع سنتی، افراد بایست تجربه و دانش دقیق گیاهی داشته باشند تا از استفاده ی آن آسیبی نینند. البته چنین دانشی در فرهنگ های مدرن نیز یافت نمی شود، بنابراین حوادث زیادی به خاطر مصرف تاتوره رخ می دهد (Freye, 2009). به عنوان مثال، در دهه های ۹۰ و ۲۰۰۰ میلادی، رسانه ها در ایالات متحده ی آمریکا از مرگ و میر یا عوارض جدی ناشی از خوردن این گیاه در بین جوانان و نوجوانان خبر داده اند (Soni et al., 2012).



(Yang et al., 2014, Rajewski et al., 2021) می باشد. آلکالوئیدهای تروپانی یاد شده در بالا، گرچه دارای خواص دارویی متعددی می باشد (Rajewski et al., 2021)، اما در عین حال به دلیل سمیت بالا نیازمند بررسی دقیق و استفاده محتاطانه هستند (Rajewski et al., 2021, Jhade and Hande, 2024). مسمومیت با تاتوره به دلیل ترکیب قوی مواد آنتی کولینرژیک موجود در آن، معمولاً اثراتی مشابه هذیان آنتی کولینرژیک ایجاد می کند: ناتوانی کامل در تشخیص واقعیت از خیال (هذیان آشکار)، افزایش دمای بدن، تپش قلب، رفتار عجیب و غریب و احتمالاً خشونت آمیز، فراموشی و میدریاز شدید (گشاد شدن مردمک چشم) به همراه فوتوفوبی (نورهراسی) دردناک ناشی از آن که می تواند چندین روز طول بکشد (Freye, 2009). پس چنانچه بر خواننده آشکار است، نیاز به تامین دانشنامه و اطلاعاتی روشن برای عموم و متخصصان در ایران به وضوح احساس می شود؛ به خصوص که پژوهش های صورت گرفته در رابطه با محتویات این گیاه و مباحث مربوط به شیمی آن اندک هستند (Pan et al., 2024). و همچنین بایست توجه داشت که گیاهان دارویی (مانند تاتوره؛ گرچه به عنوان نوعی گیاه سمی نیز شناخته می شود)، به عنوان یکی از منابع ارزشمند کشور، ظرفیت بالایی برای صادرات و ایجاد درآمد دارند؛ به ویژه اینکه ایران با اقلیم متنوع خود، امکان پرورش گیاهان دارویی گوناگون را در اختیار دارد (TaherSola et al.). رشد روزافزون اهمیت گیاهان دارویی در صنایع مختلف، موجب شده است که بسیاری از کشاورزان به کشت این گیاهان روی آورند و الگوی کشت خود را از محصولات زراعی رایج و یا بومی، به گیاهان دارویی تغییر دهند و وجود ناآگاهی از الزامات زیست بومی، مراحل کاشت، داشت و برداشت این گیاهان، چالش های جدی برای کشاورزان ایجاد کرده و مانع از بهره برداری کامل از ظرفیت این گیاهان ارزشمند شده است (TaherSola et al.). اگر این گیاهان جدید، ذات تهاجمی نیز داشته باشند (که اتفاقاً گیاه مورد بررسی ما این چنین است) منجر به تاثیر بر گونه های بومی از دو راه اصلی خواهند شد: روابط بین گونه ای جدید (رقابت، صیادی، انگلی) و تخریب و رقابت در منابع (Lv et al., 2023). این عوامل در نهایت منجر به اختلال در تعادل اکوسیستم می شوند (Lv et al., 2023). این گیاه قادر است با جذب آب و مواد غذایی و رشد سریع خود، با گیاهان زراعی رقابت کرده و تهدیدی جدی برای آنها ایجاد نماید؛ که از این بین بایست به رقابت با گیاه ذرت در کشورمان ایران اشاره نمود (Karimmojeni et al., 2010). در این راستا، علاوه بر عوامل محیطی، مهم ترین مانع برای افزایش محصول ذرت، رقابت با علف های هرز است که دو مورد از آنها، بیشترین تاثیر را بر عملکرد ذرت در ایران دارند: *Xanthium strumarium* L (علف خروس یا گل آذری یا خارشر آمریکایی) و *Datura stramonium* L (تاتوره) هستند (Karimmojeni et al., 2010).

۲. مواد و روش ها

۲-۱. منطقه ی مورد مطالعه

بسته به پراکنش طبیعی یا مصنوعی گیاه، مناطق گوناگونی برای مطالعه قابل گزینش هستند. در این مقاله، از منابعی استفاده شده است که مطالعات خود را عمدتاً در هند، آمریکا، مصر، مکزیک و ایران متمرکز نموده اند. از آنجا که هدف نویسنده گان،



توجه بیشتر به اقلیم و ظرفیت های داخلی ست، از علاقمندان به مطالعه و پژوهش در این حوزه دعوت می شود تا بر استان اردبیل، قلمرو دریای خزر و یا دیگر مناطق کشور که از منظر رشد این گیاه مساعد هستند، متمرکز گردند.

۲-۲. روش تحقیق

در این پژوهش، مقالات مروری و پژوهشی و کتاب های مرتبط مورد مطالعه و بررسی قرار گرفتند. سپس با توجه به دید کسب شده، اقدام به نگارش صورت گرفت. گفتنی ست که مقایسه بین نژادهای این گیاه جزو اهداف این مقاله نبوده است.

۳. نتایج

۳-۱. نگاهی بر ژن های کلیدی در داتوره / استرامونیم

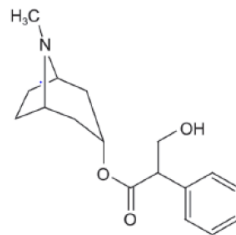
مطالعات متمرکز بر ژنوم این گیاه، دید ارزشمندی در مورد ژن های مسئول بیوسنتز آلکالوئیدهای تروپانی در داتوره بدست داده اند (De-la-Cruz et al., 2021). این گیاه دارای ژنوم بزرگی (حدود ۲ گیگاباز^۱) است که بخش قابل توجهی از آن به عناصر تکراری اختصاص یافته است (De-la-Cruz et al., 2021). قیاس ژنومی حاکی از آنست که داتوره از نظر ساختار ژنی و مسیرهای متابولیکی، به تنباکو (*Nicotiana tabacum*) و فلفل (*Capsicum annuum*) نسبت به گوجه فرنگی (*Solanum lycopersicum*) (این سه گیاه از دیگر اعضای سولاناسه هستند) قرابت بیشتری دارد (De-la-Cruz et al., 2021). داتوره حدود ۳۰.۱ میلیون سال پیش از اجداد مشترک خود در سولاناسه جدا شده و گونه های داتوره دارای بیشترین نرخ گسترش و تنوع در ژنوم را نسبت به سایر گونه های سولاناسه نشان داده اند؛ که این امر می تواند مرتبط با نیاز بیشتر به تولید متابولیت های دفاعی (گروهی از متابولیت های ثانویه) در گیاه باشد (De-la-Cruz et al., 2021).

۳-۲. آلکالوئیدها؛ شمشیرهای دو لبه

گرچه تنها ۰.۲۷ درصد از گیاه حاوی محتوای آلکالوئیدی ست اما، دانه ها و برگها بهترین بخش ها برای جمع آوری نمونه و یا حتی کشت در شرایط آزمایشگاهی، مقادیر بالایی از این مواد را شامل می شوند که دارای کاربردهای پزشکی بیشماری می باشند (Batool et al., 2020). اما از طرفی، آلکالوئیدهای تولید شده در گیاه داتوره / استرامونیم، اگر به طریقه ی نادرست و در دوزهای نامناسب مورد مصرف قرار گیرند، می توانند موجب مرگ و میر و یا عوارض جدی شوند. در ادامه به کاربردهای درمانی این مواد خواهیم پرداخت. در این بخش، به طور خلاصه، سه آلکالوئید مهم این گیاه را که بیش تر مورد اشاره قرار گرفتند مرور می کنیم.

۳-۳. آتروپین

آتروپین (شکل ۱)، یک عامل آنتی کولینرژیک قوی است که در دوزهای خطرناک، می تواند باعث هذیان و توهم شود (Sharma et al., 2021, Husen, 2023). از این دارو برای گشاد کردن مردمک چشم، کاهش ترشحات و درمان برخی از مشکلات قلبی استفاده می شود. از این دارو، در درمان آسم، اسپاسم های عضلانی و روماتیسم به طور گسترده استفاده شده است (Chouhan et al., 2024). این ترکیب از طریق مهار عملکرد استیل کولین در سیستم عصبی مرکزی و محیطی، باعث کاهش انقباضات عضلانی و بهبود وضعیت بیماران مبتلا به اختلالات حرکتی و تنفسی می شود (Chouhan et al., 2024). بیوسنتز آتروپین در گیاه به وسیله چندین آنزیم کلیدی انجام می شود که مهم ترین آن ها Cytochrome P450 است، که در تغییر ساختار لیتورین (یک آلکالوئید پیش ساز تروپانی) نقش دارد و منجر به تولید آتروپین و اسکوپولامین می شود (De-la-Cruz et al., 2021, Rajewski et al., 2021, Velázquez-Márquez et al., 2021). آنزیم های درگیر در این مسیر بیوسنتزی عمدتاً به کلاس های اکسیدوردوکتازها و ترانسفرازها تعلق دارند که واکنش های شیمیایی ضروری برای تولید این آلکالوئیدها را انجام می دهند (De-la-Cruz et al., 2021, Rajewski et al., 2021, Velázquez-Márquez et al., 2021).



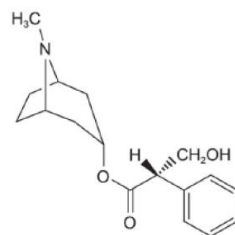
شکل ۱- ساختار مولکولی آتروپین

علاوه بر کاربردهای دارویی، آتروپین به عنوان بخشی از سیستم دفاعی گیاه عمل کرده و نقش مهمی در محافظت از *Datura stramonium* در برابر گیاهخواران و پاتوژن ها ایفا می کند. شواهد متعددی نشان داده اند که آلکالوئیدهای تروپانی، از جمله آتروپین، در مقاومت گیاه در برابر تنش های زیستی مؤثر هستند (De-la-Cruz et al., 2021).

۳-۴. اسکوپولامین (هیوسین)

اسکوپولامین (شکل ۲)، به دلیل اثرات آرام بخش شناخته شده است و همچنین می تواند مسمومیت عصبی و میدریازیس شدید القا کند (Sharma et al., 2021, Husen, 2023, Chouhan et al., 2024). این ترکیب در درمان بیماری حرکت، پارکینسونیسم، بیهوشی عمومی و حتی ترک اعتیاد به هروئین مورد استفاده قرار گرفته است (Yang et al., 2014). اسکوپولامین با مهار عملکرد استیل کولین، باعث کاهش انقباضات عضلانی، آرامش سیستم عصبی و کاهش ترشحات بزاقی می شود (Yang et al., 2014, Chouhan et al., 2024). همچنین، این آلکالوئید به دلیل خواص ضد کولینرژیک خود در درمان سندرم روده

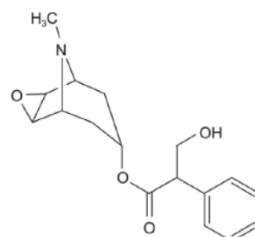
تحریک پذیر، التهاب چشم و آسم نیز به کار می رود (Rajewski et al., 2021). این ترکیب در تمام بخش های گیاه داتورا وجود دارد، اما تحقیقات نشان داده اند که ساقه و برگ های گیاهان جوان، غنی ترین منبع این آلکالوئید می باشد (Yang et al., 2014). با این حال، میزان تولید طبیعی آن بسیار پایین است و عرضه آن قادر به تأمین نیازهای بازار دارویی نیست؛ از این رو، روش های زیست فناوری مانند بیش بیان ژن های بیوسنتزی، مهندسی کلروپلاست بیوترانسفورماسیون هیوسسیامین به اسکوپولامین در کشت های ریشه مویی مورد بررسی قرار گرفته اند (Yang et al., 2014). پیشرفت های قابل توجهی در مطالعات مربوط به کشف آنزیم های محدود کننده سرعت واکنش، در مراحل کلیدی کاتالیز برای سنتز آلکالوئید های تروپانی حاصل شده است (Velázquez-Márquez et al., 2021). با این حال، فقدان داده های ژنوم پلاستییدی موجود در پایگاه های داده عمومی، مطالعات بیشتر ترانسفورماسیون کلروپلاست را محدود می کند (De-la-Cruz et al., 2021). از این رو، تکمیل اطلاعات ژنومی این گیاه و بررسی های بیشتر در زمینه تنظیم بیان ژن های کلروپلاستی می تواند راهکارهای بهتری برای افزایش تولید این متابولیت ارزشمند ارائه دهد (De-la-Cruz et al., 2021, Velázquez-Márquez et al., 2021).



شکل ۲- ساختار مولکولی اسکوپولامین

۳-۵. هیوسیامین

مشابه آتروپین، بر فعالیت انتقال دهنده های عصبی تأثیر می گذارد و منجر به علائم مختلف ناشی سمیت می شود (Sharma et al., 2021, Husen, 2023). به درمان و تعدیل اختلالات گوارشی، کاهش حرکت معده و روده کمک می کند و از ترشح بیش از حد اسید موجود در معده جلوگیری می نماید (Thapa et al., 2022). این دارو نیز مانند آتروپین، برای زخم های گوارشی، قولنج، IBS و اختلالات شبه دیورتیکولیت نیز تجویز می شود (Thapa et al., 2022). درمان رینیت، آبریزش بینی یا اختلال سینوسی از دیگر کاربردهای هیوسیامین (شکل ۳) می باشد (Thapa et al., 2022).



شکل ۳- ساختار مولکولی هیوسیامین

۶-۳. نگاهی بر کاربردهای دارویی-درمانی گیاه تاتوره استرامونیوم

پیش تر اشاره شد که این گیاه از دیرباز مورد استفاده ی عموم بوده است. حال در این بخش به طور خلاصه به مهم ترین کاربرد های دارویی-درمانی این گیاه خواهیم پرداخت.

۷-۳. تسکین درد و اسپاسم های عضلانی

آلکالوئیدهای موجود در تاتوره، به ویژه هیوسیامین و آتروپین، دارای خاصیت ضداسپاسم و شل کنندگی عضلات صاف هستند؛ این ترکیبات با مهار گیرنده های موسکارینی استیل کولین، باعث کاهش انقباضات عضلانی و تسکین دردهای ناشی از کولیک های روده ای، قاعدگی و سایر اسپاسم های عضلانی می شوند (Schultes and Hofmann, 1980).

۸-۳. کاربرد در بیماری های تنفسی

تاتوره به دلیل خاصیت برونکودیلاتوری (گشادکنندگی مجاری تنفسی) در درمان بیماری هایی مانند آسم و برونشیت مورد استفاده قرار می گیرد. اسکوپولامین و هیوسیامین موجود در این گیاه با کاهش ترشحات تنفسی و گشاد کردن مجاری هوایی، به بهبود تنفس کمک می کنند (Wink, 2009).

۹-۳. اثرات ضدالتهابی و ضد درد

برخی مطالعات نشان داده اند که عصاره های تاتوره دارای خواص ضدالتهابی و ضد دردی هستند. این اثرات احتمالاً به دلیل مهار مسیرهای التهابی و کاهش ترشح واسطه های التهابی مانند پروستاگلاندین ها است (Gaire and Subedi, 2013).

۱۰-۳. کاربرد در درمان بیماری های پوستی

در طب سنتی، از برگ ها و دانه های تاتوره برای درمان بیماری های پوستی مانند اگزما، زخم ها و عفونت های قارچی استفاده می شود. خاصیت ضد میکروبی و ضد التهابی این گیاه به بهبود علائم پوستی کمک می کند (Batool et al., 2020).

۱۱-۳. استفاده در بی هوشی و جراحی

آلکالوئیدهای تاتوره به دلیل اثرات آنتی کولینرژیک، در گذشته به عنوان بخشی از ترکیبات بی هوشی مورد استفاده قرار می گرفتند. این ترکیبات با کاهش ترشحات بدن و مهار رفلکس های ناخواسته، به تسهیل فرآیند جراحی کمک می کنند (Preissel and Preissel, 2002).

۳-۱۲. کاربرد در روان پزشکی

در برخی فرهنگ‌ها، تاتوره به عنوان یک ماده‌ی روان گردان برای القای حالات خلسه و تغییرات ادراکی استفاده می‌شود. با این حال، به دلیل سمیت بالا و خطرات جدی مانند توهم، هذیان و حتی مرگ، استفاده از آن در این زمینه بسیار محدود و مخاطره آمیز قلمداد می‌شود (Rätsch, 2005).

۴. بحث و نتیجه گیری

گیاه تاتوره/استرامونیم، با وجود آنکه از خواص دارویی و درمانی بیشماری برخوردار است، می‌تواند کشنده و بیماری‌زا باشد. این گیاه بسته به فرهنگ‌ها و سنت‌های دیرینه و اینکه تا چه اندازه استفاده از طب گیاهی مورد وفاق باشد، در میان مردم رواج دارد. عدم اطلاعات کافی، سمیت پایدار و قابل توجه گیاه، پراکنش گسترده، مصرف اتفاقی گیاه و برخی عقاید فرهنگی-سنتی، از مهم ترین عوامل مسمویت با تاتوره هستند. برخلاف انگاشت برخی، گیاهی که در بین مردم رواج بیشتری یافته باشد، جای کار و پژوهش بیشتری نسبت به گیاهی کمتر شناخته شده خواهد داشت. از آنجا که کشورمان ایران، دارای ظرفیت مناسب برای کشت و تکثیر این گیاه می‌باشد، اقدام به پژوهش و تدوین دستورالعمل‌ها و دانشنامه‌ها، برای عموم مردم و متخصصین، امری ضروری محسوب می‌شود. این گیاه با داشتن خصوصیات منحصر بفرد درمانی و کاربردهای بسیار متنوع، می‌تواند امتیازی ارزنده برای ارتقای صنایع وابسته به گیاهان دارویی و حوزه ی اقتصادی کشور باشد.

منابع

- BATOOL, A., BATOOL, Z., QURESHI, R. & RAJA, N. I. 2020. Phytochemicals, pharmacological properties and biotechnological aspects of a highly medicinal plant: *Datura stramonium*. *Plant Sci*, 8, 29-40.
- CHOUHAN, A. S., BHARADWAJ, R., BAXI, M. & ZHYLKYBEKOVA, A. ۲۰۲۴ Evaluating the therapeutic potential of *Datura stramonium* and *Datura inoxia*: A mini review. *West Kazakhstan Medical Journal*, 119-125-119-125.
- DE-LA-CRUZ, I., HALLAB, A., OLIVARES-PINTO, U., TAPIA-LÓPEZ, R., VELÁZQUEZ-MÁRQUEZ, S., PIÑERO, D., OYAMA, K., USADEL, B. & NÚÑEZ-FARFÁN, J. 2021. Genomic signatures of the evolution of defence against its natural enemies in the poisonous and medicinal plant *Datura stramonium* (Solanaceae). *Scientific Reports*, 11, 882.
- FREYE, E. 2009. Pharmacology and Abuse of Cocaine, Amphetamines, Ecstasy and Related Designer Drugs: A comprehensive review on their mode of action, treatment of abuse and intoxication.
- GAIRE, B. P. & SUBEDI, L. 2013. A review on the pharmacological and toxicological aspects of *Datura stramonium* L. *Journal of integrative medicine*, 11, 73-79.
- HASSAN, R. A. & AMER, W. M. 2019. Biosystematic study of the Egyptian *Datura stramonium* (Solanaceae). *Phytotaxa*, 408, 178-194.



- HUSEN, A. 2023. Exploring Poisonous Plants: Medicinal Values, Toxicity Responses ,and Therapeutic Uses, CRC Press.
- IZADI, Z., BIABANI, A., SABOURI, H. & BAHREININEJAD, B. 2022. The effect of different levels of urea and planting density on the phytochemical characteristics, alkaloids, and yield of the medicinal plant jimsonweed (*Datura stramonium* L.). *Crop Science*, 62, 1264-1276.
- JHADE, D. & HANDE, D. 2024. Therapeutic application of stramonium in various mental disorder. *International Journal of Homoeopathic Sciences*, 8, 233-236.
- KARIMMOJENI, H., RAHIMIAN MASHHADI, H., ALIZADEH, H. M., COUSENS, R. & BEHESHTIAN MESGARAN, M. 2010. Interference between maize and *Xanthium strumarium* or *Datura stramonium*. *Weed Research*, 50, 253-261.
- LOYOLA-VARGAS, V. 1999. Genetic transformation of *Datura* species. *Transgenic Medicinal Plants*. Springer.
- LV, J., WANG, H., CHANG, N., LI, H. & SHI, C. 2023. Effects of *Datura stramonium* L. Invasion into Different Habitats on Native Plant Functional Traits and Soil Carbon, Nitrogen and Phosphorus Stoichiometric Characteristics. *Biology*, 12, 1497.
- OGUNMOYOLE, T ., ADEYEYE, R. I., OLATILU, B. O., AKANDE, O. A. & AGUNBIADE, O. J. 2019. Multiple organ toxicity of *Datura stramonium* seed extracts. *Toxicology reports*, 6, 983-989.
- PAN, J., LIU, Y., WANG, A.-F., WU, J.-T., YANG, R., GUAN, W., ALGRADI, A. M., KUANG, H.-X . & YANG, B.-Y. 2024. Cytotoxicity sesquiterpenoids from the leaves of *Datura stramonium* L. *Natural Product Research*, 38, 1639-1646.
- PREISSEL, U. & PREISSEL, H.-G. 2002. *Brugmansia* and *Datura*: Angel's trumpets and thorn apples. (No Title).
- RAJEWSKI, A., CARTER-HOUSE, D., STAJICH, J. & LITT, A. 2021. *Datura* genome reveals duplications of psychoactive alkaloid biosynthetic genes and high mutation rate following tissue culture. *BMC genomics*, 22, 1-19.
- RÄTSCH, C. 2005. *The encyclopedia of psychoactive plants: ethnopharmacology and its applications*, Simon and Schuster.
- SCHULTES, R. E. & HOFMANN, A. 1980. *The botany and chemistry of hallucinogens*. (No Title).
- SHARMA, M., DHALIWAL, I., RANA, K., DELTA, A. K. & KAUSHIK, P. 2021. Phytochemistry, Pharmacology, and Toxicology of *Datura* Species—A Review. *Antioxidants*, 10, 1291.
- SONI, P., SIDDIQUI, A. A., DWIVEDI, J. & SONI, V. 2012. Pharmacological properties of *Datura stramonium* L. as a potential medicinal tree: an overview. *Asian Pacific journal of tropical biomedicine*, 2, 1002-1008.
- TAHERSOLA, S., GHALEJOGH, A. S., KANDI, M. A. & BAGHERIYAN, S. Evaluation of morphological traits, yield and yield components of *Datura* (*Daturea stramonium*. L) as affected by different planting time in Ardabil region.
- THAPA, A., ALI, Y ., MADAN, S., VERMA, P., VERMA, P. & GAURAV, N. 2022. An Assessment of in Vitro Propagation and Medicinal Properties of *Datura stramonium* (Dhatura). *The Scientific Temper*, 13, 293-301.



- VELÁZQUEZ-MÁRQUEZ, S., DE-LA-CRUZ, I. M., TAPIA-LÓPEZ, R. & NÚÑEZ-FARFÁN, J. 2021. Tropane alkaloids and terpenes synthase genes of *Datura stramonium* (Solanaceae). *PeerJ*, 9, e11466.
- WINK, M. 2009. Mode of action and toxicology of plant toxins and poisonous plants. *Mitt. Julius Kühn-Inst*, 421, 93-112.
- YANG, Y., YUANYE, D., QING, L., JINJIAN, L., XIWEN, L. & YITAO, W. 2014. Complete chloroplast genome sequence of poisonous and medicinal plant *Datura stramonium*: organizations and implications for genetic engineering. *PloS one*, 9, e110656.
- FREYE, E. 2009. Pharmacology and Abuse of Cocaine, Amphetamines, Ecstasy and Related Designer Drugs: A comprehensive review on their mode of action, treatment of abuse and intoxication.
- HUSEN, A. 2023. Exploring Poisonous Plants: Medicinal Values, Toxicity Responses ,and Therapeutic Uses, CRC Press.

اثرات مفید ترکیبات گیاهی دارویی بر مسیر سیگنالینگ PI3K/Akt در بیماری آلزایمر

الهام رمضانی^{۱*}، شیرین رمضانی^۲^{۱*} گروه زیست شناسی، دانشگاه یزد، یزد، ایران (el.ramazani@yazd.ac.ir)^۲ مرکز بهداشت و درمان، شبکه بهداشت و درمان شیروان، دانشگاه علوم پزشکی خراسان شمالی، بجنورد، ایران

چکیده

بیماری آلزایمر یکی از شایع ترین بیماری های تحلیل برنده ی عصبی (نورودژنراتیو) و اصلی ترین علت زوال عقل در سرتاسر جهان می باشد. آلزایمر بخش وسیعی از قشر مغز و هیپوکامپ را تحت تاثیر قرار میدهد و منجر به اختلال قابل توجه حافظه و نقص شناختی می شود. با گذشت بیش از ۱۰۰ سال از شناخت این بیماری، مکانیسم های مولکولی مسئول بیماریزایی آلزایمر همچنان ناشناخته باقی مانده است، که خود سبب عدم دسترسی به داروهای موثر برای جلوگیری یا توقف سرعت پیشرفت بیماری می شود. در تحقیقات جدید از جمله مسیرهای سیگنالینگ مورد توجه در بیماری آلزایمر مسیر سیگنالینگ PI3K/Akt می باشد. این مسیر نقش کلیدی در تثبیت حافظه بلندمدت در هیپوکامپ دارند و نقص در این مسیر به طور گسترده در اختلالات نقص حافظه، مانند زوال عقل و آلزایمر گزارش شده است. مسیر سیگنالینگ PI3K/Akt در فعال کردن/سنتز عوامل آنتی اکسیدانی/آنتی آپوپتوزی مختلف درون سلول موثر می باشد. بر اساس یافته های جدید، ترکیبات طبیعی با فعالیت های آنتی اکسیدانی و آنتی آپوپتوزی ممکن است قادر به کاهش علائم و کاهش پیشرفت بیماری آلزایمر باشند. در این مطالعه مروری ما به بررسی اثرات ترکیبات گیاهان دارویی بر مسیر سیگنالینگ PI3K/Akt در بیماری آلزایمر پرداختیم. بر طبق مطالعات پیشین ترکیبات β -Asarone، piceatannol، icariin، resveratrol، vincamine و naringenin از گیاهان دارویی قادر به تقویت فعال سازی مسیر PI3K/Akt در محیط *in vitro* در بیماری آلزایمر می باشند. به طور کلی این ترکیبات می توانند به طور موثری آسیب عصبی القا شده توسط A β 25-35 از طریق تنظیم مسیر PI3K/Akt را در بیماری آلزایمر سرکوب کنند.

واژگان کلیدی: بیماری آلزایمر، مسیر سیگنالینگ PI3K/Akt، A β 25-35، آنتی اکسیدانی، آنتی آپوپتوزی

۱. مقدمه

بیماری آلزایمر یکی از شایع ترین بیماری های تحلیل برنده ی عصبی (نورودژنراتیو) و اصلی ترین علت زوال عقل (حدود ۸۰٪-۶۰٪ موارد) در سرتاسر جهان است؛ که به دلیل افزایش سن جمعیت جهان شیوع آن همچنان در حال افزایش است و به سرعت در حال تبدیل شدن به یکی از پرهزینه ترین و کشنده ترین بیماری های قرن حاضر است (Scheltens et al., 2021)؛



(Weller and Budson, 2018). بیماری آلزایمر یک اختلال عصبی پیشرونده، بی وقفه و تخریب کننده است که نواحی وسیعی از قشر مغز و هیپوکامپ را تحت تاثیر قرار می دهد و منجر به اختلال قابل توجه حافظه و نقص شناختی می شود (Masters et al., 2015). این بیماری افراد ۶۵ سال و بالاتر را تحت تاثیر قرار می دهد، بطوریکه که شیوع آن در سراسر جهان در افراد بالای ۶۰ سال حدود ۵ تا ۷ درصد، در افراد بالای ۶۵ سال ۱۰ درصد (یا یک هشتم افراد بالای ۶۵ سال) و در افراد بالای ۸۰ سال ۴۰ درصد تخمین زده می شود (در برخی منابع: در افراد کمتر از ۶۰ سال به میزان بسیار کم (که بیشتر موارد خانوادگی هستند)، در افراد بین ۶۰ تا ۷۰ سال ۱ تا ۳ درصد، در افراد بین ۷۰ تا ۸۰ سال ۳ تا ۱۲ درصد و در افراد بالای ۸۵ سال ۲۵ تا ۳۵ درصد) (Graff-Radford et al., 2021; DeTure and Dickson, 2019; Kandel et al., 2013). بیماری آلزایمر به عنوان یک بیماری چند عاملی و ناهمگن مرتبط با عوامل خطر مهم از جمله سن بالا، عوامل ژنتیکی، عوامل خطر محیطی و متابولیک، عوامل عفونی، اختلالات سیستم ایمنی و آسیب های فیزیکی به مجموعه شناخته شده است (Kandel et al., 2013; Iqbal and Grundke-Iqbal, 2010). افزایش سن قوی ترین عامل خطر ابتلا به بیماری آلزایمر است، به طوریکه بر طبق مطالعات بالینی شیوع بیماری آلزایمر بین ۶۵/۱۰۰۰۰۰-۱۵ در بازه ی سنی بین ۴۵ تا ۶۴ سال تخمین زده می شود، که از این تعداد تقریباً ۸ تا ۱۳ درصد با مشکلات بینایی یا حرکتی، ۷ تا ۹ درصد با مشکلات زبانی/بیانی و ۲ درصد با اختلال در عملکرد اجرایی مواجه هستند (Graff-Radford et al., 2021; DeTure and Dickson, 2019). تخمین زده می شود که این اختلال عصبی ناتوان کننده در حال حاضر ۵۰ میلیون بیمار را در سراسر جهان تحت تاثیر قرار می دهد و به طور غیرمستقیم بر زندگی ده ها میلیون نفر که سال ها با زوال شناختی عزیزان خود دست و پنجه نرم می کنند، تأثیر می گذارد (Rostagno, 2022). انتظار می رود این بیماری ناتوان کننده و مخرب تا اواسط قرن حاضر افزایش قابل توجهی یابد، و پیش بینی می شود که تا سال ۲۰۵۰ با افزایش سن جمعیت، بیش از ۱۳۱ میلیون نفر به این بیماری مبتلا شوند (DeTure and Dickson, 2019). بنابراین، بیماری آلزایمر یکی از مشکلات عمده بهداشت عمومی جامعه بشمار می آید (Kandel et al., 2013). براساس تمام موارد ذکر شده و با توجه به بار مالی فراوان جهت مراقبت و درمان بیماران مبتلا به آلزایمر، مطالعات جدید به سمت تشخیص زود بهنگام و درمان های پیش بالینی، مرحله پیش بالینی، مرحله ی طولانی بدون علامت که افراد از نظر شناختی طبیعی می باشند، برای توقف پیشرفت بیماری قبل از شروع علائم متمرکز شده است (DeTure and Dickson, 2019).

زوال عقل یک سندرم بالینی است که با کاهش پیشرونده در دو یا چند فرآیند شناختی، از جمله حافظه، زبان، عملکرد اجرایی و بصری-فضایی (visuospatial)، شخصیت و رفتار مشخص می شود که منجر به از دست دادن توانایی برای انجام فعالیت های اساسی زندگی روزمره می گردد (Weller and Budson, 2018). علائم بیماری معمولاً از خفیف ترین مرحله به شدیدترین مرحله پیشرفت می کند که منجر به مرگ نورونی و ضایعات عصبی در بسیاری از مناطق مغز می شود (Mantzavinos and Alexiou, 2017). به طور معمول، علائم بیماری با مشکلات خفیف حافظه شروع می شود و به سمت اختلالات شناختی، اختلال در فعالیت های پیچیده روزانه و چندین جنبه دیگر از شناخت پیش می رود (Mantzavinos and Alexiou, 2017). موارد آلزایمر زودرس/شروع اولیه اغلب خانوادگی هستند و جهش هایی در ژنوم بسیاری از این بیماران کشف شده است. درصد کمی از تمام موارد بیماری آلزایمر مرتبط به اشکال زودرس بیماری است که به جهش های ژنتیکی غالب در سه ژن کد کننده پروتئین پیش ساز آمیلوئید، presenilin 1 (PSEN1) و presenilin 2 (PSEN2) مرتبط می باشد (Rostagno, 2022). در حالیکه اکثر بیماران مبتلا به بیماری آلزایمر اشکال دیررس بیماری را نشان می دهند که در اواخر زندگی ظاهر می شود و ماهیت اسپورادیک دارد (Rostagno, 2022). اگرچه در این موارد، زمینه بیماری ارثی نمی باشد و هیچ علت ژنتیکی واحدی را نشان نمی دهد، با این وجود شواهد فعلی وجود تعدادی از عوامل خطر ژنتیکی را تأیید می کند، از جمله می توان به وجود آلل E4 در



ژن آپولیوپروتئین (ApoE) اشاره نمود (Rostagno, 2022). موارد آلزایمر شروع دیررس اسپورادیک نامند و علت آن ناشناخته باقی مانده است. در هر دو شکل اسپورادیک و خانوادگی یک نقص انتخابی قابل توجه در حافظه اظهار وجود دارد. در ابتدا، زبان، رفلکسها و تواناییهای حسی و مهارت‌های حرکتی تقریباً طبیعی است. با این حال، به تدریج حافظه همراه با تواناییهای شناختی مانند حل مسئله، زبان، محاسبه و ادراک فضایی از بین می‌رود. جای تعجب نیست که این ضایعات شناختی منجر به تغییرات رفتاری دیگری می‌شود و برخی از بیماران دچار علائم روان-پیشی مانند توهم و هذیان می‌شوند. در همه بیماران، عملکردهای ذهنی و فعالیت‌های روزمره زندگی به تدریج دچار اختلال می‌شود. در مراحل پایانی این بیماری، افراد لال و بدون هیچ واکنش به محیط پیرامون، بی اختیار و در بستر هستند (Kandel et al., 2013). مؤسسه ملی انجمن آلزایمر-پیری (National Institute on Aging-Alzheimer's Association (NIA-AA)) براساس معیارهای تشخیصی اولیه در سال ۱۹۸۴، معیارهای بالینی مختلفی را برای تشخیص اختلال شناختی خفیف (mild cognitive impairment (MCI)) و مراحل مختلف زوال عقل ناشی از آلزایمر در سال ۲۰۱۱ بازبینی کرد (Weller and Budson, 2018). تشخیص قطعی آلزایمر نیاز به ارزیابی بافت مغز پس از مرگ دارد (Weller and Budson, 2018, Bondi et al., 2017). بر این اساس بیماری آلزایمر با سه ناهنجاری چشمگیر در مغز مشخص می‌شود: (۱) آتروفی (مرگ نورونها) مغز همراه با شکنج‌های باریک، شیارهای باز و گسترده، بطن‌های بزرگ و کاهش وزن مغز (این تغییرات به شکل خفیف در افراد مسن که از نظر شناختی سالم گزارش شده‌اند و به دلایل دیگر می‌میرند مشاهده شده است، اما در بیماران آلزایمری این علائم پیشرفته شدید نشان داده است)، (۲) وجود پلاک‌های خارج سلولی متراکم به نام آمیلوئید بتا و توده‌های بزرگی از پروتئین‌های فیبریلار تاو در هم تنیده (پلاک‌های آمیلوئید همچنین در دیواره رگ‌های خونی مغز در مغز بیماران آلزایمر نیز گزارش شده است) و (۳) نورون‌هایی که به علت تجمع در هم تنیدگی‌های نوروفیبریلاری دچار ناهنجاری‌های اسکلت سلولی شده‌اند (Kandel et al., 2013).

بر طبق مطالعات به طور کلی دو عامل مهم برای بیماریزایی آلزایمر در نظر گرفته شده است: (۱) رسوب پلاک‌های آمیلوئید بتا و (۲) در هم تنیدگی پروتئین (نوروفیبریل) تاو هیپرفسفریله شده (Weller and Budson, 2018, Graff-Radford et al., 2021). اولین مرحله بیماری آلزایمر (فاز سلولی) به موازات تجمع آمیلوئید بتا اتفاق می‌افتد که با ایجاد گره‌های عصبی فیبریلاری پروتئین تاو داخل عصبی و از بین رفتن تدریجی سیناپس‌ها، همراه می‌باشد، با این وجود تا به امروز علت اصلی تحریک و پیشروی بیماری نامشخص است (Scheltens et al., 2021; Rostagno, 2022). فرضیه اثر آمیلوئید بتا در ایجاد بیماری آلزایمر در دهه ۱۹۹۰ مورد توجه قرار گرفت و بر پردازش غیر-طبیعی پروتئین پیش‌ساز آمیلوئید متمرکز است که خود منجر به تولید آمیلوئید بتا (بین ۳۸ تا ۴۳ اسید آمینه (دو پپتید غالب ۴۰ و ۴۲ اسید آمینه‌ای)) می‌گردد (DeTure and Dickson, 2019; Masters et al., 2015). تجمع آمیلوئید بتا می‌تواند منجر به اختلال عملکرد سیناپسی (به ویژه گیرنده‌های گلوتامات (N-methyl-D-aspartate (NMDA))، انحطاط پایانه‌های آکسون و در نهایت مرگ نورون‌ها شود (Briggs et al., 2016; Kandel et al., 2013). قابل ذکر است که خطر ابتلا به بیماری آلزایمر ۶۰ تا ۸۰ درصد به عوامل وراثتی وابسته است، که توسط بیش از ۴۰ مکان خطر ژنتیکی مرتبط با بیماری آلزایمر در حال حاضر شناسایی شده است، که از این میان آلل‌های APOE قوی‌ترین ارتباط را با این بیماری دارند (۱). عوامل سبک زندگی مانند رژیم غذایی نامناسب و کاهش فعالیت بدنی، و همچنین عوامل خطر محیطی و متابولیک از جمله دیابت، بیماری عروق مغزی، آسیب‌های فیزیکی به جمجمه و استرس، معمولاً با افزایش خطر ابتلا به این بیماری مرتبط هستند (Rostagno, 2022). عوامل سبک زندگی مستقیماً بر آسیب‌شناسی بیماری آلزایمر تأثیر نمی‌گذارد، اما همچنان می‌تواند در کاهش پیشرفت بیماری در افراد مبتلا به بیماری آلزایمر نقش داشته باشد (۱). علیرغم مشکلات بهداشت عمومی قابل توجهی که بیماری آلزایمر برای بشر ایجاد می‌کند، تا به امروز تنها پنج درمان پزشکی برای این



بیماری تایید شده است که فقط شامل دو دسته از داروها می شود که تنها منجر به کنترل علائم بیماری می گردند (Briggs et al., 2016). همچنین با گذشت بیش از ۱۰۰ سال از شناخت بیماری آلزایمر، مکانیسم های مولکولی پیچیده مسئول بیماریزایی این بیماری همچنان ناشناخته باقی مانده است (Rostagno, 2022)، که خود سبب عدم دسترسی به داروهای موثر برای جلوگیری یا توقف سرعت پیشرفت بیماری می شود. یکی از راه های درمانی به حداقل رساندن استرس اکسیداتیو در این بیماری می باشد و استفاده از آنتی اکسیدان های آنزیمی (سوپراکسیداز دیسموتاز، کاتالاز، گلوکاتایون پراکسیداز) و غیر آنزیمی (گلوکاتایون، ویتامین E، ویتامین C، بتاکاروتن، ویتامین A، NADPH و اورات) مکانیسم دفاعی در برابر استرس اکسیداتیو است (Khoshtabiat and Mahdavi, 2015). آنتی اکسیدان ها ترکیباتی حیاتی هستند که دارای خاصیت محافظت بدن از صدمات ناشی از استرس های اکسیداتیو می باشند (Percival, 1998). براساس یافته های جدید، فلاونوئیدها، جینجرول ها، تانن ها، آنتوسیانین ها، تری ترین ها و آلکالوئیدها به عنوان ترکیبات طبیعی با فعالیت های آنتی اکسیدانی، آنتی آپوپتوزی و ضد التهابی در نظر گرفته می شوند و ممکن است قادر به کاهش علائم و پیشرفت چندین بیماری از جمله آلزایمر باشند. اگرچه به نظر می رسد عوامل اصلی بیماریزایی بیماری آلزایمر وجود پلاک های آمیلوئید بتا و پروتئین های تاو باشند، اما نقش استرس اکسیداتیو در تشدید پیشرفت بیماری نباید نادیده گرفته شود. مسیر سیگنالینگ فسفاتیدیل اینوزیتول ۳-کیناز/پروتئین کیناز B (PI3K/Akt) نقش مهمی در سیستم عصبی مرکزی دارد و به دلیل مشارکت آن در فرآیندهای فیزیولوژیکی سیستم عصبی مرکزی، مانند بقای سلولی، اتوفاژی، نوروزن، تکثیر و تمایز عصبی و شکل پذیری سیناپسی مورد توجه محققین قرار گرفته است (Razani et al., 2021; Long et al., 2021). در سال های اخیر، تعداد زیادی از مطالعات نشان داده اند که بسیاری از محصولات طبیعی مبتنی بر مسیر سیگنالینگ PI3K/Akt از نورون های دوپامینرژیک، نورون های هیپوکامپ، نورون های قشر مغز محافظت می کنند و از فعال شدن میکروگلیا جلوگیری می کنند، بنابراین در پیشگیری و درمان بیماری آلزایمر نقش دارند (Long et al., 2021). به خوبی ثابت شده است که محور سیگنالینگ PI3K نقش مهمی در تنظیم میزان گیرنده دارد. این ویژگی مکانیسم اصلی است که از طریق آن PI3K و Akt سلامت پلاستیسته سیناپسی را حفظ می کنند (Razani et al., 2021). همچنین محور سیگنالینگ PI3K به شدت تقویت طولانی مدت را تنظیم می کند، و در نتیجه یک فرآیند سلولی مرتبط با حافظه است (Razani et al., 2021). PI3Ks، خانواده ای از کینازهای لیپیدی درون سلولی، عناصر کلیدی در بالادست مسیر سیگنالینگ PI3K/Akt هستند (Long et al., 2021). نتایج حاصل از مطالعه انجام شده بر روی مغز موش ها نشان داد که مسیر سیگنالینگ PI3K/Akt، نقش کلیدی در تثبیت حافظه بلندمدت در هیپوکامپ دارند و تخریب آن به طور گسترده در اختلالات نقص حافظه، مانند زوال عقل و آلزایمر گزارش شده است (Razani et al., 2021).

با توجه به نقش استرس اکسیداتیو در تشدید پیشرفت بیماری آلزایمر و آسیب پذیری سلولهای عصبی در برابر اثرات سمی استرس اکسیداتیو، یکی از راه های درمانی به حداقل رساندن استرس اکسیداتیو در این بیماری می باشد. از اینرو مسیر سیگنالینگ PI3K/Akt از جمله مهم ترین مسیرهای سیگنالینگ سلولی برای فعال کردن/سنتز عوامل آنتی اکسیدانی/آنتی آپوپتوزی مختلف درون سلول می باشد. با توجه به مطالب بیان شده، در این مطالعه مروری ما به بررسی نقش محافظتی ترکیبات گیاهان دارویی بر کاهش پیشرفت بیماری آلزایمر القا شده توسط آمیلوئید بتا از طریق بررسی مسیر سیگنالینگ PI3K/Akt در محیط *in vitro* پرداختیم.



۲. روش‌ها

مطالعات جدید در زمینه بررسی نقش محافظتی ترکیبات گیاهان دارویی بر کاهش پیشرفت بیماری آلزایمر القا شده توسط آمیلوئید بتا از طریق بررسی مسیر سیگنالینگ PI3K/Akt استخراج شد. دو پایگاه داده آنلاین، از جمله PubMed و Google Scholar، برای مقالات منتشر شده بین سال‌های ۲۰۰۹ و ۲۰۲۴ جستجو شدند. جستجوی الکترونیکی کامل با استفاده از کلمات کلیدی و ترکیب‌های زیر انجام شد: ترکیبات گیاهان دارویی، بیماری آلزایمر، مسیر سیگنالینگ PI3K/Akt، آمیلوئید بتا و نقش محافظتی. در طول جستجو و شناسایی مطالعات هیچ محدودیتی در زبان وجود نداشت. معیارهای ورود به مطالعه بر اساس نوع مدل بیماری، مداخله، مقایسه، نتایج مطالعات تعریف شد. معیارهای ورود ویژه برای مطالعات شامل موارد زیر است: (۱) به زبان انگلیسی منتشر شده است. (۲) اثرات ترکیبات گیاهان دارویی در بیماری آلزایمر. (۳) مطالعات مدل برون‌تن بیماری آلزایمر (۴) در مجلات معتبر منتشر شده است. علاوه بر این، اسناد نامربوط، موارد تکراری، مقالات ناقص، مقالات کنفرانس، فصل‌های کتاب و مطالعات بالینی و نیز مطالعات بر روی مدل‌های آزمایشگاهی حذف شدند.

۳. نتایج

تعداد ۲۲ مطالعه انجام شده در زمینه بررسی نقش محافظتی ترکیبات گیاهان دارویی بر کاهش پیشرفت بیماری آلزایمر القا شده توسط آمیلوئید بتا از طریق بررسی مسیر سیگنالینگ PI3K/Akt از پایگاه داده‌های PubMed استخراج شد. این ۲۲ مطالعه به صورت تجربی آزمایشگاهی برون‌تن می‌باشد که در ادامه به صورت جداگانه بحث شده است.

۴. بحث و نتیجه‌گیری

در مطالعات بسیاری به بررسی اثرات ترکیبات گیاهان دارویی بر کاهش پیشرفت بیماری آلزایمر القا شده توسط آمیلوئید بتا از طریق بررسی مسیر سیگنالینگ PI3K/Akt پرداخته شده است. در مطالعه‌ای Meng و همکاران در سال ۲۰۲۱ به بررسی اثرات محافظتی عصبی β -Asarone در برابر سمیت عصبی ناشی از آمیلوئید بتا در سلول‌های PC12 از طریق بررسی مسیر سیگنالینگ PI3K/Akt/Nrf2، پرداختند. بر طبق نتایج حاصل از این مطالعه، β -Asarone قادر به افزایش معنادار میزان زیست‌پذیری و کاهش معنادار آسیب سلولی و آپوپتوز در سلول‌های PC12 القا شده توسط آمیلوئید بتا گردد. علاوه بر این، β -Asarone سبب افزایش بیان Nrf2 و HO-1 از طریق تنظیم مثبت سطح فسفوریلاسیون PI3K/Akt می‌شود. به طور کلی نتایج این مطالعه نشان داد β -Asarone با تعدیل مسیر سیگنالینگ PI3K/Akt/Nrf2 اثرات محافظتی عصبی خود را اعمال می‌کند و بعنوان یک درمان امیدوارکننده برای آلزایمر فرض می‌شود (Meng et al., 2021). در مطالعه‌ای دیگر Xian و همکاران در سال ۲۰۱۳، به بررسی اثرات محافظتی Isorhynchophylline در برابر آپوپتوز ناشی از بتا آمیلوئید در سلول‌های PC12 از طریق بررسی مسیر سیگنالینگ PI3K/Akt پرداختند. بر طبق نتایج حاصل از این مطالعه، پیش‌تیمار با Isorhynchophylline به طور قابل توجهی زیست‌پذیری سلول‌های PC12 القا شده توسط آمیلوئید بتا را افزایش داد و از انتشار لاکتات دهیدروژناز و میزان تخریب DNA در سلول‌های PC12 تیمار شده با A β 25-35 جلوگیری کرد. همچنین Isorhynchophylline قادر به



افزایش معنادار سطح فسفریله Akt (p-Akt) و گلیکوژن سنتاز کیناز- β (p-GSK-3 β) گردید. علاوه بر این، Isorhynchophylline کاهش سطح پروتئین اتصال دهنده عنصر پاسخ AMP حلقوی فسفریله (p-CREB) ناشی از A β 25-35 را معکوس کرد. به طور کلی نتایج این مطالعه نشان داد که اثر محافظتی Isorhynchophylline در برابر آپوپتوز ناشی از A β 25-35 در سلول های PC12 با افزایش بیان p-CREB از طریق مسیر سیگنالینگ PI3K/Akt/GSK-3 همراه است (Xian et al., 2013). به طور مشابه در مطالعه‌ای Hui و همکاران در سال ۲۰۱۸، به بررسی اثرات Resveratrol در برابر سمیت ناشی از آمیلوئید- β 1-42 در سلول‌های PC12 از طریق مسیر PI3K/Akt/Nrf2 پرداختند. بر طبق نتایج حاصل از این مطالعه، پیش تیمار با Resveratrol استرس اکسیداتیو ناشی از A β 1-42 را در سلول‌های PC12 با مهار تولید ROS و MDA و افزایش تولید SOD و GSH به طور معنادار کاهش داد. همچنین Resveratrol به طور قابل توجهی کاهش زیست‌پذیری سلولی ناشی از A β 1-42 را در سلول‌های PC12 به صورت وابسته به دوز و وابسته به زمان کاهش داد. علاوه بر آن، Resveratrol قادر به فعال سازی HO-1، Nrf2، PI3K و فسفریله Akt را می‌باشد. به طور کلی نتایج این مطالعه نشان داد که محافظت سلولی Resveratrol در برابر سمیت سلولی ناشی از A β 1-42 در سلول‌های PC12 از طریق تنظیم مثبت بیان HO-1 از طریق فعال سازی مسیر سیگنال‌دهی داخل سلولی PI3K/AKT/Nrf2 می‌باشد (Hui et al., 2018). در مطالعه‌ای Cui و همکاران در سال ۲۰۱۷، به بررسی اثرات Ginsenoside Rg2 در برابر آپوپتوز ناشی از آمیلوئید بتا (۲۵-۳۵) در سلول‌های PC12 از طریق مسیر PI3K/Akt پرداختند. بر طبق نتایج حاصل از این مطالعه، پیش تیمار با Ginsenoside Rg2 باعث افزایش زیست‌پذیری سلولی به روشی وابسته به غلظت در سلول‌های PC12 القا شده با A β 25-35 شده است. علاوه بر این، Ginsenoside Rg2 به طور معناداری نسبت Bcl-2/Bax را افزایش، برش کاسپاز ۳ ناشی از A β 25-35 را کاهش و به طور قابل توجهی فسفوریلاسیون Akt را در سلول‌های PC12 افزایش داده است. به طور کلی نتایج این مطالعه نشان داد که اثر محافظتی Ginsenoside Rg2 در برابر آپوپتوز ناشی از A β 25-35 در سلول‌های PC12 با افزایش مسیر سیگنالینگ PI3K/Akt مرتبط است (Cui et al., 2017).

در مطالعه‌ای Zhang و همکاران در سال ۲۰۱۵، به بررسی اثرات Icarin در برابر آپوپتوز ناشی از بتا آمیلوئید در سلول‌های PC-12 از طریق بررسی مسیر PI3K/Akt پرداختند. بر طبق نتایج حاصل از این مطالعه، Icarin به طور وابسته به دوز باعث افزایش معنادار زیست‌پذیری سلولی و کاهش آپوپتوز در سلول‌های PC12 القا شده با A β 25-35 می‌شود. همچنین نتایج حاصل از آزمون وسترن بلات نشان داد که Icarin قادر به افزایش معنادار فسفوریلاسیون Akt و فاکتور ضد آپوپتوز Bcl-2 و نیز کاهش میزان Bax و کاسپاز-۳ در سلول‌های PC12 تحت درمان با A β 25-35 می‌گردد. به طور کلی نتایج این مطالعه نشان داد که اثرات محافظتی Icarin با فعال شدن مسیر سیگنالینگ PI3K/A مرتبط است و این یافته‌ها شواهد بیشتری برای اثربخشی بالینی Icarin در درمان بیماری آلزایمر ارائه می‌دهد (Zhang et al., 2015). همچنین در مطالعه‌ای Fu و همکاران در سال ۲۰۱۶، به بررسی اثرات piceatannol و pterostilbene در مقابله با آپوپتوز ناشی از آمیلوئید بتا در سلول‌های PC12 از طریق بررسی مسیر سیگنالینگ PI3K/Akt/Bad پرداختند. بر طبق نتایج حاصل از این مطالعه، درمان piceatannol



و pterostilbene به طور معنادار باعث افزایش زیست-پذیری سلولی، کاهش نرخ آپوپتوز و کاهش میزان ROS داخل سلولی می گردد. همچنین، piceatannol به طور معناداری فسفوریلاسیون Akt و میزان بیان Bad را افزایش و نسبت Bcl-2/Bax را کاهش و نیز از برش کاسپاز-۹، کاسپاز-۳ و PARP جلوگیری کرده است. در حالیکه pterostilbene فسفوریلاسیون Akt را بدون تأثیر بر سایر عوامل افزایش می دهد. به طور کلی نتایج این مطالعه نشان داد که اثر محافظتی piceatannol در برابر آپوپتوز ناشی از A β در سلول های PC12 به مسیر سیگنال دهی جدید PI3K/Akt/Bad و مسیر سیگنال دهی وابسته به میتوکندری های پایین دستی و وابسته به کاسپاز مرتبط است. در حالیکه pterostilbene از طریق مسیر سیگنالینگ مختلف PI3K/Akt که در آن اهداف پایین دست باید بیشتر مورد بررسی قرار گیرند، آپوپتوز علیه A β را مهار خواهد نمود (Fu et al., 2016). به طور مشابه در مطالعه ای Han و همکاران در سال ۲۰۱۷، به بررسی اثرات Vincamine در برابر سمیت سلولی ناشی از پپتیدهای آمیلوئید- β 25-35 در سلول های PC12 پرداختند. بر طبق نتایج حاصل از این مطالعه، پیش تیمار با Vincamine می تواند استرس اکسیداتیو ناشی از A β 25-35 را از طریق کاهش میزان SOD کاهش دهد. همچنین Vincamine بطور معناداری قادر به افزایش PI3K/Akt و Bcl-2 ایجاد اثرات آنتی آپوپتوز وابسته به دوز می گردد. به طور کلی نتایج این مطالعه نشان داد که یکی از مکانیسم های احتمالی Vincamine جهت مقابله با از مرگ سلولی ناشی از A β 25-35 می تواند از طریق تنظیم مثبت SOD و فعال سازی مسیر PI3K/Akt باشد (Han et al., 2017).

در مطالعه ای Dong و همکاران در سال ۲۰۱۲، به بررسی اثرات Tanshinone IIA در برابر آپوپتوز ناشی از آمیلوئید بتا (۲۵-۳۵) در سلول های PC12 از طریق بررسی مسیر سیگنالینگ PI3K/Akt پرداختند. بر طبق نتایج حاصل از این مطالعه، پس از ۲۴ ساعت درمان با Tanshinone IIA به طور معناداری زیست پذیری سلولی افزایش و تعداد سلول های آپوپتوز ناشی از (25-35) A β کاهش یافته است. همچنین تیمار با Tanshinone IIA فسفوریلاسیون GSK3 β ، که یک هدف پایین دستی PI3K/Akt است، را به طور معناداری کاهش داده است. به طور کلی نتایج این مطالعه نشان داد که Tanshinone IIA از طریق فعال سازی PI3K/Akt و فسفوریلاسیون GSK3 β می تواند بعنوان یک عامل محافظت کننده عصبی مؤثر و یک کاندید مناسب در درمان آلزایمر بشمار آید (Dong et al., 2012). همچنین در مطالعه ای Lou و همکاران در سال ۲۰۱۱، به بررسی اثرات محافظتی عصبی Linarin در برابر مرگ سلول های عصبی ناشی از آمیلوئید بتا در سلول های PC12 از طریق بررسی مسیر PI3K/Akt پرداختند. بر طبق نتایج حاصل از این مطالعه، Linarin به طور معناداری باعث افزایش زیست پذیری سلولی و کاهش تعداد سلول های آپوپتوزی با استفاده از روش MTT، رنگ آمیزی Annexin V/PI، رنگ آمیزی JC-1 و سنجش فعالیت کاسپاز-۳ می شود. علاوه بر این، Linarin باعث افزایش فسفوریلاسیون وابسته به دوز Akt و کاهش فسفوریلاسیون گلیکوژن سنتاز کیناز- β (GSK-3 β)، یک هدف پایین دست PI3K/Akt و نیز افزایش بیان پروتئین ضد آپوپتوز Bcl-2 می گردد. به طور کلی نتایج این مطالعه نشان داد که Linarin از سمیت عصبی ناشی از A β (25-35) از طریق فعال سازی مسیر سیگنالینگ PI3K/Akt و متعاقباً مهار GSK-3 β و افزایش بیان Bcl-2 جلوگیری می کند (Lou et al., 2011). در مطالعه ای Zhang و همکاران در سال ۲۰۱۵، به بررسی اثرات پلی ساکراید حاصل از *Polygonatum sibiricum* در برابر سمیت عصبی



ناشی از آمیلوئید بتا در سلول های PC12 پرداختند. بر طبق نتایج حاصل از این مطالعه، پیش تیمار با PS-WNP به طور معناداری مرگ سلولی و نسبت Bax/Bcl-2 را کاهش می دهد و نیز باعث افزایش فسفریلاسیون Akt در سلول های PC12 می گردد به طور کلی نتایج این مطالعه نشان داد که اثر محافظتی *P. sibiricum* در برابر آپوپتوز ناشی از A β (25-35) در سلول های PC12 با افزایش مسیر سیگنالینگ PI3K/Akt مرتبط است (Zhang et al., 2015). در مطالعه ای دیگر Qiu و همکاران در سال ۲۰۲۳، به بررسی اثرات Naringin در برابر هیپرفسفریلاسیون تاو در سلول های PC12 القا شده توسط آمیلوئید بتا از طریق بررسی مسیرهای سیگنالینگ ER، PI3K/AKT و GSK-3 β پرداختند. بر طبق نتایج حاصل از این مطالعه، Naringin به طور معناداری باعث افزایش زیست پذیری سلولی و کاهش آپوپتوز می گردد. همچنین Naringin با تعدیل مسیرهای سیگنالینگ ER، PI3K/AKT و GSK-3 β ، هیپرفسفریلاسیون Tau ناشی از A β 25-35 را مهار می کند. علاوه بر این، اثرات محافظت کننده عصبی نارینژین با اثرات استرادیول در تمام گروه های درمانی قابل مقایسه بود. به طور کلی نتایج این مطالعه نشان داد که Naringin ممکن است جایگزین مناسبی برای درمان با استروژن باشد (Qiu et al., 2023).

در مطالعه ای Tsay و همکاران در سال ۲۰۲۱، به بررسی اثرات آنتی اکسیدانی، ضد التهابی و ضد آپوپتوزی عصاره Adlay در برابر سمیت عصبی و استرس اکسیداتیو ناشی از آمیلوئید بتا در سلول های PC12 پرداختند. بر طبق نتایج حاصل از این مطالعه مشخص شد که عصاره Adlay اثرات ضد التهابی، اثرات ضد آپوپتوز نشان داده است و بیان سنتاز اکسید نیتریک القایی و تولید اکسید نیتریک را مهار کرده است. همچنین پیش درمانی با عصاره Adlay به طور معناداری مرگ سلولی و افزایش نسبت Bax/Bcl-2 را کاهش داده است. علاوه بر این، عصاره Adlay به طور معناداری سطح A β و پروتئین کیناز B (Akt) را در سلول های PC12 افزایش داده است. به طور کلی نتایج این مطالعه نشان داد که اثر محافظتی Adlay در برابر آپوپتوز ناشی از A β در سلول های PC12 از طریق تنظیم مسیر سیگنال دهی فسفونیتروزیتید ۳ کیناز Akt (PI3K) انجام شد (Tsay et al., 2021). همچنین در مطالعه ای Zeng و همکاران در سال ۲۰۱۰، به بررسی اثرات Icarin در برابر سمیت عصبی و هیپرفسفریلاسیون پروتئین تاو ناشی از آمیلوئید بتا در سلول های PC12 پرداختند. بر طبق نتایج حاصل از این مطالعه، تیمار با Icarin به طور معناداری سمیت سلولی و آپوپتوز ناشی از A β (25-35) را از طریق مهار هیپرفسفریلاسیون پروتئین تاو در سایت های Ser396، Ser404 و Thr205 کاهش داده است. همچنین مطالعه مکانیسم نشان داد که Icarin می تواند مسیر سیگنالینگ PI3K/Akt را فعال کند و با ایجاد اثری مهار بر گلیکوژن سنتاز کیناز 3- β (GSK) سبب مهار هیپرفسفریلاسیون پروتئین تاو گردد. به طور کلی نتایج این مطالعه نشان داد که Icarin یک عامل بالقوه عالی برای بیماری آلزایمر و سایر بیماری های دژنراتیو عصبی مرتبط با آسیب شناسی تاو را می باشد (Zeng et al., 2010). در مطالعه ای دیگر Yoon و همکاران در سال ۲۰۲۱، به بررسی اثرات محافظتی sargahydroquinonic acid در سلول های PC12 القا شده توسط آمیلوئید بتا (25-35) از طریق بررسی مسیر سیگنالینگ PI3K/Akt/Nrf2 پرداختند. بر طبق نتایج حاصل از این مطالعه، این ترکیب قوی ترین اثر را بر استرس اکسیداتیو مرتبط با میتوکندری و آپوپتوز ناشی از A β نشان داد. بطوریکه این ترکیب بیان و جابجایی فاکتور ۲ مربوط به فاکتور E2 هسته ای (Nrf2) را افزایش داده است، در حالی که بیان سیتوپلاسمی Kelch-like ECH-associated

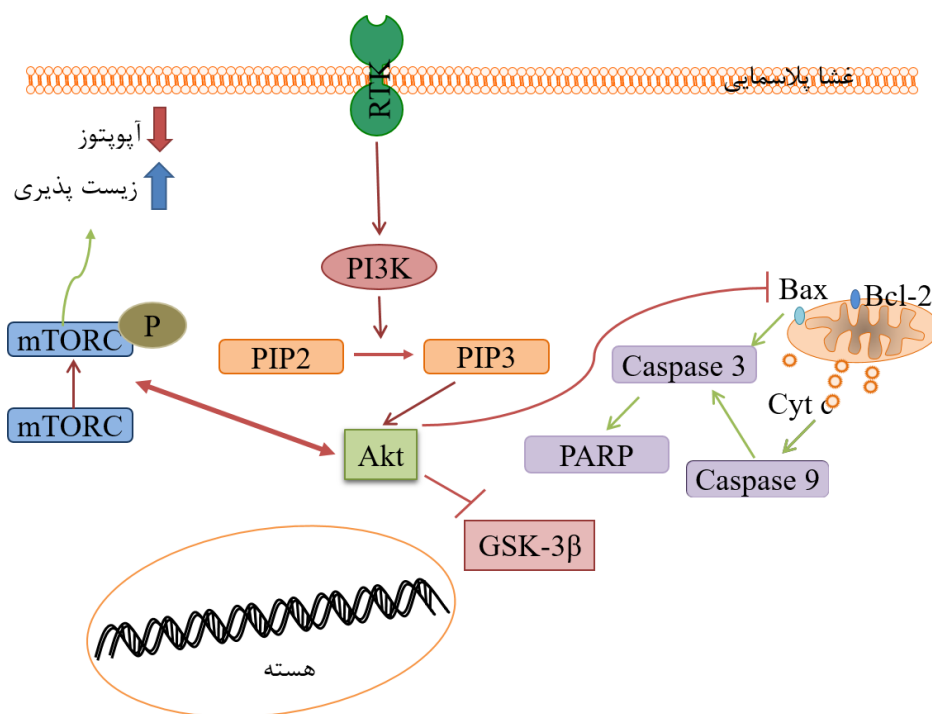


(Keap1) protein 1 را کاهش داده است. همچنین، این ترکیب بیان آنزیم‌های آنتی اکسیدانی تنظیم شده Nrf2، از جمله HO-1، GCLm، GCLc، NQO1 و TrxR1 را افزایش داده است. علاوه بر این نشان داده شد که تیمار مشترک با این ترکیب و LY294002، یک مهار کننده PI3K، بیان هسته‌ای Nrf2 و فسفوریلاسیون Akt را مهار کرده و این فرضیه را تقویت می‌کند که فعال سازی Nrf2 با واسطه SHQA مستقیماً با مسیر سیگنالینگ PI3K/Akt مرتبط است. در شبیه‌سازی اتصال سیلیکونی نشان داد که این ترکیب برهمکنش‌های خاصی را با باقی‌مانده‌های اسید آمینه کلیدی PI3K، Akt، و Nrf2-Keap1 از طریق ایجاد پیوند هیدروژنی و برهمکنش‌های واندروالس برقرار می‌کند، که ممکن است بر ظرفیت‌های بیولوژیکی نشانگرهای هدف تأثیر بگذارد. به طور کلی نتایج این مطالعه نشان داد که SHQA به عنوان یک فعال کننده Nrf2 در برابر آسیب اکسیداتیو با واسطه Aβ است، که نشان می‌دهد این ترکیب ممکن است یک عامل بالقوه برای پیشگیری از بیماری آلزایمر باشد (Yoon et al., 2021). به طور مشابه در مطالعه‌ای Liu و همکاران در سال ۲۰۱۴، به بررسی اثرات paeoniflorin در برابر آسیب سلولی PC12 ناشی از آمیلوئید بتا از طریق بررسی مسیر سیگنالینگ PI3K/Akt پرداختند. بر طبق نتایج حاصل از این مطالعه، Paeoniflorin می‌تواند به طور معناداری سمیت سلولی و آپوپتوز ناشی از Aβ25-35 در سلول‌های PC12 را مهار کند. همچنین Paeoniflorin قادر به ایجاد اثرات محافظتی از طریق افزایش سطح فسفوریلاسیون AKT، افزایش بیان پروتئین Bcl-2، کاهش بیان پروتئین Bax، و مهار فعال‌سازی کاسپاز-۳ می‌باشد. به طور کلی نتایج این مطالعه نشان داد که Paeoniflorin می‌تواند مسیر سیگنالینگ PI3K/Akt را برای محافظت از آسیب سلولی PC12 ناشی از Aβ25-35 فعال کند (Liu et al., 2014). در مطالعه‌ای دیگر Zhang و همکاران در سال ۲۰۱۸، به بررسی اثرات محافظتی Naringenin در برابر آسیب ناشی از آمیلوئید بتا در سلول‌های PC12 از طریق بررسی مسیر سیگنالینگ PI3K/Akt پرداختند. بر طبق نتایج حاصل از این مطالعه، Naringenin با افزایش زیست‌پذیری سلولی، تقویت فعال سازی Akt و GSK3β و مهار آپوپتوز سلولی و فعالیت کاسپاز-۳، از سلول در برابر آسیب عصبی ناشی از Aβ25-35 محافظت می‌کند. به طور کلی نتایج این مطالعه نشان داد که Naringenin می‌تواند به طور موثری آسیب عصبی القا شده توسط Aβ25-35 را در سلول‌های PC12 با تنظیم مسیرهای ER و PI3K/Akt سرکوب کند (Zhang et al., 2018). در مطالعه‌ای Wang و همکاران در سال ۲۰۲۱، به بررسی اثرات Hyperoside در برابر سمیت عصبی ناشی از آمیلوئید بتا در سلول‌های PC12 پرداختند. بر طبق نتایج حاصل از این مطالعه، Hyperoside به طور معناداری میزان تولید ROS را کاهش و پتانسیل غشای میتوکندری را در سلول‌های PC12 القا شده با Aβ42 افزایش داده است، که احتمالاً به دلیل افزایش فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی و کاهش سطح مالون دی‌آلدید است. همچنین نتایج آنالیز فلوسیتومتری و رنگ آمیزی Hoechst 33342 نشان داد که Hyperoside آپوپتوز سلولی را مهار می‌کند. علاوه بر این، Hyperoside قادر به تحریک مسیر سیگنالینگ PI3K/Akt/Nrf2/HO-1 تضعیف شده توسط Aβ42 می‌باشد. به طور کلی نتایج این مطالعه نشان داد که Hyperoside در محافظت از سلول‌های PC12 القا شده توسط آمیلوئید بتا از طریق فعال‌سازی مسیرهای PI3K/Akt درمان دخیل باشد (Wang et al., 2023).

بر طبق نتایج حاصل، در بسیاری از مطالعات به اثربخشی مصرف گیاهان دارویی در بیماری آلزایمر اشاره شده است. همانطور که پیش از این بیان شد مسیر سیگنالینگ PI3K/Akt به دلیل مشارکت در فرآیندهای فیزیولوژیکی، مانند بقای



سلولی، اتوفاژی، نوروزنز، تکثیر و تمایز عصبی و شکل پذیری سیناپسی نقش مهمی در سیستم عصبی مرکزی دارد. فعال سازی PI3K، به دنبال تحریک سلول ها، تبدیل PIP2 به PIP3 را افزایش می دهد، که خود باعث فعال سازی پروتئین کیناز B (Akt) خواهد شد (Chen et al., 2019; Guo et al., 2022). فعال سازی مسیر PI3K/Akt با فعال سازی PI3K توسط (RTK) receptor tyrosine kinase آغاز می شود (Long et al., 2021). سیتوکین ها یا فاکتورهای رشد متعددی مانند فاکتور رشد فیبروبلاست (Fibroblast growth factor (FGF)) فاکتور رشد مشتق از پلاکت (Platelet-derived growth factor (PDGF)) در پاسخ به تحریک توسط لیگاندهای خارج سلولی به گیرنده غشای پلاسمایی RTK متصل می شوند و باعث ایجاد دیمریزاسیون گیرنده و فسفوریلاسیون متقاطع باقی مانده های تیروزین در داخل سلولی می شوند (Long et al., 2021). سپس زیر واحد کاتالیزوری p110 برای تشکیل یک آنزیم کاملاً فعال PI3K به کار گرفته می شود و در نهایت، PI3K فعال شده باعث فعال شدن Akt می شود (Long et al., 2021). پروتئین کیناز B (PKB)، یک سرین / ترئونین کیناز، به عنوان یکی از مهمترین کینازها در پایین دست PI3K و هسته مسیر سیگنال PI3K/Akt در نظر گرفته می شود (Long et al., 2021). پس از فسفوریلاسیون، Akt می تواند پروتئین هدف راپامایسین (mTOR) را از طریق فسفوریلاسیون به p-mTOR تبدیل کند. فسفوریلاسیون mTOR منجر به اعمال یک سری اثرات زیستی مانند مهار آپوپتوز و ارتقای زنده ماندن / زیست پذیری سلول می شود (Chen et al., 2019; Guo et al., 2022). به عنوان یک عضو پایین دستی Akt، mTOR نیز به نوبه خود به عنوان یک فعال کننده برای فعال سازی Akt عمل می کند (Long et al., 2021). نتایج حاصل از مطالعه انجام شده بر روی مغز موش ها نشان داد که مسیر سیگنالینگ PI3K/Akt، نقش کلیدی در تثبیت حافظه بلندمدت در هیپوکامپ دارند و تخریب آن به طور گسترده در اختلالات نقص حافظه، مانند زوال عقل و آلزایمر گزارش شده است (Razani et al., 2021). براساس نتایج حاصل از مطالعات، تجمع آمیلوئید بتا از انتشار محور سیگنالینگ PI3K/Akt جلوگیری می کند و با از بین بردن اثر مهاری این مسیر بر یکی از مهم ترین پروتئین های پائین دست (GSK-3B)، فعالیت این پروتئین کیناز را در نورون ها افزایش می دهد (Razani et al., 2021). به طور کلی اختلال عملکرد مسیر سیگنالینگ PI3K/Akt باعث افزایش فعالیت GSK-3 β می شود و منجر به هیپر فسفوریلاسیون Tau می شود (Kitagishi et al., 2014). همانطور که پیش از این بیان شد پیامد هیپر فسفوریلاسیون تاو سبب کاهش توانایی آن در اتصال میکروتوبول ها، بی ثباتی شبکه میکروتوبول ها، تشکیل درهم تنیدگی نوروفیبریلاری و در نهایت مرگ نورونی می شود (Kitagishi et al., 2014) (شکل ۱). بر طبق نتایج حاصل از این مطالعه مروری مصرف گیاهان دارویی می تواند از طریق اثر بر مسیر PI3K/Akt، منجر به کاهش تخریب نورونی شود و در نتیجه در کاهش پیشرفت بیماری آلزایمر موثر باشد.



شکل (۱): مسیر سیگنالینگ PI3K/Akt به دلیل مشارکت در فرآیندهای فیزیولوژیکی، مانند بقای سلولی، اتوفاژی، نوروزن، تکثیر و تمایز عصبی و شکل پذیری سیناپسی نقش مهمی در سیستم عصبی مرکزی دارد. در این مسیر به دنبال تحریک سلول‌ها و سپس فعال‌سازی PI3K، تبدیل PIP2 به PIP3 افزایش خواهد یافت، که در نهایت باعث فعال‌سازی پروتئین کیناز B (Akt) خواهد شد پس از فسفوریلاسیون، Akt می‌تواند پروتئین هدف را پامایسین (mTOR) از طریق فسفوریلاسیون به p-mTOR تبدیل کند و نیز سبب کاهش نسبت Bax/Bcl-2 گردد. فسفوریلاسیون mTOR منجر به اعمال یک سری اثرات زیستی مانند مهار آپوپتوز و ارتقای زنده ماندن/زیست پذیری سلول می‌شود.

منابع

- Bondi, M. W., Edmonds, E. C., and Salmon, D. P. (2017). Alzheimer's disease: past, present, and future. *Journal of the International Neuropsychological Society*, 23(9-10): 818-831.
- Briggs, R., Kennelly, S. P., and O'Neill, D. (2016). Drug treatments in Alzheimer's disease. *Clinical medicine*, 16(3): 247-253.
- Chen, Y., Zheng, X., Wang, Y., and Song, J. (2019). Effect of PI3K/Akt/mTOR signaling pathway on JNK3 in Parkinsonian rats. *Experimental and Therapeutic Medicine*, 17(3): 1771-1775.
- Cui, J., Wang, J., Zheng, M., Gou, D., Liu, C., and Zhou, Y. (2017). Ginsenoside Rg2 protects PC12 cells against β -amyloid25-35-induced apoptosis via the phosphoinositide 3-kinase/Akt pathway. *Chemico-Biological Interactions*, 275: 152-161.
- DeTure, M. A., and Dickson, D. W. (2019). The neuropathological diagnosis of Alzheimer's disease. *Molecular neurodegeneration*, 14(1): 32.
- Dong, H., Mao, S., Wei, J., Liu, B., Zhang, Z., Zhang, Q., and Yan, M. (2012). Tanshinone IIA protects PC12 cells from β -amyloid 25-35-induced apoptosis via PI3K/Akt signaling pathway. *Molecular Biology Reports*, 39: 6495-6503.
- Fu, Z., Yang, J., Wei, Y., and Li, J. (2016). Effects of piceatannol and pterostilbene against β -amyloid-induced apoptosis on the PI3K/Akt/Bad signaling pathway in PC12 cells. *Food & Function*, 7(2): 1014-1023.



- Graff-Radford, J., Yong, K.X., Apostolova, L.G., Bouwman, F.H., Carrillo, M., Dickerson, B.C., Rabinovici, G.D., Schott, J.M., Jones, D.T. and Murray, M.E. (2021). New insights into atypical Alzheimer's disease in the era of biomarkers. *The Lancet Neurology*, 20(3): 222-234.
- Guo, L., Qu, B., Song, C., Zhu, S., Gong, N., and Sun, J. (2022). Celastrol attenuates 6-hydroxydopamine-induced neurotoxicity by regulating the miR-146a/PI3K/Akt/mTOR signaling pathways in differentiated rat pheochromocytoma cells. *Journal of Affective Disorders*, 316: 233-242.
- Han, J., Qu, Q., Qiao, J., and Zhang, J. (2017). Vincamine alleviates amyloid- β 25–35 peptides-induced cytotoxicity in PC12 cells. *Pharmacognosy Magazine*, 13(49): 123-128.
- Hui, Y., Chengyong, T., Cheng, L., Haixia, H., Yuanda, Z., and Weihua, Y. (2018). Resveratrol attenuates the cytotoxicity induced by amyloid- β 1–42 in PC12 cells by upregulating heme oxygenase-1 via the PI3K/Akt/Nrf2 pathway. *Neurochemical Research*, 43: 297-305.
- Iqbal, K., and Grundke-Iqbal, I. (2010). Alzheimer's disease, a multifactorial disorder seeking multitherapies. *Alzheimer's & Dementia*, 6(5): 420-424.
- Kandel, E. R., Schwartz, J. H., Jessell, T. M., Siegelbaum, S., Hudspeth, A. J., and Mack, S. (Eds.). (2000). *Principles of neural science* (Vol. 4, pp. 1227-1246). New York: McGraw-hill.
- Khoshtabiat, L., and Mahdavi, M. (2015). The role of oxidative stress in proliferation and cell death. *Journal of Mazandaran University of Medical Sciences*, 25(127): 130-145.
- Kitagishi, Y., Nakanishi, A., Ogura, Y., and Matsuda, S. (2014). Dietary regulation of PI3K/AKT/GSK-3 β pathway in Alzheimer's disease. *Alzheimer's Research & Therapy*, 6: 1-7.
- Liu, L., Wang, S. Y., and Wang, J. G. (2014). Role of PI3K/Akt pathway in effect of paeoniflorin against A β 25–35-induced PC12 cell injury. *Zhongguo Zhong yao za zhi= Zhongguo Zhongyao Zazhi= China Journal of Chinese Materia Medica*, 39(20): 4045-4049.
- Long, H. Z., Cheng, Y., Zhou, Z. W., Luo, H. Y., Wen, D. D., and Gao, L. C. (2021). PI3K/AKT signal pathway: a target of natural products in the prevention and treatment of Alzheimer's disease and Parkinson's disease. *Frontiers in Pharmacology*, 12, 648636.
- Lou, H., Fan, P., Perez, R. G., and Lou, H. (2011). Neuroprotective effects of linarin through activation of the PI3K/Akt pathway in amyloid- β -induced neuronal cell death. *Bioorganic & medicinal chemistry*, 19(13): 4021-4027.
- Mantzavinos, V., and Alexiou, A. (2017). Biomarkers for Alzheimer's disease diagnosis. *Current Alzheimer Research*, 14(11): 1149-1154.
- Masters, C. L., Bateman, R., Blennow, K., Rowe, C. C., Sperling, R. A., and Cummings, J. L. (2015). Alzheimer's disease. *Nature Reviews Disease Primers*, 1(1): 1-18.
- Meng, M., Zhang, L., Ai, D., Wu, H., and Peng, W. (2021). β -Asarone ameliorates β -amyloid-induced neurotoxicity in PC12 cells by activating PI3K/Akt/Nrf2 signaling pathway. *Frontiers in Pharmacology*, 12: 659955.
- Percival, M. (1997). The importance of optimal nutrition. *Clinical Nutrition Insight*, 5: 1-6.
- Qiu, Q., Lei, X., Wang, Y., Xiong, H., Xu, Y., Sun, H., Xu, H. and Zhang, N. (2023). Naringin Protects against Tau Hyperphosphorylation in A β 25–35-Injured PC12 Cells through Modulation of ER, PI3K/AKT, and GSK-3 β Signaling Pathways. *Behavioural Neurology*, 2023(1): 1857330.
- Razani, E., Pourbagheri-Sigaroodi, A., Safaroghli-Azar, A., Zoghi, A., Shanaki-Bavarsad, M., and Bashash, D. (2021). The PI3K/Akt signaling axis in Alzheimer's disease: a valuable target to stimulate or suppress?. *Cell Stress and Chaperones*, 26(6): 871-887.
- Rostagno, A. A. (2022). Pathogenesis of Alzheimer's disease. *International Journal of Molecular Sciences*, 24(1): 107-110.
- Scheltens, P., De Strooper, B., Kivipelto, M., Holstege, H., Ch  telat, G., Teunissen, C.E., Cummings, J. and van der Flier, W.M. (2021). Alzheimer's disease. *The Lancet*, 397(10284): 1577-1590.
- Tsay, G. J., Lin, Y. T., Hsu, C. H., Tang, F. Y., Kuo, Y. H., and Chao, C. Y. (2021). Adlay hull extracts attenuate β -amyloid-induced neurotoxicity and oxidative stress in PC12 cells through antioxidative, anti-inflammatory, and antiapoptotic activities. *Biochemistry and Biophysics Reports*, 26: 101020.



- Wang, K., Zhang, X., Zhang, M., Li, X., Xie, J., Liu, S., Huang, Q., Wang, J., Guo, Q. and Wang, H. (2023). Hyperoside Prevents A β 42-Induced Neurotoxicity in PC12 Cells and *Caenorhabditis elegans*. *Molecular Neurobiology*, 60(12): 7136-7150.
- Weller, J., and Budson, A. (2018). Current understanding of Alzheimer's disease diagnosis and treatment. F1000Research Rev-1161. [Version 1], 7.
- Xian, Y. F., Lin, Z. X., Mao, Q. Q., Chen, J. N., Su, Z. R., Lai, X. P., and Ip, P. S. P. (2013). Isorhynchophylline protects PC12 cells against beta-amyloid-induced apoptosis via PI3K/Akt signaling pathway. *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine*, 2013(1): 163057.
- Yoon, J. H., Youn, K., and Jun, M. (2021). Protective effect of sargahydroquinic acid against A β 25–35-evoked damage via PI3K/Akt mediated Nrf2 antioxidant defense system. *Biomedicine & Pharmacotherapy*, 144: 112271.
- Zeng, K. W., Ko, H., Yang, H. O., and Wang, X. M. (2010). Icariin attenuates β -amyloid-induced neurotoxicity by inhibition of tau protein hyperphosphorylation in PC12 cells. *Neuropharmacology*, 59(6): 542-550.
- Zhang, D., Wang, Z., Sheng, C., Peng, W., Hui, S., Gong, W., and Chen, S. (2015). Icariin prevents amyloid beta-induced apoptosis via the PI3K/Akt pathway in PC-12 cells. *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine*, 2015(1): 235265.
- Zhang, H., Cao, Y., Chen, L., Wang, J., Tian, Q., Wang, N., Liu, Z., Li, J., Wang, N., Wang, X. and Sun, P. (2015). A polysaccharide from *Polygonatum sibiricum* attenuates amyloid- β -induced neurotoxicity in PC12 cells. *Carbohydrate Polymers*, 117: 879-886.
- Zhang, N., Hu, Z., Zhang, Z., Liu, G., Wang, Y., Ren, Y., Wu, X. and Geng, F. (2018). Protective role of naringenin against A β 25-35-caused damage via ER and PI3K/Akt-mediated pathways. *Cellular and Molecular Neurobiology*, 38: 549-557.



بادرنجبویه و اختلالات روانی: مروری بر شواهد علمی و کاربردهای بالینی

میثم مسعودی^{۱*}، زینب معزی^۲، فرنوش رضایی^۲

^۱ گروه علوم گیاهی، دانشکده زیست شناسی، دانشکده‌گان علوم، دانشگاه تهران، تهران، ایران. (meyssam.masoudi@gmail.com)

^۲ گروه زیست شناسی، دانشکده علوم پایه، دانشگاه قم، قم، ایران.

چکیده

بادرنجبویه (*Melissa officinalis*) به دلیل ترکیبات فعالی مانند اسید رزمارینیک، فلاونوئیدها و ترپنوئیدها، به عنوان یک گیاه دارویی با خواص آرام‌بخش و ضد اضطرابی شناخته شده است. این مطالعه مروری با هدف بررسی شواهد علمی و کاربردهای بالینی بادرنبویه در مدیریت اختلالات روانی از جمله اضطراب، افسردگی و استرس انجام شد. برای این منظور، مقالات مرتبط از پایگاه‌های اطلاعاتی معتبر مانند PubMed، Google Scholar، ScienceDirect و SID با استفاده از کلیدواژه‌هایی مانند "بادرنجبویه"، "اختلالات روانی"، "اضطراب" و "کاربردهای بالینی" جستجو و تحلیل شدند. یافته‌ها نشان داد که بادرنبویه از طریق مکانیسم‌های مختلفی مانند تعدیل سیستم GABAergic، افزایش سطح سروتونین و کاهش استرس اکسیداتیو، اثرات درمانی خود را اعمال می‌کند. مطالعات بالینی تأیید کرده‌اند که این گیاه می‌تواند علائم اضطراب و افسردگی را کاهش داده، کیفیت خواب را بهبود بخشد و آرامش ذهنی را افزایش دهد. همچنین، بادرنبویه در درمان بیماری‌های عصبی مانند آلزایمر و پارکینسون نیز مؤثر بوده است. با این حال، تحقیقات بیشتری برای تعیین دوزهای مؤثر، مدت زمان مصرف بهینه و فرمولاسیون‌های دارویی مناسب از بادرنبویه مورد نیاز است. به طور کلی، این مطالعه نشان می‌دهد که بادرنبویه به دلیل خواص درمانی متنوع و ایمنی نسبی، می‌تواند به عنوان یک گزینه درمانی مکمل یا جایگزین در مدیریت اختلالات روانی مورد استفاده قرار گیرد. پیشنهاد می‌شود در تحقیقات آینده، تأثیر این گیاه بر سایر اختلالات روانی و نورولوژیک نیز بررسی شود.

واژگان کلیدی: بادرنبویه، افسردگی، اضطراب، بیماری‌های روحی و روانی



۱. مقدمه

گیاه بادرنجبویه با نام علمی *Melissa officinalis* L. از خانواده نعنائیان (Lamiaceae)، گیاهی علفی، معطر و چندساله است که به دلیل خواص دارویی و کاربردهای گسترده‌ی آن، از دیرباز در مناطق مختلف ایران مورد استفاده قرار گرفته است. این گیاه که با نام‌های محلی همچون وارنگ‌بو، بارنگ‌بو و فرنجمشک نیز شناخته می‌شود، بومی مناطق مدیترانه‌ای و غرب آسیا است، اما امروزه به دلیل سازگاری بالا، در بسیاری از نقاط جهان کشت و پرورش می‌یابد. در ایران، بادرنجبویه به‌طور طبیعی در مناطق شمالی، شمال شرقی و غربی کشور، و همچنین در اطراف تهران یافت می‌شود (قهرمان، ۱۳۶۲).

در طب سنتی ایران، بادرنجبویه به‌طور گسترده‌ای برای درمان طیف وسیعی از بیماری‌ها، به‌ویژه بیماری‌های نورولوژیک، مورد استفاده قرار می‌گیرد. از جمله این بیماری‌ها می‌توان به فراموشی، صرع، فلج، سکنه مغزی، لرزش، میگرن و سرگیجه اشاره کرد که از مهم‌ترین اختلالات عصبی محسوب می‌شوند. این گیاه به دلیل خواص درمانی منحصر به فردش، جایگاه ویژه‌ای در طب ایرانی دارد. علاوه بر این، بادرنجبویه در بسیاری از فارماکوپه‌های معتبر جهان، از جمله فارماکوپه‌های گیاهی ایران، بریتانیا و اروپا، به رسمیت شناخته شده است که نشان‌دهنده اهمیت جهانی این گیاه دارویی است (ایران‌شاهی و جوادی، ۱۳۹۸).

علاوه بر کاربردهای سنتی، مطالعات علمی مدرن نیز اثرات مثبت بادرنجبویه را در درمان اختلالات روحی و روانی تأیید کرده‌اند. شواهد علمی نشان می‌دهد که این گیاه می‌تواند با تأثیر بر سیستم گابائریک (GABAergic) و سروتونریک (Serotonergic) مغز، باعث کاهش اضطراب، استرس و افسردگی شود. مطالعات بالینی نشان داده‌اند که مصرف عصاره بادرنجبویه می‌تواند به بهبود کیفیت خواب، کاهش علائم استرس و اضطراب، و افزایش آرامش ذهنی کمک کند (Shakeri et al., 2016). همچنین، به دلیل خصوصیات آنتی‌باکتریایی و عملکرد آن به عنوان یک ماده کاهنده رادیکال‌های آزاد، بادرنجبویه در پیشگیری از بیماری‌هایی مانند سرطان، پارکینسون، آلزایمر و آترواسکلروز (سختی شریان‌ها) مفید به‌نظر می‌رسد. (حاجی رسولیها و خاکپور، ۱۳۹۹).

بادرنجبویه حاوی مجموعه‌ای از ترکیبات فعال زیستی است که مسئول اثرات دارویی آن هستند. ترکیبات اصلی این گیاه شامل روغن‌های اسانسی، فلاونوئیدها، اسیدهای فنولیک، ترپنوئیدها و تانن‌ها است. روغن اسانسی بادرنجبویه که عمدتاً از جرانیا (Geranial)، نرال (Neral)، سیترونال (Citronellal) و جرانول (geraniol) تشکیل شده، اثرات آرام‌بخش و ضد اضطراب دارد (Petrisor et al., 2022). در کنار این ترکیبات، اسیدهای فنولیک مانند اسید رزمارینیک، اسید کافنیک و اسید کلروژنیک نیز در بادرنجبویه یافت می‌شوند که به دلیل خاصیت آنتی‌اکسیدانی قوی خود نقش مهمی در محافظت عصبی و کاهش التهاب ایفا می‌کنند. فلاونوئیدهایی مانند کورستین (Quercetin)، روتین (Rutin) و لوتولین (Luteolin) نیز در این گیاه وجود دارند که اثرات ضد التهابی و ضد افسردگی نشان داده‌اند. علاوه بر این، تری‌ترین‌هایی مانند اسید اورسولیک (Ursolic acid) و اسید اولئانولیک (Oleanolic acid) دارای خواص ضد التهابی و تعدیل‌کننده سیستم ایمنی هستند (Petrisor et al., 2022). این ترکیبات در کنار هم موجب می‌شوند که بادرنجبویه به عنوان یک گیاه دارویی ارزشمند در مدیریت اختلالات روانی، کاهش استرس و بهبود عملکرد شناختی مورد توجه قرار گیرد.

بیماری‌های روحی و روانی در حال حاضر یکی از مهم‌ترین چالش‌های سلامتی جهانی به شمار می‌روند و تأثیر قابل توجهی بر کیفیت زندگی افراد و سطح بهزیستی اجتماعی دارند. بر اساس گزارش جدید سازمان بهداشت جهانی (WHO) در سال ۲۰۲۳، بیش از ۱ میلیارد نفر در سراسر جهان با اختلالات روانی مانند اضطراب، افسردگی و دیگر بیماری‌های مرتبط روبرو هستند (WHO, 2022). افسردگی و اختلالات اضطرابی به‌عنوان یکی از بزرگترین چالش‌های سلامتی جهانی شناخته می‌شوند و میلیون‌ها نفر در سراسر جهان را تحت تأثیر قرار

داده‌اند. بر اساس آمارهای جدید، تخمین زده می‌شود بیش از ۳۲۲ میلیون نفر در حال حاضر با افسردگی و حدود ۲۶۰ میلیون نفر با اختلالات اضطرابی مواجه هستند (Chaudhari et al., 2024).

امروزه با وجود پیشرفت‌های قابل توجه در زمینه داروهای شیمیایی، بسیاری از بیماران به دنبال گزینه‌های درمانی طبیعی و کم‌عوارض هستند. افراد متعددی اعتقاد دارند که روش‌های درمانی مبتنی بر گیاهان دارویی با ارزشها، اعتقادات و دیدگاه‌های فلسفی آنها درباره سلامت و زندگی همخوانی بیشتری دارند. گیاهان دارویی، به خاطر داشتن ترکیبات فعال و ایمنی نسبتاً بالا، می‌توانند به عنوان یک درمان جایگزین یا تکمیلی عمل کرده و کارایی داروهای شیمیایی را افزایش دهند. بنابراین، این گیاهان گزینه‌های امیدوارکننده‌ای برای مدیریت اختلالات روانی با عوارض جانبی کمتر نسبت به داروهای شیمیایی ارائه می‌دهند. در نتیجه، توجه به گیاهان دارویی به عنوان روش‌های درمانی طبیعی در مقابله با اختلالات روانی در سال‌های اخیر افزایش یافته است (Asgharian et al., 2022).

با توجه به شواهد علمی موجود، بادرنبویه به عنوان یک درمان مکمل یا جایگزین در مدیریت اختلالات روحی و روانی پتانسیل قابل توجهی دارد. مطالعات نشان داده‌اند که این گیاه نه تنها در کاهش علائم اضطراب و افسردگی مؤثر است، بلکه می‌تواند با تنظیم فعالیت سیستم عصبی به بهبود کیفیت خواب، کاهش استرس نیز کمک کند (Mathews et al., 2024). هدف از این مقاله، مرور تأثیرات بادرنبویه بر اختلالات روانی با تمرکز بر شواهد علمی و کاربردهای بالینی آن است. این مقاله تلاش می‌کند تا با ارائه یک بررسی جامع، به محققان و پزشکان در درک بهتر پتانسیل‌های درمانی بادرنبویه کمک کند و راه‌هایی برای تحقیقات آینده پیشنهاد دهد.

۲. مواد و روش‌ها

در این مطالعه مروری، با هدف بررسی اثرات ضد اضطرابی و درمانی بادرنبویه (*Melissa officinalis*)، کارآزمایی‌های بالینی، مطالعات مروری و مقالات پژوهشی مرتبط که اخیراً انتشار یافته‌اند، مورد بررسی قرار گرفتند. جستجوی مقالات در پایگاه‌های اطلاعاتی معتبر از جمله PubMed، ScienceDirect، Scopus و پایگاه اطلاعات علمی جهاد دانشگاهی (SID) انجام شد. برای جستجو، از ترکیبی از کلیدواژه‌های انگلیسی و فارسی نظیر "بادرنجبویه"، "*Melissa officinalis*"، "اضطراب"، "خواص درمانی"، "اختلالات روانی"، "کاربردهای بالینی"، "depression, anxiety" و "clinical applications" استفاده شد.

۳. نتایج

پژوهش‌ها و بررسی داده‌های حاصل از مطالعات مختلف نشان می‌دهند که گیاه بادرنبویه (*Melissa officinalis*) بر اختلالات روانی از جمله افسردگی و اضطراب تأثیر بسزایی دارد. در این بخش، به بررسی دقیق‌تر برخی از یافته‌های مرتبط با اثرات بادرنبویه روی سلامت روانی پرداخته می‌شود.

در یک مطالعه مرور سیستماتیک و متاآنالیز شامل تمام کارآزمایی‌های بالینی تصادفی‌سازی‌شده تا اکتبر ۲۰۲۰، تأثیر بادرنبویه بر علائم اضطراب و افسردگی مورد بررسی قرار گرفت. نتایج نشان داد که بادرنبویه به طور معناداری عملکرد بهتری نسبت به دارونماها داشته و در کاهش اضطراب و افسردگی مؤثر است. علاوه بر این بادرنبویه بدون عوارض جانبی جدی بوده و در درمان‌های کوتاه‌مدت اثربخشی بیشتری دارد (Ghazizadeh et al., 2021).



در یک کارآزمایی بالینی تصادفی سازی شده، دوسوکور و کنترل شده با دارونما، اثرات عصاره‌ی آبی بادرنجبویه بر روی ۱۰۰ فرد سالم با درجه متوسطی از افسردگی، اضطراب، استرس یا اختلال خواب بررسی شد. شرکت کنندگان به مدت ۳ هفته، روزانه ۴۰۰ میلی گرم عصاره‌ی بادرنجبویه دریافت کردند. نتایج منجر به بهبود معناداری در خلق افسرده، اضطراب، استرس، احساسات مثبت و منفی، سلامت روان کلی و کیفیت زندگی شد. همچنین، عصاره‌ی بادرنجبویه به خوبی تحمل شد و هیچ عارضه‌ی جانبی جدی گزارش نشد. این مطالعه نشان می‌دهد که عصاره‌ی بادرنجبویه می‌تواند به عنوان یک گزینه‌ی درمانی امیدوارکننده برای مدیریت اختلالات عاطفی متوسط و اختلالات خواب مورد استفاده قرار گیرد (Bano et al., 2023).

همچنین در مطالعه‌ای دیگر، تأثیر بادرنجبویه بر بیماران مبتلا به دیابت نوع ۲ و اختلالات روانی بررسی شد. در این کارآزمایی، ۶۰ بیمار مبتلا به دیابت و علائم افسردگی به دو گروه دریافت کننده ۷۰۰ میلی گرم عصاره هیدروالکلی بادرنجبویه روزانه و گروه کنترل (دارونما) تقسیم شدند. پس از ۱۲ هفته، نتایج نشان داد که شدت افسردگی و اضطراب در گروه دریافت کننده عصاره به طور معناداری کاهش یافته. با این حال، تأثیر قابل توجهی بر کیفیت خواب، قند خون ناشتا (FBS)، شاخص‌های التهابی (hs-CRP) و فشار خون مشاهده نشد. این یافته‌ها نشان می‌دهد که بادرنجبویه می‌تواند به عنوان یک گزینه درمانی مکمل برای کاهش علائم افسردگی و اضطراب در بیماران دیابتی مورد توجه قرار گیرد (Safari et al., 2023).

در یک مطالعه دیگر اثرات عصاره هیدروالکلی بادرنجبویه بر رفتارهای شبه اضطرابی و شبه افسردگی، استرس اکسیداتیو و نشانگرهای آپوپتوز در موش‌های تحت استرس بررسی شد. نتایج نشان داد که دوزهای ۷۵ و ۱۵۰ میلی گرم بر کیلوگرم از بادرنجبویه به طور قابل توجهی رفتارهای شبه اضطرابی و شبه افسردگی را بهبود بخشیدند. این عصاره سطح مالون‌دی‌آلدید (MDA) را کاهش داده و فعالیت آنزیم‌های آنتی اکسیدانی مانند سوپراکسید دیسموتاز و گلوکاتایون پراکسیداز را افزایش داد (Ghazizadeh et al., 2020).

در مطالعه دیگری، تأثیر اسانس بادرنجبویه بر بیماران مبتلا به تپش قلب، سندرم قاعدگی و آنزیم مزمن بررسی شد. نتایج نشان داد که بادرنجبویه تأثیرات مثبتی در کاهش اضطراب و استرس ناشی از این بیماری‌ها دارد. این تأثیرات به دلیل وجود ترکیباتی مانند اسید رزمارینیک و اسیدهای تری‌ترپنویید پنتاسیکلیک است که با تأثیر بر متابولیسم GABA و تغییر در انتقال یونی، اضطراب را کاهش می‌دهند. جالب توجه است که اثرات ضد اضطرابی این گیاه مشابه بنزودیازپین‌ها (گروهی از داروهای روانگردان) است، اما عوارض جانبی قابل توجهی برای آن گزارش نشده است (امامی و همکاران، ۱۳۹۸).

در پژوهشی بالینی بر روی موش‌ها، اثرات عصاره هیدروالکلی بادرنجبویه با داروی فلوکستین مقایسه شد. نتایج نشان داد که عصاره‌ی بادرنجبویه خواص ضد افسردگی داشته و مشابه داروی فلوکستین عمل می‌کند. با این تفاوت که فلوکستین عوارض جانبی مانند تهوع و مشکلات گوارشی ایجاد می‌کند، در حالی که این عوارض در مورد بادرنجبویه گزارش نشده است. همچنین، بادرنجبویه بر گیرنده‌های استیل کولین تأثیر گذاشته و موجب افزایش شناخت می‌شود (حاجی رسولیها و خاکپور، ۱۳۹۹).

در پژوهشی بالینی، تأثیر رایحه‌ی بادرنجبویه بر میزان اضطراب و مشخصه‌های فیزیولوژیک بیماران تحت آنژیوگرافی عروق کرونر بررسی شد. نتایج نشان داد که استنشاق رایحه‌ی بادرنجبویه تأثیر قابل توجهی بر کاهش ضربان قلب و تعداد تنفس بیماران دارد (زاهدی و همکاران، ۱۴۰۲).

در مطالعه‌ای نشان دادند که عصاره‌ی هیدروالکلی بادرنجبویه سطح مالون‌دی‌آلدید (MDA) را کاهش داده و فعالیت آنزیم‌های آنتی اکسیدانی SOD و GPx را افزایش می‌دهد. این نتایج نشان‌دهنده‌ی مهار استرس اکسیداتیو در قشر پیش پیشانی و هیپوکامپ است. علاوه بر این، مصرف بادرنجبویه باعث افزایش سطح سروتونین (5-HT)، کاهش نوروآدرنالین و تنظیم فعالیت گیرنده‌های GABA-A



می شود. بادرنجبویه همچنین در کاهش سطح اضطراب در دختران سالم مبتلا به سندرم قاعدگی مؤثر بوده است (Borgonetti et al., 2020).

در مطالعه دیگری، شواهد موجود درباره تأثیر بادرنجبویه بر حالت روانی و خوشبینی در طول زندگی بررسی شد. یافته‌ها نشان می‌دهد که بادرنجبویه می‌تواند در پیشگیری و مدیریت علائم مرتبط با اختلالات خواب، اضطراب و کیفیت کلی زندگی مؤثر باشد. مکانیسم عمل این گیاه شامل تنظیم مسیرهای عصب شیمیایی مانند GABAergic و کولینرژیک، همچنین تأثیر بر سیستم HPA و فراوانی‌های التهابی است. در مطالعات انسانی، بادرنجبویه در دوزهای مختلف (۸۰ تا ۵۰۰۰ میلی گرم در روز) به صورت خوب تحمل شد و بهبودی در علائم خواب، اضطراب در گروه‌های سنی مختلف گزارش شده است (Mathews et al., 2024).

یک کارآزمایی بالینی دوسوکور و کنترل شده با دارونما که بر روی ۸۰ بیمار مبتلا به آتژین پایدار مزمن (CSA) انجام شد، اثرات مصرف مکمل بادرنجبویه (*Melissa officinalis*) را بر افسردگی، اضطراب، استرس و کیفیت خواب بررسی کرد. در این مطالعه، بیماران به دو گروه تقسیم شدند که به مدت ۸ هفته روزانه ۳ گرم مکمل بادرنجبویه یا دارونما دریافت کردند. در پایان مطالعه، کاهش معناداری در نمرات افسردگی، اضطراب، استرس و اختلالات خواب در گروه مداخله در مقایسه با گروه دارونما مشاهده شد. این یافته‌ها نشان می‌دهد که مصرف مکمل بادرنجبویه می‌تواند یک گزینه مفید در کاهش علائم روانی و بهبود کیفیت خواب در بیماران مبتلا به آتژین پایدار مزمن باشد (Haybar et al., 2018).

۴. بحث و نتیجه گیری

یافته‌های این مطالعه مروری نشان می‌دهد که بادرنجبویه (*Melissa officinalis*) به دلیل ترکیبات فعالی مانند اسید رزماریک، فلاونوئیدها و ترپنوئیدها، اثرات درمانی قابل توجهی در مدیریت اختلالات روانی از جمله اضطراب، افسردگی و استرس دارد. مطالعات بالینی و آزمایشگاهی متعدد تأیید کرده‌اند که این گیاه از طریق مکانیسم‌های مختلفی مانند تعدیل سیستم GABAergic، افزایش سطح سروتونین و کاهش استرس اکسیداتیو، تأثیرات آرام‌بخش و ضد اضطرابی خود را اعمال می‌کند.

نتایج مطالعات نشان می‌دهد که بادرنجبویه نه تنها در کاهش علائم اضطراب و افسردگی مؤثر است، بلکه می‌تواند به بهبود کیفیت خواب، کاهش تپش قلب و افزایش آرامش ذهنی کمک کند. این گیاه همچنین در درمان بیماری‌های عصبی مانند آلزایمر و پارکینسون نیز پتانسیل درمانی قابل توجهی از خود نشان داده است. جالب توجه است که اثرات ضد اضطرابی بادرنجبویه مشابه بنزودیازپین‌ها است، اما برخلاف این داروها، عوارض جانبی قابل توجهی برای آن گزارش نشده است.

با این حال، علیرغم شواهد امیدوارکننده، برخی محدودیت‌ها در تحقیقات موجود وجود دارد. بسیاری از مطالعات بر روی نمونه‌های کوچک انجام شده‌اند و نیاز به کارآزمایی‌های بالینی بزرگ‌تر و طولانی‌تر برای تأیید اثربخشی و ایمنی بادرنجبویه وجود دارد. همچنین، دوزهای مؤثر و مدت زمان مصرف بهینه این گیاه هنوز به طور دقیق مشخص نشده‌اند. علاوه بر این، تحقیقات بیشتری برای درک بهتر مکانیسم‌های دقیق عمل بادرنجبویه و تأثیر آن بر سایر اختلالات روانی مورد نیاز است.

با توجه به پتانسیل درمانی بالای بادرنجبویه و عوارض جانبی محدود آن، این گیاه می‌تواند به عنوان یک گزینه درمانی مکمل یا جایگزین در مدیریت اختلالات روانی مورد استفاده قرار گیرد. پیشنهاد می‌شود در تحقیقات آینده، تأثیر بادرنجبویه بر سایر اختلالات روانی

مانند اختلالات دوقطبی و PTSD نیز بررسی شود. همچنین، مطالعات بیشتری برای تعیین دوزهای استاندارد و فرمولاسیونهای دارویی مناسب از این گیاه ضروری است.

در نهایت، بادرنجبویه به دلیل خواص درمانی متنوع و ایمنی نسبی، می تواند نقش مهمی در بهبود سلامت روان و کیفیت زندگی بیماران ایفا کند. با این حال، استفاده از این گیاه باید تحت نظر متخصصان و با توجه به شرایط فردی بیماران انجام شود تا از اثربخشی و ایمنی آن اطمینان حاصل گردد.

منابع

- احمد قهرمان. (۱۳۶۲) فلور رنگی، جلد چهارم، موسسه تحقیقات جنگل ها و مراتع.
- امامی مریم، ناصری محسن، علیجانیها فاطمه، حیدری محمدرضا. اثرات ضد اضطراب بادرنجبویه در مطالعات بالینی: یک مرور نظام مند. مجله طب سنتی اسلام و ایران. ۱۳۹۸؛ ۱۰ (۱): ۳۷-۴۶
- ایرانشاهی، م. و جوادی، ب. (۱۳۹۸). اثرات نورولوژیک و محافظت عصبی گیاه بادرنجبویه با نام علمی *L. Melissa officinalis* نوید نو، ۲۲ (۶۹): ۶۰-۷۱.
- حاجی رسولیها، ش. و خاکپور، ش. (۱۳۹۹). مقایسه اثر ضد افسردگی عصاره هیدروالکلی گیاه بادرنجبویه (*Melissa officinalis* L.) با فلوکستین درموش سوری نر. فصلنامه علوم پزشکی دانشگاه آزاد اسلامی واحد پزشکی تهران، ۳۰ (۴): ۴۱۸-۴۲۴.
- زاهدی، م.، طاطاری، م.، حسینی، س. م.، شهریاری، م. و کلنگی، ف. (۲۰۲۳). تأثیر استنشاق رایحه بادرنجبویه بر میزان اضطراب و پارامترهای فیزیولوژیک بیماران تحت آنژیوگرافی عروق کرونر: یک کارآزمایی بالینی تصادفی. مجله طب سنتی اسلام و ایران، ۲۲ (۲): ۱۱۳-۱۲۲.
- Asgharian, P., Quispe, C., Herrera-Bravo, J., Sabernavaei, M., Hosseini, K., Forouhandeh, H., Ebrahimi, T., Sharafi-Badr, P., Tarhriz, V., Soofiyan, S. R., Helon, P., Rajkovic, J., Durna Daştan, S., Docea, A. O., Sharifi-Rad, J., Calina, D., Koch, W., & Cho, W. C. (2022). Pharmacological effects and therapeutic potential of natural compounds in neuropsychiatric disorders: An update. *Frontiers in Pharmacology*, 13. <https://doi.org/10.3389/FPHAR.2022.926607>
- Bano, A., Hepsomali, P., Rabbani, F., Farooq, U., Kanwal, A., Saleem, A., Bugti, A. A., Khan, A. A., Khalid, Z., Bugti, M., Mureed, S., Khan, S., Ujjan, I. D., Şahin, S., Kara, M., & Khan, A. (2023). The possible "calming effect" of subchronic supplementation of a standardised phospholipid carrier-based *Melissa officinalis* L. extract in healthy adults with emotional distress and poor sleep conditions: results from a prospective, randomised, double-blinded, placebo-controlled clinical trial. *Frontiers in Pharmacology*, 14, 1250560. <https://doi.org/10.3389/FPHAR.2023.1250560/BIBTEX>
- Borgonetti, V., Governa, P., Biagi, M., & Galeotti, N. (2020). Novel Therapeutic Approach for the Management of Mood Disorders: In Vivo and In Vitro Effect of a Combination of L-Theanine, *Melissa officinalis* L. and *Magnolia officinalis* Rehder & E.H. Wilson. *Nutrients*, 12(6), 1-15. <https://doi.org/10.3390/NU12061803>
- Chaudhari, K. S., Dhapkas, M. P., & Kumar, A. (2024). Mental disorders—a serious global concern that needs to address. *Int J Pharm Qual Assur*, 15(02), 973-978.
- Ghazizadeh, J., Hamedeyazdan, S., Torbati, M., Farajdokht, F., Fakhari, A., Mahmoudi, J., Araj-khodaei, M., & Sadigh-Eteghad, S. (2020). *Melissa officinalis* L. hydro-alcoholic extract inhibits anxiety and depression through prevention of central oxidative stress and apoptosis. *Experimental Physiology*, 105(4), 707-720. <https://doi.org/10.1113/EP088254>
- Ghazizadeh, J., Sadigh-Eteghad, S., Marx, W., Fakhari, A., Hamedeyazdan, S., Torbati, M., Taheri-Tarighi, S., Araj-khodaei, M., & Mirghafourvand, M. (2021). The effects of lemon balm (*Melissa officinalis* L.)



- on depression and anxiety in clinical trials: A systematic review and meta-analysis. *Phytotherapy Research* : PTR, 35(12), 6690–6705. <https://doi.org/10.1002/PTR.7252>
- Haybar, H., Javid, A. Z., Haghighizadeh, M. H., Valizadeh, E., Mohaghegh, S. M., & Mohammadzadeh, A. (2018). The effects of *Melissa officinalis* supplementation on depression, anxiety, stress, and sleep disorder in patients with chronic stable angina. *Clinical Nutrition ESPEN*, 26, 47–52. <https://doi.org/10.1016/j.clnesp.2018.04.015>
- Mathews, I. M., Eastwood, J., Lampion, D. J., Cozannet, R. Le, Fanca-Berthon, P., & Williams, C. M. (2024). Clinical Efficacy and Tolerability of Lemon Balm (*Melissa officinalis* L.) in Psychological Well-Being: A Review. *Nutrients* 2024, Vol. 16, Page 3545, 16(20): 3545. <https://doi.org/10.3390/NU16203545>
- WHO. (2022, June 17). *Nearly one billion people have a mental disorder: WHO | UN News*. <https://news.un.org/en/story/2022/06/1120682>
- Petrisor, G., Motelica, L., Craciun, L. N., Oprea, O. C., Ficai, D., & Ficai, A. (2022). *Melissa officinalis*: Composition, Pharmacological Effects and Derived Release Systems—A Review. *International Journal of Molecular Sciences*, 23(7): 3591. <https://doi.org/10.3390/IJMS23073591>
- Safari, M., Asadi, A., Aryaeian, N., Huseini, H. F., shidfar, F., Jazayeri, S., Malek, M., Hosseini, A. F., & hamidi, Z. (2023). The effects of *melissa officinalis* on depression and anxiety in type 2 diabetes patients with depression: a randomized double-blinded placebo-controlled clinical trial. *BMC Complementary Medicine and Therapies*, 23(1). <https://doi.org/10.1186/S12906-023-03978-X>
- Shakeri, A., Sahebkar, A., & Javadi, B. (2016). *Melissa officinalis* L. - A review of its traditional uses, phytochemistry and pharmacology. In *Journal of Ethnopharmacology* (Vol. 188, pp. 204–228). Elsevier Ireland Ltd. <https://doi.org/10.1016/j.jep.2016.05.010>

سنتز سبز نانو ریز مغذی روی (Zn) در حلال آب در حضور مخلوطی از عصاره زیست سازگار گیاهان دارویی رزماری و بن سرخ

صادق رحمتی^{۱*}

^{۱*} گروه شیمی، دانشگاه پیام نور، تهران، ایران (Rahmati@pnu.ac.ir)

چکیده

گیاهان دارویی که در ساختار خود حاوی گروه های کربو هیدارت عامل دار هستند و یا عصاره آنها حاوی ترکیبات هیدروکربنی با استخلافات کاهنده می باشد، می توانند به عنوان یک ماده زیست سازگار و برجسته به عنوان عامل تثبیت کننده گونه های فلزی فعال مورد استفاده قرار گیرند. در این کار تحقیقاتی، یک ترکیب نانو ریز مغذی جدید که نیاز اکثر گیاهان می باشد در حضور مخلوطی از عصاره زیست سازگار گیاهان دارویی رزماری و بن سرخ سنتز شده است روش مورد استفاده در تهیه این نانو ذرات، یک روش ساده، سبز و ارزان می باشد. محصول نهایی این سنتز توسط روشهای شناسایی معمول نانو ذرات شناسایی شده و از لحاظ پایداری در هوا مقاومت بسیار بالایی از خود را نشان داده است.

واژگان کلیدی: بن سرخ، رزماری، شیمی سبز، نانو ذره روی



۱. مقدمه

شیمی سبز و کاربرد آن در تهیه و سنتز نانو ذرات در واقع به مفهوم گسترش تکنولوژی های پاک برای به حداقل رساندن تهدیدات سلامت انسانی و محیطی بالقوه ی مرتبط با ساخت و کاربرد محصولات فناوری نانو و همچنین جایگزین کردن محصولات حاضر با محصولات نانویی جدید که در طول چرخه ی زندگی شان در ارتباط دوستانه با محیط هستند، اطلاق می شود. استفاده از شیمی سبز در فناوری نانو دو هدف عمده را دنبال می نماید، یکی تولید مواد نانویی و محصولاتی بی خطر برای محیط زیست یا سلامت بشر و مورد دوم، تولید محصولات نانویی که راه حل هایی برای مشکلات محیطی ارائه می دهند. این فناوری از اصول موجود در شیمی سبز و مهندسی سبز برای ساختن محصولات نانویی بدون مواد تشکیل دهنده ی سمی در دماهای پایین، با استفاده از انرژی کمتر و ورودی های تجدید شذنی، هر زمان که ممکن باشد و بکارگیری تفکر چرخه زندگی در تمامی طرح ها و مراحل مهندسی استفاده می کند. با توسعه و کشف روشهای جدید نگرانی ها در مورد آلودگی محیط زیست توسط نانوذرات از طریق روشهای شیمیایی و محصولات جانبی آنها بیشتر شده است. بنابراین نیاز به روشهای شیمی سبز که سالم، غیر سمی و سازگار با محیط زیست هستند، احساس می شود (Atta et al., 2014 and Nagati, et al., 2012). نانوذرات سنتز شده به روشهای بیولوژیک به دلیل داشتن ویژگی های نوین و همچنین سازگاری با محیط زیست نقش مهمی را در پزشکی نوین بر عهده دارند (Poovizhi and Krishnaveni, 2015).

گیاهان دارویی علاوه بر ترکیب های عمومی و اساسی، هر کدام حداقل دارای یک ماده مؤثره ثانویه ویژه هستند. این مواد مؤثره ویژه که شامل هزاران نوع می باشند، مواد طبیعی گیاهی نامیده می شوند. مواد طبیعی اگر چه بر حسب برخی صفات های ویژه ای که دارند قابل گروه بندی اند، ولی محدوده این گروه بندی خیلی دقیق نیست. به طوری که برخی از مواد تازه کشف شده طبیعی، ممکن است اثرات دارویی بی سابقه ای نشان دهند که زمینه قرار گرفتن آنها را در یک گروه تازه فراهم کند. گاهی ممکن است مواد مؤثره تازه کشف شده، خاصیت بهتر و اثر مطلوب تر از مواد مشابه قبلی نشان دهند و رواج مواد قبلی را که سال ها مورد استفاده عموم بوده اند، کاهش دهند (امیدبگی ر. ۱۳۷۹).

اسانس ها و عصاره ها، از جمله فرآورده های گیاهی می باشند. اسانس ها از دیدگاه شیمیایی، مخلوط های بسیار پیچیده، گاه بیش از یک صد جزء از ترکیبات شیمیایی هستند. اغلب اسانس ها دارای یک یا چند جزء اصلی در ترکیبات شان هستند که عامل طعم و بوی آنها می باشند. اسانس ها از قسمت های مختلف گیاه از جمله برگ، ساقه، پوست ساقه، دانه، گل، ریشه و غدد ترشحی به دست می آیند (آزادبخت ۱۳۷۸، مؤمنی و شاهرخی ۱۳۹۵). عصاره ها نیز، حاوی تمام مواد مفید گیاه بوده و منبع بسیار خوبی برای طیف وسیعی از ترکیبات نظیر ترکیبات فنولی، فلاونوئیدها، ترپنوئیدها، ساپونینها، آلکالوئیدها، اسیدهای چرب، رنگدانه های گیاهی (کلروفیل، کاروتنوئید و آنتوسیانین) و ویتامین ها هستند که منجر به خاصیت آنتی اکسیدانی، آنتی سپتیک، آنتی باکتریال، ضد حساسیت و بسیاری خواص مفید دیگر می شوند (صمصام شریعت، ه. ۱۳۶۸).

در این تحقیق از مخلوط عصاره دو گیاه دارویی پر طرفدار در مناطق زاگرس نشین ایران یعنی گیاه بن سرخ و رزماری جهت پایدار کردن نانو ذرات فلز روی و استفاده از این نانو ذرات به عنوان ریز مغذی جهت تغذیه گیاهان و صنعت کشاورزی استفاده شده است. گیاه بن سرخ (*Allium jesdanum*) که بیشتر در ارتفاعات جنوب غرب زاگرس می روید دارای خواص فارماکولوژیک ثابت شده ای می باشد (Kalantari et al., 2018). ویژگی های آنتی اکسیدانی اجزای بیوشیمیایی این گیاه دارویی (مانند فلاونوئیدها و فنولیک ها) با فعال سازی گلبول های سفید خون در پاسخ به سوپراکسیدها اعمال می شود (Naeini et al., 2020). این گیاه سرشار از



آهن بوده و سی درصد نیاز بدن به ویتامین A و همچنین نیاز روزانه به ویتامین C را تامین می نماید. از این گیاه در طب سنتی برای تسکین دردهای حاد گوارشی، مشکلات کبدی و روماتیسم نیز استفاده می شود (Sohrabinezhad et al., 2019).

رزماری (*Rosmarinus officinalis* L)، متعلق به خانواده Lamiaceae، گیاهی چوبی با برگ‌های سوزنی‌مانند معطر است که از گونه‌های گیاهی بومی منطقه مدیترانه است. جنبه‌های مختلف مفید رزماری، از جمله بهبود حافظه، تسکین درد عضلانی و اسپاسم، و تحریک رشد مو، و همچنین خواص ضد میکروبی و آنتی اکسیدانی اغلب گزارش شده است. از نکات قابل توجه، اثرات ضد سرطانی رزماری بر روی سلول‌های سرطانی مختلف ناشی از پوست، روده بزرگ، پروستات و سینه از بارزترین ویژگی این گیاه است. مشخص شده است که خواص ضد سرطانی رزماری تا حدی ناشی از وجود سطوح بالای از اجزای فلاونوئیدی مانند اسید کارنوزیک، اسید رزمارینیک و اسید اورسولیک است که در بالاترین غلظت وجود دارد (Celiktaş et al., 2010).

۲. مواد و روش‌ها

۱-۲. مواد اولیه، واکنشگرها و حلال‌ها

تمامی مواد اولیه، واکنشگرها و حلال‌های مورد استفاده در این پژوهش از شرکت‌های شیمیایی مرک، آلد ریچ خریداری شده است. نمک استات روی دو آبه مورد استفاده در این پژوهش از شرکت مرک تهیه شده است. گیاه رز ماری از مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان فارس تهیه شده است و گیاه بن سرخ از ارتفاعات کوه دنا جمع آوری شده است. برای سنتز نانو ذرات روی به روش سبز از دستگاه اولتراسوند هموژنایزر مدل Sonics vibra cell، با قابلیت تنظیم زمان و فرکانس استفاده شد.

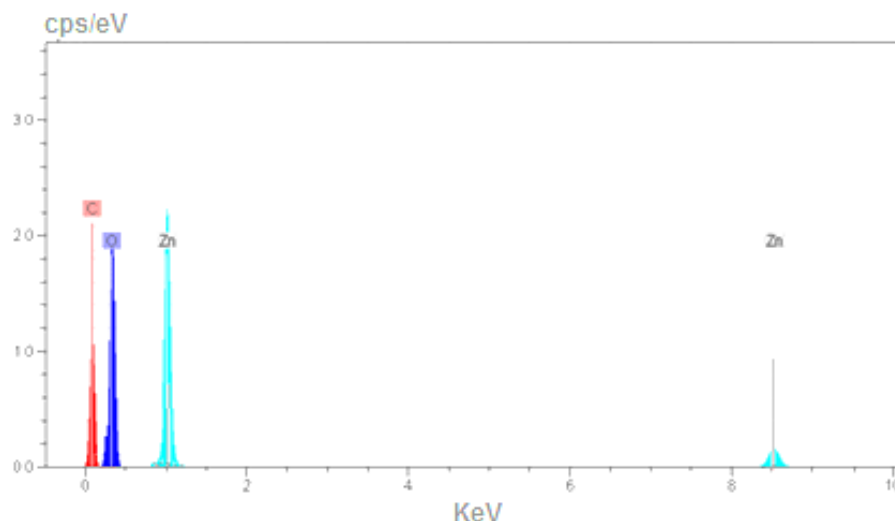
۲-۲. روش کلی سنتز نانوذرات روی (Zn)

مقدار ۱۵ میلی لیتر از عصاره تازه گیاه بن سرخ (که از دامنه کوه‌های دنا جمع آوری شده) و ۱۵ میلی لیتر عصاره تازه گیاه رزماری (که مرکز تحقیقات کشاورزی فارس) تهیه شده است را در یک بالن تقطیر ۲۵۰ میلی لیتری به یکدیگر اضافه می کنیم. در مرحله بعد مقدار ۰/۵ میلی مول از نمک استات روی دو آبه را که قبلاً در ۵۰ میلی لیتر آب مقطر حل شده را به محلول فوق اضافه می کنیم و برای اطمینان از سنتز نانو ذرات محلول را به مدت ۲۰ دقیقه تحت ارتعاشات امواج فراصوتی توسط دستگاه اولتراسوند هموژنایزر قرار می دهیم. تبخیر حلال تحت جریان هوا در طول شب انجام شد و محصول به مدت ۲۴ ساعت در خلأ خشک شد تا محصول نهایی بدست آمد.

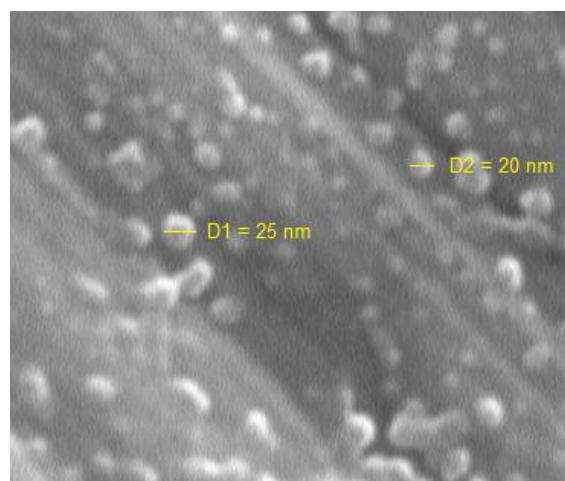
۳. نتایج

عمدتاً در سنتز نانو ذرات تغییر رنگ در حین دریافت انرژی فرا صوت نشان دهنده تولید نانو ذرات و انجام عمل احیا می باشد. در تولید نانو ذرات به روش شیمیایی عمدتاً از یک عامل کاهنده مثل سدیم بور هیدرات استفاده می شود. حضور این ترکیب نمکی علاوه بر افزایش مراحل کار و نیاز به خالص سازی بیشتر از لحاظ زیست محیطی نیز مضر می باشد. لذا حضور عوامل کاهنده بر روی بستر و انجام عمل کاهش به صورت درجا یک مزیت غیر قابل انکار در مورد بسترهای گیاهی به حساب می آید. گروه تحقیقاتی ما در طول چند سال گذشته تلاش کرده است تا از انواع بسترهای بیولوژیکی جهت پایداری نانو ذرات استفاده کند. نانو ذرات سنتز شده به این روش در ابتدا توسط تکنیک طیف سنجی پراش انرژی پرتو ایکس (EDX) تحت شناسایی قرار گرفتند. مطالعات انجام شده در این روش طیف سنجی

حضور نانو ذرات روی در حضور اکسیژن و کربن موجود در مخلوط بستر گیاهی را تایید می کند. آنالیز EDX حضور نانو ذرات ریز مغذی روی را با سیگنال های قوی در نواحی ۱/۱ Kev و همچنین ۸/۵۴ Kev تایید می کند. سیگنال های مربوط به اکسیژن و کربن موجود در مخلوط عصاره رزماری و بن سرخ مخلوط هم در نواحی ۰/۱ تا ۰/۴ Kev در این آنالیز کاملاً مشخص می باشد (شکل ۱).



از میکروسکوپ الکترونی روبشی SEM جهت بررسی مورفولوژی و اندازه نانو ذرات روی سنتز شده که با مخلوط عصاره های رزماری و بن سرخ پایدار شده اند استفاده شد. تصویر SEM تشکیل همگن نانو ذرات روی تثبیت شده توسط بستر گیاهی با محدوده قطری ۲۰ تا ۲۵ نانومتر و ظاهری کروی برای ذرات را نشان می دهد (شکل ۲).



شکل ۳: تصویر SEM از نانو ذرات روی پایدار توسط مخلوط عصاره های گیاهان رزماری و بن سرخ

۴. بحث و نتیجه گیری

پژوهش فعلی یک پروتکل دوستدار محیط زیست و سبز را نشان می دهد که شامل استفاده از مخلوط عصاره گیاه رزماری و گیاه بن سرخ برای ساخت نانو ذرات روی پایدار است. ترکیبات پلی فنلی عصاره گل حاوی گروه های هیدروکسیل و کتونیک است که یون های



Zn^{2+} را کلات می کنند و نانو ذرات به کمک آنها پایدار می شوند. ویژگی های ساختاری و فیزیک و شیمیایی نانومواد با استفاده از تکنیک های تحلیلی و مطالعات SEM، EDX مشخص شد.

منابع

- امیدبگی ر. (۱۳۷۹). رهیافتهای تولید و فرآوری گیاهان دارویی (جلد اول) انتشارات طراحان نشر
- آزادبخت محمد. (۱۳۷۸). رده بندی گیاهان دارویی. انتشارات فرهنگی تیمورزاده،
- صمصام شریعت، ه. (۱۳۶۸). عصاره گیری و استخراج مواد موثره گیاهان دارویی. انتشارات مانی.
- مؤمنی، ت. خ.، شاهرخی، ن. (۱۳۹۵)، اسانسهای گیاهی و اثرات درمانی آنها. انتشارات دانشگاه تهران
- Atta, A.M., Al-Lohedan, H.A., Ezzat, A.O. (2014). Synthesis of silver nanoparticles by green method stabilized to synthetic human stomach fluid. *Molecules*, 19(5), 6737-6753.
- Celiktas Y.O, Sevimli C, Bedir E, Vardar-Sukan F, (2010). Inhibitory effects of rosemary extracts, carnosic acid and rosmarinic acid on the growth of various human cancer cell lines *Plant Foods Hum Nutr* . 2010 65(2):158-63.
- Kalantari H, Danesh Pajou M, Kheradmand P, Goodarzi M, Zeidooni L. (2018). Nephroprotective Effect of Hydroalcoholic Extract *Allium jesdianum* Boiss against Carbon Tetrachloride Induced Nephrotoxicity via Stress Oxidative in Mice. *Pharmaceutical Sciences*, 24(2): 89–96.
- Naeini A, Yaraee R, Shokri H. (2020). Antifungal and immunomodulatory activity of *Allium jesdianum* Boiss extracts. *Journal of Herbmed Pharmacology*, 9(1): 75-80.
- Nagati, V., Koyyati, R., Donda, M.R., Alwala, J., Kundle, K.R., Padigya, P.R. (2012). Green synthesis and characterization of silver nanoparticles from *Cajanus cajan* leaf extract and its antibacterial activity. *International Journal of Nanomaterials and Biostructures*, 2(3), 39-4.
- Poovizhi, J., Krishnaveni, B. (2015). Synthesis, characterization and antimicrobial activity of zinc oxide nanoparticles synthesized from *calotropis procera*. *International Journal of Pharmaceutical Sciences and Drug Research*, 7(5), 425-431.
- Sohrabinezhad Z, Dastan D, Asl S S, Nili-Ahmadabadi A. (2019). *Allium Jesdianum* Extract Improve Acetaminophen-Induced Hepatic Failure through Inhibition of Oxidative/Nitrosative Stress. *Journal of Pharmacopuncture*, 22(4): 239-47



چالش های کشت زعفران (*Crocus sativus*) به روش هیدروپونیک

سید سجاد موسوی خصال^۱، ابراهیم چراغی^{۱*}

اگرچه زیست شناسی، دانشکده علوم پایه، دانشگاه قم (e.cheraghi@qom.ac.ir)

چکیده

زعفران، با نام علمی (*Crocus sativus*) گیاهی گرانها با پیشینه ای تاریخی درخشان در ایران، از دیرباز به عنوان یک محصول استراتژیک در اقتصاد و فرهنگ این سرزمین جایگاهی ویژه داشته است. اهمیت اقتصادی این گیاه، در کنار کاربردهای فراوان آن در صنایع دارویی و غذایی و همچنین افزایش تقاضا به دلیل رشد جمعیت، ضرورت توجه ویژه به روش های نوین کشت آن را دوچندان می سازد. در این راستا، پژوهش حاضر با هدف ارائه نگاهی نو به کشت زعفران، به بررسی روش کشت هیدروپونیک (بدون خاک) می پردازد. این روش، با مزایای قابل توجهی از جمله کاهش نیاز به فضای گسترده، صرفه جویی در مصرف منابع، کاهش اتلاف انرژی و هزینه و صرفه جویی در زمان، می تواند گامی مؤثر در راستای بهبود تولید این محصول ارزشمند باشد. هدف اصلی در کشت زعفران، تولید کلاله (رشته زعفران) است که بخش اصلی و ارزشمند این گیاه را تشکیل می دهد. سایر اجزای زعفران، در مقایسه با کلاله، از ارزش اقتصادی کمتری برخوردار بوده و به نوعی «دورریز» محسوب می شوند. از این رو، کاهش میزان دورریز و افزایش تولید کلاله، از اهداف اساسی در بهبود شرایط کشت زعفران به شمار می رود.

کلمات کلیدی: اقتصاد، زعفران، کشت بدون خاک، کلاله، گیاهان دارویی

۱. مقدمه

زعفران گیاهی چندساله وعلفی ازخانواده زنبقیان (Iridaceae) است که ازگران قیمت‌ترین گیاهان در جهان است (Ziyaratniya et al., 2019) ایران حدود ۹۰ درصد تولید این گیاه را در دست دارد که نقش بسیار استراتژیکی در انحصاری کردن این گیاه جادویی ایفا می کنند (Koocheki, 2011). اما متاسفانه عملکرد ایران در این در مقایسه با سایر کشورها کمی عقب تر است (Omidi et al., 2009) این ادویه گرانبها به دلیل داشتن سه ترکیب فعال زیستی اصلی کروکسین، پیکروکروسین و سافرانال برای سلامتی انسان بسیار مفید است (Cardone et al., 1991). با توجه به روند رو به رشد جمعیت در سراسر جهان، روش‌های کشت سنتی که مبتنی بر استفاده از خاک هستند، کارایی خود را از دست داده‌اند و با چالش‌هایی همچون محدودیت فضا، مصرف بالای آب و هدررفت انرژی مواجه شده‌اند. در حال حاضر، بازدهی کشت خاکی به‌طور قابل توجهی کاهش یافته است که یکی از دلایل اصلی آن، مدیریت نادرست در این فرآیند است (Shoorideh & Mollafilabi, 2009). در این شرایط، کشت به روش هیدروپونیک به‌عنوان یک جایگزین اقتصادی و کارآمد مطرح شده است. بر اساس مطالعات انجام‌شده، تأثیر بسترهای کشت مختلف مانند کمپوست قارچ، کمپوست زباله‌های شهری، کود و کاه، و خاک برگ بر کلیه صفات زراعی زعفران معنادار بوده است (Feyzizadeh et al., 2022). این یافته‌ها نشان می‌دهد که انتخاب بستر کشت مناسب می‌تواند نقش مهمی در بهبود عملکرد و کیفیت محصول ایفا کند. همچنین، تحقیقات (Koocheki et al., 2012) نیز تأیید می‌کنند که کشت هیدروپونیک به‌عنوان یک روش نوین، می‌تواند به‌طور چشمگیری در صرفه‌جویی منابع و افزایش بهره‌وری مؤثر باشد. تأثیر بسترهای مختلف را بررسی کردند و پارامترهای مختلفی مانند طول گیاه، سطح برگ، وزن تر برگ، وزن خشک برگ و اندازه گیری کلروفیل انجام دادند. با توجه به اهمیت کشت این گیاه که هم ارزش اقتصادی دارد و هم به فرهنگ و تاریخ ایران بر می‌گردد در این پژوهش سعی شده است با در نظر گرفتن بهترین شرایط کشت این گیاه در حالتی که در خاک قرار دارد، بهترین شرایط رشد در حالتی که بدون خاک است پیدا کنیم با این کار می‌توانیم صرفه جویی بسیار زیادی در موادی که در اختیار گیاه قرار می‌دهیم و گیاه هیچ وقت از آنها استفاده نمی‌کند و به عنوان ضایعات جمع می‌شود جلوگیری کنیم. در حال حاضر به واسطه ورود به عرصه کشت بدون خاک (شکل ۱) در این پژوهش سعی شده با مشکلات روند کشت آشنا بشویم.



شکل ۱. کشت بدون خاک زعفران



۲. مواد و روش ها

در این مطالعه مروری جامع، برای گردآوری اطلاعات در مورد گیاه زعفران، از معتبرترین منابع علمی وجود استفاده شد. پایگاه های مورد کاوش شامل PubMed، Google Scholar، ScienceDirect، Scopus بودند. در فرایند جمله از کلمات کلیدی مرتبط مانند زعفران، کشت بدون خاک، کلاله، اقتصاد و گیاهان دارویی استفاده شد. پس از جمع آوری اطلاعات، تمامی منابع به دقت بررسی و تجزیه و تحلیل شدند. در نهایت با استناد به یافته های معتبر و موثق، خلاصه ای جامع و بی طرفانه از خواص درمانی و کاربردهای گیاهان زعفران ارائه شد.

۳. نتایج

۳-۱. تامین شرایط محیطی

تامین دمای مناسب برای کشت هیدروپونیک زعفران به چند دلیل مشکل است

۳-۱-۱. نیاز سرمایی زعفران

با توجه به فرآیند کشت زعفران گیاهی است که برای القای گلدهی نیاز به دوره طولانی سرمای زمستانی دارد. تأمین سرمای مورد نیاز برای دوره سرما دهی در محیط کنترل شده هیدروپونیک، امری دشوار و چالش برانگیز است (Sedghi Moghadam & Mirzaei, 2008).

۳-۱-۲. محدودیت دما در محیط هیدروپونیک

در محیط هیدروپونیک، به دلیل بسته بودن فضا و عدم تبادل حرارتی مناسب با محیط بیرون، تامین دمای مطلوب برای رشد زعفران چالش برانگیز است (Amirshekari et al., 2017).

۳-۱-۳. نوسانات دما

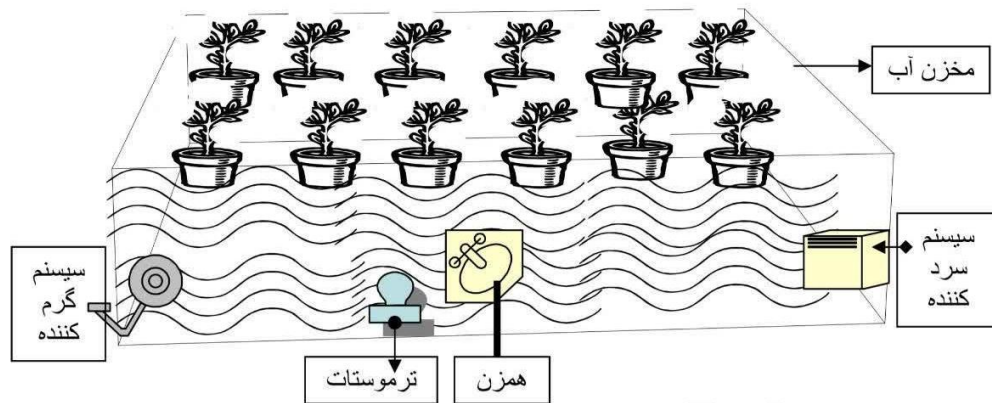
در محیط هیدروپونیک، کنترل دقیق و ثابت نگه داشتن دما به علت نوسانات ناشی از عوامل مختلف مانند تهویه، روشنایی و فعالیت تجهیزات، دشوار است (Jahan & Jahani, 2007).

۳-۱-۴. تغییرات فصلی

زعفران به دماهای مختلف در طول فصول مختلف نیاز دارد، اما در محیط هیدروپونیک این تغییرات دما به سختی قابل اعمال است (Sadeghi et al., 2012).

۳-۱-۵. هزینه های بالای کنترل دما

برای تامین دمای مناسب (شکل ۲) در طول فصول مختلف در محیط هیدروپونیک، نیاز به سیستم های گرمایشی و سرمایشی پیشرفته و هزینه بر است. در مجموع، نیاز زعفران به دماهای خاص در طول فصول مختلف در محیط بسته هیدروپونیک و همچنین هزینه بالای کنترل دما، چالش های اصلی در تامین دمای مناسب برای کشت هیدروپونیک زعفران هستند.



شکل ۲. تنظیم دما در شرایط بدون خاک

۳-۲. تأثیر دما بر رشد زعفران

با نگاهی به داده‌های ارائه شده در جدول ۱ (Saeedirrad et al., 2002)، مشاهده می‌شود که دما تأثیر معناداری بر وزن برگ‌ها دارد. برخی از مقادیر با علامت‌های خاص نشان‌دهنده تفاوت‌های معنی‌دار آماری هستند. این نتایج حاکی از آن است که دما به عنوان یک عامل کلیدی می‌تواند باعث افزایش یا کاهش وزن برگ‌ها شود و نقش تعیین‌کننده‌ای در این فرآیند ایفا کند. تعداد برگ‌ها نیز نشان‌دهنده شرایط رشدی گیاه است. با تغییر دما، تعداد برگ‌ها ممکن است تغییر کند (Jahan & Jahani, 2007). اما در اینجا نیاز به بررسی اعداد دیگر و مقایسه آن‌ها داریم تا بتوان نتیجه‌گیری صحیح‌تری کرد. دما و عملکرد گیاه: دما می‌تواند روی فرآیندهای فیزیولوژیکی گیاه اثر بگذارد. دماهای بالاتر یا پایین‌تر از حد مناسب می‌تواند به تنش حرارتی منجر شود که روی رشد و توسعه گیاه تأثیر می‌گذارد. به عنوان مثال، دماهای خیلی پایین ممکن است رشد برگ‌ها را متوقف کند و دماهای خیلی بالا نیز ممکن است باعث کاهش رطوبت خاک و در نتیجه تنش آبی بشود. تداخل با جیبرلین و اندازه پیاز: از آنجا که جیبرلین نیز به عنوان یک عامل مؤثر در رشد گیاه است، می‌تواند با تأثیرات دما تداخل داشته باشد. به عبارت دیگر، ممکن است با افزایش دما تأثیر جیبرلین تقویت یا تضعیف شود. اندازه پیاز نیز به عنوان یک عامل مهم در تأمین مواد مغذی در ابتدا می‌تواند بر تأثیر دما مؤثر باشد. در مجموع، از نتایج جدول می‌توان نتیجه‌گیری کرد که دما به عنوان یک عامل مهم محیطی تأثیر چهارگانه‌ای بر رشد زعفران دارد. این تأثیر بستگی به دما و شرایط دیگر مانند جیبرلین و اندازه پیاز دارد. بنابراین، مدیریت دما و شناسایی شرایط بهینه برای رشد زعفران از اهمیت بالایی برخوردار است تا بهترین نتیجه را در تولید این گیاه ارزشمند به دست آورد (Belandi et al., 2002).

جدول ۱. نتایج تحقیق تجربی در مورد تأثیر دما، پیاز و جیبرلین بر روی صفات زعفران

خصوصیت Properties آماره Statistic	شن (%) Sand	سیلت (%) Silt	رس (%) Clay	شاخص واکنش pH	شوری dS.m ⁻¹ (¹ EC	کربنات کلسیم معادل (%) TNV	ماده آلی (%) Organic matter	فسفر (mg.kg ⁻¹) Phosphorus	نیتروژن (%) Nitrogen	پتاسیم (mg.kg ⁻¹) Potassium	عملکرد kg.ha ⁻¹ (¹ Yield
حداقل Minimum	10	8	10	7.2	0.50	16.5	0.10	18.1	0.01	220	3.7
حداکثر Maximum	72	68	42	7.8	1.8	36.0	2.9	80.3	0.8	900	13.1
میانگین Mean	32.8	44.1	22.5	7.54	0.93	21.67	1.78	39.95	0.13	484	8.74
ضریب تغییرات C.V. (%)	0.57	0.40	0.25	0.02	0.37	0.17	0.35	0.38	1.02	0.37	0.29
چولگی Skewness	0.55	-0.34	0.31	-0.06	1.08	2.09	-0.30	0.71	4.72	0.56	-0.22
کنیدگی Kurtosis	-1.07	-1.20	1.55	-0.45	0.48	6.23	0.47	0.40	23.2	-0.27	-0.81



جدول ۲. خلاصه آماری برخی از ویژگی های فیزیکی و شیمیایی خاک های مزارع

تجزیه واریانس اثرات دما، اندازه پیاز و جبرالین بر صفات مورد بررسی.

منابع تغییرات	درجه آزادی	تعداد برگ ها	وزن برگ ها	میانگین مربعات
بلوک	۲	۰/۲۱۵ ^{ns}	۰/۰۰۰۷ ^{ns}	۱۵/۳۶۱ ^{ns}
دما	۲	۳/۶۹۴ ^{**}	۰/۰۴۱۴ ^{**}	۷۶۸۵/۴۶۵ ^{**}
خطای اصلی	۴	۰/۴۹۷ ^{ns}	۰/۰۰۱۴ ^{ns}	۱۲۲/۱۵۳ ^{ns}
اندازه پیاز	۱	۶۶/۶۹۴ ^{**}	۰/۰۸۴۱ ^{**}	۱۸/۷۷۸ ^{ns}
جبرالین	۱	۰/۰۲۸ ^{ns}	۰/۰۲۷۸ ^{**}	۹ ^{ns}
اندازه پیاز × جبرالین	۱	۱۰/۰۲۸ ^{**}	۰/۰۰۰۷ ^{ns}	۳۸/۰۲۸ ^{ns}
اندازه پیاز × دما	۲	۲/۰۲۸ [*]	۰/۰۰۹۷ ^{**}	۱۹۳۸/۷۵۷ ^{**}
دما × جبرالین	۲	۴/۳۶۱ ^{**}	۰/۰۰۴ [*]	۱۶۱۱/۰۲۱ ^{**}
اندازه پیاز × دما × جبرالین	۲	۱/۰۲۸ ^{ns}	۰/۰۰۱۹ ^{ns}	۱۲۴۲/۸۴۰ ^{**}
خطای آزمایشی	۱۸	۰/۵۵۱	۰/۰۰۰۹	۵۶/۸۳۴
ضریب تغییرات		۱۲/۶۶	۱۱/۰۹	۵/۷۹۰

ns: به ترتیب غیر معنی دار بودن و معنی دار در سطوح ۵ و ۱ درصد احتمال.

کاهش و افزایش املاح در خاک در کشت هیدروپونیک زعفران می تواند مشکلات متعددی ایجاد کند:

(الف) کاهش املاح: باعث کاهش حاصلخیزی و کاهش رشد و عملکرد زعفران میشود. این امر میتواند به دلیل شست و شوی املاح در اثر آبیاری بیش از حد یا عدم استفاده از کود مناسب رخ دهد.

(ب) افزایش املاح: تجمع بیش از حد املاح، به ویژه نمک ها، باعث تنش شوری میشود که مانع جذب آب و مواد مغذی توسط گیاه می گردد. این امر رشد و عملکرد زعفران را کاهش داده و حتی ممکن است منجر به مرگ گیاه شود (Shehbazi et al., 2024).

۳-۳. روشهای آبیاری

۳-۳-۱. آبیاری سنتی (Conventional irrigation)

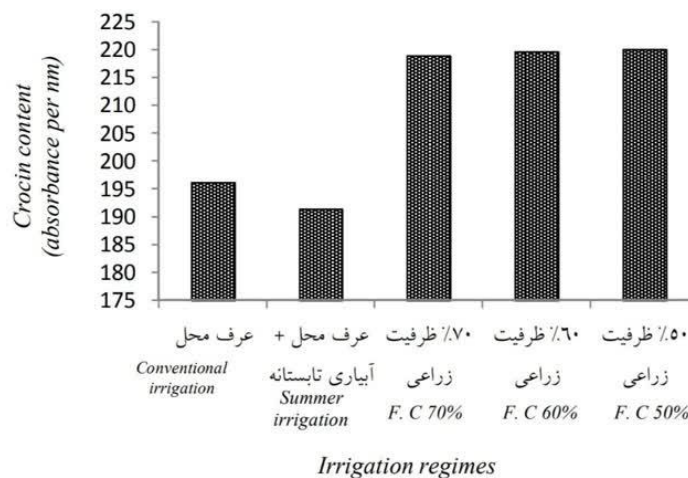
این روش به عنوان یک پایه برای مقایسه با سایر روش ها در نظر گرفته شده است.

۳-۳-۲. آبیاری تابستانه (Summer irrigation)

این روش شامل دو حالت است، یعنی روشهای آبیاری با ظرفیت های مختلف می باشد.

F.C۷۰٪، F.C۶۰٪، F.C۵۰٪ اینها به معنی ظرفیت آبی مختلف است همانطور که در شکل ۳ مشاهده قابل ملاحظه است به ترتیب

میزان رطوبت ۷۰، ۵۰ و ۶۰ درصد را در نظر میگیرند. در نمودار، هر چه مقدار آبیاری بیشتر باشد (مثل F.C) میزان کروسین بالاتر است. به عنوان مثال، در شرایط آبیاری با ظرفیت بیشترین میزان کروسین مشاهده میشود. آبیاری با ظرفیت پایین ترین میزان کروسین را نشان می دهد، که نشان دهنده تأثیر منفی کمبود آب بر تولید این ترکیب است. همچنین آبیاری به روش های دیگر چه به صورت ترکیبی با آبیاری سنتی یا تابستانه نیز به نسبت بالایی از کروسین منجر شده اند. رطوبت یکی از عوامل محیطی بسیار مهم در رشد و نمو گیاه زعفران است. رطوبت مناسب در هنگام کاشت و جوانه زنی غده های زعفران ضروری است. رطوبت کم یا زیاد می تواند موجب کاهش جوانه زنی و سبز شدن گیاهچه های زعفران شود (Jahan & Jahani, 2007).



اثر تیمارهای رطوبت بر میزان کروسین زعفران
Mean of effect of irrigation treatments on crocin content of saffron

شکل ۳. تأثیر روشهای آبیاری بر میزان کروسین زعفران

رطوبت مناسب در طول دوره رشد رویشی (ساقه و برگ) موجب بهبود رشد گیاه می شود. رطوبت بیش از حد می تواند منجر به پوسیدگی ریشه و ساقه گیاه زعفران شود. رطوبت نسبی مناسب (۷۲.۵۱) در زمان گل دهی زعفران ضروری است. رطوبت بسیار بالا در زمان گل دهی می تواند موجب کاهش تعداد گل ها آفت عملکرد شود (Amirshkari et al., 2007). رطوبت مناسب در زمان تشکیل و رشد پیازها نقش مهمی دارد. کمبود یا افزایش بیش از حد رطوبت در این مرحله می تواند سبب کاهش اندازه و عملکرد پیاز شود. در مجموع، تأمین رطوبت مناسب در مراحل مختلف رشد زعفران، از جمله جوانه زنی، رشد رویشی، گل دهی و تشکیل پیاز، برای بهبود عملکرد این محصول ضروری است (Amirshkari et al., 2007).

۴. بحث و نتیجه گیری

در این مطالعه، تأثیر فشار هوا و عوامل مرتبط بر رشد و عملکرد زعفران مورد بررسی قرار گرفت. نتایج نشان می دهد که فشار هوای مناسب می تواند به طور قابل توجهی بر بهبود عملکرد زعفران تأثیر بگذارد. به طور خاص، تغییرات ارتفاع بستر کشت از سطح پایین به سطوح بالاتر، تأثیرات متفاوتی بر تعداد گل ها و قطر پیاز زعفران دارد. به طور کلی، افزایش ارتفاع بستر تا یک حد مشخص، باعث بهبود نسبی در تعداد گل ها و قطر پیاز می شود، اما افزایش بیشتر ارتفاع، این مقادیر را کاهش می دهد. این موضوع نشان دهنده اهمیت تعادل در انتخاب ارتفاع بستر برای دستیابی به بهترین نتایج است.

علاوه بر این، نوع کود مورد استفاده نیز نقش مهمی در رشد زعفران ایفا می کند. استفاده از کودهای میکرو، به ویژه در شرایطی که ارتفاع بستر افزایش یافته و فشار هوا کاهش می یابد، می تواند تأثیرات مثبتی بر رشد گیاه داشته باشد. در چنین شرایطی، گیاهان به تغییرات محیطی حساس تر می شوند و استفاده بهینه از منابع تغذیه ای مانند کود دامی و میکرو، اهمیت بیشتری پیدا می کند. بنابراین، به نظر می رسد که برای بهینه سازی رشد زعفران، ایجاد تعادل بین ارتفاع بستر، نوع کود و فشار جوی ضروری است.

همچنین، نتایج این مطالعه نشان می دهد که رطوبت و مدیریت آبیاری تأثیر قابل توجهی بر کیفیت و کمیت زعفران، به ویژه بر میزان کروسین، دارند. پیشنهاد می شود کشاورزان در مناطق کشت زعفران، به ویژه در دوره های بحرانی مانند تابستان، از روش های آبیاری مناسب



استفاده کنند تا به حداکثر تولید کروسین دست یابند. این یافته‌ها اهمیت مدیریت دقیق رطوبت و آبیاری را در بهبود کیفیت و کمیت محصول زعفران برجسته می‌کنند.

در نهایت، با توجه به یافته‌های این پژوهش و مطالعات پیشین، مشخص می‌شود که برای دستیابی به بهترین عملکرد در کشت زعفران، نیاز به برنامه‌ریزی دقیق، مدیریت بهینه منابع و توجه به عوامل محیطی مانند فشار هوا، ارتفاع بستر و نوع کود وجود دارد. این اقدامات اگرچه ممکن است مستلزم هزینه‌های بالایی باشد، اما در نهایت می‌تواند به افزایش بازدهی کلالة زعفران، کاهش اتلاف منابع و بهبود اقتصادی کشت این محصول ارزشمند منجر شود. برای دستیابی به این اهداف، انجام تحقیقات بیشتر در زمینه تأثیر فشار هوا و سایر عوامل محیطی بر رشد زعفران پیشنهاد می‌شود.

منابع

- Amiri, M. E. (2008). Impact of animal manures and chemical fertilizers on yield components of saffron (*Crocus sativus* L.). *American-Eurasian Journal of Agricultural & Environmental Sciences*, 4(3), 274-279.
- Amirshakari, H., et al. (2019). Effect of root zone temperature, corm size and gibberellin on vegetative growth of cultivated saffron (*Crocus sativus* L.).
- Belandi, M., et al. (2009). Investigating the effect of temperature, water activity and storage duration on color intensity, aroma and bitterness of saffron stigma. *Journal of Water and Soil Science*, 13.
- Cardone, L., Castronuovo, D., Perniola, M., Cicco, N., & Candido, V. (2020). Saffron (*Crocus sativus* L.), the king of spices: An overview. *Scientia Horticulturae*, 272, 109560.
- Feyzizadeh, M., Samadi, A., Rahimi, A., & Asadzadeh, F. (2023). The effect of perlite particle size and its mixing with peat moss on corms yield of saffron (*Crocus sativus* L.) in soilless cultivation system. *Applied Soil Research*, 10(4), 136-148. (In Persian with English Summary).
- Jahan, M., & Jahani, M. (2007). The effects of chemical and organic fertilizers on saffron flowering. *Acta Horticulturae*, 739, 81-86. <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2007.739.9>
- Koocheki, A., Siahmarguee, A., Azizi, G., & Jahani Kondori, M. (2011). The effect of high density and depth of planting on agronomic characteristics of saffron (*Crocus sativus* L.).
- Koocheki, A., Tabrizi, L., Aminghafouri, A., & Khoramdel, S. (2012). Evaluation of the characteristics of growth and performance of saffron (*Crocus sativus* L.) under the influence of organic cultivation substrates and different planting methods. *Journal of Agroecology*, 2(2), 16-30. (In Persian with English Summary).
- Moghadam, M., & Mirzaei, M. (2024). Effect of continuous cultivation on some physical and chemical properties of soil. *Saffron Research*, 3(2), 97-107.
- Mollafilabi, A., & Shoorideh, H. (2009). The new methods of saffron production. *4th National Festival of Saffron*, Khorasan-Razavi, Iran, 27-28. (In Persian with English Summary).
- Omidi, H., Naghdi Badi, H., Golzad, A., Torabi, H., & Footoukian, M. H. (2009). The effect of chemical and bio-fertilizer source of nitrogen on qualitative and quantitative yield of saffron (*Crocus sativus* L.). *Journal of Medicinal Plants*, 8(30), 98-109. (In Persian with English Summary).
- Sadeghi, A., Karimi, E., Dahaji, P. A., Javid, M. G., Dalvand, Y., & Askari, H. (2012). Plant growth promoting activity of an auxin and siderophore producing isolate of *Streptomyces* under saline soil conditions. *World Journal of Microbiology and Biotechnology*, 28, 1503-1509.
- Saeedirrad, A., et al. (2002). Bioactive compounds in plants—benefits and risks for man and animals. *Proceedings from a Symposium held at the Norwegian Academy of Science and Letters*, Oslo, 13-14 November 2008.
- Sedghi Moghadam, M., & Mirzaei, M. (2008). Investigation of the effect of municipal waste compost on some quantitative and qualitative characteristics of *Cucurbita moschata* Duch. In *Proceedings of the 3rd National Congress on Recycling and Use of Renewable Organic Resources in Agriculture*, Isfahan.



- Shehbazi, M., Rahmani, H., & Ghasemi, A. (2024). Effect of different planting depth and media on some morphological characteristics and quality indices of saffron (*Crocus sativus* L.) in hydroponic system. *Saffron Agronomy and Technology*, 12(2).
- Ziyaratniya, S. M., Filabi, A., & Senobari, S. (2019). Effect of concentration of different growth regulators on onion dormancy period and saffron flower yield in hydroponic conditions. *Saffron Research*, 7(1), 43-54. (In Persian with English Summary). <https://doi.org/10.22077/jsr.2018.1839.1070>

سنتز نانو ریز مغذی آهن پایدار شده توسط عصاره بابونه (Atricularia Chamomilla) و کاربرد آن به عنوان نانو کود

صادق رحمتی^{۱*}

^{۱*} گروه شیمی، دانشگاه پیام نور، تهران، ایران (Rahmati@pnu.ac.ir)

چکیده

در این پژوهش، از ترکیبات گیاهی با خواص دارویی که جنبه بیوزیستی دارند در نقش تثبیت کننده دوست دار محیط زیست در سنتز نانو ذرات ریز مغذی آهن استفاده شده است. بررسی ساختار ترکیبات گیاهان دارویی حضور گروه‌های عاملی و شیمیایی مختلف که بعنوان سایت‌های بیولوژیکی فعال عمل می‌کنند را نشان می‌دهد. این گروه‌های عاملی که عمدتاً هیدروکسیل و کربوکسیل‌ها هستند می‌توانند به عنوان عامل احیا کننده در سنتز نانو ذرات عمل کنند و نیاز به استفاده از عوامل کاهنده خارجی را برطرف کنند. این خصوصیت گیاه دارویی بابونه، سنتز نانو ذرات آهن که بعنوان ریز مغذی در گیاهان استفاده می‌شوند را تسهیل می‌کند. ویژگی‌های ساختاری و شکل ظاهری نانوذرات توسط آنالیز میکروسکوپ الکترونی عبوری (TEM) و طیف‌سنجی پراش انرژی پرتو ایکس (EDX) بررسی شده است و نتایج مطلوبی به دست آمده است. طبق آنالیز میکروسکوپ الکترونی عبوری (TEM) اندازه ذرات حدود ۱۰ نانومتر بدست آمده است.

واژگان کلیدی: احیا کننده، التراسوند، بابونه (Atricularia Chamomilla)، نانو ذره



۱. مقدمه

پیشرفت در فناوری نانو، ابزاری کارآمد جهت استفاده از ترکیبات در ابعاد نانو در کشاورزی فراهم کرده و در نتیجه باعث کاهش مصرف مواد شیمیایی می‌شود (Walker, 2005). نانو ساختارها، ممکن است در بخش‌های مختلف کشاورزی مانند مصرف کود و مدیریت آبیاری، کاربرد داشته باشند. بنابراین، کشاورزی مبتنی بر فناوری نانو می‌تواند تولید مواد غذایی با کیفیت را افزایش دهد (Razzaq et al., 2015). کاربرد و ترویج فناوری نانو برای افزایش عملکرد و کارایی مصرف کود، ضروری به نظر می‌رسد (Shankramma et al., 2015). اگرچه در رابطه با اثر کودها در ابعاد نانو بر رشد گیاه مطالعات بسیار محدودی انجام شده (Abdollahi et al., 2018) اما در سال‌های اخیر، نحوه تأثیر عناصر مورد نیاز به شکل نانو ساختار بر رشد و نمو گیاهان مورد توجه قرار گرفته و نتایج مثبتی در این رابطه گزارش شده است (Tavallali et al., 2018, Tavallali et al., 2017, Tavallali et al., 2012). تبدیل مواد به مقیاس نانو ویژگی‌های فیزیکی، شیمیایی، زیستی و فعالیت‌های کاتالیزوری آنها را تغییر می‌دهد و سبب افزایش فعالیت‌های شیمیایی و نفوذپذیری این نانو ساختارها به غشای سلولی می‌شود (Mazaherinia et al., 2010).

نانو کودها می‌توانند یک نوآوری بزرگ برای کشاورزی باشند. در زمینه کشاورزی پایدار، کاربرد نانوفناوری به عنوان یکی از روش‌های نوید بخش برای افزایش قابل توجه تولید غذای مورد نیاز جمعیت، به سرعت در حال رشد می‌باشد (Lal, 2008). نانو کودها می‌توانند حلالیت بیشتری نسبت به دیگر کودها داشته باشند. این نانو ذرات، سنتتیک انحلال سریع تری نسبت به ذرات در ابعاد معمولی نشان می‌دهند و زیست فرامی‌را بر اثر افزایش نقطه اشباع افزایش می‌دهند (De Rosa et al., 2010). در نتیجه، انتظار می‌رود تولید نهاده‌های کودی با اندازه نانو، اثری مفید بر کارایی کودها داشته باشد (Mastronardi et al., 2015).

امروزه، سنتز سبز نانوذرات فلزی یک موضوع بسیار حایز توجه است. همچنین، به بیوسنتز نانوذرات فلزی با استفاده از موجودات، توجه ویژه ای شده است. در میان این موجودات، گیاهان به نظر می‌رسد بهترین گزینه برای بیوسنتز نانوذرات هستند. نانوذرات تولید شده توسط گیاهان در مقایسه با دیگر عوامل با ثبات تر و متنوع تر در شکل و اندازه هستند. سنتز سبز ساده، کم هزینه، غیرسمی، سازگار با محیط زیست و کارآمد برای بهره‌برداری هستند (Hudlikar et al., 2012). در طی زمان، استفاده از گیاهان سبز برای تهیه زیستی نانوذرات یک امکان هیجان انگیز ایجاد کرده و تا حدود زیادی شناخته شده است (Supraja et al., 2013)، لذا گیاهان و فرآورده‌های گیاهی در جهت تولید نانو ذرات خیلی بیشتر مورد توجه پژوهشگران قرار گرفته اند. علاوه بر این، نانو ذرات تولید شده توسط گیاهان دارویی با ریسک کمتری می‌تواند در مواردی مانند انتقال دارو کاربرد داشته باشند.

همچنین تحقیقات نشان داده که نانو ذرات ساخته شده توسط گیاهان نسبت به نانو ذرات حاصل از فعالیت سایر موجودات سریع‌تر ساخته شده و با ثبات‌تر هستند (Ramesh et al., 2014). شکل و اندازه نانو ذرات ساخته شده توسط گیاهان با نانوذرات حاصل از سایر موجودات متفاوت است. بنابراین مزیت تولید گیاهی نانو ذرات بر سایر روش‌های زیستی مثل استفاده از باکتری‌ها، جلبک‌ها، مخمرها و قارچ‌ها، قابل اعتماد و ایمن‌تر بودن روش‌های گیاهی، سالم‌تر بودن، ارزان‌تر بودن و تجدید پذیر بودن آن است (Chandran et al., 2006). نانو ذرات در سطح جهانی با توجه به ویژگی هیجان انگیز و منحصر به فردی که دارند می‌توانند در زمینه‌هایی مثل تشخیص، نانوپزشکی و خواص ضد میکروبی کاربرد داشته باشند. به طوری که نانوتکنولوژی برای حل مشکل مقاومت آنتی‌بیوتیکی نیز وارد عمل شده است (Ahmed et al., 2016, Bobo et al., 2016, Jamdagni, et al., 2016).

بابونه یکی از انواع گیاهان دارویی می‌باشد که از گل‌های خشک این گیاه برای مصارف مختلفی در لوازم آرایشی استفاده می‌شود. جزء اصلی که از گل‌های بابونه استخراج می‌شود ترپنوئیدها است. بابونه به عنوان یک درمان گیاهی برای بیماری‌های مختلف پوست

استفاده می شود، همچنین به عنوان ضد حساسیت، آنتی اکسیدان و ضد درد استفاده می شود. جزء فعال بابونه حاوی ترپنوئیدها، فلاونوئیدها، هیدروکسی کومارین ها و موسیلاژها است. این گیاه اثر ضد التهابی دارد و همچنین به بهبود زخم کمک می کند. اخیراً مشخص شده است که بابونه یک اثر تسکین دهنده و نرم کننده بر روی پوست دارد (Banerjee et al., 2021).

آهن به عنوان یکی از عناصر مهم در تغذیه گیاهان به مقدار فراوان در خاک وجود دارد ولی به دلایل متعددی قابلیت جذب آن بسیار کم و محدود می باشد. این عنصر که وجود آن برای رشد گیاهان زراعی و باغی لازم است در تشکیل سبزینه (کلروفیل) گیاهان نقش اساسی دارد. متأسفانه به دلیل آهکی بودن بخش زیادی از خاک های کشور ایران بسیاری از محصولات از کمبود آهن رنج می برند. به همین دلیل همواره فراهم آوردن آهن مورد نیاز گیاه به عنوان یکی از دغدغه های اصلی کشاورزان و باغداران مطرح بوده است. هدف ما از این پژوهش تبدیل آهن به ذرات نانو بر پایه گیاه دارویی بابونه می باشد که قابلیت انتقال آهن به درون گیاه را دارد.

۲. مواد و روش ها

۲-۱. مواد اولیه، واکنش گر ها و حلال ها

تمامی مواد اولیه، واکنش گر ها و حلال های مورد استفاده در این پژوهش از شرکت های مرک و آلد ریچ خریداری گردید. نمک $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3$ مورد استفاده در این پژوهش از شرکت مرک تهیه گردید. گیاه بابونه از مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان فارس تهیه گردید. دستگاه میکروسکوپ الکترونی عبوری (TEM) استفاده شده جهت تصویربرداری در این پژوهش از تولید شرکت فلیس (100 kV Philips, EM208) می باشد.

۲-۲. روش کلی سنتز نانوذرات آهن

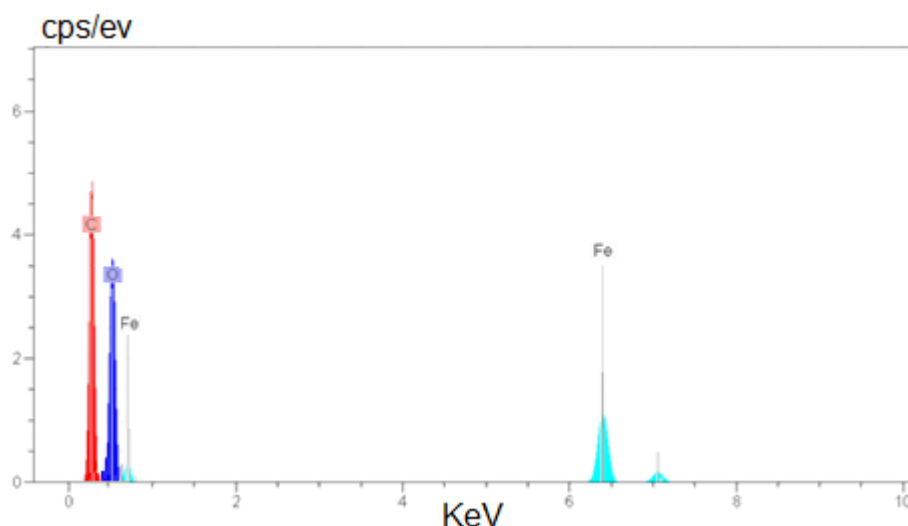
به منظور سنتز نانو ذرات آهن، مقدار ۱۰ میلی لیتر از عصاره تازه استخراج شده بابونه را داخل یک بالن ته گرد ریخته شد. سپس یک میلی مول از نمک نیترات آهن III را که قبلاً در ۳۰ میلی لیتر آب مقطر حل شده به مخلوط فوق اضافه شد و محلول به مدت زمان ۲۰ دقیقه تحت شرایط التراسوند قرار داده شد. تغییر رنگ مخلوط واکنش نشان دهنده تشکیل شدن نانو ذرات می باشد (شکل ۱). پس اتمام مدت زمان واکنش محلول را در دمای اتاق قرار داده شد تا کاملاً سرد شود و پس از تبخیر حلال محصول نهایی به رنگ قهوه ای تیره حاصل شد.



شکل ۱: تصویر نانو ذرات آهن سنتز شده

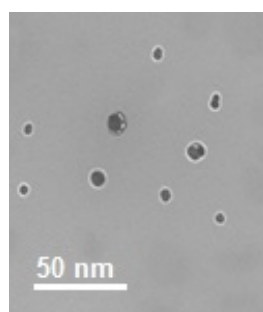
۳. نتایج

همانطور که در شکل ۲ مشاهده می شود، آنالیز EDX حضور نانوذرات آهن را در بافت نانو ریز مغذی سنتز شده با سیگنال های قوی در نواحی 0.75 KeV و همچنین 6.2 تا 7.1 KeV مشخص می کند. سیگنال های مربوط به اکسیژن و کربن موجود در بستر بایونه هم در این آنالیز کاملاً مشخص می باشد.



شکل ۲: آنالیز EDX نانوذرات آهن پایدار توسط عصاره گیاه دارویی بایونه

شکل ۳ نتایج تصویربرداری میکروسکوپ الکترونی عبوری (TEM) نانو ذره آهن را نشان می دهد. در تمام تصویر ارائه شده، ساختار کروی مانند نانوذرات آهن با اندازه متوسط 10 نانومتر به وضوح قابل شناسایی است. نانوذرات تولید شده دارای پراکندگی عالی بر روی سطح بستر هستند اندازه آن ها تقریباً یکسان می باشد. همانطور که در شکل ۳ نشان داده شده است، نانوذرات آهن تولید شده از هم فاصله دارند، و تجمع در این نمونه وجود ندارد.



شکل ۳: تصویر TEM از نانوذرات آهن پایدار توسط عصاره گیاه دارویی بایونه



۴. بحث و نتیجه گیری

در چند سال اخیر یکی از چالش‌های اساسی در حوزه‌های مختلف علوم تجربی مسئله محیط زیست و تلاش برای حفظ آن از انواع آلاینده‌های صنعتی و شیمیایی بوده است. از آنجا که صنایع شیمیایی از طریق تولید پسماندهای شیمیایی و آلاینده‌های زیستی و به طور مستقیم بر محیط زیست تاثیر می‌گذارند، همواره تلاش شیمی‌دانان بر ابداع روش‌های استوار بوده است که آلودگی شیمیایی کمتر و سازگاری بیشتری با محیط زیست داشته باشند. این امر در نهایت منجر به ارائه چهارچوبی با عنوان شیمی سبز (شیمی سازگار با محیط زیست) شده است. یکی از مهمترین اهداف این پژوهش رعایت برخی از اصول اساسی شیمی سبز در طراحی و مراحل سنتز نانو ریزمغذی آهن بوده است. در راستای رسیدن به این هدف سعی شده است که از مواد بیوپلیمری طبیعی موجود در عصاره بابونه که به میزان فراوان در طبیعت یافت می‌شوند و هیچ گونه آلاینده‌گی را در بر ندارند به عنوان بستر استفاده شود. علاوه بر این استفاده از آب به عنوان حلال در تهیه این نانو ذرات خود گامی موثر در جهت حذف حلال‌های آلاینده و مضر به حساب می‌آید. در روش ابداعی نانوذرات آهن، با احیای درجای نمک نترات آهن III در حضور عصاره بابونه بدون افزودن هیچ عامل احیا کننده خارجی تشکیل شدند. این نانوذرات با طیف های EDX و همچنین با تصاویر TEM شناسایی شده اند. نانو ذره آهن به گونه ای طراحی شده که راندمان خوبی را به عنوان ریز مغذی از خود نشان دهد.

منابع

- Abdollahi, A., Norouzi Masir, M., Taghavi Zahedkolaei, M. and Moezzi, A.A. (2018). The effectiveness of synthesized ZnO nanoparticles on Zn uptake and some growth indices of wheat. *Journal of Soil Management and Sustainable*, 8(1), 125-141.
- Ahmed, S., Ahmad, M., Swami, B.L. and Ikram, S. (2016). A review on plants extract mediated synthesis of silver nanoparticles for antimicrobial applications: a green expertise. *Journal of Advanced Research*, 7(1), 17-28.
- Banerjee, A., Pavane M.S., Husaina Banu L., Sai Rishika Gopikar A., Roshini, K.E. and Surajit, P. (2021), *Stem Cells and Aging*, Elsevier Publishing
- Bobo, D., Robinson, K.J., Islam, J., Thurecht, K.J. and Corrie, S.R. (2016). Nanoparticle-based medicines: a review of FDA-approved materials and clinical trials to date. *Pharmaceutical Research*, 33(10), 2373-2387.
- Chandran, S.P., Chaudhary, M., Pasricha, R., Ahmad, A. and Sastry, M. (2006). Synthesis of gold nanotriangles and silver nanoparticles using *aloe vera* plant extract. *Biotechnology Progress*, 22(2), 57783.
- De Rosa, M. C., Monreal, C., Schnitzer, M., Walsh, R. and Sultan, Y. (2010). Nanotechnology in fertilizers. *Nature Nanotechnology*, 5, 91-102.
- Dhoke, S.K., Mahajan, P., Kamble, R. and Khanna, A. (2013). Effect of nanoparticles suspensions on the growth of mung (*Vigna radiata*) seedlings by foliar spray method. *Nanotechnology Development*, 3(1), 15.
- Hudlikar, M., Joglekar, S.H., Dhaygude, M. and Kodam, K. (2012). Latex-mediated synthesis of ZnS nanoparticles, *Journal of Nanoparticle Research*, 14, 865.
- Jamdagni, P., Khatri, P. and Rana, J.S. (2016). Nanoparticles based DNA conjugates for detection of pathogenic microorganisms. *International Nano Letters*, 6(3) 139-46.
- Lal, R. (2008). Soils and India's food security. *Journal of the Indian Society of Soil Science*, 56, 129138.
- Mastronardi, E., Tsae, P., Zhang, X., Monreal, C. and De Rosa, M. C. (2015). Strategic role of nanotechnology in fertilizers: Potential and limitations. In M. Rai, N. Duran, C. Ribeiro, L. Mattoso



- (Eds.), Nanotechnologies in food and agriculture. Springer Cham Heidelberg New York Dordrecht London. Springer International Publishing Switzerland.
- Mazaherinia, S., Astaraei, A.R., Fotovat, A. and Monshi, A. (2010). Nano iron oxide particles efficiency on Fe, Mn, Zn and Cu concentrations in wheat plant. *World Applied Sciences Journal*, 7(1), 36-40.
- Moghaddasi, S., Fotovat, A., Khoshgoftarmansh, A.H., Karimzadeh, F., Khazaei, H.R. and Khorassani, R. (2017). Bioavailability of coated and uncoated ZnO nanoparticles to cucumber in soil with or without organic matter. *Ecotoxicology and environmental safety*, 144, 543-551.
- Moghimpour, Z., Mahmoodi Sourestani, M., Alemzadeh Ansari, N. and Ramezani, Z. (2017). The effect of foliar application of zinc on essential oil content and composition of Holy basil (*Ocimum sanctum*) at first and second harvests. *Journal of Essential Oil Bearing Plants*, 20 (2), 449-458.
- Naderi, M. and Abedi, A. (2012). Application of nanotechnology in agriculture and refinement of environmental pollutant. *Journal of Nanotechnology*, 11(1), 18-26.
- Ramesh, P., Rajendran, A. and Meenakshisundaram, M. (2014). Green synthesis of zinc oxide nanoparticles using flower extract *cassia auriculata*. *Journal of Nanoscience and Nanotechnology*, 2(1), 41-45.
- Razzaq, A., Ammara, R., Jhanab, H.M., Mahmood, T., Hafeez, A. and Hussain, S. (2015). A novel nanomaterial to enhance growth and yield of wheat. *Journal of Nanoscience and Nanotechnology*, 2(1), 5558.
- Shankamma, K., Yallappa, S., Shivanna, M.B. and Manjanna, J. (2015). Fe₂O₃ magnetic nanoparticles to enhance *S. lycopersicum* (tomato) plant growth and their biomineralization. *Applied Nanoscience*, 6, 983990.
- Supraja, S., Mohammed Ali, S., Chakravarthy, N., Jayaprakash Priya, A., Sagadevan, E., Kasinathan, M.K., Sindhu, S. and Arumugam, P. (2013). Green synthesis of silver nanoparticles from *Cynodon Dactylon* leaf extract. *International Journal of ChemTech Research*, 5(1), 271-277.
- Tavallali, V., Rahmati, S. and Bahmanzadegan, A. (2017). Antioxidant activity, polyphenolic contents and essential oil composition of *Pimpinella anisum* L. as affected by zinc fertilizer. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 97(14), 4883-4889.
- Tavallali, V., Rahmati, S. and Rowshan, V. (2017). Characterization and influence of green synthesis of nano-sized zinc complex with 5-aminolevulinic acid on bioactive compounds of aniseed. *Chemistry & Biodiversity*, 14(11).
- Tavallali, V., Rowshan, V. and Bahmanzadegan, A. (2018). Variations in sweet basil in response to green synthesized zinc-Amino nano complexes. *Journal of Cleaner Production*, 196, 452-459.
- Walker, L. (2005). Nanotechnology for agriculture, food and the environment *Nanotechnology Biology Interface: Exploring models for oversight*, University of Minnesota, USA.

مروری بر برخی از گیاهان دارویی موثر بر بیماریهای کبدی

عبدالمهدی نوریان^{*۱}

^{*۱} گروه زیست شناسی، دانشکده علوم پایه، دانشگاه پیام نور، شهر تهران، ایران (noorin m@pnu.ac.ir)

چکیده

فهم اثرات محافظت کبدی گیاهان دارویی مهم برای پزشکان و محققان از اهمیت بالایی برخوردار است. دلایل اصلی استفاده از داروهای گیاهی شامل هزینه کمتر آنها در مقایسه با داروهای متعارف، واکنش‌های ناخواسته کمتر و در نتیجه ایمنی بالاتر و عوارض جانبی کاهش یافته می‌باشد. این مقاله به مروری ترکیب، داروشناسی و نتایج آزمایش‌های تجربی گیاهان دارویی منتخب زیر می‌پردازد، *Silybum* *Salvia miltiorrhiza* Bunge., *Astragalus membranaceus marianum* (L.) Gaertn., *Glycyrrhiza glabra*, (Fisch.) Bunge, *Capparis spinosa* L., *Cichorium intybus* L., *Solanum nigrum* L., *Sapindus mukorossi* Gaertn., *Ginkgo biloba* L. روش‌های احتمالی عمل این گیاهان شامل موارد زیر است ایمونومودولاسیون، تحریک سنتز DNA کبدی، شبیه سازی سوپر اکسید دیسموتاز و گلوکاتایون ردوکتاز برای مهار اکسیداسیون در هپاتیت، کاهش گونه های واکنشی اکسیژن داخل سلولی با افزایش سطوح آنتی اکسیدان ها، سرکوب تجمع چربی ناشی از الکل، مهار پلی مرازهای اسید نوکلئیک برای کاهش تکثیر Mma ویروسی، جمع آوری رادیکال های آزاد، کاهش فیروز کبدی با کاهش سطوح فاکتوز رشد تبدیل بتا-۱ و سنتز کلاژن در سلول های کبدی، با این حال، تحقیقات بیشتری برای شناسایی، توصیف و استانداردسازی ترکیبات فعال، ترکیبات مفید و آماده سازی های آنها برای درمان بیماری های کبدی لازم است.

واژگان کلیدی: فعالیت محافظ کبد، گیاهی، گیاهان دارویی، درمان، هپاتیت C



۱. مقدمه

اختلالات کبدی در حوزه‌های اولویت دار بهداشت و درمان طبقه‌بندی شده‌اند. بر اساس برآورد سازمان بهداشت جهانی، تقریباً ۵۰۰ میلیون نفر از مردم جهان از یک شکل شدید اختلالات کبدی، یعنی هپاتیت مزمن رنج می‌برند (AlAsmari et al., 2014). داروهای گیاهی می‌توانند به عنوان یک درمان قابل قبول برای مشکلات کبدی رایج به دلیل ایمنی، دسترسی آسان‌تر، هزینه پایین‌تر و میزان تاثیر و سازگاری با محیط زیست عمل کنند. گیاهان دارویی در سیستم بهداشت و درمان در سراسر جهان به دلیل خواص درمانی اثبات شده و مؤثر خود اهمیت یافته‌اند (Hanh et al., 2014). برآورد می‌شود که ۸۰٪ از جمعیت جهان به داروهایی که حاوی ترکیبات گیاهی هستند، وابسته‌اند (Ekor, 2013). اتحادیه بین‌المللی حفاظت از طبیعت اعلام کرده است که تقریباً ۵۰,۰۰۰ تا ۸۰,۰۰۰ گیاه گلدار برای اهداف دارویی استفاده می‌شوند (Chan et al., 2016). عوامل زیادی در مورد این داروها مهم هستند. ادعا می‌شود داروهای گیاهی هم بیماری‌ها را درمان و هم از بیماری پیشگیری می‌کنند، که موضوع به ایجاد این باور عمیق در مورد اثرگذاری این درمان‌ها انجامیده است که ایمن هستند چون "طبیعی و ملایم" هستند بنابراین، یک جایگزین بی‌خطر برای داروهای متعارف به شمار می‌روند. علاوه بر این، داروهای متعارف گاهی ممکن است نتایج ناامیدکننده و عوارض جانبی نامطلوبی در بیماران ایجاد کنند علاوه بر این، محصولات گیاهی کم‌هزینه اغلب مانند داروهایی که توسط پزشک یا دیگر متخصصان واجد شرایط تجویز می‌شوند تحت قوانین سخت گیرانه‌ای قرار ندارند (Hunter et al., 2017). اگرچه گیاهان دارویی به طور جهانی استفاده می‌شوند، اما استفاده گسترده‌تر آن‌ها محدود به چند کشور مانند ژاپن، هند، چین، پاکستان، تایلند، ایران و برخی کشورهای آفریقایی است (بهمنی و همکاران، ۲۰۱۴؛ Li, 2016). با این وجود کشورهای دیگر نیز استفاده از محصولات دارویی مبتنی بر گیاه را در سیستم‌های بهداشتی خود تشویق می‌کنند. به عنوان مثال، مقررات محصولات بهداشتی طبیعی کانادا برای محصولات مبتنی بر گیاه در مراقبت‌های بهداشتی، استفاده از فناوری مدرن و حمایت علمی مبتنی بر شواهد را به منظور ترویج گیاهان دارویی و محصولات مرتبط تشویق می‌کند (Tomlinson et al., 2019). یکی از نگرانی‌های اصلی دانشمندان در زمینه بررسی درمان‌های گیاهی این است که ترکیب شیمیایی گیاهان که به اثرات بیولوژیکی آن‌ها کمک می‌کند، عمدتاً نامشخص است (Ling et al., 2009). با این وجود گیاهان و داروهای گیاهی برای درمان بیماری‌های کبدی از زمان‌های قدیم استفاده شده‌اند (Dhiman & Chawla, 2005). بسیاری از گیاهان دارای ترکیباتی هستند که منابع بالقوه‌ای برای درمان بیماری‌های کبدی با روش‌های مختلف عمل و فعالیت‌های بیولوژیکی هستند (Pereira et al., 2016). با این حال، صرفاً چندین مورد از آن‌ها به صورت دقیقی برای اجزای بیواکتیو و مکانیزم فعالیت محافظت‌کننده کبدی خود مورد مطالعه قرار گرفته‌اند. در این مقاله ما برخی از این ترکیبات را انتخاب کرده‌ایم که جزئیات دقیقی درباره هپاتوتوکسیکیتی آن‌ها در ادبیات پژوهشی مرتبط با این موضوع به شکل مطالعه بر روی موجودات زنده، بررسی پارامترهای بیوشیمیایی و ترکیبات بیواکتیو آنها وجود دارد. این مقاله به بررسی روش‌های ممکن برای القای هپاتوتوکسیکیتی در مدل‌های موش و دیگر مکانیزم‌هایی می‌پردازد که در آن‌ها برخی از گیاهان مهم دارویی فعالیت

محافظت کننده کبدی خود را انجام می دهند. همچنین به خلاصه سازی مطالعات انجام شده بر روی ترکیب، داروشناسی و طبیعت گیاهان انتخاب شده در پرتو مکانیزم های ممکن استنتاج شده از آزمایش های تجربی استنباط شده اند.

۲. مواد و روش ها

یک جستجوی جامع در پایگاه های داده ادبیات الکترونیکی، شامل Scopus، PubMed، Google Scholar و Science Web of انجام شد. ادبیات با استفاده از کلیدواژه ها و عبارات "هپاتیت C"، "فعالیت محافظت کننده کبدی"، "مکانیزم عمل"، "گیاهان دارویی"، "گیاهی" و "درمان" بازیابی شد. پس از جستجوی دقیق برای ترکیب کلیدواژه ها و تحلیل های بعدی بر اساس معیارهای ورود، حدود ۱۰۰ مقاله مرتبط استخراج و بررسی شد. دو مجموعه معیار برای انتخاب مقالات اعمال شد اساس اولین معیار، "معیارهای عمومی"، مقالات انتخاب شده برای این مقاله شامل موارد زیر بودند: (۱) گزارش گیاهان و قسمت های آن ها که به طور سنتی برای هپاتیت و اختلالات کبدی و هر نوع فعالیت محافظت کننده کبدی دیگر استفاده می شدند؛ (۲) گزارش عصاره یا ترکیبات خالص مهم برای نقش محافظت کننده کبدی آن ها؛ و (۳) تلاش برای توضیح مکانیزم فعالیت محافظت کننده کبدی این گیاهان معیار دوم برای انتخاب گیاهانی که به تفصیل مورد بحث قرار گرفته اند، استفاده شد. برای این منظور نه گیاه انتخاب شدند که مقالات اخیر در مورد آن ها در دسترس بود که فعالیت های محافظت کننده کبدی درون زنده و برون زنده محصولات گیاهی؛ ترکیبات فعال از گیاه و یا مکانیزم عمل محصولات گیاهی محافظت کننده کبدی را گزارش و توصیف کرده بودند. گیاهان انتخاب شده جهت آن دسته از گیاهانی هستند که در ادبیات موجود برای آن ها حداقل دو مورد از سه معیار فوق وجود داشت. هر یک از گیاهان انتخاب شده مورد بر اساس داده های به دست آمده مورد بحث قرار گرفتند، عمدتاً بر روی فعالیت های محافظت کننده کبدی، ترکیبات فعال و مکانیزم های احتمالی عمل آن ها تمرکز شد. علاوه بر این، ترکیبات گیاهی محافظت کننده کبدی برجسته آنها نیز مورد بررسی قرار گرفت. مسائل مربوط به سمیت و کنترل کیفیت مرتبط با این گیاهان/محصولات گیاهی نیز مورد بحث قرار گرفت. داده ها از مقالات واجد شرایط استخراج شد؛ تمام اختلافات مورد بحث قرار گرفت. تمام داده ها استخراج شد و مکانیزم های عمل آنها توضیح داده شد. علاوه بر این برای طبقه بندی تاکسونومیک تمام گونه های گیاهی مستند شده پایگاه داده گیاهی "Plant list" استفاده شد.

۲-۱. مبنای مطالعات in vivo گیاهان دارویی

پیش نیاز برای غربالگری/مطالعه هر ترکیب دارویی به منظور فعالیت محافظت کننده کبدی، توسعه یک مدل (مدل حیوانی یا مدل کشت سلولی) است که در آن آسیب کبدی القا شود (Salehi et al., 2016). چندین مطالعه از مدل های موش برای القای هپاتوتوکسیک و سپس درمان بیماری های کبدی القا شده با استفاده از گیاهان و محصولات گیاهی استفاده کرده اند. این رویکرد بینشی درباره چگونگی ایجاد هپاتیت و سایر بیماری های کبدی ارائه می دهد. با این حال، برای بسیاری از گیاهان، مکانیزم عمل آن ها در برابر عوامل هپاتوتوکسیک به خوبی بررسی و مستند نشده است. پروتوتایپ رایج برای غربالگری داروهای محافظت کننده کبدی، آسیب کبدی القا شده با کربن تتراکلراید (CCl4) است (Rodrigues et al., 2016). از آنجا که CCl4 به خاطر اثرات مضر خود بر کبد به دلیل متابولیسم توسط P450، رادیکال های آزاد تولید می کند، گزارش شده است.



این رادیکال‌های آزاد باعث پراکسیداسیون لیپیدها با اتصال به DNA، پروتئین‌ها یا لیپیدها می‌شوند (Johnston & Kroening, 1998). درجه آسیب کبدی با سطح بالاتر پارامترهای بیوشیمیایی که به تولید رادیکال‌های آزاد تری کلرومتیل نسبت داده می‌شود، ارزیابی می‌شود که در نهایت باعث پراکسیداسیون لیپیدهای موجود در غشای سلولی می‌شود (Chen, Yu et al., 2016).

۲-۲. گیاهان دارویی انتخاب شده و مکانیزم‌های احتمالی عمل آنها

اختلالات کبدی معمولاً ناشی از قرار گرفتن در معرض عواملی مانند داروها، ویروس‌ها، انگل‌ها و سموم هستند. این مواد از طریق مکانیزم‌های مختلف باعث تخریب و التهاب کبد می‌شوند که ممکن است به فیروز و سیروز منجر شود. علل اصلی سیروز کبدی شامل بیماری کبد الکلی، بیماری کبد چرب غیر الکلی و هپاتیت ویروسی مزمن B و C هستند. به طور کلی، التهاب کبدی ناشی از عواملی مانند استرس اکسیداتیو، گونه‌های فعال اکسیژن (ROS) و متیلاسیون DNA است (Ali et al., 2016). بسیاری از گیاهان برای فعالیت محافظت‌کننده کبدی خود از طریق آزمایش‌های مختلف *in vivo* و *in vitro* مورد بررسی قرار گرفته‌اند. برخی از آنها به دلیل پتانسیل بالای محافظت‌کننده کبدی خود اهمیت بیشتری پیدا کرده‌اند و بنابراین تلاش‌هایی برای درک کامل مکانیزم عمل آنها در کبد از طریق آزمایشات *in vivo* انجام شده است. به طور کلی، گیاهان و محصولات آنها به عنوان عوامل محافظت‌کننده کبدی از طریق مکانیزم‌های مختلفی مانند ایمنومودولاسیون عمل می‌کنند، به این معنی که آنها سیستم ایمنی را تقویت و تنظیم می‌کنند (Ilyas, Katare, Aeri, & Naseef, 2016). بخش‌های زیر مکانیزم عمل محافظت‌کننده کبدی گیاهان دارویی مهم زیر را توضیح می‌دهند: *Silybum marianum* (L.) Gaertn., *Glycyrrhiza glabra*, *Salvia miltiorrhiza* Bunge., *Astragalus membranaceus* (Fisch.) Bunge, *Capparis spinosa* L., *Cichorium intybus* L., *Solanum nigrum* L., *Sapindus mukorossi* Gaertn., *Ginkgo biloba* L.

۲-۳. *S. marianum* Gaertn(L.)

S. marianum (L.) Gaertn یک گیاه علفی و قوی از خانواده Compositae است که به طور کلی به عنوان خار شیر شناخته می‌شود. این گیاه تا ۳ متر طول در خاک‌های سنگی رشد می‌کند و دارای سرهای گل بزرگ بنفش است. برگ‌های آن با رنگ‌های سفید "شیری" مشخصی که نام عمومی گیاه را به آن می‌دهد، مشخص شده‌اند (Theplantlist, 2013). به طور تاریخی، *S. marianum* به عنوان دارویی برای درمان اختلالات کیسه صفرا، طحال و کبد استفاده می‌شد، اما مهم‌ترین کاربرد دارویی آن استفاده از آن به عنوان درمان گیاهی محافظت‌کننده کبد و درمان حمایتی برای اختلالات التهابی مزمن کبدی مانند هپاتیت، سیروز، نفوز چربی و برخی دیگر از اشکال آسیب‌های کبدی ناشی از مواد شیمیایی سمی، قارچ‌های سمی و الکل است (Freitag et al., 2015). مهم‌ترین ترکیب استخراج شده از *S. marianum* سیلیمارین است (Lu et al., 2007; Wu et al., 2006) که برای درمان انواع اختلالات کبدی، از جمله هپاتیت ویروسی مزمن و حاد یا ناشی از دارو/سم، بیماری کبد



الکلی و سیروز کبدی استفاده می شود. (Lu et al., 2007) سیلیمارین ترکیبی از مواد مختلف است که سیلیبین به عنوان فعال ترین آن ها شناخته می شود. (Surai, 2015) سیلیمارین برای مطالعات بالینی در درمان عفونت و یروس هپاتیت C تأیید شده است (Ferenci et al., 2008) مطالعات زیادی در مورد مکانیزم اثرات محافظت کننده کبدی سیلیمارین انجام شده است که نشان داده اند سیلیمارین دارای اثر محافظتی بر آسیب کبدی ناشی از پیریدین در همسترهای سوری است. این مطالعه نتیجه گیری کرد که سیلیمارین فعالیت متابولیک پیریدین را کاهش می دهد (با کاهش غلظت پروتئین سیتوکروم P450 1A1 و افزایش بیان نیتریک اکسید سنتاز القایی را کنترل می کند. تمام این عوامل نقش محافظتی در آسیب کبدی ایفا می کنند. در مطالعه دیگری، Kamenikova, Farghali, Hynie و Kmonickova نتیجه گیری کردند که علاوه بر مهار پراکسیداسیون لیپیدها، مهار افزایش Ca^{2+} داخل سلولی نقش حیاتی در اثر محافظت کننده کبدی سیلیمارین دارد. همچنین، Singh و Kumar, Upadhyay نشان دادند که سیلیمارین تغییرات در بیان و فعالیت آنزیم های سیتوکروم P450 (CYP1A1)، CYP1A2 و CYP2E1)، گلوکوتانیون-S-ترانسفراز، گلوکوتانیون ردوکتاز و گلوکوتانیون پراکسیداز و پراکسیداسیون لیپیدها را در موش های سفید نر آلینو بازمی گرداند (Tunca et al., 2009).

۲-۴. *G. glabra* (licorice)

G. glabra (licorice) یکی از اعضای جنس *Glycyrrhiza* است (Isbrucker & Burdock, 2006)، که یک جنس باستانی است و شامل گیاهان دارویی است که به طور معمول در طب سنتی چینی استفاده می شود، گونه های *Glycyrrhiza* به عنوان یکی از مهم ترین گیاهان علفی برای مجموعه ای متنوع از فعالیت های دارویی شناخته می شوند (Hosseinzadeh & Nassiri-Asl, 2015) این گیاه به خاطر خواص دارویی اش در درمان های مختلف مورد توجه قرار گرفته و در طب سنتی به عنوان یک ماده مؤثر در درمان اختلالات مختلف به کار می رود. *G. glabra* به عنوان یک داروی تجویزی از سوی بقرات در درمان بیماری های قفسه سینه از جمله سرفه خشک و آسم شناخته می شود. در طب سنتی چینی، *Glycyrrhiza uralensis* و *Glycyrrhiza pallidiflora* به عنوان شیرین بیان چینی شناخته می شوند و از قدیمی ترین و پرکاربردترین گیاهان در درمان بیماری های متعدد هستند که گلیسیریزین (یک گلیکوزید از اسید گلیسیریزیک) یک گلیکوزید تری ترپنی است که از ریشه های شیرین بیان (*Glycyrrhiza* sp.) استخراج می شود (Kimura et al., 2008) حدود ۷۰٪ از کبد کل را در موش ها به طور جراحی برداشتند و دریافتند که تجویز گلیسیریزین و فاکتور رشد اپیدرمال (EGF) از طریق تزریق های داخل صفاقی به طور قابل توجهی هم بازسازی کبد و هم بهبودی عملکردهای کبدی را تحریک می کند، احتمالاً از طریق تحریک گیرنده EGF. مطالعه کیمور و همکارانش (Kimura et al. 2008) نشان داد که گلیسیریزین و EGF باعث تحریک سنتز DNA کبدی و تکثیر آن می شوند و فعالیت آلانین آمینوترانسفراز (ALT) و آسپارات آمینوترانسفراز (AST) سرم را کاهش می دهند. این نشان دهنده بهبودی سریع عملکرد کبد پس از برداشت جزئی کبد است و ابعاد جدیدی را برای درمان بیماران مبتلا به هپاتیت C حاد یا مزمن یا پس از پیوند کبد زنده فراهم می کند.

۲-۵. *S. miltiorrhiza* Bunge.



S. miltiorrhiza Bunge به خانواده Lamiaceae تعلق دارد و به طور گسترده‌ای در کره، چین، ژاپن و برخی دیگر از کشورهای آسیایی برای درمان بیماری‌های مختلف مانند بیماری‌های عروقی مغزی، بیماری‌های قلبی عروقی، عوارض عروقی دیابتی، اختلالات کبدی، نارسایی کلیوی و هیپاتیت مزمن (Hong et al., 2017) استفاده می‌شود. طبق داروسازی چینی، *S. miltiorrhiza* دارای خواص کمی سرد و تلخ است، وارد کانال‌های قلب و کبد می‌شود و جریان خون را افزایش داده و رادیکال‌های آزاد را پاکسازی می‌کند که باعث کاهش آسیب‌های سلولی در بیماران مبتلا به بیماری‌های ایسکمیک می‌شود (Sun et al., 2005). عصاره لیپوفیلیک *S. miltiorrhiza* را ارزیابی کردند که ترشح کاتکولامین‌های خارج سلولی را تحریک می‌کند. این مطالعه نشان داد که عصاره *S. miltiorrhiza* نقش کلیدی در پاسخ سیستم عصبی مرکزی به استرس از طریق فعال‌سازی سیستم کاتکولامینی دارد و همکارانش پیشنهاد کردند که مکانیزم‌های ضد التهابی عصاره‌های *S. miltiorrhiza* شامل تغییر ایمنی همورال و غیر اختصاصی و کاهش هیپاتوتوکسیسیته است. Fraction استاندارد شده ریشه *S. miltiorrhiza* تانسینون I ۱۱.۵٪؛ کریپتوتانسینون ۱۹.۱٪؛ و تانسینون IIA ۴۱.۰٪ از هیپاتوسیت‌ها در برابر مرگ سلولی ناشی از لیپوپلی ساکارید و الکل محافظت کرده و تجمع چربی ناشی از الکل را سرکوب می‌کند. این مکانیزم شامل مهار فعال‌سازی ناشی از الکل و انتقال هسته‌ای پروتئین‌های تنظیم‌کننده عنصر استرول-۱ است که به طور وابسته به دوز زن‌های هدف را در گیر در بیوسنتز اسیدهای چرب فعال می‌کند (Wan et al., 2006). علاوه بر این، کریپتوتانسینون مرگ سلولی کبدی و سنتز اسید چرب را مسدود می‌کند و بنابراین پتانسیل درمان بیماری‌های کبدی الکلی را دارد. این نتایج نشان می‌دهند که fraction استاندارد شده ریشه‌های *S. miltiorrhiza* و یکی از ترکیبات فعال آن، کریپتوتانسینون، خطر استئاتوز الکلی و پیشرفت به استئاتوهپاتیت را کاهش می‌دهد (Yin et al., 2009). پارک و همکارانش عصاره خالص *S. miltiorrhiza* و اجزای آن، تانسینون I، کریپتوتانسینون و تانسینون IIA را مطالعه کردند و نتیجه‌گیری کردند که این عصاره از کبد در برابر آسیب حاد و زیر حاد ناشی از CCl₄ محافظت می‌کند. مطالعه آن‌ها سطوح ترانس آمیناز سرم، فعالیت‌های آنزیم‌های آنتی اکسیدانی، فرم کاهش یافته گلوکاتایون و سطوح پراکسیداسیون لیپید در کبد را ارزیابی کرد و مشاهده کردند که به دلیل اثرات آنتی اکسیدانی اش از سم‌زدایی کبد در vivo و in vitro محافظت می‌کند (Park et al., 1998). وازر و همکارانش نشان دادند که *S. miltiorrhiza* می‌تواند فیروز ناشی از درمان CCl₄ را در موش‌های نر و بیستار معکوس کند. آن‌ها بررسی کردند که موش‌های درمان شده با این گیاه سطوح پروکلاژن‌های I و III، فاکتور رشد تبدیل‌کننده β1- و ترانسکرپت‌های مهارکننده متالوپروتئیناز-۱ بافتی کاهش یافته و سطح mRNA متالوپروتئیناز-۱۳ ماتریکس افزایش یافته را در مقایسه با کنترل بیماری نشان دادند که به طور قابل توجهی فیروز کبدی ناشی از CCl₄ را در موش‌ها کاهش می‌دهد (Wasser et al., 1998).

۲-۶. *A. membranaceus* (Fisch.) Bunge

A. membranaceus (Fisch.) Bunge که به عنوان *Radix Astragali* در زبان لاتین و *Huangqi* در زبان چینی شناخته می‌شود، به خانواده Fabaceae تعلق دارد (Zhang et al., 1998) و به طور رایج در طب گیاهی چینی برای



درمان بیماری های کبدی استفاده می شود. (Sun, Wei et al., 2007) ریشه های این گیاه از محبوب ترین گیاهان سلامتی را در چین هستند و استفاده از آن ها به بیش از ۲۰۰۰ سال پیش برمی گردد. شواهدی از استفاده سنتی *A. membranaceus* در *Materia Medica Shen Nong* که در دوران هان (۲۰۶ قبل از میلاد - ۲۲۰ میلادی) نوشته شده، وجود دارد. تحقیقات علمی در ۲۰ سال گذشته بسیاری از عملکردهای دارویی اجزای مختلف این گیاه را آشکار کرده است. مطالعات دارویی بر روی ۴۶ گونه از جنس *Astragalus* بیش از ۲۰۰ ترکیب دارویی، از جمله ساپونین ها و فلاونوئیدها را گزارش کرده اند. این مطالعات نشان داده اند که عصاره های خام *Astragalus* و ترکیبات جدا شده به طور بالقوه به عنوان محرک ایمنی، ضد التهاب، آنتی اکسیدان، ضد سرطان، ضد دیابت، محافظت کننده قلب، محافظت کننده کبد و فعالیت های ضد ویروسی فعال هستند (Li et al., 2014). Huangqi اغلب با سایر گیاهان، مانند آنجلیکا و جینسینگ، در فرمول های تجویزی پیچیده ترکیب می شود. این فرمول های گیاهی برای قرن ها در آسیا برای درمان التهاب کبدی، دیابت، سرطان ها، سکتها، عفونت های کلیوی و بسیاری از بیماری های دیگر استفاده شده اند. چو و همکارانش فیروز کبدی را در موش های نر Sprague-Dawley با تزریق های زیر پوستی ۵۰٪ CCl_4 القا کردند و اثر عصاره ریشه *Paeonia lactiflora* و *A. membranaceus* را مطالعه کردند و فعالیت محافظت کننده کبدی عالی را نشان دادند. آن ها کاهش تقریبی ۳۰-۶۰٪ در افزایش (Cho et al., 2007). سان و همکارانش نشان دادند اسید هیالورونیک، سطوح پروکلاژن نوع III، لامینین، محتوای هیدروکسی پرولین و فعالیت های ترانس آمیناز سرم در بافت کبد مشاهده کردند. همچنین، کاهش فعالیت های SOD و گلو تاتیون پراکسیداز را بازگرداند و افزایش فاکتور رشد تبدیل کننده -بتا-۱ را کاهش داد و تشکیل محصولات پراکسیداسیون لیپیدی را در طول درمان CCl_4 مهار کرد. این امر پیشرفت فیروز کبدی را که ممکن است با توانایی آن در کاهش سطح فاکتور رشد تبدیل کننده -بتا-۱، پاکسازی رادیکال های آزاد و مهار سنتز کلاژن و تکثیر در سلول های ستاره ای کبدی مرتبط باشد، مهار کرد (Sun et al., 2007).

۲-۲. *C. spinosa* L.

C. spinosa L. عضو خانواده *Capparaceae* است (Lam et al., 2009)، گیاهی از مناطق خشک در غرب و مرکز آسیا است که به عنوان طعم دهنده در آشپزی استفاده می شود (Panico et al., 2005). *C. spinosa* باستان در طب سنتی برای درمان نقرس، روماتیسم و بیماری های کبدی استفاده می شود، اولین استفاده ثبت شده از *C. spinosa* به سومریان در سال ۲۰۰۰ قبل از میلاد برای اهداف دارویی برمی گردد (Romeo et al., 2007). تحقیقات در مورد فعالیت های مختلف این گیاه نشان دهنده پتانسیل بسیار زیاد آن در زمینه های آنتی اکسیدانی، ضد سرطانی و ضد باکتریایی است. مطالعات انجام شده نشان داده اند که فعالیت بیولوژیکی عصاره های این گیاه به ترکیبات پلی فنولی موجود در آن نسبت داده می شود (Nabavi et al., 2016). این گیاه یکی از اجزای اصلی فرمول Liv-52 است؛ یک درمان گیاهی که به طور رایج در طب سنتی هندی برای درمان بیماری های مختلف کبدی استفاده می شود (Huseini et al., 2005) گاد گولی و همکارانش



در یافتند که اسید-p متیوکسی بنزوئیک، که از عصاره آبی *C. spinosa* تهیه شده، دارای فعالیت قابل توجهی در برابر هیپاتوتوکسیسیته ناشی از پاراستامول و CCl_4 در *vivo* و هیپاتوتوکسیسیته ناشی از گالاکتوزامین و تیواستامید در هیپاتوسیت‌های جدا شده موش صحرایی است. آن‌ها حداکثر اثر محافظتی را در غلظت‌های ۱ و ۱۰۰ میلی گرم در میلی لیتر (میلی گرم-p متیوکسی بنزوئیک اسید/میلی لیتر) در برابر هیپاتوتوکسیسیته ناشی از گالاکتوزامین و تیواستامید مشاهده کردند. در مطالعه دیگری بر روی ۳۶ بیمار سیروزی که با Liv-52 ترکیبی از *C. spinosa* با سایر گیاهان) درمان شده بودند، کاهش ALT و AST سرم و همچنین کاهش آسیب مشاهده شد (Gadgoli et al., 2005). این اثر محافظتی Liv-52 می‌تواند به اثرات ضد التهابی، دیورتیک، آنتی اکسیدانی و ایمن مدولاسیون ترکیبات گیاهی نسبت داده شود (Huseini et al., 2005).

۲-۸. *C. intybus* L.

C. intybus L. که به طور معمول به عنوان کاسنی شناخته می‌شود، به خانواده Lactuceae تعلق دارد و گیاهی مدیترانه‌ای است که بومی غرب آسیا، اروپا، آمریکای شمالی و مصر است و رنگ‌های مختلفی از پرینت (پریانت) از سفید، قرمز تا آبی دارد (Norbaek et al., 2002). به عنوان یک جایگزین معروف قهوه شناخته می‌شود. این گیاه تاریخ طولانی از استفاده دارویی دارد و به ویژه به خاطر اثرات تونیک آن بر روی دستگاه گوارش و کبد مشهور است (Street et al., 2013). سطوح افزایش یافته آنزیم‌های سرم AST و ALT و بیلی روبین ناشی از آسیب کبدی القا شده توسط CCl_4 در موش‌ها به طور قابل توجهی کاهش یافت، در حالی که سطوح کاهش یافته آلومین و پروتئین‌ها در موش‌های درمان شده با کلانوس ریشه *C. intybus* و عصاره‌های طبیعی ریشه افزایش یافت. با این حال، ترکیبات حاصل از سلول‌های کشت شده *C. intybus* به طور مؤثرتری نسبت به عصاره طبیعی ریشه در برابر آسیب کبدی ناشی از CCl_4 عمل می‌کنند (Elgengaihi et al., 2016).

۲-۹. *S. nigrum* L.

S. nigrum L. که به طور معمول به عنوان "شب پره سیاه" شناخته می‌شود، یک گونه از خانواده Solanaceae است (Jimoh et al., 2010). این گیاه علفی رایج است که به طور فراوان در مناطق وحشی و زمین‌های باز در مناطق معتدل رشد می‌کند (Li et al., 2008) و به عنوان یک عامل محافظت کننده کبدی قوی استفاده شده است (Liu et al., 2016). میوه *S. nigrum* در طب سنتی مکزیکی به عنوان یک تونیک عصبی استفاده می‌شود و همچنین اعتقاد بر این است که خواص ضد توموری دارد (Son et al., 2003). فعالیت پاکسازی رادیکال‌های آزاد و مهار پراکسیداسیون لیپیدها به عنوان یک مکانیزم احتمالی برای اثرات محافظت کننده کبدی و سایر فعالیت‌های دارویی این گیاه پیشنهاد شده است (Lin et al., 2008). مشاهده کردند که درمان با عصاره آبی *S. nigrum* به طور مؤثری سطوح سرمی آنزیم‌های کبدی، آلکالین فسفاتاز (ALP)، ترانس آمیناز گلوتامیک-پروویک سرم (SGPT)، ترانس آمیناز گلوتامیک اگرالوستیک سرم (SGOT) و بیلی روبین کل، هیدروکسیل و رادیکال‌های سوپر اکسید را در موش‌ها کاهش داد. محتوای کبدی گلوکاتایون (GSH) و بیان آنزیم



آنتی اکسیدانی؛ SOD و سطوح کاهش یافته آنزیم های سم زدایی و گلو تاتیون-S ترانسفراز به سطوح کنترل توسط تجویز عصاره آبی *S. nigrum* باز گردانده شد. هیستوپاتولوژی کبد نشان داد که این عصاره وقوع ضایعات کبدی از جمله نفوذ لنفوسیت ها، ورم ابری سلول های کبدی، تکثیر بافت همبند فیبروزی و نکروز کبدی ناشی از CCl₄ را کاهش داده است. این اثر محافظت کننده کبدی ممکن است به دلیل تنظیم فعالیت آنتی اکسیدانی، آنزیم های سم زدایی و اثرات پاکسازی رادیکال های آزاد آن باشد. در مطالعه دیگری حسیه و همکارانش فیبروز کبدی را با تجویز تیواستامید در موش ها القا کردند و آن ها را با آب مقطر و عصاره *S. nigrum* از طریق تجویز خوراکی به مدت ۱۲ هفته درمان کردند. این درمان سطوح هیدروکسی پرولین کبدی و پروتئین- α اکتین عضله صاف را در موش ها کاهش داد و سطوح mRNA کلاژن و فاکتور رشد تبدیل کننده β 1- ناشی از تیواستامید را در کبد مهار کرد (Hsieh et al., 2008). بررسی هیستولوژیکی کبد نیز تأیید کرد که این عصاره درجه فیبروز ناشی از درمان تیواستامید را کاهش داده است که احتمالاً دلیل کاهش فیبروز کبدی است.

۲-۱۰. *S. mukorossi* Gaertn

S. mukorossi Gaertn که به طور معمول به عنوان ریتا یا آریتا شناخته می شود، به طور فراوان در هند یافت می شود. میوه این گیاه دارای اثرات خلط آور، مسهل، پادزهر و سقط آور گزارش شده است. علاوه بر این، از آن در درمان صرع، ترشح شدید بزاق و کلروز استفاده می شود (Suhagia et al., 2011). ساپونین های استخراج شده از این گیاه دارای خاصیت اسپرم کشی (در آزمایشگاه) هستند و به همین دلیل در کرم های ضد بارداری استفاده شده اند (Rastogi et al., 1999). مطالعات داروشناسی موکورو سی و همکارانش نشان داده اند که این گیاه پتانسیل اثر به عنوان عوامل محافظت کننده کبدی را دارد (Upadhyay et al., 2012). برای ارزیابی فعالیت محافظت کننده کبدی *S. mukorossi*، موش های نر ویستار با CCl₄ درمان شدند. تجویز CCl₄ به موش های طبیعی سطوح سرمی ALT، AST، ALP و بیلی روبین را افزایش داد. این آنزیم ها در نهایت باعث آسیب به سلول های کبدی می شوند. سلول های کبدی درمان شده با CCl₄ که در پتری دیش کشت شده بودند، با عصاره های *S. mukorossi* درمان شدند و گزارش شد که سطوح این آنزیم ها را کاهش می دهند. هنگامی که مطالعات هیستوپاتولوژیکی بر روی موش های درمان شده با CCl₄ انجام شد، نشان داد که این ماده همچنین باعث تخریب ساختار معماری سلول های هدف می شود. با این حال، موش هایی که با *S. mukorossi* درمان شده بودند، طراحی ساختاری لوبولی طبیعی را نشان دادند که نشان دهنده خواص ترمیمی آن و بنابراین اثرات محافظت کننده کبدی آن است (Upadhyay et al., 2012).

۲-۱۱. *G. biloba* L

G. biloba L به خانواده Ginkgoaceae تعلق دارد (Theplantlist, 2013). این گیاه یکی از گیاهان مهم در طب سنتی چینی است. عصاره برگ *G. biloba* L گزارش شده است که فعالیت های درمانی علیه مشکلات نقص حافظه مرتبط با سن، از جمله آلزایمر و زوال عقل؛ اثرات محافظت کننده قلب، ضد آسم، ضد دیابت، محافظت کننده کبد، محافظت کننده در



برابر نور، مکانیزم ترمیم DNA، آنتی اکسیدانی و فعالیت های ضد التهابی دارد. با فعالیت قوی محافظت کننده کبدی در مطالعات متعدد مرتبط است (Parimoo et al., 2014). این گیاه سیستم حفاظت آنتی اکسیدانی سلولی را که شامل گلوکاتیون پراکسیداز، گلوکاتیون-S ترانسفراز، گلوکاتیون ردوکتاز، تیول های غیر پروتئینی، کاتالاز و آنزیم های آنتی اکسیدانی (SOD) است، تقویت می کند. اتصال یک قسمت خاص از گیاه به فسفاتیدیل کولین، فیتوزوم هایی تولید می کند که نسبت به عصاره های گیاهی سنتی کارایی بهتری دارند (Naik et al., 2006). ریفامپیسین یک آنتی بیوتیک است که به طور گسترده ای در شیمی درمانی سل استفاده می شود. گزارش شده است که این دارو باعث مسمومیت کبدی می شود، دلیلی که ناشناخته است زیرا همیشه به صورت ترکیبی با سایر آنتی بیوتیک ها مانند ایزونیازید و اتامبوتول تجویز می شود. موش های آزمایشگاهی ویستار با ریفامپیسین درمان شدند که باعث مسمومیت کبدی در آن ها شد. نمونه های خون آن ها گرفته شد و آزمایش هایی برای تعیین سطح SGPT، SGOT و ALP انجام شد. سطوح بالای SGOT، SGPT و ALP نشان دهنده آسیب کبدی است، زیرا این آنزیم ها در صورت آسیب کبدی از کبد به خون منتقل می کنند. با درمان همزمان از طریق Ginkoselect® و Phytosome® داروی استاندارد سیلیمارین، سطوح آنزیم های نشانگر در سرم تقریباً در سطح نرمال یا به طور جزئی افزایش یافته بودند. این موضوع کیفیت محافظت کننده کبدی گیاه *G. biloba* را نشان می دهد. همچنین سطوح پروتئین کل و آلبومین را افزایش می دهد که نشان دهنده اثرات محافظت کننده کبدی آن است. سنتز پروتئین ها روند بازسازی سلول های کبدی را تسریع می کند. ریفامپیسین یک آنتی بیوتیک است که به طور گسترده ای در شیمی درمانی سل استفاده می شود. گزارش شده است که این دارو باعث مسمومیت کبدی می شود، دلیلی که ناشناخته است زیرا همیشه به صورت ترکیبی با سایر آنتی بیوتیک ها مانند ایزونیازید و اتامبوتول تجویز می شود. موش های آزمایشگاهی ویستار با ریفامپیسین درمان شدند که باعث مسمومیت کبدی در آن ها شد. نمونه های خون آن ها گرفته شد و آزمایش هایی برای تعیین سطح SGPT، SGOT و ALP انجام شد. سطوح بالای SGOT، SGPT و ALP نشان دهنده آسیب کبدی است، زیرا این آنزیم ها در صورت آسیب کبدی از کبد به خون منتقل می کنند. با درمان همزمان از طریق Ginkoselect® و Phytosome® داروی استاندارد سیلیمارین، سطوح آنزیم های نشانگر در سرم تقریباً در سطح نرمال یا به طور جزئی افزایش یافته بودند. این موضوع کیفیت محافظت کننده کبدی گیاه *G. biloba* را نشان می دهد. همچنین سطوح پروتئین کل و آلبومین را افزایش می دهد که نشان دهنده اثرات محافظت کننده کبدی آن است. سنتز پروتئین ها روند بازسازی سلول های کبدی را تسریع می کند (Naik et al., 2006).

۱۲-۲. محصولات گیاهی برجسته و پتانسیل محافظت کبدی آن

تعداد محصولات محافظت کننده کبدی از گیاهان به طور مداوم در حال افزایش است. علاوه بر نقش محافظت کننده کبدی یک کلاس عمومی از فنول ها و فلاونوئیدها، بسیاری از مطالعات ترکیبات خاصی را برای نقش مطلوب آن ها در هپاتیت و سایر اختلالات کبدی تعریف کرده اند (Shehab et al., 2015). برخی از گیاهان مهم و محصولات آن ها در شکل ۳ برجسته شده اند. در میان ترکیبات مختلف، چند مورد به خاطر نقش امیدوار کننده شان در التهاب کبدی متمایز شده اند. بنابراین، ما شش ترکیب مهم را برای نقش محافظت کننده کبدی آن ها انتخاب کرده ایم به عنوان مثال، کورتسین، یک فلاونول اصلی که به طور



معمول در بیشتر گیاهان یافت می‌شود، یک عامل قوی محافظت کننده کبدی است. اولین پایه قدرت مبتنی بر کورتسین به فعالیت آنتی اکسیدانی این ترکیب نسبت داده شده است. یکی از مکانیزم‌های خاص مکمل کورتسین از طریق سیتوتوکسیته ناشی از اتانول که بر فعالیت سوپر اکسید دیسموتاز، کاتالاز، گلوکاتایون پراکسیداز و گلوکاتایون ردوکتاز تأثیر می‌گذارد، تأسیس شده است. علاوه بر این مکمل کورتسین فعالیت گلوکاتایون ردوکتاز را که تحت تأثیر اتانول قرار گرفته بود، بازگرداند که به نوبه خود محتوای گلوکاتایون کبد را کاهش داد. همچنین، مکمل کورتسین به محافظت کبدی در برابر فلزات، آفت کش‌ها، داروها، سموم و ویروس‌ها نسبت داده شده است (Miltonprabu et al., 2016). رین (۴، ۵-دی هیدروکسی آنتراکونینون-۲-کربوکسیلیک اسید) یک ترکیب مهم دیگر محافظت کننده کبدی است که به طور گسترده‌ای در گیاهان دارویی مانند *Rheum palmatum* L., *Cassia tora* L. و *Polygonum multiflorum* Thunb. یافت می‌شود. مکانیزم عمل رین به عنوان تعدیل کننده آنزیم‌های CYP در کبد موش، کاهش سطح کلسترول کل و تری گلیسیرید در سرم و بهبود متابولیسم گلوکز و لیپید توصیف شده است. به طور مشابه، رین سطوح ALT سرم، اسید هیالورونیک، پروکلاژن نوع III و مالوندی آلدئید کبدی را کاهش داده و بیان فاکتور رشد ترانسفورماتور بتا ۱ و آلفا-اکتین ماهیچه‌ای صاف را در موش‌های مبتلا به فیروز کبدی ناشی از تتراکلرید/اتانول مهار کرد به طور مشابه، فلاونوئیدها، لیگنان‌ها، ترپنوئیدها و استروئیدها از *Vitex negundo* L. نیز نشان داده‌اند که فعالیت‌های محافظت کننده کبدی موثری دارند (Zheng et al., 2015). عصاره‌های حاوی این ترکیبات توانسته‌اند پارامترهای بیوشیمیایی و عملکردی را بهبود بخشند و بنابراین آسیب ناشی از CCl₄ را در موش‌های کبدی کاهش داده‌اند. به عنوان مثال، نگوندوساید، که یک گلیکوزید است، نشان داده شده که سمیت ناشی از کلسم و استرس اکسیداتیو ناشی از CCl₄ را از طریق تنظیم هموستاز کلسم و کاهش تولید ROS و لیپید پراکسیداسیون کاهش می‌دهد (Zheng et al., 2015). یزولیکوریژنین، که از ریشه‌های گیاهان متعلق به شیرین بیان، از جمله *Glycyrrhiza uralensis* و *Glycyrrhiza glabra* و شیرین بیان مغولی جدا شده است، نشان داده است که به طور قابل توجهی نشانگرهای سمی کبدی، ترانس آمینازهای سرم، تری گلیسیرید، لیپید پراکسیداسیون، نیتریک اکسید و لاکتات دهیدروژناز را افزایش می‌دهد (Peng et al., 2015). یک ترکیب مهم دیگر، سیلیمارین از *S. marianum*، به عنوان یکی از مهم ترین محصولات گیاهی در برابر هپاتیت، به ویژه هپاتیت C شناخته شده است. سیلیمارین به طور مؤثری در بهبود وضعیت بیماری مؤثر بوده است. یک مطالعه توسط (Del Prete et al., 2012) پیشنهاد کرد که یک دوره ۶ ماهه از ۶۵۰ میلی گرم سیلیمارین در روز در بیماران مبتلا به هپاتیت C مزمن به طور قابل توجهی تیترا RNA ویروس هپاتیت C سرم را کاهش داده و سطح آمینوترانسفرازهای سرم را بهبود بخشید. به طور مشابه، گلیسیریزین، که به طور ساختاری یک ساپونین از *G. glabra* و سایر گونه‌های این جنس است، به عنوان یک عامل محافظت کننده کبدی شناخته شده است. گلیسیریزین نشان داده است که نقش مهمی در کاهش تشکیل ROS، کاهش GSH داخل سلولی و مهار دیپلاریزاسیون غشای میتوکندری دارد (Hosseinzadeh et al., 2015).



ادبیات موجود برای ارزیابی ایمنی بیشتر گیاهان و محصولات گیاهی محافظت کننده کبد و بازسازی کبد کافی نیست، زیرا بیشتر مطالعات تنها بر روی اثرات ضدسمی آن‌ها تمرکز دارند. با این حال، برخی از آزمایش‌های قبلی بر روی موش‌ها نشان می‌دهد که هیچ اثر منفی از تزریق داخل پریتونال عصاره‌های *A. membranaceus* با دوز ۰.۵ گرم به ازای هر کیلوگرم به مدت ۳۰ روز مشاهده نشده است، در حالی که دوزهای بزرگ (۱ گرم به ازای هر کیلوگرم) از عصاره‌های ریشه *A. membranaceus* منجر به جهش‌زایی در موش‌ها هنگام تزریق مستقیم به دیواره معده شد (Zhang et al., 2009) و هیچ سمیت قابل توجهی از غلظت‌های مختلف گلیسیریزین بر روی سلول‌های PLC/PRF/5 در شرایط آزمایشگاهی مشاهده نکردند. گاد گلی و همکارانش گزارش دادند که اسید-p متیل‌اکسی بنزوئیک استخراج شده از *C. spinosa* در غلظت ۱ میلی گرم در میلی لیتر هنگام استفاده بر روی هپاتوسیت‌های موش در شرایط آزمایشگاهی غیرسمی است. این موضوع ادعاهای مطرح شده در سیستم‌های سنتی پزشکی را تأیید می‌کند. به طور مشابه، سلیمارین نشان داده است که حتی در دوزهای بالا نیز فاقد سمیت و عوارض جانبی است (Gadgoli et al., 1999). آپادحیای و همکارانش گزارش کردند که سطح‌های بدون اثر مشاهده شده برای گلیسیریزین خالص در محدوده ۱۵ تا ۲۲۹ میلی گرم به ازای هر کیلوگرم در روز است و نتیجه‌گیری کردند که سطوح کنونی مصرف محصولات عصاره شیرین بیان و گلیسیریزین ایمن است (Upadhyay et al., 2007).

۱۴-۲. نیاز به آزمایش‌های پیش فروش و نظارت دارویی

گرچه چندین گیاه دارویی فعالیت بالقوه‌ای برای درمان بیماری‌های حاد و مزمن کبدی نشان می‌دهند، اما آزمایش‌های پیش فروش دارو و نظارت دارویی همانند هر داروی دیگری ضروری است. تا کنون، گیاهان دارویی برای درمان بیماری‌های مزمن کبدی نباید خارج از آزمایش‌های بالینی توصیه شوند، زیرا شواهد پشتیبان استفاده از آن‌ها ناکافی است و انتشار مقالات مرتبط با سیتوتوکسیته گیاهان دارویی باید تشویق شود (Stickel et al., 2005). علاوه بر این، مسائلی مانند تأیید محصولات/عصاره‌های گیاهی به عنوان دارو از سوی نهادهای نظارتی مانند اداره غذا و دارو یا هر نهاد معادل دیگری وجود دارد.

۳. نتایج

بررسی جامع ادبیات مربوط به گیاهان محافظت کننده کبد به وضوح نشان می‌دهد که داروهای گیاهی پتانسیل عظیمی برای درمان بیماری‌های کبدی دارند. در این مقاله، ما شایستگی علمی گیاهان منتخب را که برای مکانیزم‌های عمل محافظت کننده کبدی آن‌ها مطالعه شده‌اند، مرور کردیم. مکانیزم اصلی محافظت کبدی که توسط اکثر مطالعات شناسایی شده، مقابله با استرس اکسیداتیو است که به کبد آسیب می‌زند. ما اثر عصاره‌ها و ترکیبات مختلف از گیاهان بر آسیب کبدی را با توجه به تغییرات در پارامترهای بیوشیمیایی آن‌ها خلاصه کرده‌ایم. همچنین داده‌های ممکن موجود در ادبیات برای گیاهان مختلف در مورد ترکیبات فیتوشیمیایی آن‌ها را ارائه کردیم. نابرین، ما نتیجه‌گیری می‌کنیم که گیاهان و فرآورده‌های گیاهی یکی از مهم‌ترین منابع داروهای



محافظت کننده کبد و بازسازی کبد هستند. با این حال، تحقیقات بیشتری برای شناسایی، توصیف و استانداردسازی مواد مؤثر، ترکیبات مفید و فرآورده‌های آن‌ها برای درمان بیماری‌های کبدی مورد نیاز است. علاوه بر این، ترکیب داروهای گیاهی سنتی با داروهای مدرن و متعارف ممکن است یکی از بهترین گزینه‌ها برای درمان اختلالات کبدی و سایر بیماری‌ها و عفونت‌ها باشد.

۴. بحث و نتیجه گیری

اهمیت گیاهان دارویی از تخمین‌های سازمان بهداشت جهانی قابل تعیین است که بیان می‌کند تا ۸۰٪ از جمعیت جهان نیازهای بهداشتی خود را از گیاهان دارویی تأمین می‌کنند. (Mukhtar et al., 2008) استفاده از محصولات گیاهی دارویی بدون نسخه که حاوی داروهای مؤثر هستند و believed to have progressive effects with reduced side effects، به‌طور قابل توجهی افزایش یافته است. با این حال، در بسیاری از موارد، شکست‌های درمانی یا عوارض جانبی مشاهده شده است، زیرا مکانیسم‌های دارویی ترکیبات/فرآورده‌های گیاهی به‌خوبی مطالعه نشده‌اند مهم‌ترین نگرانی در مورد استفاده از گیاهان دارویی، شناسایی و استانداردسازی روش دقیق تهیه عصاره، شناسایی مواد مؤثر و جزئیات تجویز آن‌ها است (Yip & Kwan, 2006). در این راستا، غربالگری و توصیف سایر محصولات گیاهی ناشناخته در پزشکی سنتی ضروری است. ادغام استفاده درمانی از دانش پزشکی سنتی چینی با دانش پزشکی سنتی و سنتی شرقی یک زمینه کلیدی تحقیق است با این حال، باور بر این است که گیاهان دارویی کشت شده در مناطق جغرافیایی مختلف در اثرات درمانی خود در بیماری‌ها و عفونت‌های مختلف متفاوت هستند. به عنوان مثال، A. membranaceus که در پزشکی سنتی چینی استفاده می‌شود، از برخی مناطق خاص حاوی عناصر ردیابی مطلوب بیشتری و عناصر ردیابی مضر کمتری نسبت به آن‌هایی که از مناطق دیگر به‌دست می‌آیند، است. در این زمینه، استفاده از استراتژی‌های درمانی جدید مبتنی بر گیاهان طبیعی ممکن است مفید باشد تا حداقل سمیت، اثربخشی بالاتر و زمینه درمانی وسیع‌تری برای دستکاری مؤثر نسبت به محصولات دارویی موجود فراهم کند (Cho & Leung, 2007).

منابع

- Aik, S. R., Pilgaonkar, V. W., and Panda, V. S. (2006). Neuropharmacological evaluation of Ginkgo biloba phytosomes in rodents. *Phytotherapy research* : PTR, 20(10), 901–905.
- Akerele, O. (2015). *Medicinal plants: Their role in health and biodiversity*. Incorporated: University of Pennsylvania Press.
- AlAsmari, A. K., Al-Elaiwi, A. M., Athar, M. T., Tariq, M., Al Eid, A., and Al-Asmary, S. M. (2014). A review of hepatoprotective plants used in Saudi traditional medicine. *Evidence-based complementary and alternative medicine: eCAM*, 2014, 890842.
- Alehi, M., Karegar-Borzi, H., Karimi, M., and Rahimi, R. (2016). Medicinal plants for management of gastroesophageal reflux disease: A review of animal and human studies. *The Journal of Alternative and Complementary Medicine*, 23(2), 82–95.
- Ali, M., Afzal, S., Zia, A., Hassan, A., Khalil, A. T., Ovais, M., and Idrees, M. (2016). A systematic review of treatment response rates in Pakistani hepatitis C virus patients; current prospects and future challenges. *Medicine*, 95(50), e5327.



- Angiotensin II-stimulated collagen synthesis in fibroblasts. *Phytomedicine: international journal of phytotherapy and phytopharmacology*, 16(1).
- Anico, A. M., Cardile, V., Garufi, F., Puglia, C., Bonina, F., and Ronsisvalle, G. (2005). Protective effect of *Capparis spinosa* on chondrocytes. *Life Sciences*, 77(20), 2479–2488.
- Bahmani, M., Rafieian-Kopaei, M., Jeloudari, M., Eftekhari, Z., Delfan, B., Zargar, A., and Forouzan, S. (2014). A review of the health effects and uses of drugs of plant licorice (*Glycyrrhiza glabra* L.) in Iran. *Asian Pacific Journal of Tropical Disease*, 4, S847–S849.
- Chen, Z. W., Li, H., Ren, H., and Hu, P. (2016). Global prevalence of pre-existing HCV variants resistant to direct-acting antiviral agents (DAAs): Mining the GenBank HCV genome data. *Scientific Reports*, 6, 20310.
- Cho, W. C., and Leung, K. N. (2007). In vitro and in vivo immunomodulating and immunorestorative effects of *Astragalus membranaceus*. *Journal of Ethnopharmacology*, 113(1), 132–141.
- Del Prete, A., Scalera, A., Iadevaia, M. D., Miranda, A., Zulli, C., Gaeta, L., and Loguercio, C. (2012). Herbal products: Benefits, limits, and applications in chronic liver disease. *Evidence-based Complementary and Alternative Medicine*, 2012, 19.
- Dhiman, R. K., and Chawla, Y. K. (2005). Herbal medicines for liver diseases. *Digestive Diseases and Sciences*, 50(10), 1807–1812.
- DNADamage, oxidative stress and inflammation through inhibition of MAPK/p53 signaling. *PLoS One*, 10(3), e0119214.
- Ekor, M. (2013). The growing use of herbal medicines: Issues relating to adverse reactions and challenges in monitoring safety. *Frontiers in Pharmacology*, 4, 177.
- Elgengaihi, S., Mossa, A.-T. H., Refaie, A. A., and Aboubaker, D. (2016). Hepatoprotective efficacy of *Cichorium intybus* L. extract against carbon tetrachloride-induced liver damage in rats. *Journal of Dietary Supplements*, 13(5), 570–584.
- Eng, S., Luo, R., Dai, A., Guo, Z., Guo, R., and Komesaroff, P. A. (2009). A pharmaceutical preparation of *Salvia miltiorrhiza* protects cardiac myocytes from tumor necrosis factor-induced apoptosis and reduces
- Erenci, P., Scherzer, T. M., Kerschner, H., Rutter, K., Beinhardt, S., Hofer, H., and Steindl-Munda, P. (2008). Silibinin is a potent antiviral agent in patients with chronic hepatitis C not responding to pegylated interferon/ribavirin therapy. *Gastroenterology*, 135(5), 1561–1567.
- Gadgoli, C., and Mishra, S. H. (1999). Antihepatotoxic activity of p-methoxy benzoic acid from *Capparis Spinosa*. *Journal of Ethnopharmacology*, 66(2), 187–192.
- Han, E. W. C., Baba, S., Chan, H. T., Kainuma, M., Tangah, J. (2016). Medicinal plants of sandy shores: A short review on *Vitex trifolia* L. and *Ipomoea pes-caprae* (L.) R. Br
- Hanh, N. D., Sinchaipanid, N., and Mitrevej, A. (2014). Physicochemical characterization of phyllanthin from *Phyllanthus amarus* Schum. et Thonn. *Drug Development and Industrial Pharmacy*, 40(6), 793–802.
- Hepatotoxicity induced by acetaminophen in spontaneously hypertensive rats. *Evidence-based complementary and alternative medicine : eCAM*, 2015, 538317.
- Heplantlist, 2013. The Plant list Version 1.1. Published on the Internet. Tomlinson, T. R., and Akerele, O. (2015). *Medicinal plants: Their role in health and biodiversity*. Incorporated: University of Pennsylvania Press.
- Heplantlist. (2013). The Plant list Version 1.1. Published on the Internet
- Ho, W. C., and Leung, K. N. (2007). In vitro and in vivo immunomodulating and immunorestorative effects of *Astragalus membranaceus*. *Journal of Ethnopharmacology*, 113(1), 132–141.



- Hong, M., Li, S., Wang, N., Tan, H.-Y., Cheung, F., and Feng, Y. (2017). Abiomedical investigation of the hepatoprotective effect of *Radix salviaemiltiorrhizae* and network pharmacology-based prediction of the active compounds and molecular targets. *International Journal of Molecular Sciences*, 18(3), 620.
- Hosseinzadeh, H., and Nassiri-Asl, M. (2015). Pharmacological effects of *Glycyrrhiza* spp. and its bioactive constituents: Update and review. *Phytotherapy Research*, 29(12), 1868–1886.
- Hunter, P. M., and Hegele, R. A. (2017). Functional foods and dietary supplements for the management of dyslipidaemia. *Nature reviews. Endocrinology*, 13(5), 278–288.
- I, X., Qu, L., Dong, Y., Han, L., Liu, E., Fang, S., and Wang, T. (2014). A review of recent research progress on the astragalus genus. *Molecules (Basel, Switzerland)*, 19(11), 18850–18880.
- Ilyas, U., Katare, D. P., Aeri, V., and Naseef, P. P. (2016). A review on Hepatoprotective and immunomodulatory herbal plants. *Pharmacognosy Reviews*, 10(19), 66–70.
- Isbrucker, R. A., and Burdock, G. A. (2006). Risk and safety assessment on the consumption of Licorice root (*Glycyrrhiza* sp.), its extract and powder as a food ingredient, with emphasis on the pharmacology and toxicology of glycyrrhizin. *Regulatory toxicology and pharmacology : RTP*, 46(3), 167–192.
- Jia, X., Li, P., Wan, J., and He, C. (2017). A review on phytochemical and pharmacological properties of *Litsea coreana*. *Pharmaceutical Biology*, 55(1), 1368–1374.
- Jimoh, F. O., Adedapo, A. A., and Afolayan, A. J. (2010). Comparison of the nutritional value and biological activities of the acetone, methanol and water extracts of the leaves of *Solanum nigrum* and *Leonotis leonorus*. *Food and Chemical Toxicology: An International Journal Published for the British Industrial Biological Research Association*, 48(3), 964–971.
- Johnston, D. E., and Kroening, C. (1998). Mechanism of early carbon tetrachloride toxicity in cultured rat hepatocytes. *Pharmacology & Toxicology*, 83(6), 231–239.
- Kimura, M., Moro, T., Motegi, H., Maruyama, H., Sekine, M., Okamoto, H., and Ogihara, M. (2008). In vivo glycyrrhizin accelerates liver regeneration and rapidly lowers serum transaminase activities in 70% partially hepatectomized rats. *European Journal of Pharmacology*, 579(1–3), 357–364.
- Lam, S. K., and Ng, T. B. (2009). A protein with antiproliferative, antifungal and HIV-1 reverse transcriptase inhibitory activities from caper (*Capparis spinosa*) seeds. *Phytomedicine : international journal of phytotherapy and phytopharmacology*, 16(5), 444–450.
- Li, J., Li, Q., Feng, T., and Li, K. (2008). Aqueous extract of *Solanum nigrum* inhibit growth of cervical carcinoma (U14) via modulating immune response of tumor bearing mice and inducing apoptosis of tumor cells. *Fitoterapia*, 79(7–8), 548–556.
- Li, T. S. C. (2016). *Chinese & related north american herbs: Phytopharmacology & therapeutic values* (Second ed.). CRC Press
- Lin, H. M., Tseng, H. C., Wang, C. J., Lin, J. J., Lo, C. W., and Chou, F. P. (2008). Hepatoprotective effects of *Solanum nigrum* Linn extract against CCl₄-induced oxidative damage in rats. *Chemico-Biological Interactions*, 171(3), 283–293.
- Liu, F. P., Ma, X., Li, M. M., Li, Z., Han, Q., Li, R., and Lin, Y. X. (2016). Hepatoprotective effects of *Solanum nigrum* against ethanol-induced injury in primary hepatocytes and mice with analysis of glutathione S-transferase A1. *Journal of the Chinese Medical Association*, 79(2), 65–71.
- Microscopy and microanalysis: The official journal of Microscopy Society of America, Microbeam Analysis Society, Microscopical Society of Canada: 1–2.



- Miltonprabu, S., Tomczyk, M., Skalicka-Woźniak, K., Rastrelli, L., Daglia, M., Nabavi, S. F., and Nabavi, S. M. (2016). Hepatoprotective effect of quercetin: From chemistry to medicine. *Food and Chemical Toxicology*.
- Nabavi, S. F., Maggi, F., Daglia, M., Habtemariam, S., Rastrelli, L., and Nabavi, S. M. (2016). Pharmacological effects of *Capparis spinosa* L. *Phytotherapy research : PTR*, 30(11), 1733–1744.
- Norbaek, R., Nielsen, K., and Kondo, T. (2002). Anthocyanins from flowers of *Cichorium intybus*. *Phytochemistry*, 60(4), 357–359.
- Panico, A. M., Cardile, V., Garufi, F., Puglia, C., Bonina, F., and Ronsisvalle, G. (2005). Protective effect of *Capparis spinosa* on chondrocytes. *Life Sciences*, 77(20), 2479–2488.
- Parimoo, H. A., Sharma, R., Patil, R. D., Sharma, O. P., Kumar, P., and Kumar, N. (2014). Hepatoprotective effect of Ginkgo biloba leaf extract on lantadenes-induced hepatotoxicity in guinea pigs. *Toxicon*, 81, 1–12.
- Park, E. J., Zhao, Y. Z., Kim, Y. C., and Sohn, D. H. (2009). Preventive effects of a purified extract isolated from *Salvia miltiorrhiza* enriched with tanshinone I, tanshinone IIA and cryptotanshinone on hepatocyte injury in vitro and in vivo. *Food and Chemical Toxicology: An International Journal Published for the British Industrial Biological Research Association*, 47(11), 2742–2748.
- Peng, F., Du, Q., Peng, C., Wang, N., Tang, H., Xie, X., and Chen, J. (2015). A review: The pharmacology of Isoliquiritigenin. *Phytotherapy research : PTR*, 29(7), 969–977.
- Pereira, C., Barros, L., and Ferreira, I. C. F. R. (2016). Extraction, identification, fractionation and isolation of phenolic compounds in plants with hepatoprotective effects. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 96(4), 1068–1084.
- Rastogi, R. P., and MB (1999). *Compendium of Indian medicinal plants*. CDRI Publication: New Delhi, 2, 609–610.
- Reitag, A. F., Cardia, G. F. E., da Rocha, B. A., Aguiar, R. P., Silva-Comar, F. M. D. S., Spironello, R. A., and Cuman, R. K. N. (2015). Hepatoprotective effect of Silymarin (*Silybum marianum*) on Rodrigues, N., Almeida, A., Silva, H., Pinto, D., Seca, A., and Pereira, M. (2016). Potential anti-inflammatory effects of *Artemisia gorgonum* on rat liver injury induced by CCl₄—ERRATUM.
- Rinnerthaler, M., Streubel, M. K., Bischof, J., and Richter, K. (2015). Skin aging, gene expression and calcium. *Exp. Gerontol*, 68: 59–65.
- Romeo, V., Ziino, M., Giuffrida, D., Condurso, C., and Verzera, A. (2007). Flavour profile of capers (*Capparis spinosa* L.) from the Eolian archipelago by HS-SPME/GC–MS. *Food Chemistry*, 101(3), 1272–1278.
- Shehab, N. G., Abu Gharbieh, E., and Bayoumi, F. A. (2015). Impact of phenolic composition on hepatoprotective and antioxidant effects of four desert medicinal plants. *BMC Complementary and Alternative Medicine*, 15, 401.
- Son, Y. O., Kim, J., Lim, J. C., Chung, Y., Chung, G. H., and Lee, J. C. (2003). Ripe fruit of *Solanum nigrum* L. inhibits cell growth and induces apoptosis in MCF-7 cells. *Food and Chemical Toxicology: An International Journal Published for the British Industrial Biological Research Association*, 41(10), 1421–1428.
- Stickel, F., Patsenker, E., and Schuppan, D. (2005). Herbal hepatotoxicity. *Journal of Hepatology*, 43(5), 901–910.
- Street, R., Sidana, J., and Prinsloo, G. (2013). *Cichorium intybus*: Traditional uses, Phytochemistry, pharmacology, and toxicology. *Evidence-based Complementary and Alternative Medicine*, 2013, 13.



- Suhagia, B., Rathod, I., and Sindhu, S. (2011). *Sapindus mukorossi* (Areetha): an overview. *International Journal of Pharmaceutical Sciences and Research*, 2(8), 1905.
- Theplantlist. (2013). The Plant list Version 1.1. Published on the Internet. Tomlinson, T. R., and damage, oxidative stress and inflammation through inhibition of MAPK/p53 signaling. *PLoS One*, 10(3), e0119214.
- Tomlinson, T. R., and Akerele, O. (2015). *Medicinal plants: Their role in health and biodiversity*. Incorporated: University of Pennsylvania Press.
- Tomlinson, T. R., and Akerele, O. (2015). *Medicinal plants: Their role in health and biodiversity*. Incorporated: University of Pennsylvania Press.
- Tunca, R., Sozmen, M., Cital, M., Karapehlivan, M., Erginsoy, S., and Yapar, K. (2009). Pyridine induction of cytochrome P450 1A1, iNOS and metallothionein in Syrian hamsters and protective effects of silymarin. *Experimental and toxicologic pathology : official journal of the Gesellschaft fur Toxikologische Pathologie*, 61(3), 243–255.
- Ukhtar, M., Arshad, M., Ahmad, M., Pomerantz, R. J., Wigdahl, B., and Parveen, Z. (2008). Antiviral potentials of medicinal plants. *Virus Research*, 131(2), 111–120.
- Un, W. Y., Wei, W., Wu, L., Gui, S. Y., and Wang, H. (2007). Effects and mechanisms of extract from *Paeonia Lactiflora* and *Astragalus membranaceus* on liver fibrosis induced by carbon tetrachloride in rats. *Journal of Ethnopharmacology*, 112(3), 514–523.
- Upadhyay, A., and Singh, D. K. (2012). Pharmacological effects of *Sapindus mukorossi*. *Revista do Instituto de Medicina Tropical de São Paulo*, 54, 273–280.
- Upadhyay, G., Kumar, A., and Singh, M. P. (2007). Effect of silymarin on pyrogallol- and rifampicin-induced hepatotoxicity in mouse. *European Journal of Pharmacology*, 565(1–3), 190–201.
- Urai, P. F. (2015). Silymarin as a natural antioxidant: An overview of the current evidence and perspectives. *Antioxidants (Basel, Switzerland)*, 4(1), 204–247.
- Wan, J. M., Sit, W. H., Lee, C. L., Fu, K. H., and Chan, D. K. (2006). Protection of lethal toxicity of endotoxin by *Salvia miltiorrhiza* BUNGE is via reduction in tumor necrosis factor alpha release and liver injury. *International Immunopharmacology*, 6(5), 750–758.
- Wu, W., Wang, Y., and Que, L. (2006). Enhanced bioavailability of silymarin by self microemulsifying drug delivery system. *European journal of pharmaceuticals and biopharmaceutics : official journal of Arbeitsgemeinschaft fur Pharmazeutische Verfahrenstechnik e.V.*, 63(3), 288–294.



بررسی مکانسیم‌های اثر سیر به عنوان یک گیاه دارویی بر فشار خون

معصومه عاطفی^{*۱}

^{*۱} گروه بهداشت عمومی، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی شاهرود، شاهرود (atefimasoumeh@gmail.com)

چکیده

سیر سابقه طولانی در طب سنتی برای پیشگیری و کنترل بیماری‌های مختلف از جمله فشار خون بالا و بیماری‌های قلبی عروقی دارد. این مطالعه شواهد علمی در مورد اثربخشی سیر در پیشگیری و کنترل بیماری‌های ذکر شده را بررسی می‌کند. سیر دارای مواد فیتوکیماکال مانند آلیسین و آجئون، که این مواد دارای مزایای بالقوه ای برای سلامتی هستند. مطالعات بالینی که نشان دادند که مصرف سیر به خصوص در افراد دارای پر فشاری می‌تواند به کاهش فشار خون کمک کنند. سیر در افراد مبتلا به پرفشاری خون می‌تواند به دلیل خواص آنتی اکسیدان منجر به افزایش تولید اکسید نیتریک، بهبود عملکرد اندوتلیال شود. در حالی که سیر ممکن است فوایدی برای مدیریت فشار خون داشته باشد، نباید آن را جایگزین داروهای ضد فشار خون دانست. مطالعات کارآزمایی بالینی با حجم نمونه بالا، طول دوره‌های و دوزهای مختلف برای اثبات اثربخشی سیر در مدیریت فشار خون بالا ضروری است.

واژگان کلیدی: بیماری‌های قلبی عروقی، سیر، فشار خون



۱. مقدمه

سیستم قلبی عروقی نقش مهمی در حفظ هموستاز و گردش کارآمد خون در سراسر بدن دارد. مطالعات زیادی نشان دادند که اختلال در این سیستم می‌تواند منجر به طیفی از بیماری‌های قلبی عروقی از جمله آترواسکلروز، چربی خون، و فشار خون بالا شوند (Teruzzi et al., 2021; Abushanab et al., 2024; Boivin-Proulx et al., 2024). پرفشاری خون، که یک بیماری شایع قلبی عروقی است، نیاز به کشف مداخلات متنوع برای کنترل و مدیریت آن دارد. در میان مداخلات دارویی موجود، علاقه زیادی به مواد گیاهی طبیعی از جمله سیر وجود دارد (Ried, 2016). سیر یک گیاه از خانواده lily است و به دلیل کاربردهای آشپزی و خواص دارویی سنتی خود مشهور است که به دلیل ترکیبات زیست فعال آن، مانند ترکیبات حاوی گوگرد، آجوتن، آلین و آلیسین، با فواید سلامتی مختلفی همراه است (Piragine et al., 2022).

ترکیبات شیمیایی فعال اصلی سیر، ترکیبات آلی گوگردی هستند. آلین پیش ساز سایر مواد شیمیایی زیست فعال است. آلیناز دهیدروآلانین را هیدرولیز می‌کند و اسید آلیل سولفونیک تولید می‌کند. آلیسین استرس اکسیداتیو را کاهش می‌دهد، عملکرد میتوکندری را تقویت می‌کند و بر عوامل خطر CVD تأثیر می‌گذارد (Arellano-Buendía et al., 2021; Ribeiro et al., 2021). Vinyl-4H-1,3-dithiin دارای خواص ضد تکثیر و ضد مهاجرت است. دی آلیل سولفید، دی آلیل دی سولفید، دی آلیل تری سولفید و آلیل متیل سولفید همگی به اثرات مفید سیر بر سلامتی کمک می‌کنند (Arellano-Buendía et al., 2021).

سیر با مکانیسم‌های بیوشیمیایی و فیزیولوژیکی فشار خون را کاهش می‌دهد. در حالی که مسیرهای دقیق به طور کامل مشخص نشده است، چندین مکانیسم کلیدی بر اساس یافته‌های تحقیق پیشنهاد شده اند. برخی از مکانیسم‌ها شامل اتساع عروق از طریق انتشار اکسید نیتریک (NO)، بهبود عملکرد اندوتلیال، خواص آنتی اکسیدانی، مهار فعالیت آنزیم مبدل آنژیوتانسین (ACE)، دفع سدیم و آب و اثرات ضد التهابی می‌باشد (Arellano-Buendía et al., 2021).

آلین تری گلیسرید خون را کاهش می‌دهد، HDL را افزایش می‌دهد و تجمع چربی در میوکارد را مهار می‌کند. آلیسین از کلسیفیکاسیون عروقی جلوگیری می‌کند، مهاجرت سلول‌های اندوتلیال را تقویت می‌کند و فشار خون و چربی‌های پلاسما را کاهش می‌دهد و از بدن در مقابل استرس اکسیداتیو محافظت می‌کند (Ribeiro et al., 2021). اثر سیر در کاهش فشار خون می‌تواند بر اساس عوامل مختلفی مانند نوع سیر مورد استفاده (تازه، عصاره کهنه، مکمل‌ها)، پاسخ‌های فردی و دوز متفاوت باشد (Ried & Fakler, 2014). این مطالعه مروری با هدف بررسی اثربخشی سیر در بهبود فشار خون بالا، با تمرکز خاص بر فیتوکمیکال‌های تشکیل دهنده آن و اثرات آنها انجام شد.

در مورد اثر کاهنده فشار خون سیر و ترکیبات آن، مکانیسم‌های متعددی مورد بحث قرار گرفته‌اند که بسیاری از آنها در مسیرهای مولکولی همپوشانی دارند. مطالعات بر مسیرهای کلیدی مربوط به استرس اکسیداتیو تمرکز دارند. ما در این مطالعه به بررسی اثر سیر بر این مسیرها از جمله NF- κ B، H₂S، استرس اکسیداتیو، نیتریک اکسید، سیستم رنین-آنژیوتانسین-آلدوسترون و سلول‌های عضله صاف عروقی می‌پردازیم.

۲. مواد و روش‌ها

۲-۱. استراتژی جستجو



یک جستجوی آنلاین جامع از پایگاه داده‌های پزشکی Google Scholar و PubMed، Scopus، ISI web of Science تا ۸ فوریه سال ۲۰۲۵ انجام شد. جستجو دوره انتشار را محدود نکرد. از جستجوی کلمات کلیدی برای شناسایی مقالات بالقوه مورد علاقه در عنوان و چکیده استفاده شد. برای جست و جو از اصطلاحات سرفصل‌های موضوعی پزشکی (MESH) استفاده شد. در نهایت، ما یک جستجوی مستقیم از فهرست‌های مرجع مقالات اصلی و مقالات مروری برای شناسایی سایر آثار مرتبط انجام دادیم.

۲-۲. معیارهای ورود و خروج

مطالعات با این معیارهای ورود در بررسی مروری اخیر گنجانده شده است: (۱) داشتن طراحی آزمایشات بالینی؛ (۲) مداخله در نظر گرفته شود با سیر؛ (۳) بررسی اثرات مداخله روی فشار خون. معیارهای خروج از مطالعه ی ما شامل مقالات به سر دیبر، گزارش‌های موردی و مقالات مرتبط با پروتوکل مطالعه بودند.

۳. نتایج

سیر و ترکیبات آن از طریق مکانیسم‌های مختلف که در ادامه به آن اشاره می‌شود می‌توانند در کاهش فشار خون موثر باشند.

۳-۱. استرس اکسیداتیو

مطالعات نشان دادند که سیر کهنه شده فعالیت نیکوتین آمید آدنین دی نوکلئوتید فسفات اکسیداز را کاهش می‌دهد و فعالیت سوپراکسید دیسموتاز را افزایش می‌دهد و علاوه بر از بین بردن سوپراکسید (O_2^-) و پراکسی نتریت ($ONOO-S$) به طور کلی از افزایش فشار خون جلوگیری می‌کند. آلکسین به طور موثر رادیکال‌های آزاد را از بین می‌برد و رادیکال‌های هیدروکسیل (OH) را به دام می‌اندازد. همچنین با مهار فعالیت نیکوتین آمید آدنین دی نوکلئوتید فسفات اکسیداز، تشکیل ROS ناشی از آنژیوتانسین II را کاهش می‌دهد (Ried & Fakler, 2014).

۳-۲. فاکتور هسته ای کاپا ($NF-kB$)

ترکیبات موجود در سیر باعث مهار و سرکوب مسیر $NF-kB$ و رادیکال‌های آزاد سیتوزولی و میتوکندری در مدل‌های حیوانی دارای فشارخون بالا شد (Ried & Fakler, 2014).

۳-۳. سولفید هیدروژن

تولید سولفید هیدروژن توسط اثر کاتالیزوری سیستم‌های سیر افزایش می‌یابد (Arellano-Buendía et al., 2021). علاوه بر این، Benavides و همکاران. نشان داد که گلبول‌های قرمز انسان پلی سولفیدهای آلی سیر را به سولفید هیدروژن تبدیل می‌کند که باعث اتساع عروق و کاهش فشار خون می‌شود (Benavides et al., 2007). پلی سولفیدهای مشتق شده از سیر باعث تحریک سولفید هیدروژن و افزایش تنظیم نیتریک اکسید می‌شوند که به اتساع عروق و در نتیجه کاهش فشار خون کمک می‌کند (Ried & Fakler, 2014).

۳-۴. نیتریک اکسید



نیتریک اکسید به عنوان یک گشادکننده عروق برای حفظ فشار خون طبیعی عمل می کند (Chen et al., 2009). سیر مشابه N-استیل سیستئین با افزایش فراهمی زیستی NO و کاهش تولید رادیکال های آزاد مانند O₂ عمل می کند. مقدار نیتریک اکسید موجود در خون در حضور سیر یا عصاره سیر کهنه شده افزایش می یابد. سیر پس از جوشاندن یا ترکیب با اتانول دیگر آلیسین آن غیر فعال می شود و باعث تولید نیتریک اکسید نمی شود (Baik et al., 2022).

S-1 پروپیل سیستئین که از پیری سیر به دست می آید، فشار خون را در موش های دارای پرفشار خون کاهش می دهد. مولکول هایی مانند هیستیدین، تریپتوفان و لیزوفسفاتیدیل کولین در سیر NO پلازما را افزایش داد و باعث شل شدن عروق وابسته به اندوتلیوم می شود. علاوه بر این، آلیسین نشان داده شد که آنژیوتانسین II را مهار می کند. γ -گلوتامیل-S-آلیل سیستئین در سیر نیز ممکن است آنژیوتانسین را مسدود کرده و باعث اتساع عروق شود (Matsutomo, 2019). یک کارآزمایی تصادفی سه سوکورو توسط سرانو و همکاران در سال ۲۰۲۳ انجام گرفت. اثرات سیر بر روی افراد مبتلا به فشار خون درجه یک که تحت درمان دارویی بودند، مورد مطالعه قرار گرفت. این مطالعه نشان داد که سیر باعث کاهش قابل توجهی در فشار خون از طریق مکانیسم های بالقوه، از جمله افزایش نیتریک اکسید، ظرفیت آنتی اکسیدانی و کاهش اسید اوریک و مهار آنژیوتانسین می شود ولی هیچ افزایشی در سولفید هیدروژن، ظرفیت عملکرد اندوتلیال و هیچ اثر قابل توجهی بر نشانگرهای التهابی وجود نداشت. عدم تغییر در شاخص های التهابی می تواند به دلیل وضعیت التهابی پایین داوطلبان و دوزهای پایین عصاره سیر سیاه باشد (Serrano et al., 2023). یک مطالعه دیگر در سال ۲۰۲۰ روی موش های صحرایی ویتار توسط Hasimun و همکاران انجام شد. تمرکز این مطالعه بر اثرات سیر سیاه بر سفتی شریانی بود. این مطالعه نشان داد که سیر سیاه نیتریک اکسید را افزایش می دهد و وضعیت شریانی را بهبود می بخشد (Hasimun et al., 2020).

۵-۳. سیستم رنین-آنژیوتانسین-آلدوسترون

مطالعه ای نشان داد که ترکیبات موجود در سیر و کاپتوپریل به طور هم افزایی اثرات آنژیوتانسین را مهار می کنند و فشار خون را در موش ها کاهش می دهند (Asdaq & Inamdar, 2010). چند پپتید مشتق شده از سیر شامل سرین، تیروزین، فنیل آلانین، گلیسین، آسپارژین شناسایی شده اند که آنژیوتانسین را مهار می کنند. مطالعات بیشتر روی سیستم رنین آنژیوتانسین نشان داد که سیر و آلیسین می توانند کانال های سدیم اپیتلیال کلیه را مهار کنند، که منجر به احتباس سدیم و آب کمتر و غلظت سدیم ادرار بالاتر می شود. مطالعات نشان داد که سیر بیان ایزوفر-۱ مبدل سدیم-هیدروژن را و پروستاگلاندین E₂ کاهش می دهد. سیر باعث افزایش بازجذب سدیم در لوله دیستال کلیه می شود، به این ترتیب باعث کاهش فشار خون می شود (Shouk et al., 2014).

در مطالعه ای که توسط اجایی و اجایی در سال ۲۰۲۳ انجام شد پاسخ موش های دارای فشار خون به مصرف پودر سیر بر روی آنژیوتانسینوزن مورد بررسی قرار گرفت نتایج این مطالعه کاهش قابل توجهی را در بیان mRNA آنژیوتانسینوزن پس از مصرف سیر به مدت یک هفته نشان داد که این اثر احتمالاً ناشی از افزایش تحریک و انتشار پپتیدهای ناتیوریتیک از قلب است. در مجموع، این مطالعه نشان می دهد که سیر موجود در رژیم غذایی ممکن است توانایی سلول های قلبی برای آزادسازی پپتیدهای ناتیوریتیک را افزایش دهد و منجر به کاهش فشار خون گردد (Ajayi & Ajayi, 2023).

۷-۳. سلول های ماهیچه صاف عروقی

با توجه به اینکه هیپرپلازی و هیپرتروفی سلول های ماهیچه صاف عروقی در پاتوژنز فشار خون بالا از طریق عملکرد آنژیوتانسین II و سایر مولکول های سیگنال دهی دخیل هستند، تأثیر سیر بر روی سلول های ماهیچه صاف عروقی یا آنژیوتانسین II بسیار مورد توجه است



(Heeneman, Sluimer, & Daemen, 2007; Vahdatpour et al., 2023) مطالعات روی موش‌های پرفشار خون خود به خود نشان داد که سیر، فاز چرخه سلولی G0/G1 را قطع کرده و فسفوریلاسیون کیناز تنظیم‌شده با سیگنال خارج سلولی را کاهش می‌دهند. در نتیجه باعث کاهش تکثیر سلول‌های ماهیچه صاف عروقی می‌شود و از تولید رادیکال‌های آزاد ناشی از آنتی‌وتانسنین II جلوگیری می‌کند که معمولاً به کاهش فشار خون بالا کمک می‌کند (Shouk et al., 2014). باز کردن کانال‌های KATP توسط هیدروژن سولفید سیر موضوعی است که مورد بحث است، زیرا یون‌های پتاسیم از سلول‌های ماهیچه صاف عروقی‌ها خارج می‌شوند و برای القای اتساع عروق سیستمیک، هیپرپلاریزه می‌شوند (Piragine et al., 2022).

۴. بحث و نتیجه‌گیری

سیر و ترکیبات آن از طریق مکانیسم‌های مختلف، از جمله افزایش ظرفیت آنتی‌اکسیدانی، افزایش سطح نیتریک اکسید، مهار آنتی‌وتانسنین II و تسهیل شل شدن عروق، می‌تواند به طور مؤثری فشار خون را کاهش دهند. چندین مطالعه این اثرات را در مدل‌های حیوانی و آزمایشات انسانی نشان داده‌اند که سیر می‌تواند به عنوان یک افزودنی مفید به رژیم غذایی برای مدیریت فشار خون بالا در نظر گرفته شود.

تشکر و قدردانی

از دانشگاه علوم پزشکی شاهرود قدردانی می‌شود.

منابع

- Abushanab, D., Al-Badriyeh, D., Marquina, C., Liew, D., Al-Zaidan, M., Ghaith Al-Kuwari, M., Abdulmajeed, J., and Ademi, Z. (2024). Societal health and economic burden of cardiovascular diseases in the population with type 2 diabetes in Qatar. A 10-year forecasting model. *Diabetes, Obesity and Metabolism*, 26(1): 148-159.
- Ajayi, O. O., and Ajayi, O. B. (2023). Short-term Effects of Garlic-Based Diets on mRNA Expression of Angiotensinogen, Angiotensin-1 Converting Enzyme, and Atrial Natriuretic Peptide in Cyclosporine-Induced Prehypertensive Rats. *Annual Research & Review in Biology*, 38(5): 32-42.
- Arellano-Buendía, A. S., Juárez-Rojas, J. G., García-Arroyo, F. E., Sánchez-Lozada, L. G., Osorio-Alonso, H., Arellano-Buendía, A. S., Juárez-Rojas, J. G., García-Arroyo, F. E., Sánchez-Lozada, L. G., and Osorio-Alonso, H. (2021). Mecanismos moleculares de los efectos benéficos de la alicina sobre la enfermedad cardiovascular. *Archivos de Cardiología de México*, 92(3): 362-370.
- Asdaq, S. M., and Inamdar, M. N. (2010). Potential of garlic and its active constituent, S-allyl cysteine, as antihypertensive and cardioprotective in presence of captopril. *Phytomedicine*, 17(13): 1016-1026.
- Baik, J. S., Min, J. H., Ju, S. M., Ahn, J. H., Ko, S. H., Chon, H. S., Kim, M. S., and Shin, Y. Il. (2022). Effects of Fermented Garlic Extract Containing Nitric Oxide Metabolites on Blood Flow in Healthy Participants: A Randomized Controlled Trial. *Nutrients*, 14(24): 5238.
- Benavides, G. A., Squadrito, G. L., Mills, R. W., Patel, H. D., Isbell, T. S., Patel, R. P., Darley-USmar, V. M., Doeller, J. E., and Kraus, D. W. (2007). Hydrogen sulfide mediates the vasoactivity of garlic. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 104(46): 17977-17982.
- Boivin-Proulx, L. A., Haddad, K., Lombardi, M., Chong, A. Y., Escaned, J., Mukherjee, S., Forcillo, J., Potter, B. J., Coutinho, T., and Pacheco, C. (2024). Pathophysiology of Myocardial Infarction With Nonobstructive Coronary Artery Disease: A Contemporary Systematic Review. *CJC Open*, 6(2): 380-390.



Chen, Z. Y., Peng, C., Jiao, R., Wong, Y. M., Yang, N., and Huang, Y. (2009). Anti-hypertensive nutraceuticals and functional foods. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 57(11): 4485-4499.

Hasimun, P., Mulyani, Y., Rehulina, E., and Zakaria, H. (2020). Impact of Black Garlic on Biomarkers of Arterial Stiffness and Frontal QRS-T Angle on Hypertensive Animal Model. *Journal of Young Pharmacists*, 12(4): 338.

Heeneman, S., Sluimer, J. C., and Daemen, M. J. A. P. (2007). Angiotensin-converting enzyme and vascular remodeling. *Circulation Research*, 101(5): 441-454.

Matsutomo, T. (2019). Potential benefits of garlic and other dietary supplements for the management of hypertension (Review). *Experimental and Therapeutic Medicine*, 19(2): 1479-1484.

Piragine, E., Citi, V., Lawson, K., Calderone, V., and Martelli, A. (2022). Regulation of blood pressure by natural sulfur compounds: Focus on their mechanisms of action. *Biochemical Pharmacology*, 206: 115302.

Ribeiro, M., Alvarenga, L., Cardozo, L. F. M. F., Chermut, T. R., Sequeira, J., de Souza Gouveia Moreira, L., Teixeira, K. T. R., Shiels, P. G., Stenvinkel, P., and Mafra, D. (2021). From the distinctive smell to therapeutic effects: Garlic for cardiovascular, hepatic, gut, diabetes and chronic kidney disease. *Clinical Nutrition*, 40(7): 4807-4819.

Ried, K. (2016). Garlic lowers blood pressure in hypertensive individuals, regulates serum cholesterol, and stimulates immunity: An updated meta-analysis and review. *Journal of Nutrition*, 146(2): 389S-396S.

Ried, K., and Fakler, P. (2014). Potential of garlic (*Allium sativum*) in lowering high blood pressure: Mechanisms of action and clinical relevance. *Integrated Blood Pressure Control*, 7: 71-82.

Serrano, J. C. E., Castro-Boqué, E., García-Carrasco, A., Morán-Valero, M. I., González-Hedström, D., Bermúdez-López, M., Valdivielso, J. M., Espinel, A. E., and Portero-Otín, M. (2023). Antihypertensive Effects of an Optimized Aged Garlic Extract in Subjects with Grade I Hypertension and Antihypertensive Drug Therapy: A Randomized, Triple-Blind Controlled Trial. *Nutrients*, 15(17): 3691.

Shouk, R., Abdou, A., Shetty, K., Sarkar, D., and Eid, A. H. (2014). Mechanisms underlying the antihypertensive effects of garlic bioactives. *Nutrition Research*, 34(2): 106-115.

Teruzzi, G., Baldi, G. S., Gili, S., Guarnieri, G., Montorsi, P., and Trabattini, D. (2021). Spontaneous coronary artery dissections: A systematic review. *Journal of Clinical Medicine*, 10(24): 5925.

Vahdatpour, C., Epstein, S., Jones, K., Smoot, M., Parker, A., Ryan, J., and Bryant, A. (2023). A review of cardio-pulmonary microvascular dysfunction in pulmonary hypertension. *American Heart Journal Plus: Cardiology Research and Practice*, 26: 100255.



مطالعات بیوانفورماتیک برخی ترکیبات ترپنی اساسی خانواده نعنائیان بر روی آنزیمهای

سمزدایی حشره بید سیب زمینی

زهرا صادقی^{*۱}

^۱گروه تولید و بهره برداری از گیاهان دارویی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه سراوان، سراوان سیستان و بلوچستان، ایران

(sadeghi.phytochem@gmail.com)

چکیده

استفاده بیش از حد از سموم و آفت کشها برای کنترل آفات گیاهی و محصولات کشاورزی منجر به مقاومت این آفات در برابر سموم شده که تهدیدی برای سلامت عمومی قلمداد می شود. هدف از این مطالعه بررسی اثر مهارکنندگی برخی ترکیبات مهم ترپنی اساسی گیاهی، برای مهار آنزیمهای سم زدایی گلوکوتایون S-ترانسفرازها (GST) و سیتوکروم (CYP) P450 در محیط *in silico* می-باشد. در این مطالعه لیگاندهایی با تمایل بالا نسبت به رزیدوهای جایگاه فعال آنزیمهای هدف با استفاده از گلاید داکینگ شناسایی شدند تا برای محاسبات بیشتر براساس روش القای قالب با استفاده از نرم افزار شرودینگر مورد تجزیه و تحلیل قرار بگیرند. به این منظور نخست ساختار ترکیبات ترپنی اساسی گیاهی و آنزیم-های مورد بررسی به ترتیب از پایگاه-های PubChem و PDB دریافت شدند. برای انجام داکینگ مولکولی و برهمکنش میان ترکیبات گیاهی و آنزیمهای مورد نظر از محیط-های ViewerLite، Chimera 1.14، Discovery Studio، AutoDockTools-1.5.6 و AutoDock Vina استفاده شد. در نهایت، نتایج با استفاده از برنامه های Chimera UCSF و Ligplot مورد آنالیز قرار گرفت. پتانسیل مهار آنزیمها نشان دادند ترکیبات هومولن، β -کاریوفیلن و α -کادینول بیشترین برهمکنش را با CYP و GST نشان دادند. بر اساس نتایج به دست آمده از مطالعات داکینگ، این ترکیبات با منفی-ترین سطح انرژی اتصال تمایل بیشتری برای اتصال به آمینواسیدهای کلیدی جایگاه فعال هر دو آنزیم مورد مطالعه دارد. بنابراین ترکیبات مذکور می-توانند به عنوان نامزدهای بسیار مناسبی برای بررسی آزمایشگاهی و *in vivo* فعالیت ضد حشره محسوب شوند.

واژگان کلیدی: ترکیبات ترپنی، داکینگ، سیتوکروم P450، گلوکوتایون S-ترانسفراز



۱. مقدمه

بید سیب زمینی با نام عمومی potato tuber moth یکی از زیان آورترین آفات سیب زمینی در انبار و مزرعه می باشد که با ایجاد دالانهای تغذیه ای لاروی داخل غده های سیب زمینی تشدید می شود. این حشره یکی از آفات مهم در اکثر کشورها از جمله ایران به شمار می آید. خسارت ناشی از بید سیب زمینی در انبارها از ۳۰ تا ۷۰ درصد گزارش شده است (Rafiee-Dastjerdi et al., 2013). باتوجه به اهمیت این آفت تاکنون تحقیقات زیادی جهت کنترل آن در نقاط دنیا صورت گرفته از نتایج این تحقیقات چنین استنباط می شود که به دلیل مخفی بودن قسمتی از سیکل زندگی حشره آفت و عدم موفقیت آفت کش های شیمیایی و هم چنین اثر مخرب زیست محیطی آنها سایر روشها مانند استفاده از روشهای کنترل بیولوژیک و مدیریت تلفیقی آفات و استفاده از اسانس گیاهان به عنوان آفتکش های گیاهی میتواند موثر باشد (Ayvaz et al., 2010). خواص ضد حشره ترپنوئیدهای اسانس گیاهی از چندین مکانیزم مولکولی از جمله مهار آنزیمی بازدارندگی رشد و تغییرات ریخت شناختی حشره (Rasouli et al., 2020) تشکیل شده است. روشهای کامپیوتری مانند داکینگ مولکولی به منظور فراهم آوردن داده های با کیفیت بالا برای فهم مدهای اتصال و نحوه عملکرد متابولیت های مورد مطالعه علیه گیرنده های منتخب توسعه یافته اند (Rasouli et al., 2017). نتیجه استعمال حشره کش ها، مرگ اکثر حشرات می باشد. تعداد اندک حشرات باقی مانده ولی مقاوم بعد از چند نسل، جمعیت جدید و مقاومی را بوجود می آورند که سبب ترمیم جمعیت اولیه می گردد. نحوه عملرد این مقاومتها عبارتست از: ۱- جلوگیری از رسیدن سم به منطقه حساس بدن حشره و ۲. مکانیسم غیر سمی ساختن (detoxification) سموم در بدن حشره. سمزدایی متابولیک، از مکانیزم های مهم در فیزیولوژی است. که به معنی سمزدایی طبیعی توسط خود بدن از طریق پروسه های متابولیک درون بدن (مثلا توسط آنزیم ها) است. مهم ترین آنزیم های این مسیر، گلوکاتایون S-ترانسفرازها (GST) و سیتوکروم P450 (CYP) می باشند. هدف این مطالعه یافتن کاندیدهای مناسب از گیاهان به عنوان آفتکش های گیاهی برای مدیریت بیولوژیکی آفات می باشد.

۲. مواد و روشها

۲-۱. مطالعه داکینگ مولکولی

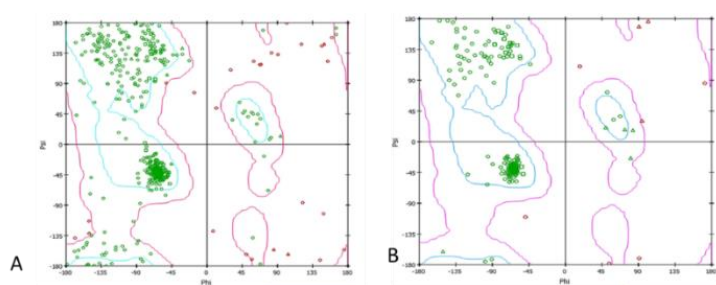
۲-۱-۱. مدلسازی آنزیمهای سیتوکروم P450 و گلوکاتایون S-ترانسفراز

آنزیمهای CYP و GST به دلیل نقشهای حیاتی این آنزیمها در چرخه حیات حشره برای بررسی برهمکنش آنها با ترکیبات اسانس انتخاب شده اند. طبق توالیهای شناخته شده اسیدهای آمینه GST و CYP برای حشره *Ostrinia furnacalis* به ترتیب با شماره دسترسی JF۷۹۳۶۸۱ و EU۸۰۷۹۹۰ موجود در پروتئین دیتا بانک، روش مدل سازی مقایسه ای با استفاده از نرم افزار 9.23 modeler به منظور دستیابی به حداکثر تشابه ژنتیکی با آنزیم حشره مورد مطالعه بید سیب زمینی انجام شد. همانطور که در شکل ۱ نشان داده شده است اعتبار سنجی ساختار سه بعدی آنزیمهای مدل پیش بینی شده توسط نمودارهای رامچاندرا نسه ۲۰.۱ استودیو دیسکآوری انجام شد. پس از مدلسازی ساختار آنزیمهای هدف با حذف آب و اضافه شدن هیدروژنها بهینه شده و فایلها با فرمت PDBQT برای تحقیقات برهمکنش مولکولها ذخیره شدند. گرید باکس با ابعاد Z:10.51, Y:55.15, X:10.51 و Z:46.84, Y:15.07, X:43.16 به ترتیب برای آنزیمهای CYP و GST و همچنین تعداد نقاط در هر بعد Z:32, Y:32, X:30 برای GST و Z:30, Y:32, X:38 برای CYP با بهینه سازی به دست آمد. فاصله گرید 1000Å و سایر پارامترها به صورت پیشفرض در نظر گرفته شدند. پس از انجام داکینگ مولکولی به وسیله نرم افزار اتوداک وینا Dock Auto 1.5.6 بهترین کانفور ماسیون با پایستترین میزان انرژی اتصال انتخاب شد. در نهایت مؤثرترین

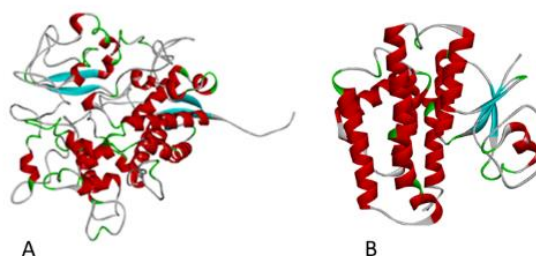
ترکیبات انتخاب و برهمکنشهای هیدروژنی و هیدروفوبی کمپلکس آنزیم-لیگاند به وسیله نرم افزار UCSF Chimera و LigPlot آنالیز گردید.

۳. نتایج

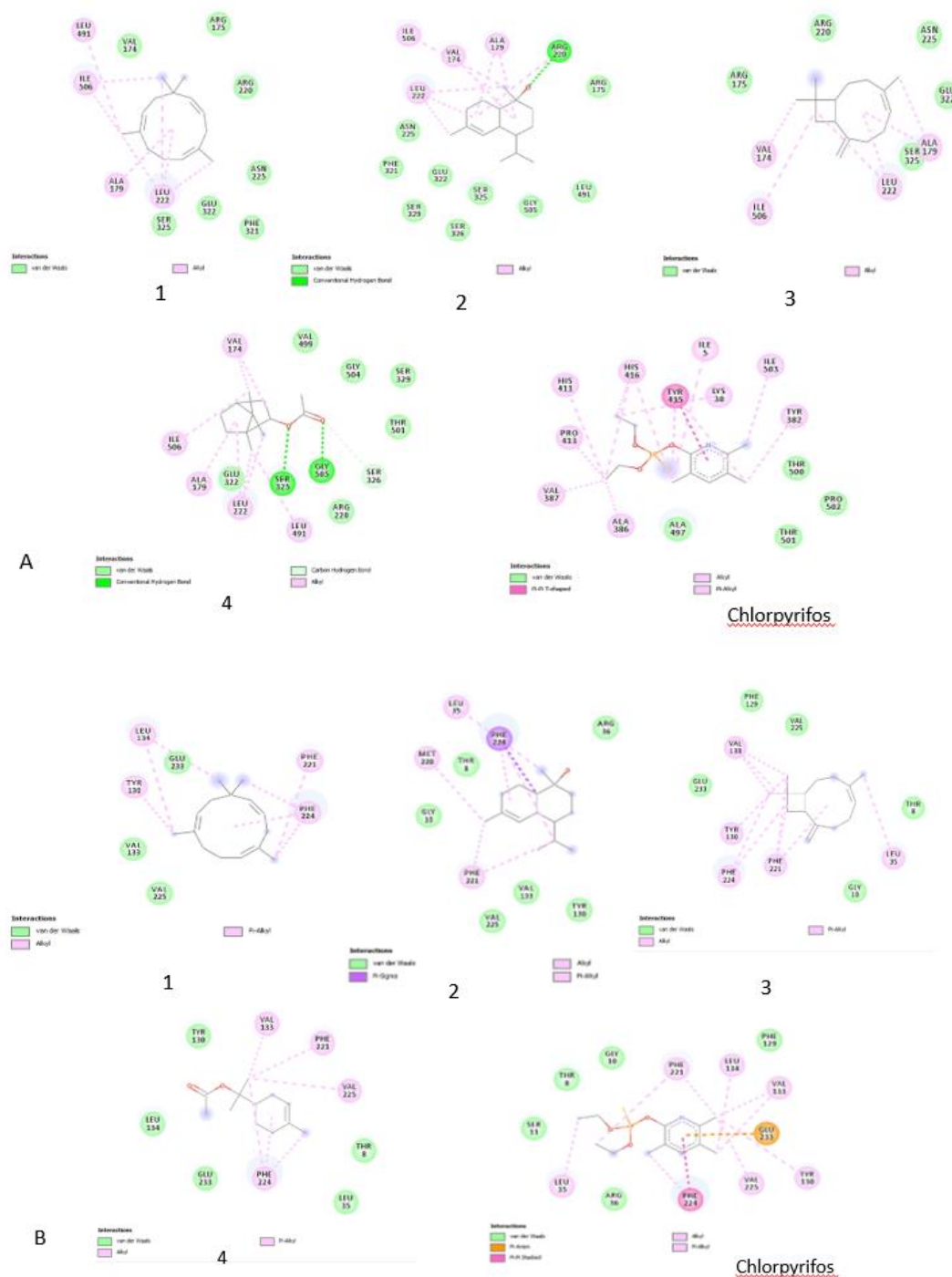
از روش داکینگ برای پیش بینی پارامترهای اتصال آزمایشی مجموعه لیگاند-گیرنده استفاده می شود. هدف اصلی اتصال مولکولی دستیابی به کمپلکس لیگاند-گیرنده با ترکیب بهینه و با هدف داشتن انرژی آزاد اتصال کمتر است. به دلیل اهمیت عملکرد برای آنزیمهای CYP و GST در این مطالعه عمدتاً تعامل بین ترکیبات اصلی اسانس گیاهان از جمله ۱-و ۸-سینئول، ژرانیل استات، لینالول، بورنئول، دلتا کارن، آلفا پینن، ژرانئول، بورنیل استات، آلفا کادینول، کامفور، هومولن، بتا-کاریوفیلن، کامفن، آلفا ترپینیل استات و سطح فعال آنزیمهای مورد نظر بررسی شده است. همانطور که نتایج جدول ۱ نشان می دهد آن ترکیباتی که دارای مقادیر انرژی اتصال منفی بیشتری برای اتصال هستند بیشترین پتانسیل را به عنوان بازدارنده نسبت به سایر ترکیبات دارا می باشند. مطابق جدول ۱ هومولن، بتاکاریوفیلن و آلفاکادینول به ترتیب با امتیازهای داکینگ -7.7، -7.6، -7.4 کیلوژول بر مول در مقابل آنزیم CYP و با مقادیر -7.7، -7.2، -7.3 کیلوژول بر مول برای آنزیم GST نتایج مطلوبی را نشان دادند. همانطور که شکل ۱ نشان می دهد بیشترین برهمکنشهای این ترکیبات با آنزیمهای مورد مطالعه از نوع پای-آلکلی می باشد.



شکل ۱. پلات راماچاندران برای آنزیم CYP (A) و GST (B)



شکل ۲. ساختار سه بعدی آنزیمهای CYP (A) و GST (B)



شکل ۳. نمای داکینگ نشان دهنده لیگندهایی از جمله هومولن (۱)، β -کاربوفیلین (۲)، α -کادینول (۳)، بورنیل استات (۴) با گیرنده CYP (A) و هومولن (۱)، β -کاربوفیلین (۲)، α -کادینول (۳) و α -تریپتیل استات (۴) با گیرنده GST (B). نمودارهای ایجاد شده با کمک استودیو دیسکاواری

جدول ۱. انرژی برهمکنش لیگاند-آنزیم (اتصال ΔG) برای ترکیبات اصلی اسانس گیاهی و آنزیم های CYP و GST

ردیف	نام ترکیب	نوع آنزیم/ مقدار انرژی اتصال Δg (kcal/mol)		پیوندهای هیدروژنی، برهمکنشهای پای- پای و پای- الکیل	
		CYP	GST	CYP	GST
1	Chlorpyrifos (reference compound)	-5.3	-5.5	ALA386 ^{Pi-Alk} , VAL387 ^{Pi-Alk} , PRO413 ^{Pi-Alk} , HIS411 ^{Pi-Alk} , HIS416 ^{Pi-Alk} , ILE5 ^{Pi-Alk} , ILE503 ^{Pi-Alk} , TYR382 ^{Pi-Alk} , LYS30 ^{Pi-Alk} , TYR415 ^{Pi-Pi}	LEU35 ^{Pi-Alk} , PHE225 ^{Pi-Alk} , LEU134 ^{Pi-Alk} , VAL133 ^{Pi-Alk} , TYR130 ^{Pi-Alk} , VAL225 ^{Pi-Alk} , PHE224 ^{Pi-Pi} , GLU233 ^{Pi-Anion}
2	Humulene	-7.7	-7.7	LEU491 ^{Pi-Alk} , LEU222 ^{Pi-Alk} , ILE506 ^{Pi-Alk} , ALA179 ^{Pi-Alk}	PHE221 ^{Pi-Alk} , PHE224 ^{Pi-Alk} , TYR130 ^{Pi-Alk} , LEU134 ^{Pi-Alk}
3	β -Caryophyllene	-7.6	-7.2	LEU222 ^{Pi-Alk} , VAL174 ^{Pi-Alk} , ILE506 ^{Pi-Alk} , ALA179 ^{Pi-Alk}	PHE221 ^{Pi-Alk} , PHE224 ^{Pi-Alk} , TYR130 ^{Pi-Alk} , LEU35 ^{Pi-Alk} , VAL133 ^{Pi-Alk}
4	α -Cadinol	-7.4	-7.3	LEU222 ^{Pi-Alk} , VAL174 ^{Pi-Alk} , ILE.506 ^{Pi-Alk} , ALA179 ^{Pi-Alk} , ARG220 ^H	PHE221 ^{Pi-Alk} , PHE224 ^{Pi-sig} , LEU35 ^{Pi-Alk} , MET220 ^{Pi-Alk}
5	Bornyl-acetate	7.0	-5.8	LEU491 ^{Pi-Alk} , LEU222 ^{Pi-Alk} , VAL174 ^{Pi-Alk} , ILE506 ^{Pi-Alk} , ALA179 ^{Pi-Alk} , SER325 ^H , GLY505, ^H	
6	α -Terpinenyl acetate	-6.7	-6.2		PHE221 ^{Pi-Alk} , PHE224 ^{Pi-Alk} , VAL133 ^{Pi-Alk} , VAL225 ^{Pi-Alk}
7	Geranyl acetate	-6.4	-5.9		
8	δ -Carene	-6.3	-6.0		
9	Camphor	-6.2	-5.7		
10	1,8-Cineol	-6.0	-6.0		
11	α -Pinene	-5.9	-5.7		
12	Camphene	-5.9	-5.7		
13	Geraniol	-5.9	-5.5		
14	Borneol	-5.8	-6.0		
15	Linalool	-5.5	-5.8		

۴. بحث و نتیجه گیری

آنزیمهای CYP و GST خانواده بزرگی از پروتئینها هستند و نقش مهمی در متابولیسم زنبوبوتیک هایی مانند حشره کشها دارند. چندین مطالعه برهمکنش ترکیبات اسانس و اثرات مهارکنندگی آنها را با این دسته از آنزیمها مورد بررسی قرار دادند. مهار آنزیمهای

دتوکسیفیکاسیون گلوکاتایون -S-ترانسفرازها (GST) و سیتوکروم P450 (CYP) به دلیل نقش قابل توجهی که در فعالیت کاتالیزوری اکسیداسیون سموم را به عهده دارند روشی ایده آل برای مبارزه با سموم ضد حشره می باشند.

منابع

- Rafiee-Dastjerdi H, Khorrami F, Razmjou J, Esmailpour B, Golizadeh A, Hassanpour M. (2013). The efficacy of some medicinal plant extracts and essential oils against potato tuber moth, *Phthorimaea operculella* (Zeller)(Lepidoptera: Gelechiidae). *Journal of Crop Protection*. 2(1):93-9.
- Raman K, Booth RH. Evaluation of technology for integrated control of potato tuber moth in field and storage: CIP; 1983.
- Ayvaz A, Sagdic O, Karaborklu S, Ozturk I. Insecticidal activity of the essential oils from different plants against three stored-product insects. (2010). *Journal of insect science*. 10(1):21.
- Rasouli H, Yarani R, Pociot F, Popović-Djordjević J. (2020). Anti-diabetic potential of plant alkaloids: Revisiting current findings and future perspectives. *Pharmacological Research*. 104723.
- Rasouli H, Hosseini-Ghazvini SM-B, Adibi H, Khodarahmi R. (2017). Differential α -amylase/ α -glucosidase inhibitory activities of plant-derived phenolic compounds: a virtual screening perspective for the treatment of obesity and diabetes. *Food & function*. 8(5):1942-54.



بررسی و شناسایی ترکیبات موثره گیاه *Centaurea balsamita* در عصاره متانولی و اتانولی

ملیحه حمیدی میناچی^۱، راهله رهباریان^۱، مهدی آخوندی^{۱*}

^۱ گروه زیست شناسی، دانشکده علوم پایه، دانشگاه پیام نور، تهران، ایران (Makhondi@gmail.com)

چکیده

گل گندم (*Centaurea balsamita*) گیاهی است یک ساله از خانواده آفتابگردان و از آنجایی که گونه‌های این جنس خواص دارویی دارد این احتمال وجود دارد که *Centaurea balsamita* یک گیاه دارویی ارزشمند باشد که خواص آن تقریباً ناشناخته مانده است و مطالعات محدودی درباره ترکیبات و متابولیت‌های ثانویه آن صورت گرفته است. هدف از این مطالعه شناسایی و تعیین ترکیبات موجود در عصاره متانولی و اتانولی اندام هوایی گیاه با دستگاه GC-MS بود. به این منظور اندام هوایی گیاه *Centaurea balsamita* جهت آماده سازی تهیه عصاره، در شرایط تاریک و بدون رطوبت؛ به تدریج خشک و سپس پودر شد. عصاره گیری با استفاده از دستگاه سوکسله با حلالهای متانول و اتانول انجام شد. براساس آنالیز عصاره های الکلی، ترکیبات موثره گیاه در عصاره متانولی شامل دو ترکیب نئوفیتادین (۱۶.۵٪) و ژرماکرین دی (۱۷.۶۴٪) و در عصاره اتانولی شامل سه ترکیب هگزا دکانوئیک اسید (۳۶.۵٪)، پنتا دکانوئیک اسید (۳۶.۵۳٪) و فیتول (۸.۸۴٪) شناسایی شدند و بر این اساس مشخص شد که این گیاه دارای خاصیت دارویی نیز می باشد و می توان از آن در درمان بیماری ها استفاده کرد.

واژگان کلیدی: اتانول، سوکسله، گل گندم، متابولیت های ثانویه، متانول.



۱. مقدمه

اهمیت گیاهان دارویی به عنوان منبع داروهای فعال ناشی از ترکیباتی است که اثرات فیزیولوژیکی بر سیستم‌های بیولوژیکی دارند. اثبات شده است که فلاونوئیدها، آلکالوئیدها، تانن‌ها و ترکیبات فنولی به عنوان مهم ترین ترکیبات فعال زیستی در گیاهان اند. هم چنین خاصیت آنتی اکسیدانی در گیاهان مربوط به ترکیبات فلاونوئیدی و دیگر پلی فنول‌ها می‌باشد (چشمی و رضایی سرشت، ۱۳۹۶).

امروزه استفاده از مواد گیاهی موثر و اطلاعات علمی در مورد آنها، شرایط را برای شکل گیری رشته مدرن علوم گیاهی فراهم میکند. علوم گیاهی، علمی است که از ادغام زمینه‌های مختلفی علمی مانند اقتصادی، اجتماعی، سیاسی، شیمی، بیوشیمی، فیزیولوژی، میکروب شناسی، پزشکی و کشاورزی که قبلاً هرگز به هم مرتبط نبوده اند، به وجود آمده است. متابولیت‌های اولیه گیاه شامل ترکیبات نوکلئیک اسیدها، پروتئین‌ها، کربوهیدرات‌ها، چربی‌ها و لیپیدها می‌باشند که با ساختار، فیزیولوژی و ژنتیک گیاه مرتبط بوده و نقش حیاتی در رشد گیاه دارند (Pagare et al., 2015).

طیف گسترده‌ای از متابولیت‌های ثانویه در گیاهان از متابولیت‌های اولیه سنتز می‌شوند. این ترکیبات برای دفاع از گیاه در برابر گیاه خواران و عوامل بیماری‌زا مورد نیاز می‌باشند. آنها اغلب نقش محافظت از گیاه در برابر تنش‌های محیطی را دارند. همچنین دلیل اینکه گیاهان دارای بو، طعم و رنگ‌های متفاوت و خاص هستند، مربوط به متابولیت‌های ثانویه است. متابولیت‌های ثانویه گیاهی، منابعی مهم و منحصر به فردی برای افزودنی‌های غذایی، طعم دهنده‌ها، داروها و سایر داروهای مهم صنعتی هستند. ترکیبات متابولیت‌های ثانویه مانند کاروتنوئیدها و فلاونوئیدها در رنگدانه‌های سلولی در گل‌ها و دانه‌ها نقش دارند که موجودات گرده افشان و پراکنده کننده دانه را جذب می‌کنند (Ravishankar and Rao, 2020).

متابولیت‌های بیولوژیکی معمولاً بر اساس منشأ به سه گروه ثانویه مهم شامل ترپنها، فنول‌ها و ترکیبات نیتروژن دار تقسیم می‌شوند. ترپنها یا ترپنوئیدها بزرگترین گروه متابولیت‌های ثانویه هستند که عموماً در آب نامحلول می‌باشند. نکته مشترک در ساختار تمام ترپنها وجود واحدهای پنج کربنی مشابه در همه آنهاست که به واحدهای ایزوپرن معروف هستند. متابولیت‌های ثانویه نیتروژن دار شامل آلکالوئیدها و گلیکوزیدهای سیانوزنیک و ترکیبات فنولی شامل اسیدهای فنولیک، آنتوسیانین‌ها، آنتوسیانیدین‌ها و لیگنین‌ها هستند (Jeffrey et al., 2007).

ترکیبات فنولی پراکنده ترین ترکیبات طبیعی در گیاهان هستند. این ترکیبات متابولیت‌های ثانویه ای هستند که از مسیر بیوسنتزی شیکیمیک اسید تولید می‌شوند. ترکیبات فنلی نقش کلیدی در ساختار و رشد، تنظیم رنگدانه‌ها در برابر عوامل بیماری‌زای مختلف در گیاهان را بر عهده دارند. فنولیک‌های موجود در منابع طبیعی دارای فعالیت‌های بیولوژیکی آنتی اکسیدانی، ضد التهابی، ضد حساسیت، ضد سرطان، ضد فشار خون، محافظت از قلب، ضد آرتروز، و ضد میکروبی هستند (Taleghani et al., 2020).

اگرچه تمام متابولیت‌های ثانویه گیاهی اساساً با هدایت فرآیندهای ژنتیکی ساخته می‌شوند، تولید آن‌ها به وضوح تحت تاثیر عوامل مختلف محیطی است. تحقیقات نشان می‌دهد که استفاده از ترکیبات فنولی به علت خصوصیات بالای آنتی



اکسیدانی و نقش مفید آنها باعث شد که به کارگیری این ترکیبات به مقدار زیادی در مواد غذایی افزایش یافته است (Williams et al., 2004).

از طرفی امروزه از روشهای مختلفی برای درمان استفاده می شود. یکی از روشهای درمان با کاهش عوارض جانبی که اخیراً مورد مطالعه قرار گرفته است، استفاده از گیاهان و عصاره آنها برای درمان است. از جمله این گیاهان می توان به گیاه گل گندم اشاره نمود که در طب سنتی کاربرد فراوانی دارد.

گل گندم (*Centaurea balsamita*) گیاهی یک ساله از خانواده کاسنی (*Asteraceae*) است که در ایران، عراق، ترکیه و پاکستان و برخی از کشورهای اروپایی یافت می شود. ساقه و شاخه های آن بدون کرک و به رنگ حصیری، برگ های گیاه خشن با کرک های بسیار کوچک، صاف یا دندانه دار، برگ های پایینی دوکی مانند، که در هنگام گلدهی پژمرده و خشک می شوند (Wagentize et al., 2006). *Centaurea balsamita* گیاهی ایستاده به ارتفاع ۳۰ تا ۱۲۰ سانتی متر می باشد. براساس آزمایشهای عباسیان و همکاران (۱۳۹۵) این گیاه دارای ویژگی هایی مانند تولید بذر زیاد، داشتن خار، دامنه جوانه زنی زیاد بذره های گیاه گل گندم (بین ۱ تا ۳۹ درجه سانتیگراد)، قدرت تحمل به غرقاب، تحمل به شوری و تنش خشکی برای جوانه زنی و رشد زیاد و سریع گیاهچه ها را دارد.

این تحقیق به بررسی و شناسایی ترکیبات موثره گیاه (*Centaurea balsamita*) در عصاره متانولی و اتانولی می پردازد تا بر اساس آن میزان ترکیبات و نوع آنها در این حلالها مشخص گردد.

۲- مواد و روش ها

گیاه گل گندم با نام علمی (*Centaurea balsamita*) از مناطق اطراف مشهد در نواحی سد طرق جمع آوری و تهیه گردید. سپس جهت آماده سازی نمونه و انجام آزمایشات گیاه را در محل تاریک و بدون رطوبت به مدت یک هفته قرار داده تا به مرور خشک شود و جهت جلوگیری از آسیب دیدن نمونه ها، هر چند روز یکبار جابه جا شدند.

۱- ۲. روش انجام فرایند عصاره گیری

برای عصاره گیری با استفاده از دستگاه سوکسله، ۳ گرم از بافت گیاهی مورد نظر (مخلوط ساقه و برگ و گل) که قبلاً توسط آسیاب پودر شده بود را در ۲ دستگاه سوکسله حاوی ۲۰۰ سی سی از متانول و اتانول قرار داده و بعد از ۲ ساعت، عصاره تهیه شد.

۲- ۲. سنجش کمی و کیفی متابولیت های ثانویه گیاه با دستگاه GC-MS

عصاره الکلی بدست آمده از دستگاه سوکسله در حد یک میکرولیتر به دستگاه GC-MS تزریق شد و ترکیبات موثر بدست آمده از هر نمونه به صورت داده های کیفی بدست آمد.



۳. نتایج

با توجه به آنالیز عصاره متانولی و اتانولی و محاسبه درصد ترکیبات در جدول ۱ و مقایسه آن ها با سایر مقالات ترکیباتی که درصد بیشتری داشتند به عنوان ترکیبات موثره گیاه *Centaurea balsamita* در عصاره متانولی شناسایی شدند.

جدول ۱. ترکیبات موثره در در عصاره های متانولی و اتانولی *Centaurea balsamita*

شماره	ترکیبات	ترکیبات مشترک بین متانول و اتانول	درصد ترکیبات در متانول	درصد ترکیبات در اتانول
۱	Neophytadine	Neophytadine	۱۶.۵٪	۵٪
۲	Hexadecane		۲٪	-
۳	Tetradecane		۷.۸٪	-
۴	Pentadecane		۱.۹٪	-
۵	Undecane		۳.۲۶٪	-
۶	Decane		۳.۲۶٪	-
۷	Heptadecane		۴٪	-
۸	Dodecane		۷.۸٪	-
۹	Nonadecane		۴٪	-
۱۰	Cyclohexane		۰.۶۸٪	-
۱۱	Phytol	Phytol	۸.۲۷٪	۸.۸۴٪
۱۲	Germacrene D	Germacrene D	۱۷.۶۴٪	۲.۹٪
۱۳	γ -Elemene		۱.۹٪	-
۱۴	Hexadecanoic acid	Hexadecanoic acid	۱۱.۳۷٪	۳۶.۵٪
۱۵	Pentadecanoic acid	Hexadecanoic acid	۱۱.۳۷٪	۳۶.۵۲٪
۱۶	Pentacosane		-	۱.۲۵٪
۱۷	Geranyl- α -Terpinene		-	۴.۵۹٪
۱۸	Octadecanoic acid		-	۳.۵۴٪
۱۹	δ -Dodecalactone		-	۴.۵۹٪



۴. بحث و نتیجه گیری

بررسی جدول شماره ۱، مربوط به ترکیبات گیاه *Centaurea balsamita* نشان می دهد که ترکیبات موجود در عصاره متانولی و اتانولی، تفاوت های قابل توجهی با یکدیگر دارند. در حالی که ترکیباتی مثل هگزادکان، تترادکان، پنتادکان، آندکان، دکان، هپتادکان، دودکان، نونادکان و سیکلو هگزان به عنوان ترکیبات اصلی در عصاره متانولی شناخته شده اند. همچنین ترکیباتی مانند فیتول، گامالمن، پنتاکوزان، ژرانیل آلفا ترپین، اکتادکانوئیک اسید و سیگما دود کالاکتون به عنوان ترکیبات موثر در عصاره اتانولی شناسایی شده اند.

ترکیباتی مانند نئوفیتادین، فیتول، ژرماکرین دی، هگزادکانوئیک اسید و پنتادکانوئیک اسید در هر دو عصاره متانولی و اتانولی مشترک است. اما میزان این ترکیبات در دو عصاره الکلی متفاوت است. این تفاوت در ترکیبات و میزان آنها می تواند ناشی از عوامل مختلفی مانند روش استخراج، نوع گیاه، شرایط رشد و... باشد. همانطور که در جدول مشاهده می شود نئوفیتادین در آنالیز عصاره متانولی به مقدار ۱۶.۵٪ و در عصاره اتانولی ۵٪ یافت شد. مقدار این ماده در عصاره متانولی به میزان ۱۱.۵٪ بیشتر بوده است. با بررسی در مقالات دیگر معلوم شد پژوهشگران دیگری نیز وجود نئوفیتادین در عصاره های الکلی گیاه *Centaurea balsamita* را تایید کرده اند (Yayli et al., 2005) : (2020 Ayromlou et al.,

نئوفیتادین یکی از ترکیبات شیمیایی است که به گروه آلکالوئیدها تعلق دارد و به طور معمول دارای ساختار نیتروژن دار است. این ترکیب ممکن است در گیاهان به صورت گلیکوزید یا ترکیبات دیگر وجود داشته باشد. نئوفیتادین معمولاً در حلال های آلی حل می شود و این ویژگی می تواند در استخراج و خالص سازی آن از گیاهان مفید باشد (Singh et al., 2002). این ترکیب ممکن است خواص ضدالتهابی و ضد میکروبی داشته باشد که به عنوان یکی از خصوصیات فیتوشیمیایی آن مهم شناخته می شود. هم چنین به دلیل فعالیت ضد باکتریایی برای درمان برخی بیماری های پوستی استفاده می شود (مرادی و همکاران، ۱۳۹۷).

بر اساس داده های جدول ۱، ژرماکرین D در عصاره متانولی به میزان ۱۷.۶۴٪ و در آنالیز عصاره اتانولی ۲.۹٪ یافت شد. مقدار این ترکیب در عصاره متانولی در حدود ۱۵٪ بیشتر از عصاره اتانولی بوده است. ژرماکرین D یک ترپنوئیک است که به طور طبیعی در برخی گیاهان و اسانس های گیاهی یافت می شود. فرمول شیمیایی آن به صورت هیدروکربن های با ۱۵ اتم کربن است که معمولاً به عنوان ساختارهای پایه بسیاری از ترپن ها می باشد (Langenheim, 1994). پیشنهاد شده است که ژرماکرین D به خودی خود ممکن است اثرات بازدارنده ای علیه گیاه خواران داشته باشد و گزارش شده است که دارای فعالیت حشره کش در برابر پشه ها (Karin and devi, 2007) و هم چنین فعالیت دافع علیه شته ها (Langenheim, 1994) و کنه ها (Birkett et al., 2005) است.

بر اساس داده های جدول ترکیبات مقدار فیتول، در آنالیز عصاره ی متانولی ۸.۲۷٪ و عصاره اتانولی ۸۸.۴٪ به میزان تقریباً مشابهی وجود داشته است و در عصاره اتانولی مقدار بسیار ناچیزی در حدود ۰.۵۷٪ بیشتر وجود داشته است. فیتول یک الکل



دی ترین هیدروژنه غیر حلقوی با فرمول مولکولی $C_{20}H_{40}O$ است که معمولاً به عنوان پیش ماده ای برای تولید ویتامین K و کلروفیل در گیاهان شناخته می شود. این ترکیب ساختاری مشابه ایزوپرن دارد و در بسیاری از مشتقات آن طیف وسیعی از فعالیت های بیولوژیکی را نشان می دهند، از جمله اثرات ضد اضطراب، سیتوتوکسیک، تعدیل کننده متابولیسم، آنتی اکسیدان اتوفازی و آپوپتوز، تسکین دهنده درد، ضد التهاب، تعدیل کننده سیستم ایمنی و اثرات ضد میکروبی. فیتول معمولاً در حلال های آلی نظیر اتانول، کلروفرم و متانول حل می شود و در آب غیر محلول است. هم چنین به عنوان یک پیش ساز برای ویتامین E در ترکیب با توکوفرول ها دارای خواص آنتی اکسیدانی است و ممکن است به محافظت از سلول ها در برابر آسیب های اکسیداتیو محافظت کند (Toregul Islam et al., 2007).

اسید پالمیتیک یا اسید هگزادکانوئیک یک اسید چرب اشباع شده با فرمول مولکولی $C_{16}H_{32}O_2$ می باشد. هگزادکانوئیک اسید در دمای اتاق به صورت جامد است و در آب نامحلول و در حلال های آلی مانند الکل ها، اترها و بنزن حل می شود. هگزادکانوئیک اسید پر کاربردترین اسید چرب در جهان است و نقش مهمی در زیست شناسی و بدن ما ایفا می کند. بر اساس مطالعه ای که در سال ۲۰۱۰ در کره جنوبی انجام شد، اسید پالمیتیک دارای خواص آنتی اکسیدانی، با اکسیداسیون اسید پالمیتیک می باشد که می تواند به عنوان یک نرم کننده عمل کند، پوست را نرم کرده و رطوبت را در پوست حفظ می کند. (Carta et al., 2017).

داده های جدول ۱، نشان می دهد که اسید هگزادکانوئیک، در آنالیز عصاره متانولی ۱۱.۳۷٪ و در عصاره اتانولی ۳۶.۵٪ وجود داشته است و میزان این ماده در عصاره اتانولی به میزان ۲۵.۱۳٪ بیشتر بوده است. پژوهشگران دیگری هم با انجام آزمایشات مختلف وجود هگزادکانوئیک اسید در این گیاه را تایید کرده اند (Sumer et al., 2017; Tufekci et al., 2024).

پنتادکانوئیک اسید نیز در نمونه حاصل از آنالیز عصاره متانولی ۱۱.۳۷٪ و اتانولی ۳۶.۵۲٪ وجود داشت. مقدار این ماده در عصاره اتانولی در حدود ۲۵٪ بیشتر یافت شد. در مقالات دیگر نیز وجود این ماده در گیاه *Centaurea balsamita* تایید شده است (Sumer et al., 2017; Tastan et al., 2015).

پنتا دکانوئیک اسید (یا اسید پنتا دکانیک) یک اسید چرب اشباع است که تمام پیوندهای آن با پیوندهای ساده (کامل) اشباع شده است و به طور طبیعی در برخی از روغن های گیاهی و حیوانی یافت می شود. پنتا دکانوئیک اسید یک اسید چرب با ۱۵ ماده کربن است و فرمول شیمیایی آن $C_{15}H_{30}O_2$ می باشد. برخی از اسیدهای چرب با زنجیره بلند، از جمله پنتادکانوئیک اسید، خاصیت ضدباکتری و ضدقارچ دارند. این ویژگی ها در صنعت داروسازی و تولید محصولات مراقبت از پوست مورد توجه قرار گرفته است (Venn-Watson and Butterworth, 2022). پنتا دکانوئیک اسید، نقش مهمی در ادویه جات، ترشیجات، سورفکتانت، روان کننده های مصنوعی، واسطه های دارویی، تحقیقات بیوشیمیایی و سایر زمینه ها ایفا می کند. علاوه بر موارد فوق، از اسید پنتا دکانوئیک می توان برای تولید ترکیبات آلی دیگر مانند الکل های چرب، استرهای چرب و غیره نیز



استفاده کرد که از این ترکیبات می توان برای ساخت موادی مانند پوشش، لاستیک و پلاستیک و هم چنین تولید محصولات شیمیایی روزانه مانند لوازم آرایشی و شوینده استفاده کرد (Pfeffuer and Jaudszus, 2016).

مطالعات اخیر نشان می دهد که جستجو برای یافتن امکانات جدید گیاه درمانی از طریق جداسازی ترکیبات گیاهان *Centaureinae* ارزش تحقیق و بررسی بیشتر را دارد. درمان بر اساس مواد فعال گیاهان زیرمجموعه *Centaureinae* اغلب موثر است و عوارض جانبی ایجاد نمی کند. گیاهان این جنس خواص دارویی متنوعی دارند و در طب سنتی برای درمان بسیاری از بیماری ها کاربرد دارند (Karamendres, 2006).

بر اساس نتایج کار انجام شده در این پژوهش و مطابقت با سایر مقالات گیاه *Centaurea balsamita* به دلیل دارا بودن ترکیبی چون، ثنوفیتادین دارای خاصیت دارویی می باشد و می تواند در درمان برخی از بیماری های پوستی و التهابات ناشی از آن استفاده شود. هم چنین در مقالات مختلف مشخص شد که گونه های *Centaurea* به دلیل دارا بودن ترکیبات مهمی از جمله فیتول دارای اثرات ضد دیابتی، ضد اسهال، ضد روماتیسمی، ضد التهاب کلاگوک کلریتیک، گوارشی، معده، ادرار آور، قاعدگی، قابض، کاهش فشارخون، تب بر، سیتوتوکسیک، ضد باکتری شناخته شده اند و به صورت منفرد یا مخلوط استفاده می شوند (Arif et al., 2004). هم چنین جهت تسکین دردهای شکمی و برای کاهش سوزش حاصل از نیش حشرات، نیش مار و تسکین درد زخم نیز مورد استفاده قرار می گیرند (Ugurlu and secmen, 2008). این گیاه به دلیل داشتن ترکیباتی مانند ژرماکراین D قابلیت استفاده در صنایع عطرسازی و ساخت اسانس ها و افزودنی های غذایی را دارد. هم چنین به دلیل داشتن ترکیباتی چون هگراکانونئیک اسید و پنتا دکانونئیک اسید که نوعی اسید چرب به شمار می روند، می تواند در ساخت روغن های خوراکی و مواد آرایشی و بهداشتی استفاده شود (Aktumsek et al., 2011). در این پژوهش استخراج ترکیبات با حلال (استفاده از دستگاه سوکسله برای استخراج عصاره های متانولی و اتانولی) مورد استفاده قرار گرفت و بر اساس نتایج حاصل مشخص شد که استفاده از حلال اتانولی کارآمدتر بوده چرا که می تواند ترکیبات موثره این گیاه را با درصد بیشتری استخراج کند.

منابع

- چشمی، ح.، رضائی سرشت، ح. ۱۳۹۶. مطالعه خاصیت آنتی اکسیدانی عصاره گلبرگ داتوره تماشایی آنتی اکسیدانی نوین با منشأ طبیعی در صنایع غذایی. علوم غذایی و تغذیه. ۱۴(۳): ۲۹-۳۶.
- عباسیان، ع.، اسدی، ق.، قربانی، ر. ۱۳۹۵. اثر دما بر برخی شاخص های جوانه زنی گیاه مهاجم گل گندم (*Centaurea balsamita*) و تعیین درجه حرارت های کاردینال جوانه زنی آن. علوم و فناوری بذر ایران. ۵(۲): ۲۱۵-۲۲۲.
- مرادی، ف.، امینی، م.، افتاده فدافن، ع.، بهدانی، م. ۱۳۹۷. تاثیر کود بیولوژیک نیتروکسین بر صفات بیوشیمیایی و متابولیت های ثانویه زعفران (*Crocus sativus L.*). تغذیه گیاهان باغی، ۱۱(۱): ۱۷-۲۸.
- Aktumsek, A., Tekeli, Y., Zengin, G., Sezgin, M., Torlak, E. (2011). Antibacterial activities of extracts from twelve *Centaurea* species from Turkey. Archives of Biological Sciences, 63(3): 685-690.
- Arif, R., Kupel, E., Ergun, F. (2004). The biological activity of *Centaurea L.* species. Gazi University Journal of Science, 17(4): 149-164.



- Ayromlou, A., Masoudi, Sh., Mirzaie, A. (2020). Chemical Composition, Antioxidant, Antibacterial, and Anticancer Activities of *Scorzonera calyculata* Boiss And *Centaurea irritans* Wagenitz. Extract Endemic to Iran. *jrsjournal*, 91(5):209-228.
- Badalamenti, N., Bancheva, S., and Bruno, M. (2021). The essential oil composition of the endemic plant species *Centaurea vandasii* and chemotaxonomy of section *Phalolepis* (Asteraceae), *Natural Product Research*, 10(7):199-226.
- Birkett, M.A., Al Abassi, S., Krober, T., Chamberlain, K., Hooper, A.M., Guerin, P.M., Petterson, J., Pickett, J.A., Slade, R., Wadhams, L.J. (2008). Antiectoparasitic activity of the gum resin, gum hagger, from the East Arica plant, *Commiphora holtziana*. *Phytochemistry*, 69 :1710-1715.
- Carta, G., Murru, E., Banni, C. (2017). Palmitic acid Physiological Role, Metabolism and Nutritional Implications. *Frontiers in Physiology*, 8(2): 902-910.
- Jeffrey, C. (2007). Compositae-Introduction with key to tribes. In: K. Kubitzki (ed.), the families and genera of vascular plants VIII, 61-77.
- Karamenders, C., Khan, S., Tekwani, B.L., Jacop, M.R., Khan, I.A. (2006). Antiprotozoal and antimicrobial activity of *Centaurea* species growing in Turkey. *Pharmaceutical Biology*, 44:534-9.
- Karin, S.R., Devi, P.S. (2007). Evaluation of mosquitocidal activity of essential oil and sesquiterpens from leaves of *Chloroxylon swietenia* DC. *parasitol. Res*, 101: 413-418.
- Langenheim, J.H. (1994). Higher plant terpenoids: Aphytocentric overview of their ecological roles. *J. Chem. Ecol.*, 20(1): 223-1280.
- Pagare, S., Bhatia, M., N. Tripathi, N., and Bansal, Y.K. (2015). Secondary Metabolites of Plants and their Role: Overview,” *Current Trends in Biotechnology and Pharmac*, 9 (3): 293-304.
- Pfeuffer, M., and Jaudszus, A. (2016). Pentadecanoic acid and Heptadecanoic acids: Multifaceted odd – Chain fatty acids. *Advanced in Nutrition*, 7(4): 730-734.
- Ravishankar, G.A., and Rao, S.R. (2000). Biotechnological production of phytopharmaceuticals, *J Biochem Mol Biol Biophys*, 4(1): 73-102.
- Singh, M., and Ramesh, S. (2002). Response of sweet basil (*Ocimum basilicum*) to organic and inorganic fertilizer in semi-arid tropical conditions, *Journal of Medicinal and Aromatic Plant Sciences*, 24:947-950.
- Sumer, B., Gonenc, T., Tastan, P., Fafal, T., Demirci, B., Kivcak, B. (2017). Essential oil and Fatty Acid Composition of *Centaurea solstitialis* ssp. *International Journal of Secondary Metabolite*, 4:3.58-62.
- Taleghani, S., Emami, A., and Tayarani-Najaran, Z. (2020). “Artemisia a promising plant for the treatment of cancer,” *Bioorganic & Medicinal Chemistry*. 28 (1), 115–180.
- Tastan, P., Fafal, T., Sumer, B., Gonence, T., Demirci, B., Kivcak, B. (2017). Composition of essential oil and fatty acids of *Centaurea pichleri* ssp. *International Journal of Secondary Metabolite*, 4:3.37-42.
- Toreql Islam, M., S. Ali, E., Uddin, J., Shaw, S., Amirul Islam, Md., Iqbal Ahmed, Md., Chandra Shill M., Karmakar, U.K., Sastry Yarla, N. Khan, I.N. Morsalin Billah, M.D. (2018). Phytol: A review of biomedical activities. *Food and Chemical Toxicology*, 121:82-94.
- Tufekci, A., Cem Karakoç, Ö., Tüfekçi, E.D., Kürşat, M., Portakal, P., Göçeri, A., Akşit, H., Ekinci, E., and Kazan, B. (2024). Essential oil of endemic *Centaurea paphlagonica*: chemical composition, insecticidal, enzyme inhibitory activities and molecular docking approach, *Journal of Essential Oil Bearing Plants*, 10(1): 239-298.
- Ugurlu, E., Secmen, O. (2008). Medicinal plants popularly used in the villages of Yunt Mountain (Manisa-Turkey). *Fitoterapia*, 79:126–31.
- Venn- Watson, S.K., and Butterworth, C.N. (2022). Broader and safer clinically- relevant activities of pentadecanoic acid compared to omega-3: Evaluation of an emerging essential fatty acid across twelve primary human cell- based disease systems, 17(5): 268-288.
- Wagenitz G., F. Hellwig, P. Gerald. And M. Ludwig. (2006). Two new species of *Centaurea* (Compositae, Cardueae) from Turkey. *Willdenowia*. 36: 423-434.
- Williams, R.J., Spencer, J., Rice-Even, C. (2004). Flavonoids: antioxidants or signalling molecules? *Free Radical Biology & Medicine*, 36(7):838-49.
- Yayli, N., Yaser, A., Gulec, C., Usta, A., Kolayli, S., Coskuncelebi, K., Karaoglu, S. (2005). Composition and antimicrobial activity of essential oils from *Centaurea sessilis* and *Centaurea armena*. *Phytochemistry*, 66:1741-1745.

تازه ترین کاربردهای دارویی گیاه گل راعی

سمیه یحیی^{۱*}، نگین مددزاده^۲

^{۱*} گروه مامایی، واحد آستارا، دانشگاه آزاد اسلامی، آستارا، ایران E-mail: somayeh.yahya@iau.ac.ir

^۲ گروه مامایی، واحد آستارا، دانشگاه آزاد اسلامی، آستارا، ایران

چکیده

علف‌های هرز اجزای جدایی ناپذیر اکوسیستم‌های کشاورزی هستند. درحالی که یک گیاه ممکن است در یک منطقه به عنوان یک علف هرز جدی در نظر گرفته شود، در منطقه دیگر می‌تواند به عنوان یک گیاه مفید تلقی شود. گل راعی یک گیاه علفی دائمی از خانواده Hypericaceae است. ترکیبات مؤثر اصلی این گیاه شامل هیپرفورین و هیپریسین می‌باشد. ترکیبات مؤثر دیگری نظیر فلاونوئید و تانن نیز در این گیاه وجود دارد. هدف از این مطالعه مروری بر تازه ترین کاربردهای دارویی این گیاه ارزشمند می‌باشد. این مطالعه با بررسی در پایگاه‌های الکترونیکی معتبر به بررسی مطالعات صورت گرفته تا سال ۲۰۲۴ پرداخته است. گیاهان دارویی متداول ترین روش طب مکمل در سراسر جهان است و توجه بیشتر برای انجام مطالعات علمی دقیق تر و همچنین کشت و صادرات این گیاه ضروری است.

واژگان کلیدی: ترمیم زخم، ضدافسردگی، گل راعی، گیاه دارویی، مسکن



۱. مقدمه

فراوانی گیاهان دارویی مورداستفاده در شیوه‌های معاصر قابل توجه است، اگرچه تنها تعداد محدودی از این گیاهان به‌طور رسمی در داروسازی و پزشکی به‌عنوان داروهای تجویز شده به رسمیت شناخته شده‌اند؛ اما تنها تعداد معدودی از آن‌ها اثربخشی درمانی قابل توجهی را نشان می‌دهند که حاوی ترکیبات فعال خاصی هستند و باعث کشت گسترده برای برآورده کردن تقاضا می‌شوند (فاتحی و همکاران، ۱۳۹۸). گیاه دارویی به هر گیاهی گفته می‌شود که حاوی ترکیبات زیست فعال و مؤثر باشد که از طریق فرآیندهایی مانند فشردن، استخراج یا تقطیر استخراج می‌شوند و اثرات درمانی داشته و یا به فرمولاسیون دارویی کمک می‌کنند. تمایل جامعه کنونی به طب گیاهی ناشی از تمایل به تنوع فرهنگی در الگوهای مصرف، شواهد فزاینده از اثرات نامطلوب و عوارض جانبی مرتبط با داروهای مصنوعی و افزایش اعتماد به اثربخشی داروهای گیاهی است که منجر به افزایش توجه به عصاره‌های گیاهی می‌شود. حمایت سازمان بهداشت جهانی در استفاده از محصولات طبیعی باعث شده که تولید و تجارت این محصول از رونق قابل توجهی در جهان برخوردار باشد. استفاده از گیاهان دارویی و مشتقات آن‌ها نقشی محوری در اقتصاد جهانی ایفا می‌کند. از آغاز قرن بیست و یکم، بسیاری از گیاهان دارویی با استفاده تاریخی که قدمت آن به بیشتر از دو قرن پیش می‌رسد، جزء لاینفک تجارت بین‌المللی شده است (علیزاده و محمودی، ۱۳۹۵). حجم تجارت گیاهان دارویی و مشتقات آن‌ها از ۳۵۵ میلیون دلار در سال ۱۹۷۶ به ۵.۵ میلیارد دلار در سال ۲۰۰۳ رسیده است که در حال حاضر به ۶ میلیارد دلار می‌رسد و پیش‌بینی می‌شود تا سال ۲۰۵۰ به ۵ تریلیون دلار برسد. چین، ایالات متحده و سنگاپور به‌عنوان صادرکنندگان اصلی گیاهان دارویی شناخته می‌شوند. در حالی که آلمان، ژاپن، کره جنوبی، هند، چین و ایالات متحده بزرگ‌ترین مصرف‌کنندگان این بازار هستند (زارع و امیری، ۱۳۹۳) در حال حاضر، ترکیبات زیادی از گیاهان مختلف به‌عنوان نگهدارنده و طعم‌دهنده در صنایع غذایی و همچنین به‌عنوان محافظت‌کننده و جوان‌کننده پوست در صنایع آرایشی و بهداشتی و به‌عنوان روغن‌های فرار در آروماتراپی استفاده می‌شود (امین، ۱۳۷۰).

۲. مواد و روش‌ها:

مقالات منتشر شده در پایگاه‌های اطلاعاتی الکترونیکی web of Science, Google Scholar, Science Direct, PubMed, Springer تا سال ۲۰۲۴ مورد مطالعه قرار گرفتند. این جستجو و ذخیره‌سازی مقالات با استفاده از کلمات کلیدی herbal plants, medicine herbal extract, Hypericum Perforatum, Antidepressant Medicine, PMS and herb medicine, wound healing, medical plants, COVID 19 and medical herbs در تمامی پایگاه‌های الکترونیکی ذکر شده تکرار گردید. مرور سیستماتیک موردنظر در این مطالعه با استفاده از کلمات کلیدی ذکر شده انجام گرفت. به‌علاوه اگرچه این مطالعه به مقالات انگلیسی زبان محدود گشت اما در صورت مواجهه با مقاله غیر انگلیسی زبان، خلاصه آن مقاله به زبان انگلیسی مورد بررسی قرار گرفت. همچنین مقالات منتشر شده به زبان فارسی در پایگاه‌های داخلی نیز مورد بررسی قرار گرفت و اطلاعات تخصصی از مقالات استخراج شدند.



۱-۲. ویژگی های گیاهی و اکولوژیکی

هوفاریقون (گل راعی) با نام علمی *Hypericum perforatum* L و اسم انگلیسی *St. John's Wort* از خانواده *(Hypericaceae)* یک گیاه چندساله ریزوم دار، علفی و پایا بوده که در اروپا، غرب سبیری تا شمال غرب چین، آسیای صغیر، نواحی مدیترانه، شمال آفریقا، کانادا و استرالیا پراکنده شده است. گل راعی یکی از گیاهان دارویی است که جامع ترین تحقیقات روی آن در اروپای غربی انجام شده است. از برجسته ترین خاصیت های دارویی گیاه گل راعی خاصیت ضد افسردگی، ضد ویروسی و ضد باکتریایی آن می باشد که اهمیت آن را به طور قابل توجهی بالا برده و موجب مصرف گسترده آن در برخی کشورها شده است (ریاضی و همکاران، ۱۳۹۴). از زمان یونان باستان، از آن به عنوان یک داروی گیاهی برای بیماری های مختلف استفاده می شده است. کاربرد درمانی آن برای شرایطی مانند اضطراب، افسردگی، بریدگی و سوختگی رایج است. مطالعات اخیر اثربخشی این گیاه را برای درمان سایر بیماری ها از جمله سرطان، اختلالات مرتبط با التهاب، عفونت های باکتریایی و ویروسی و نقش آن را به عنوان یک عامل آنتی اکسیدانی و محافظت کننده عصبی نشان می دهد (Klemow et al., 2011). یکی از گیاهانی که امروزه به دلیل خواص آن، توجه بسیاری را به خود جلب کرده و تحقیقات زیادی بر روی آن انجام می گیرد، گل راعی می باشد که در حال حاضر، یکی از پرمصرف ترین داروهای گیاهی در سراسر جهان می باشد (محمد زاده و همکاران، ۱۳۹۲).

۲-۲. زیستگاه گل راعی (توزیع و بوم شناسی)

گل راعی به طور گسترده در مناطق معتدل اروپا (اوکراین و روسیه)، آسیا (ترکیه، هند و چین) و شمال آفریقا (خاورمیانه) پراکنده است. این گیاه پراکندگی وسیعی در مناطق معتدل ایران به ویژه در شمال و شمال غرب و مناطق مختلفی از جمله البرز، مناطق مختلفی از ایران از جمله دامنه کوه های البرز، چالوس، مازندران و نقاط غرب کشور به صورت خودرو در میان کشتزارهای گندم و ذرت رویداده می شود (راضی جلالی و همکاران، ۱۴۰۱). همچنین در سطح بین المللی به عنوان یک علف هرز مشکل ساز شناخته شده و با شرایط مختلف آب، هوا و خاک سازگار شده است. این گیاه زیستگاه هایی با سایه جزئی و نور کافی خورشید را ترجیح می دهد و در خاک هایی با زهکشی خوب و سبک وزن با pH بین ۶ تا ۷ رشد می کند. عوامل محیطی مانند دما و نور به طور قابل توجهی بر رشد و همچنین عملکرد کمی و کیفی گیاه اثر می گذارند. درجه حرارت بر میزان هیپریسین گیاه تأثیر داشته و یک رابطه خطی بین میزان هیپریسین و درجه حرارت مشاهده شده است. مقادیر بهینه هیپریسین و تانن در دمای بیش از ۱۴ درجه سانتی گراد به دست می آید. گل راعی، گیاهی روز بلند و چندساله است و بیشترین مقدار گل و مواد مؤثر را در اوایل تابستان تولید می کند (نقدی بادی و همکاران، ۱۳۸۴). گلدهی معمولاً از اواخر اردیبهشت (اواسط اردیبهشت) تا اواخر مهرماه (اواسط مهر) اتفاق می افتد و برداشت شاخه های گل دار از خرداد تا تیرماه (اردیبهشت تا تیر) توصیه می شود. قسمت های مورد استفاده شاخه های گل دار تازه یا خشک هستند که در طول دوره گل دهی برداشت می شوند و با طعم تلخ، کمی گس و طعم ملایم شوری مشخص می شوند. استاندارد سازی صنعتی فرآورده های گیاهی و دارویی از گل راعی اساساً بر اساس دو



ترکیب هایپریرسین^۱ و سودوهیپریرسین^۲ است. هایپریرسین فعالیت های ضد باکتری، ضد ویروسی و ضد التهابی را نشان می دهد (شفائی و همکاران، ۱۴۰۲).

۳-۲. ترکیبات فعال در گل راعی

گل راعی غنی از ترکیبات فعال متنوعی است که شامل سودوهیپریرسین (پیش ساز هیپریرسین) و فلاونوئیدهای^۳ مانند کامفرول^۴، کوئرستین^۵، هیپروسید^۶، ایزورامنتین^۷، روتین^۸، آمتوفلاون^۹، کاتچین^{۱۰}، بیفلاوونوئیدها^{۱۱} و آدیپرفورین^{۱۲} می باشد. علاوه بر این، حاوی تانن^{۱۳}، کافئین^{۱۴}، اسید کلروژنیک^{۱۵} و اسانس هایی مانند ژرانیل استات^{۱۶}، میرسن^{۱۷}، لیمونن^{۱۸}، هومولن^{۱۹}، کاریوفیلن^{۲۰}، اسیدهای میریستیک^{۲۱}، پالمیتیک^{۲۲} و استئاریک^{۲۳} به همراه کاروتنوئیدها^{۲۴}، کولین^{۲۵} و نیکوتین آمید^{۲۶} است. گل راعی به دلیل اثربخشی آن در درمان افسردگی خفیف تا متوسط و همچنین نشان دادن خواص ضد ویروسی، ضد باکتریایی و ترمیم زخم، توجه قابل توجهی را به خود جلب کرده است (افشار زاده و همکاران، ۱۴۰۰). مطالعات انجام شده در ایران طیف وسیعی از ترکیبات فعال بیولوژیکی را در گل راعی، از جمله هایپریرسین، هایپرفورین، گزانتون ها^{۲۷}، فلاونوئیدها و تانن ها، همراه با حضور فلورو گلیکوزینول^{۲۸}، بیوفلاونوئیدها، اسیدهای چرب ضروری و سایر اسیدهای آمینه شناسایی کرده است (مرشد لو و همکاران، ۱۳۹۱)، (Silva et al., 2005). جزء اصلی که بیش از ۳۰ درصد از گل راعی را تشکیل می دهد، اسانس های هیدروکربن اشباع، به ویژه هیدروکربن های اشباع مانند n-nonane، با مقادیر کمی متیل-۲-کتان^{۲۹} و n-اندکان^{۳۰} است. علاوه

¹ Hypericin

² Pseudohypericin

³ Flavonoid

⁴ Kaempferol

⁵ Quercetin

⁶ Hyperoside

⁷ Isorhamnetin

⁸ Rutin

⁹ Amentoflavone

¹⁰ Catechins

¹¹ Biflavonoid

¹² Adhyperforin

¹³ Tanin

¹⁴ Caffeine

¹⁵ Chlorogenic acid

¹⁶ Geranyl acetate

¹⁷ Myrcene

¹⁸ Limonene

¹⁹ Humulene

²⁰ Caryophyllene

²¹ Myristic

²² Palmitic

²³ Stearic acid

²⁴ Carotenoid

²⁵ Choline

²⁶ Nicotinamide

²⁷ Xanthone

²⁸ Fluoroglycosinol

²⁹ Methyl 2 octane

³⁰ Undecane



بر این، ترکیبات دیگری مانند هیدروکربن های اشباع (β -کاریوفیلین،^۱ α -ترپینول^۲، ژرانیول^۳، با مقادیر کمی از میرسن^۴ و پینولیمون^۵، مونوترپن^۶ها (کارواکرول^۷، تیمول^۸، با ردپایی از پینن^۹ و لیمونن^{۱۰}) و سسکی ترپن^{۱۱}ها (کاریوفیلین^{۱۲}) وجود دارند. این ترکیبات متنوع به خواص درمانی و اثرات فارماکولوژیک مشاهده شده در گل راعی کمک می کنند و آن را به یک گیاه مورد توجه برای کاربردهای مختلف سلامت تبدیل می کنند (Brodz et al., 1983).

۳. نتایج

با توجه به ترکیبات موجود و مقالات مطالعه شده اثرات متنوعی از این گیاه متصور است که به بیان آن ها می پردازیم.

۳-۱. ضد التهاب

گل راعی دارای خواص ضدالتهابی قابل توجهی است که در درجه اول به غلظت بالای فلاونوئیدها نسبت داده می شود (Gruenwald et al., 2007). وجود هایپریرسین، هایپر فورین، گزانتون ها و آمنتوفلاون به فعالیت ضدالتهابی آن کمک می کند، به طوری که خود گزانتون ها و آمنتوفلاون ها دارای اثرات ضدالتهابی هستند (یدالله دماوندی و همکاران، ۲۰۱۵). هایپریرسین فعالیت های ضد باکتری، ضد ویروسی و ضد التهابی را نشان می دهد، در حالی که هایپر فورین خواص ضد باکتریایی را نشان می دهد (Schempp et al., 1999). هایپر فورین به عنوان یک مهار کننده دوگانه سیکلواکسیژناز ۱ و ۵-لیپوکسیژناز^{۱۳} عمل می کند و به اثرات ضدالتهابی آن کمک می کند (Albert et al., 2002). قسمت های هوایی گل راعی دارای فعالیت های قابل توجهی در بهبود زخم و ضد التهاب است که با ادعاهای سنتی در طب عامیانه ترکیه همسو است. ترکیباتی مانند هایپریرسین، ایزوکورسترین^{۱۴} و هایپریرسین موجود در این قسمت ها به اثرات ضدالتهابی آن ها کمک می کنند (Suntar et al., 2010). استفاده موضعی روغن گل راعی به طور قابل توجهی با کاهش دوره التهاب، بهبود زخم را تسهیل می کند. مجموعه متنوعی از ترکیبات فعال از جمله هایپریرسین، هایپر فورین، گزانتون ها، فلاونوئیدها و تانن ها به شکستن چرخه التهابی، تقویت مقاومت در برابر عفونت ها و بهبود سریع زخم کمک می کنند. علاوه بر این، استفاده موضعی از روغن گیاه باعث ایجاد بی حسی موضعی می شود

¹ β -caryophyllene

²² α -terpineol

³ Geraniol

⁴ Myrcene

⁵ Pinenolimonene

⁶ Monoterpene

⁷ Carvacrol

⁸ Thymol

⁹ Pinene

¹⁰ limonene

¹¹ Sesquiterpene

¹² Caryophyllene

¹³ Cyclooxygenase

¹⁴ Isoquersitine



و در نتیجه درد و ناراحتی در محل زخم کاهش می یابد (یحیی و مهربان، ۲۰۲۳). التهاب طولانی مدت نقش عمده ای در ترمیم ناقص زخم و ایجاد زخم های مزمن دارد و بخشی جدایی ناپذیر از مراحل فیزیولوژیکی بهبود زخم است که هدف آن پاک سازی زخم از بقایای سلولی و پاتوژن های بالقوه است. در صورت طولانی شدن این مرحله، کمبود اکسیژن و مواد مغذی ناشی از ایسکمی، همراه با کلونیزاسیون باکتریایی یا عفونت، عوامل سلولی هستند که به طور قابل توجهی بر تشکیل زخم مزمن تأثیر می گذارند (Holzer et al., 2022). فعالیت ضدالتهابی عمده به فلاونوئیدها، کورستین و هیپرفورین علاوه بر سودو هیپیرسین و هایپیرسین نسبت داده می شود. این ترکیبات نقش مهمی در مهار تولید واسطه های التهابی مانند پروستاگلاندین E₂^۱، فاکتور نکروز تومور^۲ و اینترلوکین ۱۰^۳ دارند. فلاونوئیدها، کوئرستین و هایپرفورین با سرکوب سنتز واسطه های التهابی عمل می کنند و به کاهش التهاب کمک می کنند. سودو هیپیرسین و هایپیرسین می توانند سیکلواکسیژناز-۱ را مهار کنند، التهاب را کاهش داده و مقاومت در برابر عفونت را تقویت کرده و منجر به بهبود سریع تر زخم می شوند (Suntar et al., 2010). طبق مطالعات جمع آوری شده از سال ۱۹۹۴ تا ۲۰۲۳، یافته ها نشان می دهد *H. perforatum* L از طریق مکانیسم های مختلفی عمل می کند و در هر مرحله از فرآیند بهبود زخم، از جمله اپیتلیال سازی مجدد، رگ زایی، انقباض زخم و بازسازی بافت همبند، نقش دارد. *H. perforatum* L رسوب کلاژن را افزایش می دهد، التهاب را کاهش می دهد، مهاجرت فیبروبلاست را مهار می کند و با افزایش تعداد فیبروبلاست ها با شکل چند ضلعی و تعداد رشته های کلاژن درون فیبروبلاست ها، اپیتلیال شدن را تقویت می کند. عصاره *H. Perforatum* L پاسخ ایمنی را تعدیل می کند و التهاب را کاهش می دهد که از طریق مهار تولید واسطه های التهابی مانند اینترلوکین-۶، فاکتور نکروز تومور- α ، بیان ژن سیکلواکسیژناز-۲ و نیتریک اکسید سنتاز القایی، روند بهبود زخم را تسریع می کند؛ بنابراین، گل راعی. یک درمان بالقوه برای طیف وسیعی از مشکلات پوستی، به دلیل ترکیبات آن با خواص درمانی مفید است و می تواند در توسعه درمان های جدید و التیام زخم مورد استفاده قرار گیرد (Farasati far et al., 2024). در مطالعه یحیی و همکاران از کرم گل های راعی (*St. John's Wort*) برای بررسی تأثیر آن ها بر بهبود زخم به دنبال اپیزوتومی در حین زایمان استفاده شد که بر ترمیم زخم مؤثر بود (یحیی و مهربان، ۱۳۹۹).

۲-۳. بهبود زخم

زخم نشان دهنده یک آسیب فیزیکی است که عملکرد طبیعی پوست را مختل می کند (اصغریه اهری و فرهپور، ۱۳۹۲) مراقبت از زخم به طور مداوم با پیشرفت های پزشکی در حال تغییر است. جستجو برای مواد پانسمان ایده آل همچنان ادامه دارد زیرا متخصصان مراقبت از زخم با چندین چالش مواجه هستند. با توجه به پیدایش ارگانسیم های مقاوم و کاهش اثر آنتی بیوتیک های جدیدتر، متخصصان مراقبت از زخم با استفاده از طب سنتی و جایگزین در درمان زخم، روش های درمان

¹ProstaglandinE2

² Tumor necrosis factors

³ Interleukin



باستانی را بازبینی کرده‌اند. علاوه بر این، یک تغییر مثبت در درک عمومی نسبت به طب سنتی وجود داشته و علاقه دوباره به روش‌های درمانی باستانی افزایش یافته است که منجر به ادغام رویکردهای طب سنتی و جایگزین در درمان زخم شده است. مفهوم ترمیم زخم مرطوب که توسط انجمن درمان زخم تأیید شده است، با استفاده از طب سنتی از این رویکرد برای تسریع روند بهبودی استفاده کرده است. مطالعات متعدد در سراسر قاره‌های مختلف اثربخشی داروهای گیاهی و سنتی را در مدیریت زخم تأیید کرده‌اند (Dorai, 2012). در صورت عدم درمان، زخم‌ها می‌توانند مستعد عفونت شوند و در نتیجه درد و تورم در محل زخم ایجاد شود (kumar et al., 2007). روند بهبود زخم شامل مراحل مشخصی از جمله التهاب، تکثیر و بازسازی است (Jaja and Taylor, 2020). مکانیسم‌های سلولی و مولکولی زیربنای ترمیم بافت و عدم التیام آن هنوز به درستی درک نشده‌اند و درمان‌های فعلی محدود هستند. بهبود ضعیف زخم پس از تروما^۱، جراحی، بیماری حاد یا شرایط بیماری مزمن، سالانه میلیون‌ها نفر را در سراسر جهان تحت تأثیر قرار می‌دهد و در نتیجه عناصر تنظیم نشده، ضعف در ترمیم بافت سالم از جمله التهاب، رگ زایی، رسوب ماتریکس و جذب سلولی است (Eming et al., 2014).

۳-۲-۱. روند التیام اولیه زخم (کلاژن سازی)

ساعت ۰: محل زخم با لخته پر می‌شود. 24-72 ساعت اول: نوتروفیل^۲ ها به لخته نفوذ می‌کنند. میتوز^۳ در سلول‌های اپیتلیال پایه شروع می‌شود و منجر به مهاجرت و تکثیر در امتداد لبه‌های زخم می‌شود. یک لایه اپیدرمی پیوسته اما نازک تشکیل می‌شود. روز سوم: ماکروفاژ^۴ ها جایگزین نوتروفیل ها می‌شوند. گرانولاسیون^۵ بافت شروع می‌شود و رشته‌های کلاژن در لبه‌های زخم آشکار می‌شوند. تکثیر سلول‌های اپیتلیال ادامه می‌یابد و یک لایه اپیدرمی محافظ ضخیم تشکیل می‌دهد. روز پنجم: فضای زخم با بافت گرانوله پر می‌شود. نئوواسکولاریزاسیون به اوج خود می‌رسد، رشته‌های کلاژن شروع به تشکیل می‌کنند و تکثیر اپیتلیال به حداکثر خود می‌رسد. سلول‌های سطحی یک ساختار اپیدرمی بالغ را با کراتینه^۶ شدن سطح تشکیل می‌دهند. در هفته دوم: فیبروبلاست ها تکثیر می‌شوند و انباشته شدن کلاژن منجر به تشکیل اسکار می‌شود. کلاژن نوع III در ابتدا رسوب می‌کند و سپس با کلاژن نوع I جایگزین می‌شود. محو شدن تدریجی رنگ به دلیل افزایش ته نشین شدن کلاژن در ناحیه زخم شروع می‌شود. ماه دوم: تشکیل اسکار تشدید می‌شود که با وجود رشته‌های کلاژن بالغ مشخص می‌شود. نئوواسکولاریزاسیون^۷ منجر به اسکار عروقی می‌شود که عمدتاً از بافت همبند و بدون التهاب تشکیل شده است که توسط یک اپیدرم منسجم و سالم پوشیده شده است.

¹ Trauma

² Neutrophil

³ Mitosis

⁴ Macrophage

⁵ Granulation

⁶ Keratin

⁷ Neovascularisation



۲-۲-۳. روش التیام ثانویه

زمانی که از دست دادن بافت گسترده است، مانند بریدگی‌ها، زخم‌های بزرگ یا تشکیل اسکار، استفاده می‌شود و شامل بافت گرانولاسیون بیش از حدی است که از لبه‌های زخم رشد می‌کند و سعی می‌کند شکاف را درحالی که زخم را منقبض می‌کند، ببندد. مراحل بهبودی شامل التهاب اولیه، فیبروپلازی همراه با تشکیل بافت گرانوله، رسوب^۱ ECM، تغییر شکل بافت و تشکیل اسکار است. قدرت زخم در پایان هفته اول تقریباً ۱۰ درصد میزان طبیعی است، در این مرحله قدرت زخم عمدتاً به بخیه‌های جراحی و چسبندگی بافتی بستگی دارد. بهبود پیش‌رونده قدرت کششی تا ۸۰-۷۰ درصد میزان طبیعی، در ماه سوم رخ می‌دهد. عصاره سنت جان تولید کلاژن، فعالیت فیبروبلاست و فعال شدن سلول‌های فیبروبلاست را تحریک می‌کند و باعث بسته شدن سریع‌تر ناحیه آسیب‌دیده می‌شود. این عصاره بسته شدن زخم‌ها را در نواحی آسیب‌دیده افزایش می‌دهد و نقش مهمی در بهبود زخم ایفا می‌کند (Westferry and wharf, 2010). با توجه به این ترکیبات، از جمله هایپریسین و هایپرفورین، همراه با فلاونوئیدها، تانن‌ها و زانتون‌ها، دوره التهابی کاهش می‌یابد که منجر به بهبود مقاومت در برابر عفونت و بهبود سریع‌تر زخم می‌شود. مصرف موضعی روغن گل راعی تأثیر قابل توجهی در بهبود زخم، ایجاد بی‌حسی موضعی و کاهش درد و ناراحتی در محل زخم دارد. این فرآیند پیچیده و هماهنگ، بهبود و تقویت مؤثر زخم‌ها را از طریق کلاژن سازی و بازسازی بافت تضمین می‌کند (Evans, 2009).

۳-۳. تسکین درد

درد یک احساس ناخوشایند از خفیف تا شدید است که اغلب با آسیب بافتی واقعی یا بالقوه همراه است (Swieboda et al., 2013). گل راعی با فعالیت ضدالتهابی باعث کاهش اسکار در محل زخم شده و به کاهش درد کمک می‌کند (Epstein et al., 1999). در مطالعه‌ای که توسط یحیی و همکاران بر روی اثرات ضد دردی کرم گل راعی انجام شد، استفاده از این کرم به‌طور قابل توجهی باعث کاهش درد اپیزودومی در ۱۲ ساعت اول پس از زایمان و در روزهای ۵ و ۱۰ پس از زایمان شد. (یحیی و همکاران، ۱۳۹۴). نتایج تحقیقی که بر روی خواص ضد درد و ضدالتهابی هایپریکوم صورت گرفت، عصاره سنت جان به‌صورت خوراکی در موش‌ها، فعالیت ضدالتهابی و ضد درد را نشان داد که به‌طور قابل توجهی بیشتر از دارونما بوده و مشابه با داروی ضد درد پنتازوسین است و مکانیسم اثر بالقوه آن شامل مهار آنزیم سیکلواکسیژناز، سنتز پروستاگلاندین، پروتئین کیناز C و مهار آزادسازی آراشیدونیک اسید و لکوترین B4 است. (Gruenwald et al., 2005). علاوه بر این، در تحقیق دیگری با اشاره به خواص Hypericum بیان کردند که استفاده موضعی از روغن این گیاه به‌طور قابل توجهی بهبود زخم را بهبود می‌بخشد و درد و ناراحتی در محل زخم به دلیل بی‌حسی موضعی را کاهش می‌دهد (Evans, 2009). وست فری و همکاران کاهش درد را در مصرف کنندگان عصاره روغن گل راعی به دلیل تشکیل کمتر اسکار گزارش کردند (Westferry and

^۱ Extracellular matrix



(wharf, 2010) در مطالعه دیگری در ترکیه که تحت عنوان «بررسی خاصیت آنتی بیوتیکی گل راعی» انجام شد، بسته شدن ناحیه زخمی در گروه استفاده از کرم گل راعی ۱۵ روز و در گروه استفاده از پماد گل همیشه بهار ۱۶.۵ روز طول کشید. بسته شدن سریع تر زخم در گروه کرم گل راعی به دلیل افزایش تحرک ستر کلارژن توسط فیرو بلاست ها گزارش شد (Safidige et al., 2019). طولانی شدن مراحل بهبود زخم و تغییر در فعالیت فیرو بلاست عواملی هستند که در ایجاد اسکار در زخم ها نقش دارند (Ozturk et al., 2007). اسکارها ضایعات محکم و برجسته ای هستند که می توانند باعث درد و محدودیت حرکتی شوند. علاوه بر این، محمودی و همکاران، در مطالعه خود با عنوان «اثرات ضد درد و ضد التهابی، سمیت حاد و تعیین محتوای هیپرسیسین در گیاه گل راعی»، خواص ضد التهابی گل راعی ایرانی را قابل اثبات دانستند (محمودی و همکاران، ۱۳۸۵). مطالعات حاضر خواص ضد التهابی و ترمیم زخم و کاهش درد با مصرف کرم گل راعی به طور مؤثر نشان می دهند.

۳-۴. درمان سوختگی

صدمات ناشی از سوختگی نشان دهنده نگرانی های بهداشتی قابل توجهی در سراسر جهان است که شامل التهاب، گرانولاسیون و بازسازی بافت در طول فرآیند بهبودی می شود. طب سنتی و گیاهی از دیرباز از گیاهان به عنوان داروهای طبیعی و مقرون به صرفه برای درمان طیف وسیعی از بیماری ها استفاده می کرده اند. مطالعات نشان می دهد که هیپرفورین، ترکیب اولیه موجود در این گیاه، کانال TRPC6^۱ را فعال می کند که به عنوان القاکننده تمایز کراتینوسیت شناخته می شود (Seyhan, 2020). در مطالعه دیگری بهبود زخم را در آسیب های سوختگی درمان شده با *H. perforatum* نشان داده شد که به طور قابل توجهی با اپیتلیال شدن مجدد، رگ زایی و تشکیل بافت گرانوله همراه با کاهش التهاب در غیاب هرگونه عوارض جانبی همراه بود. (Hamed et al., 2024).

۳-۵. اثرات ضد باکتریایی

حضور قابل توجه ترکیبات فنلی^۲ در گل راعی، به ویژه در عصاره متانولی^۳ آن، پایه اولیه خواص ضد میکروبی آن را تشکیل می دهد (Celen et al., 2008). تحقیقات با استفاده از عصاره متانولی اثر ضد میکروبی قابل توجهی را در برابر باکتری هایی مانند سودوموناس آئروژینوزا^۴، اشریشیا کلی^۵ و استافیلوکوکوس اورئوس^۶ به ویژه در غلظت ۱۰۰ میلی گرم در لیتر نشان داده است

^۱ transient receptor potential channel

^۲ Phenol

^۳ Methanol

^۴ *Pseudomonas aeruginosa*

^۵ *Escherichia coli*

^۶ *Staphylococcus aureus*



(قدرتی و همکاران، ۱۴۰۰). کلموف و همکاران در مطالعات خود به هیپرفورین به عنوان جزء ضد باکتریایی اولیه در گیاه گل راعی اشاره کرده و عنوان کردند که هیپرفورین رشد میکروارگانیسم های خاص، به ویژه باکتری های گرم مثبت را مهار می کند. درحالی که همه باکتری های گرم مثبت آزمایش شده مهار رشد را تجربه کردند، چنین تأثیری بر روی باکتری های گرم منفی مشاهده نشد (Klemow et al., 2011). با توجه به اثرات ضد باکتریایی قابل توجه این گیاه و اجزای فعال آن بر علیه استافیلوکوکوس اورئوس، انتظار می رود که کاربردهای آتی هیپریسین، کارواکرول^۱ و مشتقات آن ها عوامل ضد باکتریایی مؤثری علیه استافیلوکوکوس اورئوس باشد (Bahmani et al., 2019).

۳-۶. اثرات ضدویروسی

مطالعات آزمایشگاهی تأیید کرده اند که عصاره اتیل استات^۲ گل راعی، به ویژه هیپرفورین، بیان نسبی اسید ریبونوکلئیک اسید^۳ و ویروسی (mRNA) و تیترو ویروس برونشیت عفونی (IBV)^۴ را به طور قابل توجهی کاهش می دهد. گل راعی اثرات ضدویروسی قابل توجهی بر علیه IBV در شرایط آزمایشگاهی و درون تنی نشان می دهد IBV یک ویروس RNA تک رشته ای مثبت، مسئول یک بیماری تنفسی عفونی است. گل راعی غنی از ترکیبات فعالی مانند فلاونوئیدها، نفتودیانترون ها و مشتقات هیپرفورین، اثرات ضدویروسی بر علیه ویروس هایی از جمله ویروس آنفلوآنزای A، ویروس سندرم تنفسی خوک^۵ (PRRSV) و IBV نشان داده است. هیپریسین و پسودوهیپریسین، به صورت جداگانه یا ترکیبی، فعالیت ضدویروسی از خود نشان می دهند (Chen et al., 2019). علاوه بر این، گل راعی اثرات ضدویروسی و ویروس کشی قابل توجهی را در برابر سندرم حاد تنفسی شدید کروناویروس ۲ (SARS-CoV-2) و ویروس کرونا که مسئول همه گیری COVID-19 است، نشان می دهد. ویروس های کرونای انسانی (HCoV) تهدیدهای مداومی برای سلامت جهانی هستند و اثرات ضدویروسی گل راعی بر علیه ویروس های کرونای انسانی، از جمله SARS-CoV و کروناویروس سندرم تنفسی خاورمیانه، بر پتانسیل آن به عنوان یک داروی گیاهی مؤثر تأکید می کند. خانواده Hypericaceae مدت هاست که به دلیل کارایی آن در درمان طیف وسیعی از بیماری های عفونی و غیر عفونی، از جمله عفونت های باکتریایی و ویروسی، افسردگی، زخم ها و التهابات پوستی شناخته شده است. متابولیت های گل راعی که از قسمت های مختلف گیاه (ریشه، دانه و قسمت های هوایی) به دست می آید شامل هیپریسین، هیپرفورین، هیپروسید، روتین، گلیکوزیدهای کورستین و میریستین است. به عنوان یک عامل ضدویروسی، فعالیت گل راعی در برابر ویروس های مختلف، از جمله IBV، ویروس هپاتیت C (HCV)، ویروس نقص ایمنی انسانی (HIV) و کروناویروس ها، هم در شرایط آزمایشگاهی و هم در شرایط درون تنی ارزیابی شده است. عصاره اتیل استات به طور قابل توجهی تیتراهای IBV،

¹ Carvacrol

² Ethyl acetate

³ Ribonucleic acid

⁴ Bronchitis

⁵ Porcine reproductive and respiratory syndrome virus



بیان mRNA سیتوکین های پیش التهابی ($TNF-\alpha$, IL-6) و فاکتور رونویسی NF-KB^۱ را کاهش می دهد. با توجه به پتانسیل آن برای مقابله با اثرات پیش التهابی سیتوکین های مختلف، استفاده از گل راعی برای جلوگیری از طوفان سیتوکین در بیماران COVID-19 پیشنهاد شده است (Bajrai et al 2021). در یک مطالعه که برای بررسی اثرات ضد ویروسی گل راعی انجام شد، عصاره کمی از هیپریکوم پرفوراتوم مورد آزمایش قرار گرفت و مشخص شد که دارای یک فعالیت ضد ویروسی قوی علیه SARS-CoV-2 است. قدرت ضد ویروسی عصاره را می توان به نفتودیانترن، هایپریسین و پسودو هایپریسین نسبت داد، برخلاف سایر ترکیبات آزمایش شده مواد گیاهی که هیچ گونه فعالیت ضد ویروسی نشان ندادند، هیپریکوم پرفوراتوم و ماده اصلی فعال آن هایپریسین نیز در برابر انواع مختلف SARS-CoV-2 (آلفا، بتا، دلتا و او میکرون^۲) مؤثر بودند. در مورد مکانیسم اثر آن، شواهدی به دست آمد مبنی بر اینکه هیپریکوم پرفوراتوم و هایپریسین ممکن است یک اثر مسدود کننده مستقیم ویروس در برابر ذرات ویروس SARS-CoV-2 داشته باشند. در مجموع، داده های ارائه شده به وضوح بر فعالیت ضد ویروسی امیدوار کننده هیپریکوم پرفوراتوم و مواد فعال آن در برابر عفونت های SARS-CoV-2 تأکید می کند (Mohamed et al., 2022).

۳-۷. اثرات ضد افسردگی

اختلالات روان پزشکی به طور قابل توجهی بر کیفیت زندگی تأثیر می گذارد و میزان مرگ و میر را افزایش می دهد. افسردگی و اضطراب از شایع ترین اختلالات روان پزشکی هستند که اغلب با سایر بیماری های روانی همراه هستند. درمان های ضد افسردگی کنونی دارای محدودیت هایی هستند که نیاز به داروهای مؤثرتر با عوارض جانبی کمتر دارد. گل راعی به دلیل خواص ضد افسردگی خود که به هایپریسین و هایپرفورین تشکیل دهنده فعال آن نسبت داده می شود، مشهور است. این ترکیبات دارای اثرات ضد افسردگی مشابه داروهای ضد افسردگی سه حلقه ای و مهار کننده های انتخابی باز جذب سروتونین هستند اما با عوارض جانبی کمتر و خفیف تر. کار آزمایشی های تصادفی سازی و کنترل شده نشان دهنده اثربخشی عصاره گل راعی در افسردگی خفیف تا متوسط است. کار آزمایشی های دوسوکور شامل بیماران مبتلا به افسردگی خفیف تا متوسط نشان می دهد که عصاره این گیاه مؤثرتر از دارونما است و اثرات مشابهی با فلوکستین، ایمی پرامین و سرتالین دارد. (Zirak et al., 2019) افسردگی حدود ۳۵۰ میلیون نفر را تحت تأثیر قرار می دهد که بر اساس طول مدت، شدت و فراوانی علائم به عنوان خفیف، متوسط یا شدید طبقه بندی می شوند. گل راعی معمولاً برای افسردگی خفیف تا متوسط استفاده می شود (Mejia-Agudelo et al., 2019). مکانیسم های اثر آن شامل مهار غیرانتخابی باز جذب سروتونین^۳، نوراپی نفرین^۴ و دوپامین^۵ است که منجر به افزایش فعالیت گیرنده های سروتونرژیک و دوپامینرژیک می شود. علاوه بر این، اتصال به گیرنده های گاما آمینوبوتیریک

¹ nuclear factor kappa b

² Omicron

³ Serotonin

⁴ Norepinephrine

⁵ Dopamine



اسید (GABA)^۱ را افزایش می دهد و فعالیت مونوآمین اکسیداز را مهار می کند. مطالعات، خواص ضدافسردگی هیپریسین، ماده فعال اولیه در گل راعی را تأیید می کنند (Sadeghi et al., 2023). مطالعات مفصلی در مورد مقایسه عصاره های مختلف گل راعی در برابر داروهای ضدافسردگی استاندارد، با استفاده از گروه های بیماران کاملاً تعریف شده در دوره های طولانی، انجام شده است. این مطالعات نشان می دهد که عصاره این گیاه به طور قابل توجهی برتر از دارونما است و به اندازه داروهای ضدافسردگی سه حلقه ای استاندارد مؤثر است و عوارض جانبی کمتری در بیماران تحت درمان با گل راعی در مقایسه با افرادی که داروهای ضدافسردگی استاندارد دریافت می کنند، مشاهده می شود. اثر درمانی گل راعی شامل طیفی از ترکیبات فعال زیستی است. عصاره های گل ها و برگ های این گیاه حاوی حداقل ده دسته از مواد دارویی فعال از جمله مشتقات فلاونول، بیفلاون ها، پروآنتوسیانیدین ها، گزانتون ها، فلوروگلوکوسینول ها و نفتودیانترون ها هستند و در این میان، هایپریسین و هایپرپورین موضوعات اصلی مطالعات بوده اند (Lvetic et al., 2011).

۳-۸. اثرات ضد صرع

صرع، یک اختلال عصبی جدی اما شایع است. فلاونوئیدها که در غذاهایی مانند میوه ها و سبزی ها یافت می شوند، ترکیبات پلی فنلی هستند که به شش گروه اصلی دسته بندی می شوند: فلاون ها^۲، فلاونول ها^۳، ایزوفلاون ها^۴، فلاوانون ها^۵، فلاوانول ها^۶ و آنتوسیانیدین ها^۷. مطالعات متعددی خواص محافظت کننده عصبی فلاونوئیدها را نشان داده اند و مصرف آن ها را با پیشگیری از بیماری های مختلف انسانی از جمله اختلالات عصبی مرتبط می دانند. فلاونوئیدها اغلب به عنوان لیگاند^۸ برای گیرنده های گاما اسید آمینو بوتیریک (GABA) نوع A در سیستم عصبی مرکزی عمل می کنند. علاوه بر این، فلاونوئیدها دارای خواص آنتی اکسیدانی قوی هستند (Kessas et al., 2022). چندین مطالعه *in vitro* و *in vivo* خواص ضد صرع فلاونوئیدهایی مانند آمانتوفلاون^۹ را نشان داده اند. این ترکیبات استرس اکسیداتیو را کاهش می دهند، التهاب عصبی را مهار می کنند و میل اتصال گابا به گیرنده های آن را افزایش می دهند، گابا اسید آمینو بوتیریک، یک میانجی عصبی مهم در سیستم عصبی مرکزی پستانداران است که عموماً نقش مهاری داشته و موجب مهار تحریکات نورون ها یا تضعیف آن ها می شود اختلال در تنظیم آن در فعالیت های تشنجی دخیل است (Budantsev et al., 2021). فلاونوئیدها با تعامل با محل های اتصال بنزودیازپین^{۱۰} بر روی گیرنده های GABA در سیستم عصبی مرکزی، می توانند اثرات ضد تشنجی داشته باشند. اقدامات محافظت کننده عصبی آن ها در برابر

¹ γ-Amino butyric acid

² Flavones

³ Flavonols

⁴ Isoflavone

⁵ Flavanones

⁶ Flavanols

⁷ Anthocyanidins

⁸ Ligand

⁹ Amantofavon

¹⁰ Benzodiazepine



استرس اکسیداتیو، یک عامل کلیدی در صرع بوده و به اثرات ضد تشنج بالقوه آن‌ها کمک می‌کند. همچنین فلاونوئیدها ممکن است از سیستم عصبی مرکزی در برابر آسیب اکسیداتیو محافظت کنند و اثرات ضد تشنجی ارائه دهند. با این حال، تحقیقات بیشتر برای روشن کردن مکانیسم‌های دقیق عمل آن‌ها و کشف کاربردهای بالینی بالقوه آن‌ها در مدیریت صرع ضروری است (Diniz et al., 2015).

۳-۹. اثرات بر سندرم پیش از قاعدگی PMS^۱

چرخه قاعدگی نشان‌دهنده بلوغ باروری در زنان بالغ است، اما می‌تواند علائم آزاردهنده‌ای را به همراه داشته باشد که منجر به چالش‌های جسمی و ذهنی برای زنان شود. سندرم پیش از قاعدگی مجموعه‌ای از علائم فیزیکی، روانی و رفتاری را دربرمی‌گیرد که به‌طور دوره‌ای برخی از زنان را تحت تأثیر قرار می‌دهد و معمولاً با شروع قاعدگی برطرف می‌شود. عصاره مخمر سنت جان، مشتق شده از گل راعی، در درمان سندرم پیش از قاعدگی اثربخشی نشان داده است. درمان با قطره هایپیریان^۲، در کاهش علائم سندرم پیش از قاعدگی مؤثر بوده است. این علائم می‌تواند برای زنان بسیار آزاردهنده باشد و در هر دو حوزه جسمی و ذهنی چالش‌هایی ایجاد کند. استفاده از قطره هایپیریان برای حداقل ۲ ماه در مرحله لوتئال^۳ (مرحله پیش از قاعدگی) قبل از شروع قاعدگی توصیه می‌شود (پاک‌گوهر و همکاران، ۱۳۸۴). علاوه بر این، قرص‌های پرفوران، حاوی هایپیرسین، هیپروسید، ایزوکورستین و روتین، برای مهار فعالیت آنزیم‌ها و باز جذب انتقال‌دهنده‌های عصبی مانند نوراپی نفرین، سروتونین و دوپامین مشاهده شده است. این ترکیبات ممکن است تأثیر مثبتی بر خلق و خوی بگذارد و افسردگی را کاهش دهد (Khademi et al., 2020). علاوه بر این، مطالعات نشان داده‌اند که عصاره‌های گیاه گل راعی می‌توانند آنزیم‌های مختلفی از جمله مونوآمین اکسیداز^۴ را مهار کنند. این اثر ممکن است منجر به افزایش سطوح انتقال‌دهنده‌های عصبی مانند سروتونین، نوراپی نفرین و دوپامین در هسته مغز شود که به بهبود خلق و خو و کاهش افسردگی کمک می‌کند (Isacchi et al., 2007).

۳-۱۰. عوارض جانبی گل راعی

درحالی‌که واکنش‌های نامطلوب به گل راعی، زمانی که به‌عنوان یک مکمل مستقل مصرف می‌شود، نسبتاً نادر است، نگرانی‌ها زمانی ایجاد می‌شود که افراد به‌طور هم‌زمان داروهایی را مصرف کنند که ممکن است با اجزای تشکیل‌دهنده این گیاه تداخل داشته باشند. دوز روزانه به یک نگرانی بالقوه تبدیل می‌شود. دوزهای معمولی عوارض جانبی نسبتاً کمی دارند. به‌طور کلی، شایع‌ترین عوارض جانبی شامل علائم گوارشی، واکنش‌های آلرژیک، سرگیجه، بی‌قراری، خستگی و خشکی دهان

^۱ Pre menstrual syndrom

^۲ Hypiran

^۳ luteal

^۴ Monoamine oxidase



است. این اثرات معمولاً خفیف، متوسط یا گذرا هستند. هایپریسین، ترکیبی که در این گیاه یافت می شود، اثر فوتوتوکسیک^۱ منحصربه فردی دارد که در صورت مصرف در دوزهای بالا، می تواند منجر به فتودرماتیت^۲ شود. تحقیقات اخیر با استفاده از روش های آزمایشگاهی نشان می دهد که استفاده از گل راعی ممکن است اثرات فوتوتوکسیک روی چشم داشته باشد. سلول های اپیتلیال^۳ عدسی انسانی و سلول های اپیتلیال رنگ دانه شبکیه انسانی که در معرض ترکیبی از هایپریسین و نور در محدوده مرئی یا UV قرار گرفتند، آسیب دیدند. ترکیب هایپریسین و نور به پروتئین آلفا کریستالین^۴ در عدسی آسیب می رساند. با این حال، هیچ اثر نامطلوبی از گل راعی بر بینایی در محیط های بالینی گزارش نشده است. با این وجود، افرادی که از این گیاه مصرف می کنند باید اقدامات احتیاطی معمولی را برای محافظت از چشمان خود در برابر قرار گرفتن بیش از حد در معرض نور خورشید که خطر نسبتاً کمی دارد، انجام دهند (Klemow et al., 2011).

۴. بحث و نتیجه گیری

یکی از مزیت های قابل توجه علف های هرز خواص دارویی آنها است که مدیریت بسیاری از آنها دشوار است اما کاربردهای درمانی دارند. استفاده از گیاهان دارویی با اشکال مختلف از جمله مصرف به صورت تازه، خشک، پودر، دم کرده، شربت، روغن های گیاهی و عرقیات فرآوری شده، نقش مهمی در سیستم های مراقبت های بهداشتی در سراسر جهان ایفا می کند. گل راعی که در زبان فارسی به عنوان گیاه علف چای شناخته می شود، علف هرزی است که در آب و هوا و خاک های مختلف رشد کرده و به نام انگلیسی St. John s wort شناخته شده است. این گیاه از زمان یونان باستان به عنوان یک داروی گیاهی به ویژه برای درمان بیماری های داخلی و خارجی مورد استفاده قرار گرفته و در طول سال ها، برای اضطراب، افسردگی، بریدگی و سوختگی محبوب باقی مانده است. تحقیقات اخیر حاکی از اثربخشی آن در درمان بیماری های مختلف از جمله سرطان، اختلالات مرتبط با التهاب، عفونت های باکتریایی و ویروسی، نقش آنتی اکسیدانی و ایجاد اثرات محافظتی عصبی است.

منابع

- افشارزاده، ن.، عزیزی، م.، و سمیعی، ل. (۱۴۰۰). مطالعه و بررسی بهینه سازی محیط کشت گل راعی (*Hypericum perforatum*) با هدف کالزایی و باززایی ریزنمونه های برگ و ساقه و ریشه زایی ساقه. مجله علوم باغبانی. <https://doi.org/10.22067/jhs.2021.60331.0>
- اصغریه اهری، م.، و فرهپور، م. (۱۳۹۲). بررسی اثرات هیستوپاتولوژیک عصاره هیدروالکلی سرشاخه گل دار گل راعی (*Hypericum perforatum*) بر روند التیام زخم جلدی تمام ضخامت تجربی در موش. مجله پژوهش های بالینی دامپزشکی، ۴(۳)، ۱۷۷-۱۸۷.
- امین، غ. (۱۳۷۰). گیاهان دارویی و سنتی ایران. وزارت بهداشت، درمان و آموزش پزشکی، معاونت پژوهشی.
- پاک گوهر، م.، احمدی، م.، صالحی سو رمقی، م.، مهران، ع.، و آخوندزاده، ش. (۱۳۸۴). بررسی تأثیر گل راعی در درمان سندرم پیش از قاعدگی. مجله گیاهان دارویی، ۴(۱۵)، ۳۳-۴۲.

¹Phototoxic

² Photodermatitis

³ Epithelial

⁴ α -crystallin



- راضی جلالی، م.، لرکی، س.، خاتلو، خ.، و همکاران. (۱۴۰۱). بررسی تأثیر عصاره هیدروالکلی گل راعی (*Hypericum perforatum* L.) بر زندهمانی پروتواسکولکس های اکینو کوکوس گرانولوزوس در شرایط آزمایشگاهی. مجله تحقیقات دامپزشکی و فرآورده های بیولوژیک، ۳۵(۴)، ۵۹-۶۷.
- ریاضی، ا.، حسینی ناصر، م.، نقدی بادی، ح.، نقوی، م.، و رضازاده، ش. (۱۳۹۴). ارزیابی صفات فیتوشیمیایی ۲۵ جمعیت گل راعی (*Hypericum perforatum* L.) در رویشگاه های طبیعی ایران. مجله تحقیقات گیاهان دارویی و معطر ایران، ۳۱(۱)، ۶۳-۸۰.
- زارع زردینی، ح.، و امیری عقدایی، ف. (۱۳۹۳). بررسی عوامل مؤثر بر بهبود و توسعه بازار گیاهان دارویی در ایران. مجله تحقیقات بازاریابی نوین، ۴(۱)، ۱۹۵-۲۱۴.
- شفاعی، م.، ابراهیمی، م.، و مختاری، ا. (۱۴۰۲). بررسی ویژگی های مورفولوژیک، فیزیولوژیک، هیستولوژیک و میزان هایپر سین ۲۰ جمعیت گل راعی (*Hypericum perforatum* L.) در شرایط درون شیشه. مجله تحقیقات گیاهان دارویی و معطر ایران، ۳۹(۳)، ۴۶۵-۴۸۲.
- علیزاده، م.، و محمودی، ا. (۱۳۹۵). جایگاه و اهمیت اقتصادی گیاهان دارویی در جهان و ایران، چالش ها و ضرورت توجه به پرورش گیاهان دارویی. همایش ملی گیاهان دارویی معطر و ادویه ای، گلستان، ایران.
- فاتحی، ف. (۱۳۹۸). تولید و صادرات گیاهان دارویی. موسسه فرهنگی هنری دیباگران تهران.
- قدرتی، ل.، عطایی کجویی، م.، موسوی فرد، ص.، و معطر، ف. (۱۴۰۰). مطالعه اثرات ضد میکروبی عصاره متانولی گل راعی (*Hypericum perforatum*) بر باکتری های غذازاد. مجله میکرو ب شناسی مواد غذایی، ۸(۴)، ۵۶-۶۶.
- محمدزاده، ز.، محمدعلیزاده چرنمایی، س.، فرشاف خلیلی، ع.، و جوادزاده، ی. (۲۰۱۳). تأثیر ژل واژینال گل راعی بر واژینوز باکتریال. مجله زنان، مامایی و نازایی ایران، ۱۶(۵۶)، ۱۷-۲۷.
- محمودی، م.، سمنانی، م.، سعیدی، م.، و جوانمردی، آ. (۱۳۸۵). اثرات ضد التهابی، ضد دردی، سمیت حاد و تعیین مقدار هایپر سین در گیاه علف چای. مجله علمی پژوهشی دانشگاه علوم پزشکی بابل، ۸(۴)، ۷-۱۴.
- مرشدلو، م.، دینی، ع.، و آقایی، ف. (۱۳۹۱). مروری بر گیاه دارویی گل راعی (*Hypericum perforatum* L.) و خواص ضد اسر دگی آن. همایش ملی فرآورده های طبیعی و گیاهان دارویی، ایران.
- نقدی بادی، ح.، امین، غ.، مکی زاده تفت، م.، و ضیایی، ع. (۱۳۸۴). مروری بر گیاه هوفاریقون (*Hypericum perforatum* L.). فصلنامه گیاهان دارویی، ۱۶(۴)، ۱-۱۴.
- یحیی، س.، ازگلی، گ.، مجاب، ف.، و همکاران. (۱۳۹۴). تأثیر کرم گل راعی بر درد پرینه بعد از اپیزیاتومی در زنان نخست زایا. مجله زنان، مامایی و نازایی ایران، ۱۸(۱۵۹)، ۱-۷.
- یحیی، س.، و مهربان، ز. (۱۴۰۲). تأثیر کرم گیاه علف چای بر رضایت مندی از ترمیم زخم و شدت درد اپیزیاتومی در زنان نخست زایا. کارآزمایی بالینی دوسوکور). مجله زنان، مامایی و نازایی ایران، ۲۶(۲)، ۴۶-۵۵.
- یحیی، س.، و مهربان، ز. (۱۳۹۹). تأثیر کرم گل راعی بر ترمیم زخم پرینه در زنان نخست زایا. مجله زنان، مامایی و نازایی ایران، ۲۳(۶)، ۶۱-۶۹.

- Albert, D., Zündorf, I., Dinger mann, T., Müller, W. E., Steinhilber, D., & Werz, O. (2002). Hyperforin is a dual inhibitor of cyclooxygenase-1 and 5-lipoxygenase. *Biochemical Pharmacology*, 64(12), 1767-1775. [https://doi.org/10.1016/S0006-2952\(02\)01387-4](https://doi.org/10.1016/S0006-2952(02)01387-4)
- Bahmani, M., Taherikalani, M., Khaksarian, M., Soroush, S., Ashrafi, B., & Heydari, R. (2019). Phytochemical profiles and antibacterial activities of hydroalcoholic extracts of *Origanum vulgare* and *Hypericum perforatum* and carvacrol and hypericin as a promising anti-*Staphylococcus aureus*. *Mini Reviews in Medicinal Chemistry*, 19(11), 923-932. <https://doi.org/10.2174/1389557519666190304124351>
- Brondz, I., Greibrokk, T., & Aasen, A. J. (1983). n-Alkanes of *Hypericum perforatum*: A revision. *Phytochemistry*, 22(1), 295-296. [https://doi.org/10.1016/0031-9422\(83\)83073-9](https://doi.org/10.1016/0031-9422(83)83073-9)

- Budantsev, A. L., Prihodko, V. A., Varganova, I. V., & Okovityi, S. V. (2021). Biological activity of *Hypericum perforatum* L. (Hypericaceae): A review. *Pharmacy & Pharmacology*, 9(1), 17-31. <https://doi.org/10.19163/2307-9266-2021-9-1-17-31>
- Çelen, G., Özkan, S., & Ayhan, F. (2008). The phenolic compounds from *Hypericum perforatum* and their antimicrobial activities. *Hacettepe Journal of Biology and Chemistry*, 36(4), 339-345.
- Chen, H., Muhammad, I., Zhang, Y., Ren, Y., Zhang, R., Huang, X., ... & Li, G. (2019). Antiviral activity against infectious bronchitis virus and bioactive components of *Hypericum perforatum* L. *Frontiers in Pharmacology*, 10, 1272. <https://doi.org/10.3389/fphar.2019.01272>
- Dorai, A. A. (2012). Wound care with traditional, complementary and alternative medicine. *Indian Journal of Plastic Surgery*, 45(2), 418-424. <https://doi.org/10.4103/0970-0358.101331>
- Evans, W. C. (2009). *Trease and Evans' pharmacognosy* (16th ed.). Elsevier Health Sciences.
- Gruenwald, J., Brendler, T., & Jaenicke, C. (2007). *PDR for herbal medicines* (4th ed.). Thomson Reuters.
- Hamed, Z. S., Manafi, A., Hashemi, S. S., Mehrabani, D., Seddighi, A., Tanideh, N., & Mokhtari, M. (2024). Healing Effect of *Hypericum perforatum* in Burn Injuries. *World Journal of Plastic Surgery*, 13(3), 57.
- Holzer-Geissler, J. C. J., Schwingenschuh, S., Zacharias, M., Einsiedler, J., Kainz, S., Reisenegger, P., ... & Kotzbeck, P. (2022). The Impact of Prolonged Inflammation on Wound Healing. *Biomedicines*, 10(4), 856. <https://doi.org/10.3390/biomedicines10040856>
- Isacchi, B., Bergonzi, M. C., Carnevali, F., Van der Esch, S. A., Vincieri, F. F., & Bilia, A. R. (2007). Analysis and stability of the constituents of St. John's wort oils prepared with different methods. *Journal of Pharmaceutical and Biomedical Analysis*, 45(5), 756-761. <https://doi.org/10.1016/j.jpba.2007.07.018>
- Ivetic, V., Trivic, S., Pogancev, M. K., Popovic, M., & Zlinská, J. (2011). Effects of St John's wort (*Hypericum perforatum* L.) extracts on epileptogenesis. *Molecules*, 16(9), 8062-8075. <https://doi.org/10.3390/molecules16098062>
- Jaja, P. T., & Allen-Taylor, A. (2020). Early outcomes of post-operative hip and proximal thigh wounds dressed with post-op opsite™ versus povidone-iodine based dressing: Protocol for a randomized trial. *Contemporary Clinical Trials Communications*, 17, 100526. <https://doi.org/10.1016/j.conctc.2020.100526>
- Klemow, K. M., Bartlow, A., Crawford, J., Kocher, N., Shah, J., & Ritsick, M. (2011). *Herbal medicine: Biomolecular and clinical aspects*. CRC Press, 2(11), 211-228.
- Kumar, B., Vijayakumar, M., Govindarajan, R., & Pushpangadan, P. (2007). Ethnopharmacological approaches to wound healing—Exploring medicinal plants of India. *Journal of Ethnopharmacology*, 114(2), 103-113. <https://doi.org/10.1016/j.jep.2007.08.010>
- Saddiqe, Z., Naeem, I., & Maimoona, A. (2010). A review of the antibacterial activity of *Hypericum perforatum* L. *Journal of Ethnopharmacology*, 131(3), 511-521. <https://doi.org/10.1016/j.jep.2010.07.034>
- Schempp, C. M., Pelz, K., Wittmer, A., Schöpf, E., & Simon, J. C. (1999). Antibacterial activity of hyperforin from St John's wort, against multiresistant *Staphylococcus aureus* and gram-positive bacteria. *The Lancet*, 353(9170), 2129. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(99\)00214-7](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(99)00214-7)
- Silva, B. A., Ferreres, F., Malva, J. O., & Dias, A. C. (2005). Phytochemical and antioxidant characterization of *Hypericum perforatum* alcoholic extracts. *Food Chemistry*, 90(1-2), 157-167. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2004.03.049>
- Singer, A. J., & Clark, R. A. (1999). Cutaneous wound healing. *New England Journal of Medicine*, 341(10), 738-746. <https://doi.org/10.1056/NEJM199909023411006>
- Świeboda, P., Filip, R., Prystupa, A., & Drozd, M. (2013). Assessment of pain: Types, mechanism and treatment. *Pain*, 2(7), 2-7.
- Süntar, I. P., Akkol, E. K., Yilmazer, D., Baykal, T., Kırmızıbekmez, H., Alper, M., & Yeşilada, E. (2010). Investigations on the in vivo wound healing potential of *Hypericum perforatum* L. *Journal of Ethnopharmacology*, 127(2), 468-477. <https://doi.org/10.1016/j.jep.2009.10.011>
- Yadollah-Damavandi, S., Chavoshi-Nejad, M., Jangholi, E., Nekouyian, N., Hosseini, S., Seifae, A., ... & Mohsenikia, M. (2015). Topical *Hypericum perforatum* improves tissue regeneration in full-thickness excisional wounds in diabetic rat model. *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine*, 2015, 245328. <https://doi.org/10.1155/2015/245328>
- Öztürk, N., Korkmaz, S., & Öztürk, Y. (2007). Wound-healing activity of St. John's Wort (*Hypericum perforatum* L.) on chicken embryonic fibroblasts. *Journal of Ethnopharmacology*, 111(1), 33-39. <https://doi.org/10.1016/j.jep.2006.10.029>

**کاهش زیست پذیری سلولهای B16F10 در حضور گیاه *Chenopodium botrys***

الهام رمضانی^{۱*}، محمد اسماعیلی^۲، مریم اکبری^۳، سید احمد امامی^۴، فاطمه فروزانفر^۵، زهرا طیرانی نجاران^۶

^۱ گروه زیست شناسی، دانشگاه یزد، یزد، ایران (el.ramazani@yazd.ac.ir)

^۲ مرکز تحقیقات سم شناسی پزشکی، پژوهشکده فناوری دارویی، دانشگاه علوم پزشکی مشهد، مشهد، ایران

^۳ گروه فارماکوگنوزی، دانشکده داروسازی، دانشگاه علوم پزشکی مشهد، مشهد، ایران

^۴ گروه داروسازی سنتی، دانشکده داروسازی، دانشگاه علوم پزشکی مشهد، مشهد، ایران

^۵ مرکز تحقیقات علوم اعصاب، دانشگاه علوم پزشکی مشهد، مشهد، ایران

^۶ گروه علوم اعصاب، دانشکده پزشکی، دانشگاه علوم پزشکی مشهد، مشهد، ایران

^۷ مرکز تحقیقات دارورسانی هدفمند، پژوهشکده فناوری دارویی، دانشگاه علوم پزشکی مشهد، مشهد، ایران

چکیده

گیاه *Chenopodium botrys* L. متعلق به خانواده Chenopodiaceae بوده و در مناطق مختلف دنیا پراکنش دارد. از اثرات گیاه میتوان اثرات ضد میکروب، ضد التهاب، ضد سرطان و آنتی اکسیدان را نام برد. مطالعه حاضر به بررسی اثرات سیتوتوکسیک عصاره متانولی و فراکسیون های حاصل از گیاه *Chenopodium botrys* علیه رده سلول سرطانی B16F10 (ملانوما) می پردازد. پس از استخراج عصاره گیاه *C. botrys* با روش پراکسیون، فراکسیون سازی توسط حلال پترولیوم اتر به روش استخراج مایع-مایع صورت گرفت. سپس قدرت آنتی اکسیدانی عصاره متانولی و فراکسیون حاصل از آن با روش FRAP و DPPH مورد آنالیز قرار گرفت. سپس اثر غلظتهای مختلف عصاره متانولی و فراکسیون پترولیوم اتر (۲۰۰-۲/۵ میکروگرم بر میلی لیتر) بر زیست پذیری رده سلولی B16F10 مورد پایش قرار گیرد. بررسی اثرات آنتی اکسیدان و سمیت سلولی عصاره متانولی و فراکسیون پترولیوم اتر *C. botrys* در سطوح غلظتی ۲۰۰-۲/۵ میکروگرم بر میلی لیتر نشان می دهد که فراکسیون پترولیوم اتر دارای فعالیت آنتی اکسیدان مناسب بوده و سبب کاهش میزان زنده مانگی سلول های سرطانی B16F10 می شود. بر طبق نتایج، فراکسیون پترولیوم اتر سمیت به صورت وابسته به دوز داشته و سبب القا آپوپتوز در سلول های ملانوما می گردد. به طور کلی، با توجه به فعالیت آنتی اکسیدان قابل قبول و ایجاد سمیت سلولی و آپوپتوز در سلول های ملانوما به نظر می رسد فراکسیون پترولیوم اتر *C. botrys* دارای نقش موثری در درمان سرطان باشد و بتوان بعنوان گزینه درمانی برای پژوهش های بعدی مورد استفاده قرار گیرد.

واژگان کلیدی: آنتی اکسیدان، سمیت سلولی، DPPH، FRAP، *Chenopodium botrys*.



۱. مقدمه

جنس *Chenopodium* از خانواده *Chenopodiaceae* شامل انواع گیاهان علف هرز (بیش از ۲۰۰ گونه) در بسیاری از مناطق اروپا، آسیا، هند، چین و آمریکای شمالی و جنوبی است (Yadav et al., 2007). جنس *Chenopodium* شامل ۵ گونه می باشد که به طور گسترده در ایران پراکنده شده اند. *Chenopodium botrys* L. در استان های آذربایجان، همدان، خراسان، مازندران، سیستان و بلوچستان و تهران یافت می شود (Yadav et al., 2007). *C. botrys* شامل فلاونوئیدها، آلکالوئید و ترپنوئیدهای زیادی می باشد. بوی مشخص گیاه به دلیل وجود مونوترپن ها و سزکویی ترپن ها می باشد (Morteza-Semnani, 2015). عصاره آبی این گیاه اثرات آنتی اکسیدانی بالایی در تستهای DPPH و FRAP نشان داده است (Maksimovic et al., 2005). از سوی دیگر ترکیبات اصلی اسانس این گیاه عبارتند از α -Eudesmol، Elemol acetate، Elemol و α -Chenopodiol-6-acetate (Rezaieseresht et al., 2020). براساس مطالعات گذشته اثرات ضدسرطان این گونه گیاهی مربوط به ترکیبات سزکویی ترپن می باشند (Li et al., 2013). از اثرات درمانی این گیاه در طب سنتی و مدرن می توان به موارد بسیاری اشاره نمود. عصاره این گیاه در آب مروارید و آسم، همچنین به عنوان ضد کرم استفاده می شود. از برگ های این گیاه به عنوان مسکن، ضد کرم، درمان سردرد، سرماخوردگی و آنفولانزا استفاده می شود. همچنین در فرانسه و اروپای جنوبی، *C. botrys* در آب مروارید و آسم هومورال استفاده می شود و گفته می شود که جایگزین خوبی برای *C. ambrosioides* است (Li et al., 2013). در ایران از *C. botrys* به عنوان خلط آور، ضد تشنج و درمان آسم استفاده می شود (Quattrocchi et al., 2012). در صربستان، از اندام های هوایی خشک شده این گونه گیاه به عنوان داروهایی با خواص ادرار آور، ضد اسپاسم و ضد اسهال و گاهی به عنوان ادویه استفاده می شود (Maksimovic et al., 2005). در پاکستان، دم کرده کامل گیاه به صورت خوراکی برای درمان معده درد، شکایات کبدی و سردرد استفاده می شود. همچنین این گیاه به عنوان ملین و مدر نیز شناخته می شود (Bano et al., 2014). برگ ها و شاخه های جوان *C. botrys* نیز برای التیام زخم کاربرد دارند (Hazrat et al., 2011). در هند، *C. botrys* به عنوان محرک، ادرار آور، ضد اسپاسم شناخته می شود. همچنین در آسم، آب مروارید و بیماری های معده و کبد استفاده می شود (Khare, 2008). در لاهول، استان پنجاب هند، *C. botrys* به عنوان طعم دهنده محبوب برای سوپ گوشت، پنیر و جو استفاده می شود (Khare, 2008). در غرب هند، سبزی تهیه شده از شاخه و برگ های *C. botrys* برای درمان سردرد شدید موثر است (Singh, 2012). دیوسکوریدوس می گوید که *C. botrys* عمدتاً برای قرار دادن در لباس استفاده می شد زیرا بوی آن شب پره لباس را دفع می کرد (Kay, 1996). در آلمان در قرن نوزدهم اغلب علیه پروانه ها و به عنوان یک گیاه دارویی کشت می شد (Hanelt et al., 2001). در اسپانیا، *C. botrys* برای درمان سرفه و احتمالاً برای اختلالات گوارشی و خاصیت ضد کرمی استفاده شده است (de Santayana et al., 2005). گیاهان دارویی، بخش مهمی از گیاهان اقتصادی جهان را تشکیل می دهند. این گیاهان، شامل گونه ها و ارقام متعددی هستند که حاوی ترکیبات فعال می باشند و در درمان بسیاری از بیماری ها مورد استفاده قرار می گیرند. متابولیت های ثانویه ای که توسط این گیاهان تولید می شوند، علاوه بر صنعت داروسازی، در صنایع دیگر از جمله صنایع غذایی، مواد آرایشی و بهداشتی و ... مورد استفاده قرار می گیرند (Atanassov et al., 2016). گیاهان دارویی نقش کلیدی در بهداشت جهانی بازی می کنند. در دهه های اخیر، توجه زیادی برای احیای مجدد گیاهان دارویی و الحاق و استفاده آن ها در سیستم طب مدرن شده است. این امر به دلایل متعددی نظیر آگاهی از عوارض جانبی داروهای شیمیایی، هزینه کم این داروها، مقاومت برخی از پاتوژن ها به داروهای شیمیایی و نیاز به داروهای جایگزین، عدم وجود دارو برای برخی از بیماری ها، عدم امکان تولید مصنوعی برخی ترکیبات موثره در صنایع داروسازی، ارزش دارویی و تجاری آن ها و همچنین اهمیت مواد موثره گیاهان دارویی در صنایع



غذایی، آرایشی و بهداشتی مورد توجه می باشد (Salimikia et al., 2020). روند رو به رشد تقاضای بازارهای جهانی، توجه بیشتر در زمینه شناسایی و حفظ گیاهان دارویی را اجتناب ناپذیر ساخته است. تاکنون فعالیت های مختلفی در زمینه اصلاح و بهبود کیفیت گونه های گیاهی تولید کننده متابولیت های ثانویه صورت گرفته است. امروزه بسیاری از دولت ها با افزایش تقاضای بازارهای جهانی، توجه بیشتری در زمینه کشت گیاهان دارویی مبدول داشته اند (Parsaei et al., 2016). اما هنوز بعضی از این گیاهان مهم به مقدار مورد نیاز کشت نمی شوند. کشور ایران از نظر موقعیت جغرافیایی در منطقه بسیار مناسبی قرار دارد. به طوری که یکی از بزرگترین منابع تنوع ژنتیکی گیاهی است. ایران با وسعت زیاد و آب و هوای متنوع جزء مراکز مهم انتشار و پراکنش بسیاری از گونه های گیاهی می باشد (Solouki et al., 2008). بنابراین شناسایی و حفظ منابع ژنتیکی ایران و مطالعه گونه های گیاهان بومی دارویی در سطوح مورفولوژیکی، فیتوشیمیایی، دارویی، مولکولی و غیره ضروری است. استفاده از گیاهان دارویی و سنتی، جزئی از طب مکمل و جایگزین است. افراد استفاده کننده از طب مکمل و جایگزین، به دنبال یک درمان کمتر تهاجمی برای پیشگیری و یا کنترل بیماری هستند و این مسئله در بین بیماران سرطانی جایگاه ویژه ای در درمان و کنترل عوارض ناشی از آن دارد (Sabzehzari et al., 2020).

سرطان یکی از مهمترین عوامل مرگ و میر در جهان است. ملانوم، جدی ترین نوع سرطان پوست است که در سلول های (ملانوسیت های) تولید کننده ملانین ایجاد می شود و در این مطالعه مورد بررسی قرار گرفته اند. در مطالعات فراوانی به بررسی اثرات ضدسرطانی این گیاه پرداخته شده است. بر طبق مطالعات پیشین این گیاه نیز اثرات ضد سرطانی نشان داده است (Rauf et al., 2017). در مطالعه ای روغن اسانس این گیاه با دوز ۸۰ و ۱۰۰ میکروگرم در میلی لیتر از طریق مسیر آپوپتوز داخلی و جلوگیری از تکثیر سلولی اثرات ضد سرطان در سلولهای HeLa نشان داده است (Rezaieseresht et al., 2020). سرطان یکی از مهمترین عوامل مرگ و میر در جهان است. استفاده از چند سلول برای غربالگری و بررسی برون تن که عموماً از سرطان های عمده می باشند، توصیه شده است. هدف از این مطالعه تعیین اثرات آنتی اکسیدانی و سمیت سلولی عصاره متانولی و فراکسیون پترولیوم اتری گیاه *C. botrys* بر روی رده سلولی B16F10 به منظور کاربرد بهتر و دقیق تر این گیاه در بالین جهت پیشگیری یا کنترل عوارض و درمان بیماری می باشد.

۲. مواد و روش ها

۲-۱. جمع آوری، شناسایی و نگه داری نمونه های گیاهی

این گیاه در فصل تابستان (اواخر شهریور ماه) از روستای شورگشت شهرستان نیشابور جمع آوری شده و پس از شناسایی توسط دکتر امامی در شرایط مناسب قرار گرفته و سپس با استفاده از آسیاب پودر شد. نمونه هرباریومی این گیاه در هرباریوم دانشکده داروسازی مشهد با کد ۱۳۶۰۱ نگهداری می شود.

۲-۲. عصاره گیری

حدود ۲۰۰ گرم از گیاه پودر شده با استفاده از حلال متانول و به کمک روش پراکسیون عصاره گیری شد. به این صورت که ابتدا پودر گیاه داخل بشری حاوی متانول و به مدت ۲۴ ساعت در دمای محیط قرار داده شد. سپس گیاه خیس شده با متانول درون پراکسیون ریخته شد و توسط قیف دکانتور واقع در بالای آن، قطره قطره حلال بر روی گیاه داخل پراکسیون ریخته شده و عصاره قطره قطره از پراکسیون جمع آوری شد. این کار تا جایی ادامه پیدا کرد که تمام عصاره از گیاه بیرون آمد. عصاره



ی حاصله دو بار با استفاده از کاغذ صافی صاف گردید. در نهایت مقدار ۲۵۰۰ میلی لیتر متانول برای عصاره گیری استفاده شد. سپس عصاره توسط دستگاه روتاری تغلیظ شده و به یخچال منتقل گردید.

۳-۲. مراحل فراکسیون سازی عصاره متانولی

عصاره خشک حاصل از مرحله قبل را وزن کرده و مجدداً به آن متانول خالص اضافه کرده و هم می زنیم. سپس به قیف دکانتور انتقال می دهیم. اکنون آب مقطر اضافه کرده تا سوسپانسیون تشکیل شود. سپس به آن اتر دوترول اضافه می گردد. اکنون قیف را هم می زنیم و گاز تولید شده را خارج می کنیم تا کاملاً یک دست گردد. قیف را در حالت استراحت می گذاریم تا دو فاز گردد (براساس قطبیت از یکدیگر جدا می شوند) که فاز بالایی فاز اتری (غیر قطبی) است. در نهایت هر دو قسمت به دست آمده را روتاری می کنیم و در انتها که حلال حذف شد فراکسیون ها را به ویال منتقل کرده و به دستگاه freeze dry متصل می کنیم تا محلول خشک شده و پودر تهیه گردد.

۴-۲. طرز تهیه غلظت های مختلف از عصاره، فراکسیون و کنترل مثبت

عصاره: در ابتدا به ازای هر ۲۰ میلی گرم از عصاره که کاملاً خشک شده، ۱۰۰۰ میکرولیتر DMSO را برداشته و در آن حل کردیم تا غلظت ۲۰ میلی گرم در میلی لیتر از عصاره به عنوان استوک مورد نظر به دست آید. غلظت های مختلف ۲۰، ۴۰، ۱۰، ۵ و ۲/۵ میکروگرم در میلی لیتر از استوک ۲۰ میلی گرم در میلی لیتر به روش رقیق سازی متوالی تهیه گردید. کنترل مثبت (دوکسورویسین): غلظت های ۲۰، ۴۰، ۱۰، ۵ و ۲/۵ میکروگرم در میلی لیتر از استوک آن با غلظت ۰/۲ میلی گرم در میلی لیتر تهیه گردید. غلظت های مختلف عصاره و کنترل مثبت با استفاده از فرمول $C1V1=C2V2$ تهیه گردید.

۵-۲. روش ارزیابی ظرفیت آنتی اکسیدانی بر اساس احیاء آهن (FRAP)

در روش FRAP از یک واکنش اکسیداسیون احیا استفاده می شود که با تغییر رنگ همراه است. زمانی که احیا کننده واکنش (آنتی اکسیدان) الکترون خود را اهدا می کند ماده ای تولید می شود که رنگی بوده و به راحتی می توان شدت رنگ تولید شده که نشان دهنده پیشرفت واکنش است را اندازه گرفت (Guo et al., 2003).



برای انجام این واکنش از یک کمپلکس آهن دار به نام Tptz استفاده می شود. همچنین نیاز است معرف FRAP تهیه گردد. این معرف مخلوط کلرید آهن (FeCl_3 و TPTZ) است که در یک بافر مناسب حل شده است. این مخلوط بی رنگ تا زرد رنگ می باشد زمانی که نمونه مورد بررسی یا استاندارد به این محلول اضافه می شود این کمپلکس احیاء شده و تشکیل کمپلکس حاوی آهن دو ظرفیتی آبی رنگ را میدهد که حداکثر جذب را در طول موج ۵۸۹ نانومتر دارد (Sadeghi et al., 2015).

عدد FRAP نمونه ها بر اساس میکرومولار در هر یک گرم ماده خشک به شرح رابطه زیر محاسبه می شود:

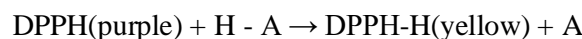
$$\text{FRAP value} = \frac{(\text{The slope of the linear plot for reducing Fe}^{+3} - \text{TPTZ reagent by sample})}{(\text{The slope of the linear plot for FeSO}_4 \text{ (standard)})}$$



برای بررسی پتانسیل فراکسیون ها، مقدار ۱۸۰ میکرولیتر معرف TPTZ به ۲۰ میکرولیتر از غلظت های مختلف نمونه در پلیت ۹۶ خانه افزوده شد سپس به مدت ۳۰ دقیقه در انکوباتور ۳۷ درجه قرار داده و جذب آن در طول موج ۵۹۳ نانومتر خوانده شد (Mockute and Bernotiene, 1999).

۲-۶. روش ارزیابی ظرفیت آنتی اکسیدانی با رادیکال DPPH

اساس این روش بر مبنای احیاء رادیکال آزاد DPPH (2,2-دی فنیل-۱-پیکریل هیدرازیل) به وسیله آنتی اکسیدان ها در غیاب سایر رادیکال های آزاد در محیط می باشد که نتیجه این عمل باعث ایجاد رنگی در محیط می شود که شدت آن با دستگاه طیف سنجی قابل اندازه گیری است.



DPPH یک رادیکال آزاد پایدار است که دارای یک الکترون جفت نشده بر روی یکی از اتم های پل نیتروژنی می باشد. مهار رادیکال DPPH پایه و اساس ارزیابی ظرفیت آنتی اکسیدانی است (Bajalan et al., 2016).

محلول متانولی DPPH دارای رنگ بنفش می باشد که بیشترین جذب نوری را در ۵۱۹-۵۹۵ نانومتر نشان میدهد. پایه و اساس این روش این است که رادیکال DPPH به عنوان پذیرنده الکترون از یک مولکول اهدا کننده مانند آنتی اکسیدان عمل میکند در نتیجه آن DPPH به DPPH2 تبدیل می شود. در این حالت رنگ بنفش محیط به رنگ زرد تبدیل میشود بنابراین شدت جذب در ۵۹۵ نانومتر کاهش می یابد از روی اندازه گیری کاهش شدت جذب به وسیله طیف سنجی میتوان به خصوصیات آنتی اکسیدانی پی برد (Raziq et al., 2011).

در پلیت ۹۶ خانه، ۱۵۰ میکرولیتر از غلظت های مختلف فراکسیون ها به ۱۵۰ میکرولیتر محلول ۰/۱ میلی مولار DPPH در متانول اضافه شد و سپس به مدت ۳۰ دقیقه در دمای اتاق انکوبه گردید و جذب در ۵۱۷ نانومتر خوانده شد (Khan et al., 2012).

$$\text{DPPH radical scavenging activity (\%)} = \frac{(\text{Abs}_{\text{control}} - \text{Abs}_{\text{sample}})}{(\text{Abs}_{\text{control}})} \times 100$$

که Abscontrol جذب رادیکال DPPH در متانول و Abs sample جذب DPPH در نمونه هاست.

۲-۷. کشت دادن سلول ها

رده سلولی B16-F10 بصورت چسبیده به کف فلاسک رشد می نمایند. در صورتی که تراکم سلولی در فلاسک به ۸۰٪ برسد، سلول ها پاساژ داده می شوند. برای این کار، در شرایط کاملاً آسپتیک و در زیر هود لامینار محیط کشت فلاسک تخلیه و سلول ها با فسفات بافر سالین (PBS) شستشو داده شده و سپس با افزودن ۲ میلی لیتر تریپسین و انکوبه کردن به مدت ۵ دقیقه از کف فلاسک جدا شدند. جهت خنثی کردن تریپسین ۴ میلی لیتر محیط کشت سرم دار ۱۰٪ به فلاسک اضافه گردید. سپس محتوی فلاسک به یک فالكون استریل منتقل و به مدت ۵ دقیقه در ۵۰۰۰ دور سانتیفریوژ گردید. به رسوب سلولی محیط کشت جدید اضافه شد و این سوسپانسیون سلولی بین فلاسک های جدید با محیط کشت تازه ۱۰٪ تقسیم گردید و فلاسکها با درج مشخصات و تاریخ مجدداً در انکوباتور CO₂ قرار داده شدند (Li et al., 2005).

۲-۸. روش انجام تست Alamar blue®



به هر کدام از خانه ها به جز بلانک، در ابتدا ۱۰۰ میکرولیتر محیط کشت همراه سلول اضافه شده و پس از گذشت ۲۴ ساعت، ۱۰۰ میکرولیتر از غلظت های آماده شده از فراکسیون ها در محیط کشت بدون سلول به جز کنترل منفی و مثبت و بلانک انتقال داده شد. در مورد کنترل منفی نیز در ابتدا ۱۰۰ میکرولیتر از محیط کشت همراه سلول و پس از گذشت ۲۴ ساعت به همین میزان محیط کشت بدون سلول افزوده شد. برای کنترل مثبت نیز در ابتدا به هر چاهک ۱۰۰ میکرولیتر از محیط کشت همراه سلول و پس از گذشت ۲۴ ساعت ۱۰۰ میکرولیتر از غلظت های ۲/۵ و ۵ و ۱۰ و ۲۰ و ۴۰ (میکروگرم بر میلی لیتر) از دوکسوروبیسین افزوده شد. در مورد بلانک نیز در ابتدا ۱۰۰ میکرولیتر از محیط کشت بدون سلول و پس از گذشت ۲۴ ساعت به همین میزان محیط کشت بدون سلول افزوده شد. پلیت در داخل انکوباتور واجد ۵ درصد CO_2 و دمای $37^\circ C$ به مدت ۴۸ ساعت انکوبه گردید. بعد از گذشت زمان انکوباسیون، به میزان یک دهم حجم موجود در هر خانه یا چاهک یعنی ۲۰ میکرولیتر رنگ Alamar blue® برای سلول های متصل به پلیت، اضافه شد. سپس فویلی آلومینیومی به سرعت روی پلیت کشیده شد به دلیل حساسیت به نور Alamar blue® و به مدت ۱۰ دقیقه تکان داده شد. سپس به مدت ۶ ساعت در انکوباتور با دمای $37^\circ C$ قرار گرفت و جذب نوری آن در ۶۰۰ و ۵۷۰ نانومتر توسط دستگاه ELISA Reader خوانده شد (Hadipour et al., 2023).

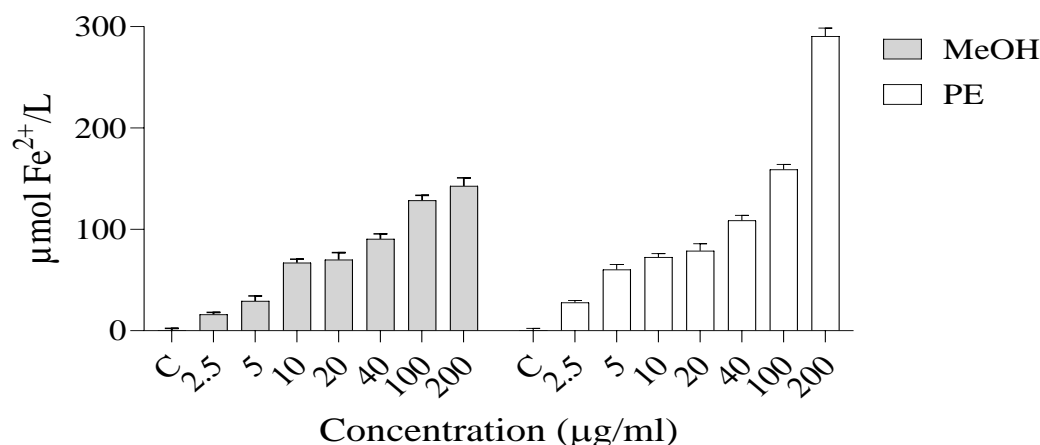
۹-۲. روشهای آماری و حجم نمونه

تمام نمودار ها به کمک نرم افزار PRISM (GraphPad, Version 9) ترسیم شده است. آنالیز آماری در تمام نمودار ها به کمک one way ANOVA و در پی آن dunnett's post hoc test انجام شده است. در تمام نمودار ها علامت * بیانگر $P < 0.05$ و علامت ** بیانگر $P < 0.01$ و *** بیانگر $P < 0.001$ در مقایسه با کنترل می باشد و نتایج در هر شکل نمایان گر $Mean \pm SD$ می باشد.

۳. نتایج

۳-۱. نتایج حاصل از ارزیابی ظرفیت آنتی اکسیدانی بر اساس احیا آهن (FRAP)

نمونه ها با غلظت مشخص به معرف با حجم ۱۸۰ میکرولیتر اضافه شد و به مدت ۳۰ دقیقه در دمای انکوباتور قرار گرفت سپس جذب در طول موج ۵۹۳ نانومتر خوانده شد (شکل ۱).





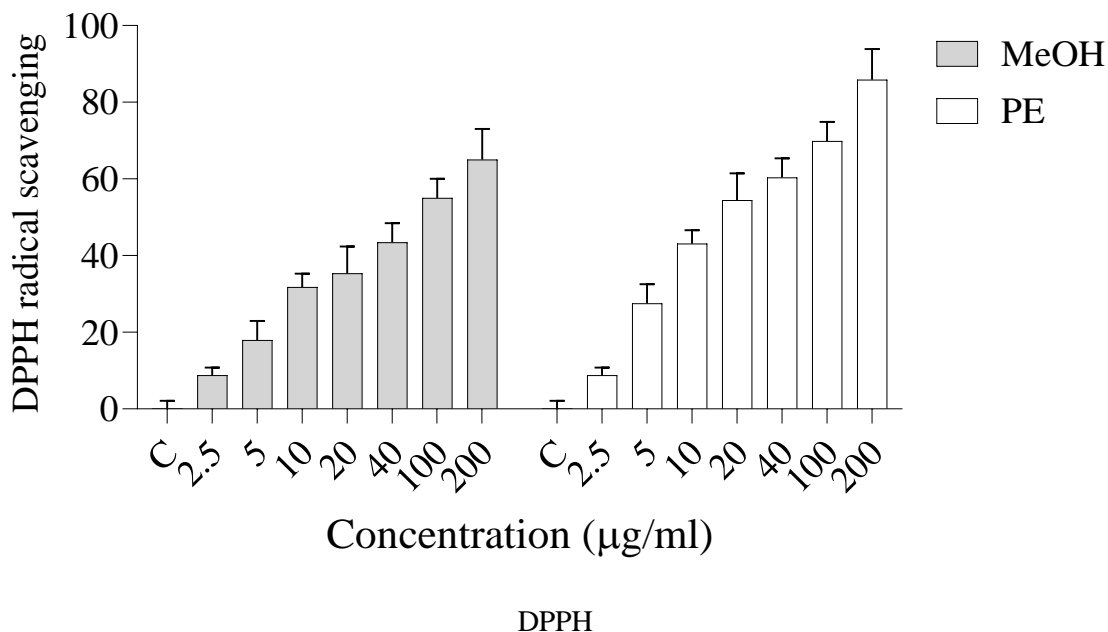
شکل (۱): باتوجه به نتایج بدست آمده فراکسیون پترولیوم اتری نسبت به عصاره متانولی از ظرفیت آنتی اکسیدانی بیشتری برخوردار است. در هر آزمون

از هر غلظت ۳ بار تکرار گذاشته شده و هر آزمون ۳ بار تکرار شده است.

۲-۳. نتایج حاصل از روش ارزیابی ظرفیت آنتی اکسیدانی با رادیکال DPPH

غلظت های مختلف نمونه ها با حجم مشخص به ۱۵۰ میکرولیتر محلول آماده شده اضافه گردید و به مدت ۳۰ دقیقه در دمای

اتاق انکوبه و سپس جذب در ۵۱۷ نانومتر خوانده شد (شکل ۲).



شکل (۲): فراکسیون پترولیوم اتری موجب بیشترین میزان احیا رادیکال آزاد شده و بعد از آن عصاره متانولی موجب بیشترین احیا شده اند. در هر آزمون

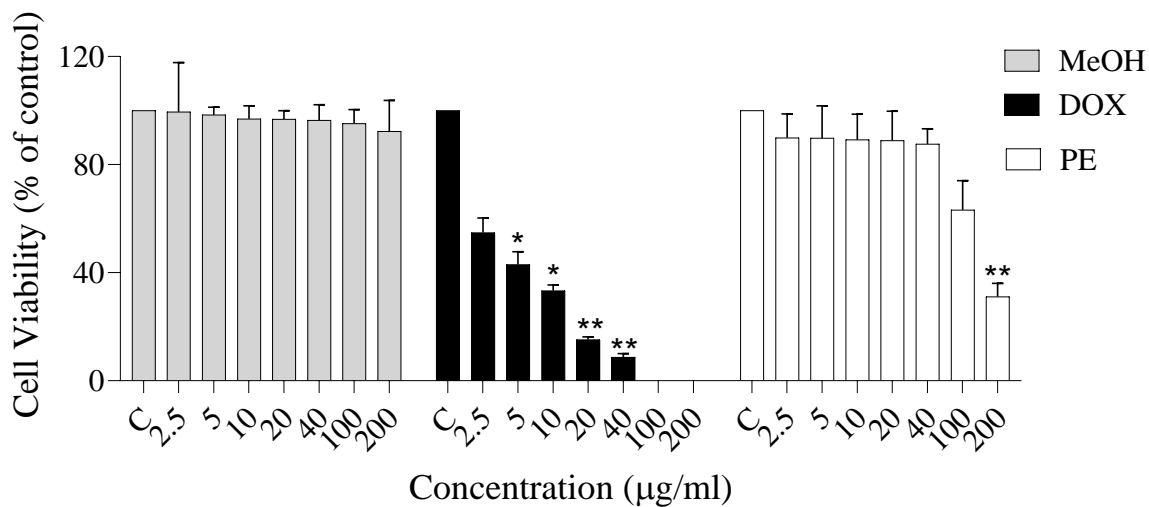
از هر غلظت ۳ بار تکرار گذاشته شده و هر آزمون ۳ بار تکرار شده است.

۳-۳. بررسی سمیت سلولی غلظتهای متفاوت از فراکسیون پترولیوم اتر و متانول از گیاه *C. botrys* در رده سلولی

B16F10

تعداد ۱۰^۴ سلول B16F10 با غلظت های مختلف عصاره متانولی و فراکسیون اتر و پترولی به مدت ۴۸ ساعت در مجاورت هم

قرار گرفتند و به کمک آزمون سمیت سلولی، میزان درصد زنده مانی سلولی تعیین شد (شکل ۳).



شکل (۳): اثر سمیت غلظت های ۲/۵, ۵, ۱۰, ۲۰, ۴۰, ۱۰۰, ۲۰۰ از عصاره متانولی و فراکسیون اتردوپترولی با گروه کنترل مثبت مقایسه شده اند. با توجه به نتایج سمیت وابسته به دوز بوده و در دوز های بالای فراکسیون اتردوپترولی مشهود تر است. در هر آزمون از هر غلظت ۳ بار تکرار گذاشته شده و هر آزمون ۳ بار تکرار شده است و نتایج در هر شکل نمایانگر Mean±SD است. در هر شکل * بیانگر $P < 0.05$ و ** بیانگر $P < 0.01$ در مقایسه با کنترل می باشد.

۴. بحث و نتیجه گیری

اثرات فراکسیون های جداسازی شده از گیاه *C. botrys* بر رده سلولی B16F10 مورد بررسی قرار گرفت. طبق نتایج به دست آمده، در تست های FRAP و DPPH فراکسیون اتردوپترولی نسبت به فراکسیون دیگر از ظرفیت آنتی اکسیدانی بالاتری برخوردار بود. با توجه به تست سمیت سلولی، سمیت وابسته به دوز در دو فراکسیون مشاهده شد که این سمیت در فراکسیون اتردوپترولی مشهودتر بود. با توجه به نتایج بدست آمده از تمامی تست های انجام شده به نظر می رسد اثرات سمیت مشاهده شده می تواند به ترکیبات ترپنوئیدی گیاه مرتبط باشد. از طرفی اثرات آنتی اکسیدان می تواند به ترکیبات فلاونوئیدی موجود در گیاه مرتبط باشد. البته آنالیز های بیشتری برای بررسی ترکیبات فعال گیاه مورد نیاز است.

شواهد بیوشیمیایی، زیستی و بالینی فراوان وجود دارد که نشان میدهد واکنش اکسایشی ناشی از رادیکال های آزاد در ایجاد بیماریهای مختلف، تسريع پیری و فساد مواد غذایی دخالت دارند (۴۰). آنتی اکسیدان ها ترکیباتی هستند که باعث محافظت سلول در برابر آسیب سلولی ناشی از رادیکال آزاد می شوند. به دلیل خاصیت آنتی اکسیدان ها در ممانعت از اثرات رادیکال آزاد در ایجاد بیماری ها و فساد مواد غذایی، نقش و اثر آنتی اکسیدان ها مورد توجه محققین قرار گرفته است و مطالعات ارزیابی ظرفیت آنتی-اکسیدانی یکی از متداول ترین موضوعات مورد بررسی در سال های اخیر بوده است (۴۱). در روش های انتقال اتم هیدروژن آنتی اکسیدان و سوبسترا بر سر واکنش با رادیکال هیدروکسیل تولید شده از تجزیه حرارتی ترکیبات آزو با



یکدیگر رقابت می کنند. روش های انتقال الکترون ظرفیت آنتی اکسیدانی را در کاهش رادیکال آزاد که با تغییر رنگ همراه است اندازه می گیرد که رنگ بر اساس غلظت آنتی اکسیدانی موجود در محیط تغییر می کند (۴۲).

طبق مطالعه ی انجام شده در سال ۲۰۱۶ نشان داده شد که عصاره های *Chenopodium* می توانند به عنوان منبعی در دسترس از آنتی اکسیدان های طبیعی مورد استفاده قرار گیرند و ممکن است در صنعت داروسازی و تولید مکمل های غذایی مورد استفاده قرار گیرند (۴۳). همچنین در مطالعه ی انجام شده در سال ۲۰۱۷ با استفاده از روش مهار رادیکال آزاد DPPH نشان داده شد که *C. boryts* دارای منبع غنی از آنتی اکسیدان های طبیعی و ترکیبات زیست فعال آنتی باکتریال است (۴۴). در تحقیقات صورت گرفته در سال ۲۰۱۶ به این نتیجه رسیدند که گیاه *C. boryts* اثرات مهاری قابل توجهی بر DPPH دارد که این اثر را می توان به آلکالوئید ها و فلاونوئید ها و ترپنوئید های موجود در گیاه نسبت داد (۴۵).

نتایج به دست آمده توسط ما هم در همین راستا، نشان از فعالیت آنتی اکسیدانی گیاه می دهد که این فعالیت را می توان به ترکیبات موجود در این گیاه مانند فنول و فلاونوئید نسبت داد، البته که نیازمند تحقیقات بیشتری است.

در مطالعه رضایی سرشت و همکاران، طیف وسیعی از اثرات سیتوتوکسیک اسانس *C. botrys* بر روی رده سلولی سرطان انسانی HeLa با استفاده از روش MTT مورد بررسی قرار گرفت. بقای سلولی در تیمار سلول ها با افزایش غلظت اسانس گیاهی (۵ تا ۲۰۰ میکروگرم در میلی لیتر) به مدت ۲۴ ساعت ارزیابی شد. با توجه به نتایج بدست آمده از مطالعه، اسانس *C. botrys* اثرات سیتوتوکسیک قابل توجهی بر روی سلول های HeLa پس از درمان به مدت ۲۴ ساعت اعمال کرد (۴۷). همچنین در مطالعه ی انجام شده در سال ۲۰۲۱ بر روی *C. glaucum* مشخص شد که عصاره ی این گیاه دارای اثرات مهاری بر روی رشد و دارای اثرات سیتوتوکسیک بر روی سلول های سرطانی ریه است (۴۸).

این مطالعات با مطالعه ی ما در یک راستا بودند به استدلال این که گیاه *C. botrys* وابسته به دوز می تواند اثر سمیت بر روی سلول های سرطانی داشته باشد. اثر سمیت فراکسیون اتردو پترول نسبت به فراکسیون متانولی بیشتر بود.

نتیجه گیری

گیاه *Chenopodium botrys* دارای ترکیبات متنوع و اثرات درمانی از جمله ضد تشنج و خلط آور و ادرار آور و غیره می باشد. نتایج حاصل از تست های انجام شده نشان داد که فراکسیون اتردو پترول نسبت به فراکسیون دیگر اثرات قابل توجه تری هم در سمیت سلولی و هم خاصیت آنتی اکسیدانی را دارا هست و می توان از آن برای درمان بیماری ها استفاده کرد. در مجموع به نظر می رسد گیاه مزبور دارای اثرات درمانی مفیدی باشد. اگر چه مطالعات گسترده تری جهت ساخت داروهای سرطانی با استفاده از این گیاه در درمان سرطان سینه یا سرطان پوست و غیره ضروری است.

تضاد منافع

هیچگونه تضاد منافی در مطالعه حاضر وجود ندارد.

منابع

Aldini, G., Yeum, K. J., Niki, E., and Russell, R. M. (Eds.). (2011). Biomarkers for antioxidant defense and oxidative damage: principles and practical applications. John Wiley & Sons.



- Atanassov, L. M., Shariati, M. A., Atanassova, M. S., Khan, M. U., Majeed, M., and Rashidzadeh, S. (2016). Phenolic Compounds In Traditional Bulgarian Medical Plants. The Journal of Microbiology, Biotechnology and Food Sciences, 6(2), 858-859.
- Bajalan, I., Mohammadi, M., Alaei, M. and Pirbalouti, A.G., (2016). Total phenolic and flavonoid contents and antioxidant activity of extracts from different populations of lavender. Industrial Crops and Products, 87: 255-260.
- Bano, A., Ahmad, M., Hadda, T.B., Saboor, A., Sultana, S., Zafar, M., Khan, M.P.Z., Arshad, M. and Ashraf, M.A., (2014). Quantitative ethnomedicinal study of plants used in the skardu valley at high altitude of Karakoram-Himalayan range, Pakistan. Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine, 10: 1-18.
- Büttner, R. (2001). Mansfeld's Encyclopedia of Agricultural and Horticultural Crops:(except Ornamentals) (Vol. 1). Springer Science & Business Media.
- de Santayana, M.P., Blanco, E. and Morales, R., (2005). Plants known as té in Spain: an ethno-pharmacobotanical review. Journal of Ethnopharmacology, 98(1-2): 1-19.
- Guo, C., Yang, J., Wei, J., Li, Y., Xu, J. and Jiang, Y., (2003). Antioxidant activities of peel, pulp and seed fractions of common fruits as determined by FRAP assay. Nutrition Research, 23(12): 1719-1726.
- Hadipour, E., Kafash, M.R., Emami, S.A., Asili, J., Boghrati, Z. and Tayarani-Najarian, Z., (2023). Evaluation of anti-oxidant and antimelanogenic effects of the essential oil and extracts of *Rosa damascena* in B16F10 murine melanoma cell line. Iranian Journal of Basic Medical Sciences, 26(9): 1076-1082.
- Halliwell, B., and Gutteridge, J. M. (2015). Free radicals in biology and medicine. Oxford university press, USA.
- Hazrat, A., Nisar, M.O.H.A.M.M.A.D., Shah, J. and Ahmad, S.H.U.J.A.A.T., (2011). Ethnobotanical study of some elite plants belonging to Dir, Kohistan valley, Khyber Pukhtunkhwa, Pakistan. Pakistan Journal of Botany, 43(2): 787-795.
- Kay, M. A. (1996). Healing with plants in the American and Mexican West. University of Arizona Press.
- Khan, H., Saeed, M., Khan, M.A., Khan, I., Ahmad, M., Muhammad, N. and Khan, A., (2012). Antimalarial and free radical scavenging activities of rhizomes of *Polygonatum verticillatum* supported by isolated metabolites. Medicinal Chemistry Research, 21: 1278-1282.
- Khan, S.U., Ullah, F., Mehmood, S., Fahad, S., Ahmad Rahi, A., Althobaiti, F., Dessoky, E.S., Saud, S., Danish, S. and Datta, R., (2021). Antimicrobial, antioxidant and cytotoxic properties of *Chenopodium glaucum* L. PLoS One, 16(10): e0255502.
- Khare, C.P., (2008). Indian medicinal plants: an illustrated dictionary. Springer Science & Business Media.
- Li, L., Braithe, F.S. and Kurzrock, R., (2005). Liposome-encapsulated curcumin: *in vitro* and *in vivo* effects on proliferation, apoptosis, signaling, and angiogenesis. Cancer: Interdisciplinary International Journal of the American Cancer Society, 104(6): 1322-1331.
- Li, Y., Li, T., Miao, C., Li, J., Xiao, W. and Ma, E., (2013). β -Eudesmol induces JNK-dependent apoptosis through the mitochondrial pathway in HL60 cells. Phytotherapy Research, 27(3): 338-343.
- Maksimovic, Z.A., Dordevic, S. and Mraovic, M., (2005). Antimicrobial activity of *Chenopodium botrys* essential oil. Fitoterapia, 76(1): 112-114.
- Mockute, D. and Bernotiene, G., (1999). The main citral-geraniol and carvacrol chemotypes of the essential oil of *Thymus pulegioides* L. growing wild in Vilnius district (Lithuania). Journal of Agricultural and Food Chemistry, 47(9): 3787-3790.
- Moreira, F.T., Guerreiro, J.R., Barros, R. and Sales, M.G.F., (2012). The effect of method, standard and sample components on the total antioxidant capacity of commercial waters assessed by optical conventional assays. Food Chemistry, 134(1): 564-571.
- Morteza-Semnani, K., (2015). A Review on *Chenopodium botrys* L.: traditional uses, chemical composition and biological activities. Pharmaceutical and Biomedical Research, 1(2): 1-9.
- Nowak, R., Szewczyk, K., Gawlik-Dziki, U., Rzymowska, J. and Komsta, L., (2016). Antioxidative and cytotoxic potential of some *Chenopodium* L. species growing in Poland. Saudi Journal of Biological Sciences, 23(1): 15-23.



- Parsaei, P., Bahmani, M., Karimi, M., Naghdi, N., Asadi-Samani, M. and Rafieian-Kopaei, M., (2016). A review of analgesic medicinal plants in Iran. *Der Pharmacia Lettre*, 8(2): 43-51.
- Quattrocchi, U. (2012). *CRC world dictionary of medicinal and poisonous plants: common names, scientific names, eponyms, synonyms, and etymology* (5 Volume Set). CRC press.
- Rauf, A., Uysal, S., Hadda, T.B., Siddiqui, B.S., Khan, H., Khan, M.A., Ijaz, M., Mubarak, M.S., Bawazeer, S., Abu-izneid, T. and Khan, A., (2017). Antibacterial, cytotoxicity, and phytotoxicity profiles of three medicinal plants collected from Pakistan. *Marmara Pharmaceutical Journal*, 21(2): 261-268.
- Raziq, N., Muhammad, N., Chishti, K.A., Saeed, M., Rahman, S. and Khan, H., (2011). Correlation of the antioxidant capacity with the phenolic contents of *Hypericum monogynum* and *Hypericum perforatum*. *African Journal of Pharmacy and Pharmacology*, 5(16): 1872-1876.
- Rezaieseresht, H., Shobeiri, S.S. and Kaskani, A., (2020). *Chenopodium botrys* essential oil as a source of sesquiterpenes to induce apoptosis and G1 cell cycle arrest in cervical cancer cells. *Iranian Journal of Pharmaceutical Research: IJPR*, 19(2): 341-351.
- Sabzehzari, M., Naghavi, M.R., Bozari, M., Orafi, H.M., Johnston, T.P. and Sahebkar, A., (2020). Pharmacological and therapeutic aspects of plants from the genus *Ferula*: a comprehensive review. *Mini Reviews in Medicinal Chemistry*, 20(13): 1233-1257.
- Sadeghi, Z., Valizadeh, J., Shermeh, O. A., and Akaberi, M. (2015). Antioxidant activity and total phenolic content of *Boerhavia elegans* (choisy) grown in Baluchestan, Iran. *Avicenna Journal of Phytomedicine*, 5(1), 1-9.
- Salimikia, I., Bahmani, M., Abbaszadeh, S., Rafieian-Kopaei, M. and Nazer, M.R., (2020). *Campylobacter*: A review of new promising remedies with medicinal plants and natural antioxidants. *Mini Reviews in Medicinal Chemistry*, 20(15): 1462-1474.
- Singh, K.N., (2012). Traditional knowledge on ethnobotanical uses of plant biodiversity: a detailed study from the Indian western Himalaya. *Biodiversity Research and Conservation*, 28(2012): 63-77.
- Solouki, M., Mehdikhani, H., Zeinali, H. and Emamjomeh, A.A., (2008). Study of genetic diversity in Chamomile (*Matricaria chamomilla*) based on morphological traits and molecular markers. *Scientia Horticulturae*, 117(3): 281-287.
- Uddin, G., Rauf, A., Siddiqui, B.S., Khan, H. and Barkatullah, U.R., (2016). Antinociceptive, antioxidant and phytochemical studies of Pakistani medicinal plants. *Pakistan Journal of Pharmaceutical Sciences*, 29(3): 929-933.
- Ullah, F., Iqbal, N., Ayaz, M., Sadiq, A., Ullah, I., Ahmad, S. and Imran, M., (2017). DPPH, ABTS free radical scavenging, antibacterial and phytochemical evaluation of crude methanolic extract and subsequent fractions of *Chenopodium botrys* aerial parts. *Pakistan Journal of Pharmaceutical Sciences*, 30(3): 761-766.
- Yadav, N., Vasudeva, N., Singh, S. and Sharma, S.K., (2007). Medicinal properties of genus *Chenopodium* Linn. *Natural Product Radiance*, 6(2): 131-134.

تأثیر ترکیب اسانس گیاهان دارویی چویر و مرزه پروئی در بهبود کیفیت باروری در موش‌های صرعی

سمیه بهلولی^{۱*}

^{۱*} مرکز تحقیقات بیوتکنولوژی گیاهی، واحد کرمانشاه، دانشگاه آزاد اسلامی، کرمانشاه، ایران. مسئول مکاتبات: sbohloli@yahoo.com

چکیده

صرع یک اختلال عصبی با ایجاد تشنج‌های مکرر است. کاهش توان تولید مثلی و کاهش کاهش کیفیت اسپرم و مایع منی احتمال ناباروری در مردان مبتلا به صرع را افزایش می‌دهد. آنتی اکسیدان‌های موجود در گیاهان دارویی می‌تواند از پیشرفت بیماری و بروز حملات صرعی جلوگیری می‌کند. مطالعه حاضر با هدف ارزیابی تأثیر ترکیب دو گیاه دارویی چویر و مرزه پروئی در بهبود کیفیت باروری در موش‌های صرعی شده با پنتیلن تترازول انجام شد. در این مطالعه از ۲۸ راس رت نر نژاد ویستار استفاده شد. موش‌ها گروه‌بندی و دوزهای مختلف ترکیب دو گیاه به موش‌های مورد مطالعه طی ۴ هفته درمان داده شد. آنالیز داده‌ها با استفاده از آزمون آنالیز واریانس یکطرفه و آزمون تعقیبی توکی انجام شد. براساس نتایج به دست آمده در این مطالعه افزایش بهبودی در پارامترهای کیفی و کمی اسپرم در موش‌های مبتلا به صرع در دوزهای بالاتر ترکیب مشاهده گردید ($p \leq 0/001$). تغییرات در وزن بیضه معنیدار نبود و همچنین تغییر معنیداری در میزان هورمون تستوسترون با افزایش دوز اسانس در گروه‌های مورد مطالعه مشاهده و این افزایش در دوز بالا معنی‌دار بود ($p \leq 0/001$). ترکیب دو گیاه چویر و مرزه پروئی به عنوان گیاه دارویی حاوی آنتی اکسیدانهای طبیعی می‌تواند تولید رادیکال‌های آزاد حاصل از بیماری صرع را کنترل کرده و عوارض مخرب و نامطلوب روند بیماری صرع در فرایند باروری را کاهش و موجب بهبود پتانسیل تولید مثلی در مبتلایان به صرع شود.

واژگان کلیدی: باروری، چویر، رت صرع، مرزه پروئی



۱. مقدمه

صرع یکی از مهمترین اختلالات عصبی است که در اثر تخلیه الکتریکی با فرکانس های گوناگون ایجاد و موجب از بین رفتن هوشیاری، اختلالات عصبی و تشنجی می شود و به صورت تشنج های دوره ای بروز می کند (Acharya et al., 2013). ناباروری و کاهش توان باروری یکی از مهمترین عوارض صرع در مبتلایان به صرع شناخته شده است. اثرات منفی صرع بر سیستم تولیدمثل به صورت اختلال در تولیدمثل و عملکرد جنسی و کاهش کیفیت مایع منی در مردان مبتلا به صرع مشاهده شده است (Ocek et al., 2018). امروزه برخی از گیاهان به عنوان گیاهان دارویی با داشتن خواص آنتی اکسیدانی فراوان نقش مهمی در کنترل و بهبود بیماریهای اکسیداتیو مانند صرع داشته و به عنوان گیاه ضد صرعی به طور گستردهای در درمان صرع و کنترل تشنج و بروز حملات عصبی استفاده می شود (Liu et al., 2017). مرزه پرویی از خانواده نعنائیان با نام محلی ازبوه و نام علمی *Satureja edmondi* از گونه های دارویی انحصاری ایران است که در استان کرمانشاه میروید که خواص آنتی اکسیدانی و آنتی میکروبیال این گیاه شناخته شده است (Moradi and Sadeghi, 2017).

Ferulago angulata گیاه چویر متعلق به خانواده چتریان از گیاهان بومی کرمانشاه است که به صورت سنتی جهت محافظت از مواد غذایی و جلوگیری از اکسیداسیون روغن حیوانی استفاده میشود. چویر به عنوان منبع طبیعی و غنی از مونوترپن ها و سسکویتترپن ها، خاصیت ضدباکتریایی قوی عصاره و اسانس حاصل از دانه و بخش های هوایی آن تایید شده است (Taran et al., 2010, Khan Ahmadi et al., 2011). پنتیلن تترازول ترکیب شیمیایی مورد استفاده در ایجاد مدل سازی صرع در نمونه های آزمایشگاهی میباشد. پنتیلن تترازول به عنوان یک آنتاگونیست گابا، با عبور از سد خونی مغزی و اثر بر کانال های کلری موجب تحریک مغزی شده و تشنج را ایجاد میکند (Erkec and Arihan, 2015). با توجه به ضعف مایع منی و کاهش کیفیت پارامترهای اسپرم در بیماری صرع هدف از انجام این مطالعه بررسی تاثیر ترکیب دو گیاه دارویی چویر و مرزه پرویی در بهبود کیفیت باروری و بررسی شاخصهای کیفیت اسپرم در موشهای صرعی شده با پنتیلن تترازول در موش بزرگ آزمایشگاهی نر است.

۲. مواد و روش ها

۲-۱. جمع آوری گیاه و تهیه اسانس:

گیاه چویر و مرزه پرویی پس از جمع آوری، توسط مرکز تحقیقات بیوتکنولوژی گیاهان دارویی دانشگاه آزاد اسلامی واحد کرمانشاه شناسایی و تایید گردید. پس از خشک شدن ساقه و برگ گیاه در سایه، اسانس گیاه به روش Hydro Distillation و دستگاه کلونجر استخراج شد (Bohlouli and Mahmoodi, ۲۰۲۱).

۲-۲. روش تحقیق:

در این مطالعه تجربی از ۲۸ سررت نژاد ویستار با وزن ۲۲۰-۲۴۰ گرم استفاده شد. به منظور سازگاری موش ها در محیط و شرایط آزمایش، موش ها به مدت یک هفته در شرایط کنترل شده دمای محیط 22 ± 2 درجه سانتیگراد، ۱۲ ساعت روشنایی و



۱۲ ساعت تاریکی و دسترسی کافی به آب و غذا در لانه حیوانات دانشگاه آزاد اسلامی واحد کرمانشاه نگهداری شدند. با رعایت موازین اخلاقی کار با حیوانات آزمایشگاهی مورد تایید دانشگاه، موش‌ها به طور تصادفی به ۴ گروه کنترل و دریافت کننده دوزهای ۵۰، ۱۵۰ و ۳۰۰ ppm تقسیم گردیدند. جهت صرعی نمودن موش‌ها از پنتیلین تترازول (PTZ) استفاده شد. گروه کیندل هر ۱۵ دقیقه یکبار تحت تجویز مکرر PTZ به صورت داخل صفاقی (۲۵mg/kg, i.p.) قرار گرفت. پس از تزریق PTZ پاسخهای تشنجی حیوان مورد ارزیابی قرار گرفت و مراحل زیر تقسیم بندی گردید: مرحله صفر: فاقد هیچگونه رفتار، مرحله یک: انقباضات کلونیک عضلات گوش و راست شدن دم، مرحله دو: بالا و پایین شدن سر و دست حیوان (حرکات تشنجی)، مرحله سوم: انقباض میوکلونیک بدن، مرحله چهارم: چرخیدن روی پهلو (تشنجات کلونیک عمومی)، مرحله پنجم: تشنجات عمومی و مرحله ششم: مرگ. حیواناتی که به مرحله چهار یا پنج می رسیدند را به عنوان مصروع انتخاب شدند. بعد از پایان چهار هفته از شروع آزمایش، موشها بیهوش گشته و خونگیری از بطن چپ قلب موش انجام شد (Mahmoodi and Bohlouli, 2021). به منظور تهیه سرم، نمونههای خون به مدت ۱۵-۲۰ دقیقه با دور ۳۰۰۰ RPM سانتریفیوژ گشته و سرم های خون برای سنجش هورمون تستسترون در فریزر دمای ۲۰- درجه نگهداری شدند (Bohlouli and Rostaminasab, 2019). به منظور بررسی پارامترهای اسپرم، بیضه و اپیدیدیم چپ حیوانات به دقت از بدن خارج شد. بیضه ها بلافاصله پس از خروج توزین شدند. دم اپیدیدیم در یک پتری دیش حاوی نرمال سالین خرد گشته و به مدت ۱۰ دقیقه و در ۳۷ درجه سانتیگراد انکوبه شد. سپس میانگین تعداد کل اسپرم بررسی شد. به منظور تعیین درصد تحرک ۱۰ میکرولیتر از محلول حاوی اسپرم روی لام قرار داده و اسپرم های طبیعی با سرداسی شکل، دم صاف با بزرگ نمایی ۴۰ میکروسکوپ مورد بررسی قرار گرفتند. برای تعیین اسپرم های زنده رنگ آمیزی فوق حیاتی توسط رنگ اتوزین نکرزین انجام شد. اسپرم های زنده بی رنگ و اسپرم های مرده رنگ اتوزین را به خود جذب کرده و به رنگ قرمز دیده میشوند (RostamiNassab et al., 2018).

۲-۳ آنالیز آماری:

نتایج با استفاده از نرم افزار SPSS ویرایش ۲۲ و روش آنالیز واریانس یکطرفه (آزمون ANOVA) و تست تعقیبی توکی ارزیابی و به صورت $\text{Mean} \pm \text{SEM}$ محاسبه گردید و ($p \leq 0.001$) به عنوان سطح معنی دار در نظر گرفته شد.

۳. نتایج

نتایج مربوط به بررسی تغییرات وزن بیضه در این مطالعه نشان داد که وزن بیضه رت ها با دریافت دوزهای مختلف ترکیب دو گیاه جوهر و مرزه پرویی تغییرات معنی داری را نشان نداد. نتایج مربوط به اندازه گیری سطح هورمون تستوسترون در گروه های مورد مطالعه نشان داد که میزان این متغیر در دوز ۱۵۰ ppm دارای افزایش بوده ولی این افزایش معنی دار نبوده است ولی در دز ۳۰۰ ppm دارای افزایش معنی دار می باشد ($p \leq 0.001$) (جدول ۱). تغییرات تعداد اسپرم در گروه های مورد مطالعه، بررسی و نتایج مربوط به ارزیابی تعداد اسپرم در گروه ای مورد مطالعه نشان داد که دوز ۵۰ ppm تغییر قابل توجهی نداشت



ولی دز های بالاتر یعنی ۱۵۰ و ۳۰۰ ppm دارای افزایش بوده است که این اختلاف از نظر آمار معنی دار بود ($p \leq 0.001$). تغییرات درصد زنده ماندن و قدرت ماندگاری اسپرم ها در گروه های مورد مطالعه، بررسی و نتایج حاصله نشان داد که میزان این متغیر در گروهی که ترکیب دو گیاه چویر و مرزه پرویی را با دوز ۵۰ ppm دریافت نمودند در مقایسه با گروه کنترل (63.5 ± 0.22) دارای افزایش بوده است اما این افزایش معنی دار نبود، همچنین میزان این متغیر در گروه های دریافت کننده ۱۵۰ و ۳۰۰ ppm دارای افزایش بوده است که این اختلاف از نظر آمار معنی دار بود ($p \leq 0.001$). نتایج مربوط به درصد حرکات پیشرونده در این مطالعه نشان داد که میزان این متغیر در گروهی که ترکیب دو گیاه چویر و مرزه پرویی را با دوز ۵۰ ppm دریافت نمودند در مقایسه با گروه کنترل دارای افزایش بوده است اما این افزایش معنی دار نبود، همچنین میزان این متغیر در گروه های دریافت کننده ۱۵۰ و ۳۰۰ ppm دارای افزایش بوده است که این اختلاف از نظر آمار معنی دار بود ($p \leq 0.001$). نتایج حاصل از بررسی شاخصهای اسپرم در جدول شماره ۲ نشان داده شده است.

جدول ۱: تاثیر مقادیر مختلف اسانس دو ترکیب گیاه دارویی مرزه پروئی و چویر بروزن بیضه و هورمون تستوسترون

غلظت ترکیب دو گیاه مرزه پروئی و چویر				
ppm ۳۰۰	ppm ۱۵۰	ppm ۵۰	کنترل	پارامتر
$151 \pm 0.08^{***}$	150 ± 0.06	150 ± 0.06	149 ± 0.04	وزن بیضه (گرم)
$210 \pm 0.14^{***}$	28 ± 0.13	27 ± 0.11	26 ± 0.12	غلظت تستوسترون (ng/ml)

*** نشان دهنده اختلاف سطح معنی داری ($p < 0.001$) در مقایسه با گروه کنترل است. هر گروه مطالعه شامل ۷ سر رت بود.

جدول ۲: تاثیر مقادیر مختلف اسانس دو ترکیب گیاه دارویی مرزه پروئی و چویر بر پارامترهای اسپرم در رت

غلظت ترکیب دو گیاه مرزه پروئی و چویر				
ppm ۳۰۰	ppm ۱۵۰	ppm ۵۰	کنترل	پارامترهای اسپرم
$68.1 \pm 0.11^{***}$	$66.3 \pm 0.21^{***}$	63.4 ± 0.12	62.2 ± 0.25	تعداد اسپرم ($\times 10^6$)
$65.4 \pm 0.22^{***}$	$61.8 \pm 0.31^{***}$	59.3 ± 0.33	58.5 ± 0.21	درصد تحرک
$69.4 \pm 0.23^{***}$	$65.5 \pm 0.12^{***}$	63.9 ± 0.21	63.5 ± 0.22	درصد زنده ماندن

*** نشان دهنده اختلاف سطح معنی داری ($p < 0.001$) در مقایسه با گروه کنترل است. هر گروه مطالعه شامل ۷ سر رت بود.



۴. بحث و نتیجه گیری

در این مطالعه تاثیر دوزهای مختلف اسانس ترکیب دو گیاه چویر و مرزه پروئی، در بهبود کیفیت باروری شامل میزان هورمون تستسترون و شاخصهای کیفی و کمی اسپرم صحرایی بزرگ نر صرعی شده با پنتیلن تترازول بررسی گردید. بررسی دادههای حاصل از این مطالعه نشان میدهد که میزان هورمون تستوسترون در موشهای صرعی شده توسط پنتیلن تترازول افزایش پیدا کرد ولی فقط در بالاترین دوز 300 ppm نسبت به گروه کنترل افزایش معنی داری داشت. کندلینگ یا صرعی کردن تجربی موش های صحرایی نر نژاد ویستار موجب کاهش سطح سرمی تستسترون و هورمون لوتئینی می شود ولی سطح سرمی هورمون محرک فولیکولی در بین گروهها تفاوتی نداشت (MehrabiNasab et al., 2010). مطالعات نشان داده که، بیماری صرع به عنوان اختلال عصبی مزمن میتواند گونهای فعال اکسیژن و تولید سوپراکسید در مغز را افزایش دهد. افزایش رادیکالهای آزاد و بروز استرس اکسیداتیو در صرع موجب کاهش فعالیت سلولهای لیدیگ بیضه و در نتیجه کاهش ترشح تستسترون است (Pennell, 2009). در سایر اختلالات اکسیداتیو مانند دیابت اختلالات هورمونی و کاهش کیفیت اسپرم کاملاً مشهود است و دوزهای مختلف گیاهان با خاصیت آنتی اکسیدانی فراوان موجب موجب افزایش معنی داری تستسترون در موش های صحرایی نر نژاد ویستار با بیماریهای اکسیداتیو، شده در نتیجه موجب بهبود و تقویت پتانسیل باروری در این بیماران می شود. در مطالعات قبلی تاثیر گیاه چویر در ناباروری حاصل از اختلال اکسیداتیو بررسی و تاثیر مثبت چویر بر میزان هورمون تستسترون در این اختلال اعلام شد (RostamiNassab et al., 2018). داده های حاصل از ارزیابی پارامترهای کیفی و کمی اسپرم در مطالعه حاضر نشان داد که دوزهای بالاتر ترکیب دو گیاه چویر و مرزه موجب افزایش معنی دار تعداد کل اسپرم، تحرک، قدرت بقا و زنده ماندن اسپرم می شود. کاهش کیفیت اسپرم و ناتوانی مردان در تولید اسپرم های سالم و فعال یکی از علل مهم در ناباروری مردان است. اختلال در هر یک از مراحل اسپرماتوژنز می تواند باعث ناباروری شود. تعداد و درصد اسپرم های تولید شده سالم نشان دهنده وضعیت فعالیت لوله های منی ساز است. قدرت تحرک اسپرم ها نیز یکی از عوامل مهم و موثر در باروری مردان بوده و ضامن لقاح مناسب و باروری سالم است (Kidd et al., 2001). تاثیر گیاه مرزه به تنهایی در بهبود پارامترهای اسپرم در موش های نر مال و موشهای صرعی شده در مطالعه قبلی این گروه پژوهشی نشان داده شد. اسانس مرزه پروئی، به دلیل حضور ترکیبات آنتی اکسیدانی سبب افزایش میزان تستوسترون و افزایش معنی دار تعداد اسپرم و قدرت ماندگاری اسپرم و تحرک مناسب اسپرم می شود (Bohlouli and Mahmoodi, 2021). در مطالعه ای تاثیر عصاره هیدروالکلی گیاه چویر بر شاخص های اسپرم و پتانسیل باروری در رت های نر دیابتی و نر مال بررسی و نتایج آن حاکی از تاثیر مثبت عصاره چویر بر پارامترهای اسپرم و افزایش معنی دار در تعداد کل اسپرم، تحرک، قدرت بقا و زنده ماندن و مورفولوژی طبیعی اسپرم بود

(Bohlouli and Rostaminasab, 2019). عصاره چویر غنی از ترکیبات فلاونوئیدی و تانن می تواند با بهبود پارامترهای اسپرم موجب تقویت و افزایش اسپرماتوژنز گردد. ترکیبات فلاونوئیدی از مهمترین ترکیبات آنتی اکسیدانی موجود در گیاهان است. مطالعاتی همسو با مطالعه حاضر به منظور بررسی عملکرد و تاثیر گیاهان حاوی فلاونوئید ها بر پارامترهای اسپرم و قدرت باروری آنها انجام شده است. گیاه شاه تره حاوی فلاونوئیدها، اسید فوماریک و موسیلاژ، باعث افزایش معنی دار در انواع



سلول‌های دودمان اسپرم (Karimi et al., 2012) و خارخاسک نیز غنی از ترکیبات آنتی اکسیدانی فلاوونوئیدها، با تأثیر بر اسپرماتوسیت‌های بیضه می‌تواند به عنوان تعدیل کننده‌های دستگاه تولید مثل نر عمل کرده و در درمان ناباروری‌های مردانه موثر باشد (Heydari Nasrabadi et al., 2012). مطالعات قبلی خواص آنتی اکسیدانی و نقش مرزه خوزستانی در درمان ناباروری بررسی و اثرات مثبت تحریک کنندگی باروری اسانس مرزه خوزستانی را در موشهای صحرایی نر اعلام کردند (Safarnavadeh et al., 2011). نتایج مطالعه حاضر نشان داد که ترکیب دو گیاه دارویی چویر و مرزه پروئی که حاوی ترکیبات فلاوونوئیدی فراوان به عنوان یک آنتی اکسیدان طبیعی عمل کرده و در پتانسیل تولید مثلی موشهای صحرایی نر مبتلا به صرع نقش مثبت داشته و موجب بهبود تغییرات پاتولوژیک القا شده توسط استرس ناشی از بیماری صرع می‌شوند. براساس نتایج پژوهش حاضر پیشنهاد می‌شود؛ با توجه به بومی بودن دو گیاه چویر و مرزه پروئی در غرب کشور و مصرف سنتی آن در مواد غذایی می‌توان از این گیاه به منظور تقویت نیروی جنسی مردان و افزایش میزان باروری در جنس نر در انسان و حیوانات نر در صنعت پرورش و تولید دام استفاده کرد.

منابع

- Acharya, U.R., Sree, S.V., Swapna, G., Matris, R.J., and Suri, J.S. (2013). Automated EEG analysis of epilepsy: A review. *Knowledge-Based Systems*, 45:147-165.
- Bohlouli, S., Rostaminasab, G. (2019). Effect of Hydroalcoholic Extract of *Ferolago angulata* on Sperm and Testosterone Indices in Male Rats. *Journal of Ilam university of medical sciences*, 3(3):47-55.
- Bohlouli, S., Mahmoodi G. (2021). Ameliorating effects of *Satureja edmondi* Briq essential oil on reproductive parameters in pentylenetetrazol-induced epilepsy model in adult male rats. *Journal of Advanced Biomedical Sciences*, 12(3):3967-3975.
- Bohlouli, S., Mahmoodi, G. (2021). Evaluate the effect of *Satureja edmondi* on the level of pituitary-gonadal hormones in normal and induced by chemical kindling in rats with pentylenetetrazole. *Journal of Animal Biology*, 13(4):29-36.
- Erkec, ÖE., Arihan O. (2015). Pentylenetetrazole Kindling Epilepsy Model. *Epilepsy*, 21(1):6-12.
- Heydari Nasrabadi, M., Aboutalebi, H., and Naseri, M. (2012). Effect of *Fumaria parviflora* alcoholic extract on male rat's reproductive system. *Journal of Medicinal Plants Research*, 6(10):2004-2010.
- Kidd, SA., E Eskenazi, B., and Wyrobex, AJ. (2001). Effects of male age on semen quality and fertility: a review of the literature. *Fertility and Sterility*, 75: 237-248.
- Karimi Jashni, H., Malekzadeh Shiravani, S., and Hoshmand, F. (2012). The effect of the *Tribulus terrestris* extract on spermatogenesis in the rat. *Jahrom University of Medical Science*, 9:8-13.
- Khan Ahmadi, M., Shahrezaei F., Alizadeh A. (2011). Isolation and Structural Elucidation of Two Flavonoids from *Ferulago angulata* (Schlecht) Boiss. *Asian Journal of Research in Chemistry*, 11: 1667- 1670.



Liu, W., GeT., Pan, Zh., Leng,Y., Lv, J.,and Li, B. (2017). The effects of herbal medicine on epilepsy. *oncotarget*, 8(29):48385-48397.

Mahmoodi, G., Bohlouli, S. (2021). Investigation the effectsof Satureja edmondi on memory deficits induced by chemical kindling in adult male rats. *Journal of Reports Pharmaceutical Sciences*,10(2):194-197

MehrabiNasabE., Khazaei, M., Khazaei, S. (2010). The effect of pentylenetetrazol kindling induced epilepsy on hypogonadhormones and sperm parameters of rats. *Arak Medical University Journal*, 12(4): 105-112.

Moradi S., Sadeghi E. (2017). Study of the antimicrobial effects of essential oil of Satureja edmondi and nisin on *Staphylococcus aureus* in commercial soup. *Journal of Food Processing and Preservation*,41(4).

Ocek, L., Tarhan, H., Uludağ, FI., Sarsteke, A., Köse C.,and Colak, A .(2018).Evaluation of sex hormones and sperm parameters in male epileptic patients. *ActaNeurolgicaScandinavica*,137(4):409–416.

Pennell P.B. 2009. Hormonal Aspects of Epilepsy. *Neurologic Clinics*, 27(4): 941-965.

RostamiNassab, G., Bohlouli, S.,and Ghanbari,A .(2018). Therapeutic Effect of *Ferulago angulata* Extract onReproductive Parameters and serum testosterone levels in Diabetic Male Rats. *Journal of Reports Pharmaceutical Sciences*, 7(1):1-8.

Safarnavadeh, T., Rastegarpanah, M. (2011). Antioxidants and infertility treatment, the role of SaturejaKhuzestanica: A mini-systematic review. *Iranian Journal of Reproductive Medicine*, 9(2): 61-70.

Taran, M., Ghasempour, HR., Shirinpour, E. (2010). Antimicrobial activity of essential oils of *Ferulago angulata* subsp. *carduchorum* . *Jundishapur Journal of Microbiology*,3:10- 14.



ترکیبات ثانویه از زنجبیل، مهارکننده های بالقوه SARS- CoV-2 با رویکرد داکینگ مولکولی

حوریه کلهر^۱، رضا صفری^{۲*}، سمیرا سعادت^۲

^۱مرکز تحقیقات سلولی و مولکولی، دانشگاه علوم پزشکی قم، قم، ایران.

^۲گروه شیمی، دانشکده علوم، دانشگاه قم، قم، ایران r.safari@qom.ac.ir

چکیده

سندرم حاد تنفسی کروناویروس ۲ (SARS-CoV-2)، یکی از اعضای خانواده کروناویروس‌ها، ویروسی است که منجر به عفونت‌های مجاری تنفسی در پرندگان و پستانداران می‌شود و در نتیجه یک بحران بهداشت جهانی را به همراه دارد. تحقیقات تأیید کرده است که آنزیم تبدیل‌کننده آنژیوتانسین انسانی ۲ (ACE2) به عنوان گیرنده اولیه ای عمل می‌کند که اجازه ورود ویروس به سلول‌های اپیتلیال در دستگاه تنفسی تحتانی را می‌دهد. این از طریق تعامل بین دامنه اتصال گیرنده (RBD) گلیکوپروتئین سنبه پروتئین SARS-CoV-2 (S) و ACE2 رخ می‌دهد. مهار فعل و انفعالات بین SARS-CoV-2 RBD و ACE2 یک چالش تحقیقاتی جالب را ارائه می‌دهد. در این مطالعه، از رویکردهای اتصال مولکولی برای شناسایی ترکیبات جدید برای مهار تعامل SARS-CoV-2 RBD با ACE2 استفاده شد. ترکیباتی از زنجبیل که دارای فعالیت ضد ویروسی هستند، به عنوان لیگاند و جایگاه اتصال دهنده ACE2 پروتئین-SARS-CoV-2 RBD (PDB ID: 6M0J) به عنوان گیرنده انتخاب شدند. در ادامه با استفاده از نرم افزار Autodock vina، داکینگ مولکولی انجام شد. نتایج به دست آمده از اتصال مولکولی از نظر میل ترکیبی، حالت‌های اتصال و خواص فیزیکوشیمیایی مورد بررسی قرار گرفت. نتایج نشان داد که تمایل اتصال متابولیت‌های ثانویه منتخب با SARS-CoV-2 RBD از ۴/۱- تا ۴/۳- کیلوکالری در مول متغیر بود. با این حال، اثر این ترکیب نیاز به ارزیابی در داخل بدن و در شرایط آزمایشگاهی دارد.

واژگان کلیدی: آنزیم تبدیل‌کننده آنژیوتانسین ۲، داکینگ مولکولی، زنجبیل، سندرم تنفسی حاد کروناویروس ۲



۱. مقدمه

ظهور کرونا ویروس جدید (SARS-CoV-2) به عنوان یک اپیدمی در اواخر سال ۲۰۱۹ به دلیل انتقال سریع آن از انسان به انسان باعث ایجاد یک بیماری همه گیر شد. این ویروس از خانواده Coronaviridae و جنس Betacoronavirus است (Fehr and Perlman, 2015_ Snijder et al, 2006_ Hussain et al, 2005_ Li et al, 2020). در نتیجه، کنترل این ویروس چالش مهمی را برای محققان ایجاد کرد و آنها را به ساخت و تولید واکسن، آنتی‌بادی‌های درمانی و داروهای ضد ویروس ترغیب کرد. ویروس SARS-CoV-2 متعلق به خانواده ای از ویروس‌های متصل به غشاء است و دارای یک رشته RNA مثبت (ریبونوکلیک اسید) به عنوان ژنوم آن است. این RNA معمولاً به شکل مارپیچی یا دایره‌ای در نوکلئوکسپید ویروس یافت می‌شود و به آن اجازه می‌دهد مهره‌داران را آلوده کند. اندازه ژنوم کروناویروس از ۲۶ تا ۳۲ کیلو باز متفاوت است که آن را به بزرگ‌ترین ژنوم RNA شناخته شده تبدیل می‌کند. این ژنوم ۲۹ پروتئین شامل پروتئین‌های ساختاری، غیرساختاری و کمکی را کد می‌کند که در فرآیندهای مختلفی مانند ورود ویروس به سلول‌های میزبان، تکثیر ژنوم، رونویسی، مونتاژ و تکثیر نقش دارند. چهار پروتئین ساختاری اصلی شامل پروتئین سطح سنبله (S)، پروتئین پوششی (E)، پروتئین غشایی (M) و پروتئین نوکلئوکسپید (N) برای تجمع ویریون و عفونت ویروس ضروری هستند (Siddell et al, 2019). مطالعات نشان داده‌اند که ویروس SARS-CoV-2 می‌تواند از طریق گیرنده آنزیم مبدل آنژیوتانسین ۲ (ACE2) وارد سلول‌های اپیتلیال تنفسی انسان شود. علاوه بر این، پروتئین S و پروتئین اصلی (MPro/3Clpro) نقش مهمی در چرخه زندگی SARS-CoV-2 دارند. پروتئین S از زیر واحدهای S1 و S2 ساخته شده است. زیر واحد S1 به گیرنده ACE2 متصل می‌شود. بنابراین، این اتصال و ادغام پروتئین S از غشای ویروسی به غشای سلول میزبان را از طریق زیر واحد S2 تسهیل می‌کند. بنابراین، پروتئین S ممکن است اهداف بالقوه برای طراحی دارو باشد (Khaerunnisa et al, 2020). امروزه مطالعات بیوانفورماتیک و کموانفورماتیک و شبیه سازی نرم افزار اولویت‌های بزرگ‌ترین شرکت‌های بیوتکنولوژی جهان است. این شرکت‌ها از متخصصان در این زمینه استفاده می‌کنند تا همه چیز را قبل از ورود به مرحله آزمایشگاهی تجزیه و تحلیل و شبیه سازی کنند. این رویکرد امکان ارزیابی سریع اثربخشی دارو بر روی هدف پروتئینی آن را فراهم می‌کند و در نهایت در هزینه‌های مرتبط با آزمایش صرفه‌جویی می‌کند (Xia, 2017). در حال حاضر، استفاده از ترکیبات موثره‌ی مربوط به زنجبیل برای اهداف ضد ویروسی به طور فزاینده‌ای در بیوتکنولوژی محبوب شده است. به عنوان مثال، زنجبیل که با نام علمی *Zingiber officinal* Roscoe شناخته می‌شود، گیاهی تک‌لپه‌ای از خانواده Zingiberaceae است که تقریباً ۱۲۰۰ گونه را شامل می‌شود (Josset et al, 2013). عصاره زنجبیل به دلیل وجود ترکیباتی مانند جینجرول و شوگاول، پتانسیل مهار ویروسی قابل توجهی را نشان می‌دهد (Anwar et al, 2021). علاوه بر این، جینجرول تمایل زیادی به اتصال به پروتئین‌های آلوده به ویروس، از جمله RNA پلیمراز، که به جلوگیری از تکثیر ویروس کمک می‌کند، نشان داده است. مطالعات همچنین نشان داده است که سایر ترکیبات موجود در زنجبیل شامل اسید کلروژنیک و هسپریدین است که دارای میل ترکیبی بالا برای پروتئین SARS-CoV-2 Mpro است (Wrapp et al, 2020). در این مطالعه، ما ترکیبات موثره‌ی مربوط به زنجبیل را برای پتانسیل آنها در برابر دامنه اتصال



گیرنده (RBD) از SARS-CoV-2 شناسایی و انتخاب کردیم. ما همچنین محل اتصال SARS-CoV-2 RBD را انتخاب کردیم و اتصال مولکولی را با متابولیت‌های ثانویه انتخابی انجام دادیم. نتایج نشان داد ترکیبات موثره‌ی مربوط به گیاه زنجبیل در این مطالعه دارای میل اتصال قابل توجهی با SARS-CoV-2، RBD دارد و ممکن است به عنوان عوامل درمانی موثر برای مهار تعامل SARS-CoV-2 RBD با ACE2 عمل کنند. ضرورت انجام تحقیق و هدف کلی شناسایی و انتخاب ترکیبات مهارکننده برهمکنش پروتئین S از SARS-CoV-2 و پروتئین ACE2 از انسان با استفاده از ترکیبات موثره‌ی مربوط به گیاه زنجبیل، با رویکرد داکینگ مولکولی می باشد.

۲. مواد و روش ها

۲-۱. انتخاب و آماده سازی پروتئین

ساختار کریستالی اشعه ایکس مجموعه SARS-CoV-2 RBD/ACE2 با ورودی PDB: 6M0J از PDB (http://www.rcsb.org/pdb) برای مطالعات اتصال مولکولی به دست آمد (Trott and Olson, 2010). این ساختار کریستالوگرافی شامل کمپلکس دمین RBD پروتئین S از ویروس SARS-CoV-2 و گیرنده ACE2 انسانی است برای تهیه پروتئین ابتدا با نرم افزار SPDBV بهینه سازی انرژی انجام شد. متعاقباً با نرم افزار AutoDock Tools 4.2، مولکول‌های آب و کوفکتورها و سایر مولکول‌هایی که در جایگاه فعال گیرنده حضور ندارند، حذف شدند و اتم‌ها با انواع اتم‌های AutoDock تنظیم شدند و پس از آن اتم‌های هیدروژن و بارهای Gasteiger-Marsili به وسیله‌ی AutoDock Tools 4.2 به ساختار پروتئین اضافه شدند. ساختار پروتئین در نهایت در قالب PDBQT آماده شد (Ferreira et al, 2015).

۲-۲. انتخاب و آماده سازی جایگاه‌های اتصال دمین RBD پروتئین S از ویروس SARS-COV-2 به گیرنده ACE2 انسانی

با توجه به بررسی‌های فایل 6M0J.pdb و با استفاده از سرور PDBsum و نرم افزار LIGPLOT جایگاه اتصال در دمین RBD پروتئین S از ویروس SARS-CoV-2 و گیرنده ACE2 انسانی مورد مطالعه قرار گرفته اند (Kalhor et al, 2020). بر این اساس، جایگاه اتصال دمین RBD پروتئین S از ویروس SARS-CoV-2 به ACE2 شامل اسید آمینه‌هایی Tyr505, Gly502, Phe486, Tyr489, Phe456, Tyr453, Leu455, Gln493, Lys417, Ala475, Asn487, Gly496, Asn501, Thr500, Gln498, Gly446, Tyr449 می باشند که به عنوان محل اتصال برای اتصال انعطاف پذیر انتخاب شدند (Kalhor et al, 2020). پس از آن، نرم افزار AutoDock Tools 4.2 برای پیش بینی جعبه شبکه در $X=22$ Å، $Y=40$ Å، $Z=20$ Å استفاده شد و فاصله شبکه برای مطالعات داکینگ ۱ انگستر بود.

۲-۳. انتخاب و آماده سازی لیگاند

جهت انتخاب لیگاندها مقالات علمی مرتبط با ترکیبات موثره‌ی مربوط به گیاه زنجبیل بررسی گردید. بر اساس متون، متابولیت‌های ثانویه فعال زنجبیل که بر بیماری‌های ویروسی تأثیر می گذارند، به عنوان لیگاند برای این مطالعه انتخاب شدند. در این مطالعه ترکیبات Geraniol، Myrcene، Bornyl acetate و Citronellyl acetate انتخاب شدند. ساختار دو بعدی لیگاندهای منتخب (بعنوان لیگاند) از داده پایگاه Pubchem (https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/) با پسوند sdf دانلود



شد. متعاقباً با استفاده از نرم افزار OpenBabel (<http://openbabel.org/wiki/Windows-GUI>) در فرمت pdb ساخته شدند و سپس بهینه سازی لیگاندها به وسیله نرم افزار Chem Draw(3D) (نسخه ۱۷.۱)، انجام شد. در نهایت ترکیبات بهینه سازی شده جهت داکینگ مولکولی به وسیله نرم افزار Autodock tools به فرمت pdbqt آماده گردید.

۲-۴. مطالعه داکینگ مولکولی

داکینگ مولکولی با استفاده از برنامه AutoDock Vina انجام شد بین SARS-CoV-2 RBD و لیگاندهای آماده شده با استفاده از برنامه AutoDock vina برای جایگاه اتصال تعریف شده و بطور جداگانه برای هر لیگاند انجام شد. انرژی تمایل ترکیبات به پروتئین هدف به صورت کیلوکالری بر مول محاسبه شد، هرچه مقدار انرژی کمتر باشد تمایل لیگاند به جایگاه اتصال رسپتور بیشتر می باشد. نتایج اتصال و تعامل مولکولی بین SARS-Cov2 RBD و لیگاندها با استفاده از نرم افزار Pymol و LigPlot ارزیابی و مشاهده شد.

۳. نتایج

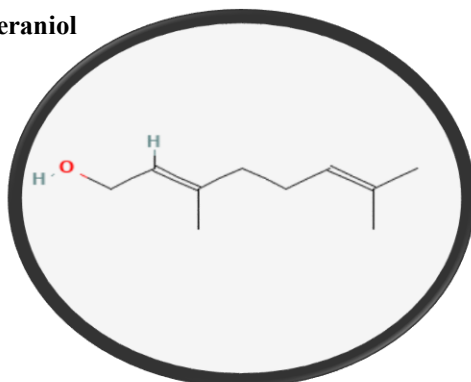
۳-۱. تجزیه و تحلیل ساختار پروتئین SARS-CoV-2 S

ارزیابی ساختار اولیه پروتئین SARS-CoV-2 S نشان داد که این پروتئین به وسیله ی ژن S کدگذاری شده و از ۱۲۷۳ اسید آمینه با وزن مولکولی ۱۴۱/۱۷۸ دالتون تشکیل شده است. توالی پروتئین S از UniProt (با شماره شناسایی: AC No: P0DTC2) بازیابی شد. (<http://www.uniprot.org>). این پروتئین حاوی یک پپتید سیگنال از باقی مانده های ۱ تا ۱۵، زیر دامنه S1 است که شامل دامنه N ترمینال (NTD) از باقیمانده های ۱ تا ۱۵، دامنه اتصال گیرنده (RBD) از باقیمانده های ۳۴۸ تا ۵۲۶ و دامنه C ترمینال (CTD) است از باقیمانده های ۵۳۸ تا ۵۹۴، و همچنین زیر دامنه S2 از باقیمانده های ۷۱۰ تا ۱۲۳۲. خواص فیزیکوشیمیایی ساختار اولیه پروتئین S از SARS-CoV-2 با استفاده از (ProtParam Expasy) (<http://expasy.org/tools/protparam.html>) ارزیابی شد. نقطه ایزوالکتریک محاسبه شده (PI) پروتئین S، ۶/۲۴ است که نشان دهنده خواص اسیدی آن است. تعداد کل باقیمانده های باردار مثبت (Lys, Arg) و منفی (Glu, Asp) به ترتیب ۱۰۳ و ۱۱۰ است. همچنین، شاخص ناپایداری پروتئین S، ۳۳/۰۱ است که نشان می دهد احتمالاً این پروتئین در شرایط فیزیولوژیکی پایدار است. شاخص آلفاتیکی و GRAVY پروتئین S به ترتیب ۸۴/۶۷ و -۰/۰۷ بود که نشان داد این پروتئین در برابر گرما و همچنین هیدروفیلی پایدار است. طبقه بندی خانواده این پروتئین S با استفاده از وب سرورهای Interproscan مورد مطالعه قرار گرفت (Kalhor et al, 2020). نتایج نشان داد که پروتئین S متعلق به خانواده گلیکوپروتئین اسپایک از بتاکورونا ویروس ها (IPR042578) است. بررسی ساختار دوم پروتئین S با استفاده از نرم افزار Vadar نشان داد که شامل ساختار کوئل (۵۰٪) که ساختار اصلی، ساختار بتا ورق (۴۰٪)، ساختار ترن (۲۹٪) و الفا هلیکس (۸٪) است. ساختار سه بعدی از پروتئین S به طور گسترده با استفاده از روش های تجربی مورد بررسی قرار گرفته است. در این مطالعه، ما از ساختار کریستالوگرافی کمپلکس SARS-CoV-2 RBD/ACE2 (PDB ID 6M0J) برای مطالعه داکینگ مولکولی استفاده کردیم (Kalhor et al, 2020).

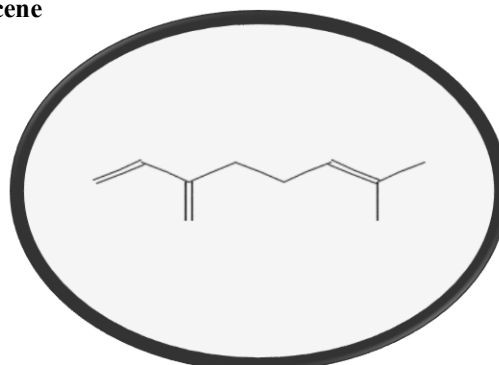
۳-۲. ارزیابی برهمکنش SARS-CoV-2 RBD با ترکیبات موثره ی مربوط به منتخب از زنجبیل

اتصال مولکولی بین SARS-CoV-2 RBD و ترکیبات موثره‌ی منتخب مربوط به زنجبیل به وسیله‌ی Autodock Vina انجام شد. نتایج اتصال مولکولی نشان داد که تمام متابولیت‌های ثانویه انتخاب شده از زنجبیل میل اتصال منفی به پروتئین هدف داشتند. میل اتصال کمپلکس‌ها از $-4/1$ تا $-4/3$ کیلوکالری بر مول بود. چند مورد از متابولیت ثانویه گیاه زنجبیل که دارای میل اتصال بالایی در محل‌های اتصال SARS-CoV-2 RBD نشان داده شده است (شکل ۱).

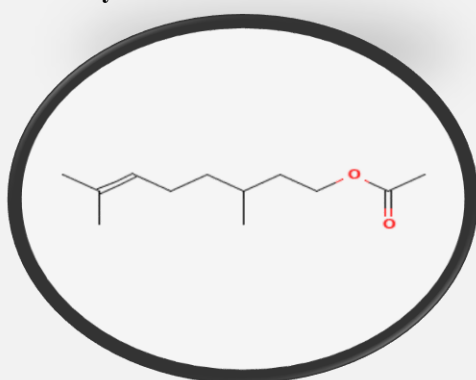
Geraniol



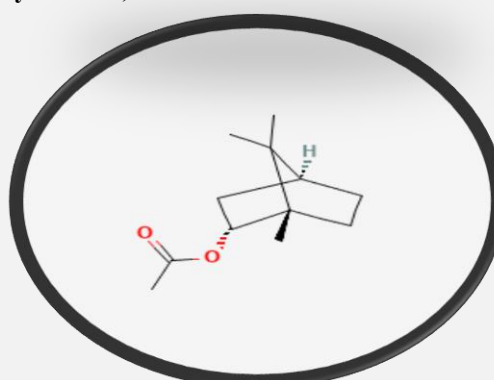
Myrcene



Citronellyl acetate



Bornyl acetate,



شکل ۱. تعدادی از ترکیبات موثره‌ی انتخاب شده از زنجبیل

یافته‌ها نشان می‌دهد که ترکیبات میل پیوندی بالا ($-4/3$ کیلوکالری بر مول) را برای SARS-CoV-2 RBD دارند به جزء ترکیب کمترین میل اتصال ($-4/1$ کیلوکالری بر مول) را نشان داد. جزئیات بیشتر در مورد میل اتصال و بقایای متقابل در مجتمع‌های SARS-CoV-2 RBD با متابولیت‌های ثانویه منتخب از زنجبیل در جدول ۱ ارائه شده است.

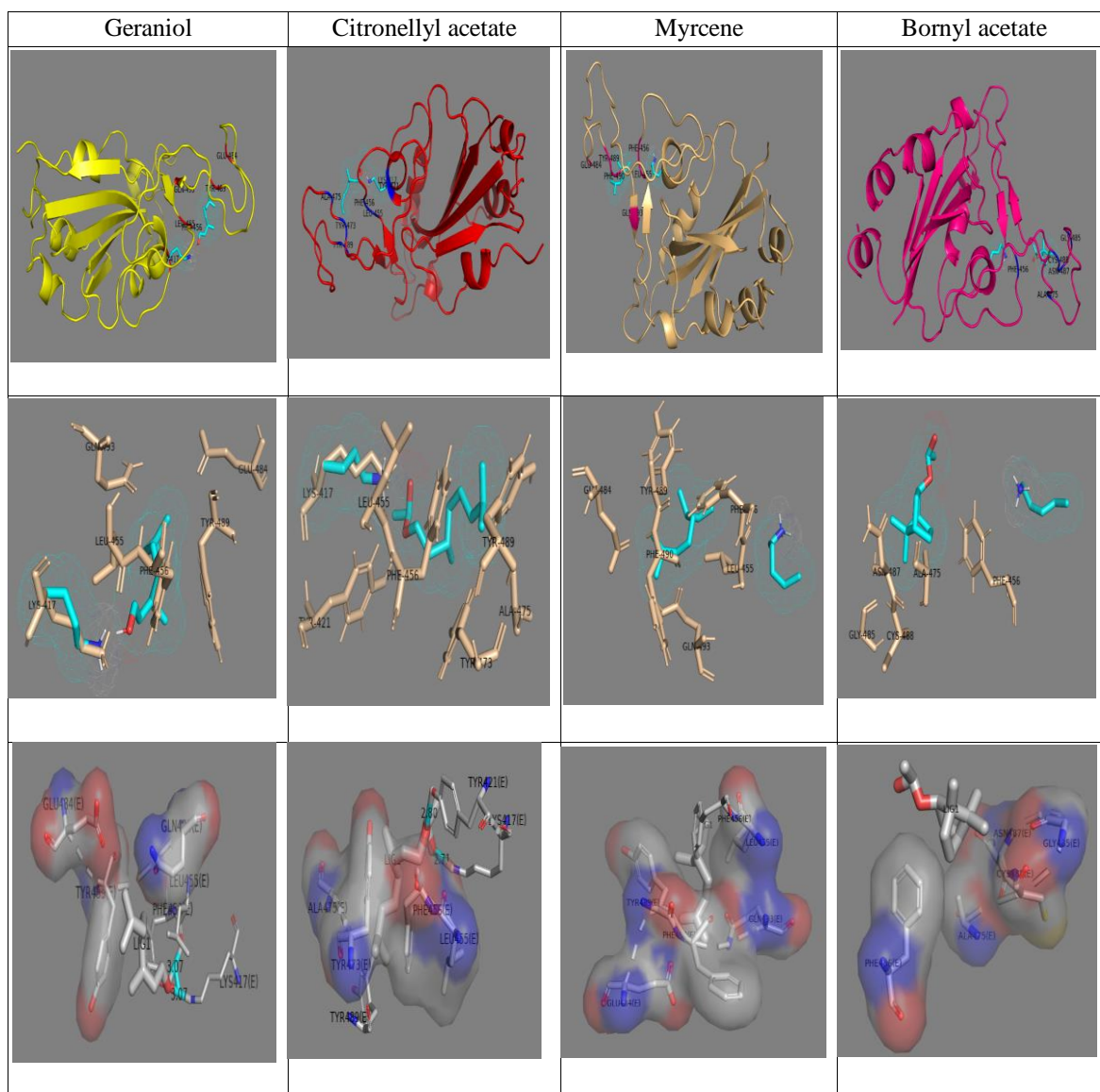


جدول ۱. ارزیابی میل اتصال (کیلو کالری بر مول) و بقایای متقابل در مجتمع های SARS-CoV-2 RBD با متابولیت های ثانویه انتخاب شده از زنجبیل.

ترکیبات موثره ی زنجبیل	(میل اتصال) (کیلو کالری/مول)	آمینواسیدهای مشارکت کننده در پیوند های هیدروژنی	طول پیوند هیدروژنی بر حسب انگستروم	آمینواسیدهای مشارکت کننده در پیوند های غیرهیدروژنی
Geraniol	-۴/۳	Leu455, Lys417,	۳/۷۰	Tyr489, Gln493, Glu484, Phe456
Citronellyl acetate	-۴/۲	Tyr421, Lys417,	۲/۰۸ ۲/۱۷	Leu455, Phe456, Ala475, Tyr489 Tyr473,
Myrcene	-۴/۳	—	—	Tyr489, Gln493, Leu455, Phe490, Phe456 Glu484
Bornyl acetate,	-۴/۳	—	—	Cys488, Gly485, Ala475, Asn487, Phe456

همچنین تعاملات بین SARS-CoV-2 RBD و ترکیبات موثره ی انتخابی از زنجبیل را با استفاده از نرم افزار PyMOL

و LigPlot مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفته اند (شکل ۲).



شکل ۲. ساختارهای سه بعدی و ساختارهای دو بعدی تعامل ترکیبات موثره‌ی منتخب از زنجبیل با جایگاه اتصال ACE2 SARS-CoV-2 RBD (IDB ID: 6m0J) بازنمایی ساختار سه بعدی SARS-CoV-2 RBD (IDB ID: 6m0J) کارتونی به صورت پیچیده و ترکیبات موثره‌ی منتخب زنجبیل به صورت چسبیده به صورت پیچیده نمایش داده می شوند. پیوندهای هیدروژنی در کمپلکس ها به صورت خطوط سیاه نشان داده می شوند. همچنین، پتانسیل الکترواستاتیک جهت گیری های اتصال ترکیبات موثره‌ی منتخب زنجبیل در جایگاه اتصال SARS-CoV-2 RBD نشان داده شده است. رنگ های آبی، قرمز و سفید نشان دهنده پتانسیل الکترواستاتیک مثبت، منفی و آبگریز هستند.

۴. بحث و نتیجه گیری

در دو دهه گذشته، دو ویروس عمومی از جنس بتاکورونا ویروس، سارس و مرس، وحشت گسترده‌ای را برانگیخت و تا زمان ظهور کروناویروس جدید در سال ۲۰۱۹، که از ووهان چین منتشر شد، مهم ترین رویدادهای بهداشتی محسوب می شدند



(Zou et al, 2020). به خوبی مستند شده است که SARS-CoV-2 از طریق یک گیرنده خاص وارد سلول های انسانی می شود، داروهای مختلفی بر اساس تظاهرات بالینی بر علیه عفونت COVID-19 استفاده شده است. با این حال، به دلیل پاتوژن پیچیده آن، این عفونت به یک چالش جهانی تبدیل شده است (DeDiego et al, 2007). کشف منطقی دارو می تواند ترکیبات سریع، قابل آزمایش و جدید مشتق شده از ترکیبات موثره زنجبیل را شناسایی کند. برای شناسایی ترکیبات مؤثرتر در برابر SARS-CoV-2، ما رویکردهای اتصال مولکولی را اجرا کردیم (Jin et al, 2020). ما اتصال مولکولی را بین باقیمانده های انعطاف پذیر جایگاه اتصال SARS-CoV-2 RBD شامل اسیدامینه های (Phe486, Asn487, Ala475, Gly446, Lys417, Gln498, Tyr489, Thr500, Gln493, Gln496, Gl451, Leu455, Tyr453, Phe456, Gln493, Tyr449) ترکیبات موثره زنجبیل را با استفاده از نرم افزار AutoDock Vina انجام دادیم. نتایج اتصال بر اساس میل اتصال تجزیه و تحلیل شد.

یکی از حیاتی ترین مراحل در طراحی دارو، ارزیابی خواص فیزیکوشیمیایی ترکیبات و پیروی از قانون پنج لپینسکی است، که بیشترین فعالیت خوراکی از آن پیروی می کند، که شامل: وزن مولکولی کمتر از ۵۰۰ دالتون، -ضرب تقسیم آب بیشتر از ۵، گیرنده پیوند هیدروژنیکتر از ۱۰، و اهداکنندگان پیوند هیدروژنی کمتر از ۵ همچنین پیشنهاد شد که پیوندهای قابل چرخش کمتر از ۱۰ و سطح قطبی کمتر از ۱۴۰ انگسترم باشد. به منظور ارزیابی این قانون، خواص اصلی فارماکوکینتیک ترکیبات موثره زنجبیل با استفاده از پایگاه داده PubChem مورد ارزیابی قرار گرفت (Lipinski et al, 2012). نتایج نشان داد که همه ی ترکیبات ثانویه زنجبیل خواص فیزیکوشیمیایی زیر را دارند. جزئیات بیشتر در جدول ۲ خلاصه شده است.

جدول ۲. ارزیابی خواص فیزیکوشیمیایی ترکیبات موثره زنجبیل بر اساس پایگاه داده PubChem

داکینگ مولکولی به دلیل توانایی آن در پیش بینی اتصال و ترکیب لیگاندهای مولکولی کوچک به محل اتصال مناسب،

ترکیبات موثره زنجبیل	خواص فیزیکوشیمیایی						
	باند های قابل چرخش	مساحت سطح قطبی (انگسترم)	پیوندهای هیدروژنی	دهندگان پیوندهای هیدروژنی	پذیرندگان پیوندهای هیدروژنی	میزان چربی دوستی	وزن مولکولی (گرم/مول)
Geraniol	۴	۲۰/۲۳	۱	۱	۳/۵۶	۱۵۴/۲۵	۶۳۷۵۶۶
Citronellyl acetate	۷	۲۶/۳۰	۰	۰	۴/۴۸	۱۹۸/۱۳۰	۹۰۱۷
Myrcene	۴	۰	۰	۰	۴/۱۷	۱۳۶/۱۲۳	۳۱۲۵۳
Bornyl acetate, (-)-	۲	۲۶/۳۰	۰	۰	۴/۳۰	۱۹۶/۱۲۹	۹۳۰۰۹

یکی از متداول ترین روش ها در طراحی دارو است. در واقع هدف اصلی اتصال مولکولی دستیابی به کمپلکس لیگاند-گیرنده با ترکیب بهینه و با هدف داشتن انرژی آزاد اتصال کمتر است. در این تحقیق که تاثیر مهار کنندگی ترکیبات طبیعی از زنجبیل بر علیه دامنه RBD از SARS-CoV-2 می باشد با استفاده از ساختار کریستالوگرافی و از طریق محاسبات کامپیوتری و روش داکینگ مولکولی شناسایی و انتخاب می شوند که منجر به مهار اتصال ویروس SARS-CoV-2 به پروتئین ACE2 از دریه



انسان می شود. در این تحقیق داکینگ مولکولی بین دامنه RBD از SARS-CoV-2 و ترکیبات مورد نظر انجام می شود. داک کردن این ترکیبات طبیعی با هدف امتیازدهی به آنها بر مبنای تمایل اتصال آنها می باشد. سپس، ترکیبات طبیعی بالقوه علیه RBD بر اساس جایگاه اتصال، بالاترین میل اتصال (binding affinity)، و بهترین برهمکنش انتخاب می شوند، که می توانند اتصال دامنه RBD از SARS-CoV-2 با ACE2 را مهار کنند و مانع عملکرد ویروس شوند. در این مطالعه، عوامل بالقوه برای مهار برهمکنش دامنه RBD SARS-CoV-2 با گیرنده ACE2 با استفاده از داکینگ مولکولی شناسایی شدند. در مرحله اول ترکیبات موجود در زنجبیل شناسایی و سپس برای انجام داکینگ مولکولی ترکیبات ثانویه زنجبیل انتخاب شدند و در ادامه آنالیز نتایج نشان داد که بر هم کنشهای واندروالس و پیوند هیدروژنی بین اسیدهای آمینه های اتصال با لیگاندها (کاندیدای دارو) نقش مهمی در تعیین فعالیت این داروها دارد. علاوه بر این ساختار داروها با کمترین میل اتصال برای محاسبات مبتنی بر ساختار پروتئین مورد استفاده قرار گرفت. بر اساس نتایج به دست آمده ترکیبات مورد مطالعه پیوند و برهمکنش مناسبی با دامنه RBD SARS-CoV-2 دارند و ممکن است درمان موثری برای درمان عفونت کووید-۱۹ باشند. تجزیه و تحلیل محاسبات انرژی آزاد اتصال برای همه کمپلکس ها انجام شد. همه ترکیبات برهمکنش داشتند و میزان میل اتصال آنها در محدوده ی (۴.۱- تا ۴.۳-) کیلوکالری بر مول بود. فرآیند اتصال به وسیله ی پیوند هیدروژنی و برهمکنش های آبگریزی اتفاق می افتد. نتایج میل اتصال ترکیبات مطالعه ما نشان می دهد که زنجبیل را می توان به طور موثر برای درمان و کاهش علائم عفونت کووید-۱۹ استفاده کرد. با این حال، بررسی کارایی ترکیبات موثره ی انتخابی از زنجبیل در شرایط برون تنی و درون تنی است و نتایج به دست آمده ممکن است داده هایی را برای مطالعات بیشتر فراهم کند.

منابع

- Anwar, F., Altayb, H. N., Al-Abbasi, F. A., Al-Malki, A. L., Kamal, M. A., & Kumar, V. (2021). Antiviral effects of probiotic metabolites on COVID-19. *Journal of Biomolecular Structure and Dynamics*, 39(11): 4175-4184.
- DeDiego, M. L., Alvarez, E., Almazán, F., Rejas, M. T., Lamirande, E., Roberts, A., ... & Enjuanes, L. (2007). A severe acute respiratory syndrome coronavirus that lacks the E gene is attenuated in vitro and in vivo. *Journal of virology*, 81(4): 1701-1713.
- Fehr, A. R., & Perlman, S. (2015). Coronaviruses: an overview of their replication and pathogenesis. *Coronaviruses: methods and protocols*, 1-23.
- Ferreira, L. G., Dos Santos, R. N., Oliva, G., & Andricopulo, A. D. (2015). Molecular docking and structure-based drug design strategies. *Molecules*, 20(7): 13384-13421.
- Jin, Z., Du, X., Xu, Y., Deng, Y., Liu, M., Zhao, Y., ... & Yang, H. (2020). Structure of Mpro from SARS-CoV-2 and discovery of its inhibitors. *Nature*, 582(7811): 289-293.
- Josset, L., Menachery, V. D., Gralinski, L. E., Agnihothram, S., Sova, P., Carter, V. S., ... & Katze, M. G. (2013). Cell host response to infection with novel human coronavirus EMC predicts potential antivirals and important differences with SARS coronavirus. *MBio*, 4(3): 10-1128.
- Hussain, S., Pan, J. A., Chen, Y., Yang, Y., Xu, J., Peng, Y., ... & Guo, D. (2005). Identification of novel subgenomic RNAs and noncanonical transcription initiation signals of severe acute respiratory syndrome coronavirus. *Journal of virology*, 79(9): 5288-5295.
- Kalhor, H., Rahimi, H., Eidgahi, M. R. A., & Teimoori-Toolabi, L. (2020). Novel small molecules against two binding sites of Wnt2 protein as potential drug candidates for colorectal cancer: A structure based virtual screening approach. *Iranian journal of pharmaceutical research: IJPR*, 19(2): 160.



- Kalhor, H., Sadeghi, S., Marashiyani, M., Kalhor, R., Aghaei Gharehbolagh, S., Akbari Eidgahi, M. R., & Rahimi, H. (2020). Identification of new DNA gyrase inhibitors based on bioactive compounds from streptomyces: structure-based virtual screening and molecular dynamics simulations approaches. *Journal of Biomolecular Structure and Dynamics*, 38(3): 791-806.
- Khaerunnisa, S., Kurniawan, H., Awaluddin, R., Suhartati, S., & Soetjipto, S. (2020). Potential inhibitor of COVID-19 main protease (Mpro) from several medicinal plant compounds by molecular docking study - [v1].
- Li, Q., Wu, J., Nie, J., Zhang, L., Hao, H., Liu, S., ... & Wang, Y. (2020). The impact of mutations in SARS-CoV-2 spike on viral infectivity and antigenicity. *Cell*, 182(5): 1284-1294.
- Lipinski, C. A., Lombardo, F., Dominy, B. W., & Feeney, P. J. (2012). Experimental and computational approaches to estimate solubility and permeability in drug discovery and development settings. *Advanced drug delivery reviews*, 64: 4-17.
- Siddell, S. G., Walker, P. J., Lefkowitz, E. J., Mushegian, A. R., Adams, M. J., Dutilh, B. E., ... & Davison, A. J. (2019). Additional changes to taxonomy ratified in a special vote by the International Committee on Taxonomy of Viruses (October 2018). *Archives of virology*, 164(3): 943-946.
- Snijder, E. J., Van Der Meer, Y., Zevenhoven-Dobbe, J., Onderwater, J. J., Van Der Meulen, J., Koerten, H. K., & Mommaas, A. M. (2006). Ultrastructure and origin of membrane vesicles associated with the severe acute respiratory syndrome coronavirus replication complex. *Journal of virology*, 80(12): 5927-5940.
- Trott, O., & Olson, A. J. (2010). AutoDock Vina: improving the speed and accuracy of docking with a new scoring function, efficient optimization, and multithreading. *Journal of computational chemistry*, 31(2): 455-461.
- Wrapp, D., Wang, N., Corbett, K. S., Goldsmith, J. A., Hsieh, C. L., Abiona, O., ... & McLellan, J. S. (2020). Cryo-EM structure of the 2019-nCoV spike in the prefusion conformation. *Science*, 367(6483): 1260-1263.
- Xia, X. (2017). Bioinformatics and drug discovery. *Current topics in medicinal chemistry*, 17(15): 1709-1726.
- Zou, J., Yin, J., Fang, L., Yang, M., Wang, T., Wu, W., ... & Zhang, P. (2020). Computational prediction of mutational effects on SARS-CoV-2 binding by relative free energy calculations. *Journal of chemical information and modeling*, 60(12): 5794-5802.



معرفی برخی گونه‌های گیاهی پر کاربرد در صنایع دارویی، آرایشی و بهداشتی (مطالعه موردی: شرکت زردبند، واحد کشت و صنعت یاسوج)

وحید کریمیان^{۱*}، نسترن ابراهیمی^۱

^۱گروه مهندسی طبیعت، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه یاسوج، یاسوج. (v.karimian@yu.ac.ir)

چکیده

استفاده از گیاهان در صنایع دارویی و بهداشتی روند افزایشی دارد. از دلایل روند رو به رشد استفاده از گیاهان آشکار شدن اثرات سوء مواد شیمیایی است. باتوجه به افزایش رویکرد استفاده جهانی از گیاهان دارویی، لذا این حوزه از پتانسیل بالایی جهت بهبود اشتغال و اقتصاد برخوردار است. نظر به اینکه کشت و توسعه گیاهان دارویی توسط تولیدکنندگان می‌بایست بر اساس نیاز جامعه و گیاهان دارای بازار مناسب باشد، ازینرو نیاز است گیاهان کلیدی و پر کاربرد در صنایع مختلف شناسایی شود. هدف از مطالعه حاضر شناسایی برخی گیاهان دارویی شاخص مورد استفاده در شرکت زردبند است. اطلاعات لازم از طریق بررسی کتابخانه‌ای و تکمیل پرسشنامه محقق ساخته جمع‌آوری گردید. برای سنجش روایی پرسشنامه، از روایی محتوایی استفاده شد و نظرات متخصصین و کارشناسان استفاده شد. نتایج تعداد ۲۲ گونه گیاهی متعلق به ۱۵ خانواده را نشان داد. بزرگترین خانواده گیاهی به ترتیب فراوانی شامل؛ Asteraceae با ۴ گونه، Apiaceae و Lamiaceae با ۳ گونه می‌باشد. بیشترین استفاده گیاهان مورد بررسی بترتیب استفاده‌های دارویی (۴۸٪)، دارویی-بهداشتی (۳۸٪) و بهداشتی (۱۴٪) بود. نظر به اینکه کشت و توسعه گیاهان دارویی توسط تولیدکنندگان و کشاورزان می‌بایست بر اساس نیاز جامعه و گیاهان دارای بازار مناسب باشد لذا گونه‌های گیاهی معرفی شده در تحقیق حاضر جهت کشت در سطح وسیع پیشنهاد می‌شود.

واژگان کلیدی: Asteraceae، زردبند، کشت و صنعت، گیاهان دارویی



۱. مقدمه

استفاده از گیاهان دارویی دارای پیشینه طولانی است. طب گیاهی همواره یکی از پایه‌های اصلی مکاتب طبی مشهور رایج در تمدن‌های باستان بوده است (امیری عقدایی و زارع زردبینی، ۱۳۹۳). سیستم‌ها در بسیاری از نقاط جهان تنها به درمان‌های سنتی برای مراقبت‌های بهداشتی وابسته هستند (Asigbaase et al., 2023). مطالعات نشان می‌دهد استفاده از گیاهان دارویی در دنیا روند افزایشی دارد (حیدری فر و همکاران، ۱۳۹۲). در دهه‌های اخیر با مشاهده اثرات زیان‌آور مواد شیمیایی و داروهای مصنوعی حرکت به سمت استفاده از گیاهان دارویی در بین مردم کشورهای توسعه یافته رشد زیادی داشته است (کریمیان و همکاران، ۱۴۰۳). به طوری که بیشتر جمعیت جهان برای مصارف بهداشتی از گیاهان دارویی استفاده می‌کنند (Sharma et al., 2021; Paul & Debnath, 2018; James et al., 2018; Welz et al., 2018; Tangkiatkumjai et al., 2020). از دلایل روند رو به رشد استفاده از گیاهان دارویی و داروهای با پایه گیاهی، آشکار شدن اثرات سوء داروهای شیمیایی است. بازار داروهای گیاهی با توجه به احیای روش‌های سنتی و تغییر سیستم‌های بهداشت و درمان، با سرعت چشمگیری رشد کرده است که موجب شده این گیاهان از اهمیت اقتصادی بالایی نیز برخوردار شوند. حدود ۳۰ درصد از داروهای فروخته شده در سراسر جهان حاوی ترکیباتی هستند که از مواد گیاهی مشتق شده‌اند (Wachtel-Galor and Benzie, 2011؛ WHO, 2013؛ Calixto, 2019). ارزش تخمینی بازار جهانی گیاهان دارویی از جمله محصولات گیاهی و مواد خام در سال ۲۰۰۰ حدود ۶۵ میلیارد دلار آمریکا بود (WHO, 2003). تجارب چند سال اخیر نشان می‌دهد که تکیه اقتصاد به درآمد حاصل از فروش نفت خام، بی‌ثباتی درآمد صادراتی را به دنبال دارد. به منظور حرکت به سمت اقتصاد چند محصولی، جهت‌گیری سیاست‌های صادراتی باید به سود کالاهای غیر نفتی مانند صادرات محصولات کشاورزی از جمله گیاهان دارویی تغییر یابد. مؤسسات دارویی از گیاهان به عنوان ماده اولیه برای تولید سایر مواد فعال دارویی نیمه مصنوعی استفاده می‌کنند (Asigbaase et al., 2023). در کشور ایران از گذشته تاکنون موسسات و شرکت‌های دارویی زیادی در زمینه تولید مواد آرایشی، بهداشتی، دارویی و غیره وجود داشته است. از جمله این شرکت‌ها؛ گل دارو، دینه، زردبند، زرین گیاه، داروک، باریج اسانس، نیاک، بهتا دارو، کیمیاگر طوس و غیره است. همانطور که در بالا اشاره شد از جمله شرکت‌ها و موسسات دارویی فعال در این زمینه شرکت زردبند می‌باشد که بعنوان یکی از موفقترین شرکت‌ها از لحاظ صادرات است. زردبند شرکتی است دانش‌بنیان که از سال ۱۳۷۲ فعالیت خود را با هدف تولید و فرآوری گیاهان دارویی آغاز نمود (سایت شرکت زردبند). نظر به اینکه کشت و توسعه گیاهان دارویی توسط تولیدکنندگان و کشاورزان می‌بایست بر اساس نیاز جامعه و گیاهان دارای بازار مناسب باشد لذا جهت مدیریت صحیح و ورود اصولی به این صنعت برای تامین و بهبود نیاز جامعه از یکطرف و ایجاد معیشت پایدار و اقتصادی برای تولیدکنندگان نیاز است گیاهان شاخص و دارای بازار مناسب شناسایی شود. هدف از مطالعه حاضر شناسایی برخی گیاهان مورد استفاده در شرکت دارویی زردبند است.

۲. مواد و روش‌ها

۲-۱. شرکت زردبند



شرکت دارویی زردبند فعالیت خود را در سال ۱۳۷۲ با هدف تولید و فراوری گیاهان دارویی آغاز نموده است. این شرکت در ابتدا گونه‌های مختلف و خاص گیاهان دارویی را جهت تکثیر و تطبیق با شرایط اقلیمی کشور برای رسیدن به بالاترین میزان عملکرد در دستور کار قرار داد. به موازات این فعالیت‌ها، در زمینه روش‌های بهینه استخراج و فراوری محصولات گیاهی نیز فعالیت نمود. از آنجائی که مراحل نخست فعالیت شرکت، در روستای زردبند، واقع در ۲۰ کیلومتری شمال شرق تهران، صورت پذیرفت، نام این روستا وجه تسمیه نام این شرکت قرار گرفت.

یک سال بعد از تأسیس شرکت، واحد کشت و صنعت آن در شهرستان بویراحمد، شهر یاسوج در استان کهگیلویه و بویر احمد فعال شد. امروزه شرکت دارویی زردبند با سطح کشت چند صد هکتار در سراسر ایران و با تولید حدود هشتاد نوع عصاره، اسانس و روغن یکی از بزرگترین تولیدکنندگان این قبیل فرآورده‌های طبیعی برای تامین نیاز صنایع غذایی، دارویی و بهداشتی کشور به شمار می‌رود.

۲-۲. روش تحقیق

ابتدا اطلاعات لازم از طریق بررسی کتابخانه‌ای مانند کتب، مجلات و سایت‌های تخصصی جمع‌آوری گردید. در ادامه جهت جمع‌آوری داده‌ها از پرسشنامه محقق ساخته استفاده شد. برای سنجش روایی پرسشنامه، از روایی محتوایی استفاده شد و نظرات اساتید، متخصصین و کارشناسان در پرسشنامه گنجانده شد.

۳. نتایج

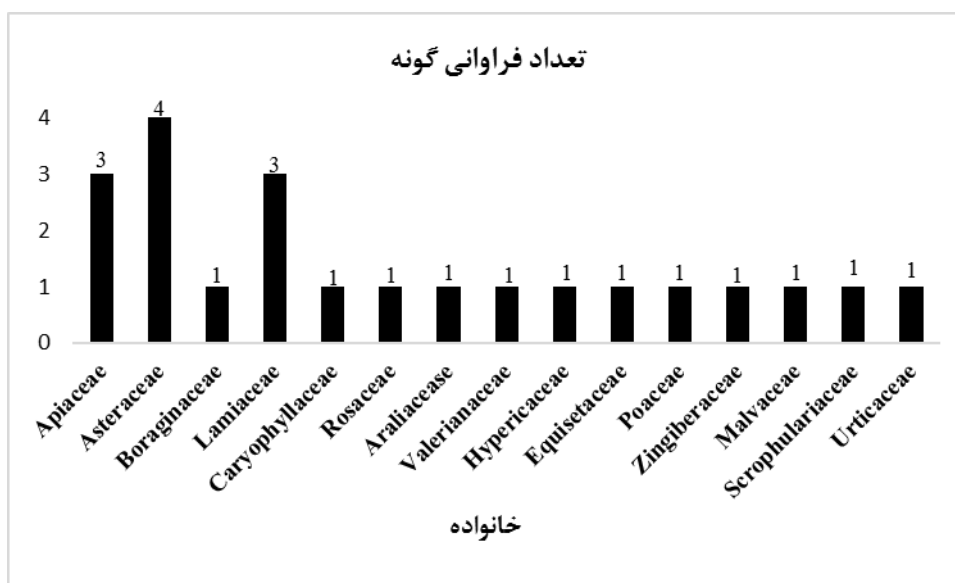
۳-۱. معرفی گیاهان

در تحقیق حاضر تعداد ۲۲ گونه گیاهی متعلق به ۱۵ خانواده شناسایی شد (جدول، ۱). بزرگترین خانواده گیاهی به ترتیب فراوانی عبارت بودند از: Asteraceae با ۴ گونه، Apiaceae و Lamiaceae با ۳ گونه، سایر خانواده‌های گیاهی با ۱ گونه شامل؛ Boraginaceae, Caryophyllaceae, Rosaceae, Araliaceae, Valerianaceae, Hypericaceae, Urticaceae و Scrophulariaceae بودند (شکل، ۱).

جدول ۱. لیست برخی گیاهان مورد استفاده در شرکت زردبند

ردیف	نام گیاه	نام علمی	خانواده	مورد مصرف
۱	رازیانه	<i>Foeniculum vulgare</i> Mill.	Apiaceae	دارویی
۲	زنیان	<i>Rachyspermum copticum</i>	Apiaceae	دارویی
۳	بابونه	<i>Anthemis cotula</i> L.	Asteraceae	بهداشتی-دارویی
۴	گل گاوزبان	<i>Anchusa Ovata</i> Lehm.	Boraginaceae	دارویی
۵	انجدان رومی	<i>Levisticum officinale</i> Koch.	Apiaceae	دارویی
۶	سرخارگل	<i>Echinacea purpurea</i> L.	Asteraceae	دارویی
۷	بادرنجبویه	<i>Melissa officinalis</i>	Lamiaceae	بهداشتی-دارویی
۸	نعناع فلفی	<i>Mentha piperita</i> L	Lamiaceae	بهداشتی-دارویی

بهداشتی	Caryophyllaceae	<i>Saponaria officinalis</i> L.	صابونی	۹
دارویی	Rosaceae	<i>Rosa canina</i> L.	نسترن	۱۰
دارویی	Araliaceae	<i>Hedera Helix</i>	عشقه	۱۱
دارویی	Asteraceae	<i>Cynara scolymus</i> L.	کنگر فرنگی	۱۲
بهداشتی	Valerianaceae	<i>Valeriana officinalis</i> L.	سنبل الطیب	۱۳
بهداشتی	Hypericaceae	<i>Hypericum perforatum</i> L.	گل راعی	۱۴
دارویی	Equisetaceae	<i>Equisetum arvense</i> L.	دم اسب	۱۵
دارویی-بهداشتی	Poaceae	<i>Cymbopogon citratus</i> (DC.) Stapf	علف لیمو	۱۶
دارویی-بهداشتی	Zingiberaceae	<i>Zingiber officinale</i> Roscoe.	زنجبیل	۱۷
دارویی-بهداشتی	Malvaceae	<i>Althaea officinalis</i> L.	ختمی	۱۸
دارویی	Scrophulariaceae	<i>Verbascum cheirantifolium</i> Boiss	خرگوشک	۱۹
دارویی-بهداشتی	Urticaceae	<i>Urtica dioica</i> L.	گزنه	۲۰
دارویی	Labiatae	<i>Satureja hortensis</i> L.	مرزه کوهی	۲۱
دارویی-بهداشتی	Asteraceae	<i>Echinops aucheri</i> Boiss.	شکر تیغال	۲۲

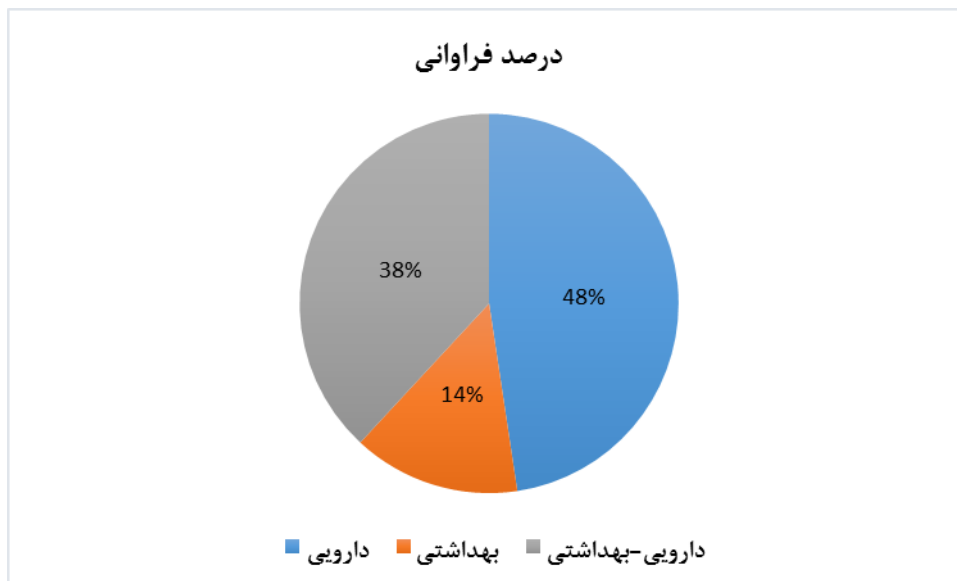


شکل ۱. پرجمعیت ترین خانواده های گیاهی مورد استفاده

۳-۲. موارد مصرف گیاهان مورد بررسی

گیاهان مورد بررسی دارای کاربردهای دارویی، بهداشتی و دارویی-بهداشتی بود. بیشترین استفاده گیاهان مورد بررسی

بترتیب استفاده های دارویی (۴۸٪)، دارویی-بهداشتی (۳۸٪) و بهداشتی (۱۴٪) بود (شکل، ۲).



شکل ۲. درصد فراوانی موارد مصرف گیاهان مورد بررسی

۴. بحث و نتیجه گیری

گیاهان دارویی و فرآورده‌های آن‌ها از جمله منابع بسیار ارزشمند در گستره وسیع عرصه‌های طبیعی و زراعی ایران است. کشت بیش از ۸۰ درصد انواع گیاهان دارویی قابل مصرف در اقلیم چهار فصل ایران و هزینه پایین تر تولید آن‌ها نسبت به دیگر محصولات کشاورزی، سرمایه‌گذاری در بخش تولید و صادرات گیاهان دارویی را توجیه‌پذیر کرده است (یزدانی و شهریاری، ۱۴۰۱). از مسایل مهم در حوزه گیاهان دارویی؛ شناسایی گیاهان دارویی که بازار مناسب داشته باشند و مورد توجه مصرف‌کنندگان باشند. در مطالعه حاضر یکی از شرکت‌های دارای سابقه و موفق در حوزه گیاهان دارویی جهت شناسایی گیاهان پرکاربرد در صنعت برای معرفی آن به تولیدکنندگان و بهره‌برداران مورد بررسی قرار گرفت. بر اساس نتایج به دست آمده گونه‌های زیادی در حوزه دارویی، آرایشی و بهداشتی کاربرد دارد که مهمترین خانواده‌های گیاهی در این حوزه شامل خانواده‌های Asteraceae، Apiaceae و Lamiaceae بود. گونه‌هایی از جمله گل گاوزبان، بابونه، شنبلیله و غیره از گیاهان مهم در تحقیق حاضر بود که با نتایج تحقیق (عامریان و همکاران، ۱۴۰۰) در ارومیه در زمینه گونه‌های پر مصرف همخوانی دارد. سایر مطالعات (Arslan et al., 2016) در زمینه برخی گونه‌های پر فروش با مطالعه حاضر همخوانی دارد.

نظر به اینکه کشت و توسعه گیاهان دارویی توسط تولیدکنندگان و کشاورزان می‌بایست بر اساس نیاز جامعه و گیاهان دارای بازار مناسب باشد لذا جهت مدیریت صحیح و ورود اصولی به این صنعت برای تامین و بهبود نیاز جامعه از یکطرف و ایجاد معیشت پایدار و اقتصادی برای تولیدکنندگان گونه‌های گیاهی معرفی شده در تحقیق حاضر جهت کشت در سطح وسیع پیشنهاد می‌شود.

تشکر و قدردانی

از افرادی که در تهیه و تکمیل پرسشنامه و مسئولین محترم شرکت زردبند جهت همکاری لازم تقدیر بعمل می‌آید.

منابع



- امیری عقدایی، ف. زارع زردبینی، ح. ۱۳۹۳. بررسی عوامل موثر بر بهبود و توسعه بازار گیاهان دارویی در ایران (مطالعه موردی: شهر اصفهان). فصلنامه علمی پژوهشی تحقیقات بازاریابی نوین، ۴(۱): ۱۹۵-۲۱۴.
- حیدری فر، ر. مهران، ن. مومنیان، س. موسوی، س. م. کوهبر، م. حاجی علی گل، ع. ۱۳۹۲. بررسی وضعیت مصرف گیاهان دارویی و عوامل همراه آن در شهر قم. مجله دانشگاه علوم پزشکی قم، ۷(۴): ۹۵-۱۰۰.
- عامریان، م. ملک حسینی، ا. سوره، ش. ۱۴۰۰. مطالعه وضعیت عطاری‌های شهرستان‌های آذربایجان غربی با تاکید بر مشکلات و چالش‌های پیش رو. مجله تحقیقات نظام سلامت حکیم، ۲۲(۴): ۳۶۳-۳۷۰.
- یزدانی، د. شهریاری، م. ۱۴۰۱. نقشه‌ی جامع و اولویت‌بندی استان‌های تولیدکننده گیاهان دارویی در کشور بر اساس شاخص‌های مزیت فیزیکی تولید. فصلنامه راهبرد توسعه، ۱۸(۳): ۱۵۴-۱۸۰.
- Arslan, H. Engindeniz, S. Çınar, G. (2016). İzmir ili kentsel kesiminde odun dışı bitkisel orman ürünleri tüketiminin analizi üzerine bir araştırma, Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 53 (3) : 251-257.
- Asigbaase, M. Adusu, D. Anaba, L. Abugre, S. et al. (2023). Conservation and economic benefits of medicinal plants: Insights from forest-fringe communities of Southwestern Ghana. *Trees, Forests and People*. 14: 1-12.
- Calixto, J.B. (2019). The Role of Natural Products in Modern Drug Discovery. *An Acad Bras Cienc*, 91. <https://zardband.com>.
- James, P.B. Wardle, J. Steel, A. Adams, J. (2018). Traditional, complementary and alternative medicine use in Sub-Saharan Africa: a systematic review. *BMJ Glob Health*, 31 (3) :5, e000895.
- Karimian, V. sepehry, A. Barani, H. (2024). Investigating the survival of medicinal-industrial plant *Ferula assa-foetida* L. in different exploitation methods, emphasizing the protection of this valuable plant. *Iranian Journal of Forest and Range Protection Research*, 22 (1): 79-91.
- Paul, T. and Debnath, S. (2018). Recent Researches on Molecular Breeding for Spice Crop Improvement. In: Sharangi, A. (Eds.), *Indian Spices*. Springer, Cham. pp-317- 339.
- Sharma, S. Kumari, A. Dhatwalia, J. Guleria, I. Lal, S. Upadhyay, N. (2021). Effect of solvents extraction on phytochemical profile and biological activities of two *Ocimum* species: A comparative study. *Journal of Applied Research on Medicinal and Aromatic Plants*, 25: 100348.
- Tangkiatkumjai, M. Boardman, H. Walker, D.M. (2020). Potential factors that influence usage of complementary and alternative medicine worldwide: a systematic review. *BMC Complement Med. There*, 20 (1) :1-15.
- Wachtel-Galor, S. Benzie, I.F.F. (2011). An introduction to its history, usage, regulation, current trends, and research needs. In: Benzie, IFF, Wachtel-Galor, S. (Eds.), *Herbal Medicine: Biomolecular and Clinical Aspects*, 2nd ed, pp. 1-10. Eds.
- Welz, A.N. Emberger-Klein, A. Menrad, K. (2018). Why people use herbal medicine: insights from a focus-group study in Germany. *BMC Complement Altern. Med*. 18 (1) :1-9.
- World Health Organization (WHO). (2003). Guidelines On Good Agricultural and Collection Practices (GACP) For Medicinal Plants. WHO, Geneva, Switzerland.
- World Health Organization (WHO). (2013). WHO Traditional Medicine strategy: 2014-2023. World Health Organization.



تنوع زیستی گیاهان دارویی و اهمیت واکاوی های اتنوبوتانی، مبنایی بر توسعه پایدار جوامع محلی (مورد مطالعه استان مازندران)

مجید قربانی نهوجی^{۱*}، عباس قلی پور^۲ و پویان مهربان جوبنی^۳

^۱ مرکز تحقیقات گیاهان دارویی، پژوهشکده گیاهان دارویی جهاد دانشگاهی، کرج، ایران (m.gh.nahooji@gmail.com)

^۲ گروه زیست شناسی، دانشکده علوم، دانشگاه پیام نور، تهران، ایران

^۳ گروه علوم پایه، دانشکده علوم دامی و شیلات، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، ساری، ایران

چکیده

مطالعات اتنوبوتانی (Ethnobotany) به عنوان یک حوزه میان رشته‌ای، به بررسی رابطه بین انسان و گیاهان در اکوسیستم منطقه می‌پردازد. این مطالعات می‌تواند نقش کلیدی در شناسایی، حفظ و بهره‌برداری پایدار از گیاهان دارویی در مناطق محروم ایران ایفا کند. این مطالعه با ترکیب مفاهیم تنوع زیستی گیاهی و استفاده‌های مختلف از گیاهان دارویی، به بررسی نقش مطالعات اتنوبوتانی در بهبود معیشت، ایجاد اشتغال، خودکفایی و توسعه پایدار جوامع محلی می‌پردازد. استان مازندران به دلیل موقعیت جغرافیایی خاص و تنوع اقلیمی، از غنای گیاهی بالایی برخوردار است. گیاهان دارویی به عنوان یکی از مهم‌ترین منابع طبیعی این منطقه، نه تنها در طب سنتی و درمان بیماری‌ها کاربرد دارند، بلکه دارای پتانسیل بالایی برای ایجاد اشتغال، خودکفایی و توسعه پایدار در جوامع محلی منطقه هستند. این مقاله با تأکید بر جایگاه و ارزش تنوع زیستی در استان مازندران، به بررسی نقش مطالعات اتنوبوتانی در بهبود معیشت، ایجاد فرصت‌های شغلی جدید و توانمندسازی جوامع محلی می‌پردازد. نتایج حاصله نشان داد که بیشترین استفاده گیاهان در منطقه به صورت دارویی، خوراکی، علوفه‌ای و افزایش دهنده شیر دام است و بیشترین مصرف دارویی در درمان ناراحتی های دستگاه گوارش، گردش خون و اختلالات تنفسی می‌باشد. با ارایه نتایج حاصله تأثیر این مطالعات بر اقتصاد محلی، حفظ محیط زیست و تقویت فرهنگ بومی بررسی شده و راهکارهایی برای بهره‌برداری پایدار از این منابع ارائه می‌شود.

واژگان کلیدی: توانمند سازی، دانش کاربرد سنتی، طب سنتی، گیاهان دارویی، مردم گیاه شناسی



۱. مقدمه

واژه اتنوبوتانی اولین بار در سال ۱۸۹۶ توسط جان هارش برگر در مطالعه‌ای که بر روی کاربرد گیاهان توسط افراد بومی مانکوس کانین واقع در کلرادو صورت گرفت به کار برده شد (Camejo – Rodriguse, 2003). از آن به بعد حوزه این علم گسترش یافت و در اواخر قرن ۱۹ به عنوان یک شاخه علمی مستقل توسعه پیدا نمود و ابزار جدیدی برای تحقیقات داروسازی پدید آورد (Ghorbani, 2005).

این دانش بسیار گسترده می‌باشد و جنبه‌های متفاوتی از جمله اتنوبوتانی، اتنواکولوژی و اتنوفارماکولوژی گیاهان را دربرمی‌گیرد، یکی از زیرشاخه‌های گیاه‌شناسی مردمی مدرن، مطالعه‌ی دانش مردمان بومی از خواص دارویی گیاهان به همراه شناخت آن‌ها از اجزاء پوشش گیاهی محیط می‌باشد، که برای مردمان بومی این امکان را فراهم می‌ساخت تا از انواع گیاهان که به اعتقاد آن‌ها ارزش دارویی داشتند استفاده کنند. این زیرشاخه اکنون به عنوان مردم‌داروشناسی (اتنوفارماکولوژی) شناخته می‌شود که یکی از فعالترین زمینه‌های تحقیق گیاه‌شناسی مردمی را تشکیل می‌دهد. استفاده از گیاهان دارویی به قدمت عمر عقلی و رشد شعور انسان است. چون امراض با پیدایش بشر متولد شده‌اند و اسناد چند هزار ساله‌ی موجود در تاریخ طب و داروسازی حاوی تجربیات و اطلاعات ارزشمند گیاهی‌درمانی می‌باشد. خدمات علما و دانشمندان مسلمان نظیر جابر بن حیان، زکریای رازی، ابونصر فارابی، ابوعلی سینا و امثال ایشان که سرآمد علوم شیمی، پزشکی و داروسازی عصر خود بودند، به اندازه‌ای است که هنوز هم جوامع انسانی از پرتو آن‌ها در زمینه‌های مذکور استفاده می‌کند. تا چند دهه‌ی گذشته، آنچه که به عنوان دارو مورد استفاده قرار می‌گرفت، از منابع طبیعی و به‌طور عمده از گیاهان به دست می‌آمد. بسیاری از داروهای جدید و نیز داروهای سنتزی با دنبال نمودن و بررسی داروهای سنتی کشف شده‌اند. مطالعات اتنوبوتانی برای اهداف حفاظت و توسعه پایدار نیز ضروری می‌باشند. در واقع اتنوبوتانی یک موضوع کلیدی برای حفاظت و توسعه پایدار است و اتنوبوتانی دارویی و اتنواکولوژی خطوط ارتباطی مهمی بین سنت و مدرنیسم از یک طرف و مدیریت پایدار و توسعه منطقه‌ای از طرف دیگر می‌باشند. از سوی دیگر اتنوبوتانی می‌تواند باعث تقویت پیوستگی فرهنگی بین نسل‌های قدیم و جدیدتر گردد (Ghorbani et al., 2006).

گیاه‌شناسی مردمی (اتنوبوتانی) از رشته‌های علوم زیستی است و این واژه اولین بار در سال ۱۸۹۶ توسط جان هارش برگر در مطالعه‌ای که بر روی کاربرد گیاهان توسط افراد بومی صورت گرفت به کار برده شد (Camejo – Rodriguse, 2003). از آن به بعد حوزه این علم گسترش یافت و در اواخر قرن ۱۹ به عنوان یک شاخه علمی مستقل توسعه پیدا نمود و ابزار جدیدی برای تحقیقات داروسازی پدید آورد (Ghorbani et al., 2006). این دانش در دهه آخر قرن بیستم بیشترین توسعه و تکامل خود را طی نمود. با توجه به مسائل و مشکلات زیست محیطی ناشی از توسعه صنعتی، امروزه گیاه‌شناسی مردمی به یک حوزه حساس و مهم از بررسی و توسعه در مدیریت منابع، حفاظت از تنوع زیستی در اکوسیستم، ژنتیک گونه‌ها و توسعه اقتصادی تبدیل شده است. گیاهان بسیاری نظیر ذرت، کاکائو و کائوچو که امروزه به صورت گیاهان صنعتی درآمدده‌اند از طریق گیاه-شناسی مردمی کشف و معرفی شده‌اند. این دانش گرانبها که به صورت شفاهی از نسلی به نسل بعد منتقل می‌شد، امروزه به دلیل



مدرن‌سیم، فرهنگ‌زدایی و توسعه فرهنگ بیگانه در آستانه نابودی و انقراض قرار دارد (اکبرزاده، ۱۳۸۰، قلی پور، ۱۳۹۰). اتنوبوتانی ریشه در گیاه‌شناسی دارد و گیاه‌شناسی نیز از تمایل بشر برای یافتن گیاهان مناسب جهت مبارزه با بیماری‌ها منشأ گرفته است. در حقیقت پزشکی و گیاه‌شناسی همیشه رابطه‌ی بسیار نزدیکی با هم داشته‌اند. در طول زمان تفسیرهای مختلفی برای واژه اتنوبوتانی ارائه شده است از جمله: پاورز، گیاه‌شناسی قومی اولیه را مطالعه تمامی اشکال گیاهی که افراد محلی و بومی برای اهداف دارو، غذا، پوشاک و زینتی استفاده می‌کنند و هارشبرگر آنرا استفاده گیاهان توسط افراد محلی تفسیر کرده است (Delnavaz Hashemlouian and Ataii Azimi, 2008).

تنوع زیستی گیاهان هر منطقه مبنایی برای تمامی کاربردها و کارکردهای رایج در آن منطقه از گیاهان بوده و میتواند زمینه رشد و توسعه اقتصاد را برای ساکنین فراهم کند. تنوع زیستی دارای ارزشهای متعدد در زمینه های اکولوژیکی، اقتصادی، فرهنگی و اجتماعی، بهبود معیشت ساکنین محلی، اشتغال و حفظ فرهنگ بومی ساکنین محلی میباشد. شناسایی گیاهان متنوعی که در طبیعت وجود دارند همراه با مطالعه خصوصیات دارویی آنها، دریچه جدیدی را در پیش روی دانشمندان و محققین رشته‌های مختلف گشوده و زمینه را برای درمان بسیاری از بیماریها توسط این گیاهان فراهم می‌آورد. در بسیاری از مناطق هنوز گونه‌های دارویی ناشناخته‌ای وجود دارند که از سالیان گذشته تاکنون برای تسکین آلام و بیماری‌های اهالی بومی مورد استفاده قرار می‌گیرند. در نقاط مختلف جهان چنین اطلاعاتی در بین اقوام و گروه‌های مختلف وجود داشته و به‌صورت سینه به سینه از نسلی به نسل دیگر منتقل شده‌اند و با مدرن شدن جوامع، این اطلاعات ارزشمند به تدریج در حال از بین رفتن می‌باشند. با در نظر گرفتن این واقعیت، اولین گام در جهت استخراج و کاربردی کردن اطلاعات نهفته شده در این چنین جوامعی، ارائه فهرست دقیق گیاهان دارویی، کاربردها و نحوه استفاده از این گیاهان در مناطق موردنظر است (Hazrat et al. 2011, Falsetto, 2009, Soltanipour, 2006).

با پیشرفت سریع علوم، از یکسو و مسایل اقتصادی از سوی دیگر، از مصرف گیاهان دارویی به صورت گذشته کاسته شد و داروهای شیمیایی در بسیاری موارد جایگزین گیاهان شدند. در ایران نیز از گذشته تاکنون همواره گیاهان مورد استفاده وسیع بوده‌اند و در حال حاضر نیز صرف نظر از گیاهان دارویی که مصرف سنتی دارند نوع داروهای گیاهی متنوعی به اشکال مختلف و با کیفیت مناسب در کشور رایج میباشد (موسوی، ۱۳۸۳). با افزایش میزان فعالیت‌های انسانی اکوسیستم‌های طبیعی بسیار تغییر نموده و منجر به بروز مشکلات اکولوژیک از قبیل تخریب زیستگاه‌ها و انقراض گونه‌ها گردیده است. به‌علاوه، سرعت از بین رفتن دانش محلی و بومی و افراد متخصص در زمینه گیاهان دارویی سنتی به نظر بیشتر از سرعت از بین رفتن جنگل‌ها و اکوسیستم‌ها می‌باشد و این از بین رفتن دانش محلی بر توسعه پزشکی مدرن نیز تأثیر می‌گذارد. لذا مطالعات اتنوبوتانی برای اهداف حفاظت و توسعه پایدار نیز ضروری می‌باشند. در واقع اتنوبوتانی یک موضوع کلیدی برای حفاظت و توسعه پایدار است و اتنوبوتانی دارویی و اتواکولوژی خطوط ارتباطی مهمی بین سنت و مدرنیسم از یک طرف و مدیریت پایدار و توسعه منطقه‌ای از طرف دیگر می‌باشند. از سوی دیگر اتنوبوتانی می‌تواند باعث تقویت پیوستگی فرهنگی بین نسل‌های قدیم و جدیدتر گردد (دولتخواهی و همکاران، ۱۳۹۱، دولتخواهی و قربانی نهوجی، ۱۳۹۲).



۲. مواد و روش ها

۲-۱. تهیه نقشه های دقیق جغرافیایی و توپوگرافیکی جهت تعیین مسیرهای دقیق عبور و مرور به منطقه مورد مطالعه در ابتدا برای جمع آوری نمونه های گیاهی نقشه های دقیق جغرافیایی و توپوگرافیکی تهیه شده و مسیرهای دقیق عبور و مرور به مناطق مشخص شد تا پس از عزیمت در فصول مناسب به منطقه بتوان با تسلط بیشتر به گیاهان مورد نظر جهت جمع آوری های کامل دسترسی داشت. برای این منظور نقشه های دقیق جغرافیایی، تصاویر ماهواره ای و اطلاعات اقلیمی و آب و هوایی مورد بازبینی و بررسی قرار گرفتند.

۲-۲. عزیمت به منطقه و جمع آوری گیاهان دارویی آن

جمع آوری گیاهان منطقه ی مورد مطالعه طی فصول رویشی گیاهان انجام گرفت. فرایند جمع آوری گیاهان یک فرایند علمی است که نیازمند برخورداری از برخی اطلاعات، ابزار و روش هایی است که با رعایت و بهره وری از آنها می توان به نمونه های خوب و قابل استفاده دست یافت.

با کمک بومیان منطقه در زمان گلدهی گیاه مورد نظر گیاهان جمع آوری شدند. نمونه های جمع آوری شده به تفکیک گونه در داخل روزنامه قرار گرفته و سپس داخل کیسه های بزرگ و مقاوم، به صورت درسته قرار گرفتند. البته اگر نمونه جمع آوری شده ظریف و صدمه پذیر بود و یا در هر دفعه جمع آوری گیاهان از دو یا سه نمونه بیشتر بودند از پرس صحرایی استفاده می شد. در حین جمع آوری گیاهان اطلاعات رویشگاهی گیاهان توسط موقعیت یاب ماهواره ای ثبت شده و گیاهان جمع آوری شده کد گذاری شدند.

۲-۳. انجام پرسشگری از افراد خبره بومی توسط تکمیل پرسشنامه و مصاحبه های حضوری آنها

اطلاعات با دو روش مطالعات میدانی و کتابخانه ای جمع آوری گردید.

۲-۳-۱. روش میدانی

در ابتدا با بررسی نقشه های توپوگرافی و جغرافیایی منطقه و نیز با استفاده از اطلاعات افراد بومی، مسیرهای عبور و مرور و عوارض طبیعی مورد شناسایی قرار گرفتند و طرح مناسبی برای بررسی های میدانی و جمع آوری نمونه های گیاهی تهیه گردید. پس از بررسی های مقدماتی و شناسایی افراد مطلع، از طریق مصاحبه رودرو، فرم جمع آوری اطلاعات گیاهان کاربردی که شامل؛ نام محلی گیاه کاربردی، نوع کاربرد گیاه، قسمت مورد استفاده، نحوه استفاده و ... می باشد تکمیل می گردد. گیاهان معرفی شده، طی فصول رویشی گیاهان در حالتی که شامل ریشه، برگ، گل و حتی الامکان میوه بودند از رویشگاه های طبیعی در منطقه مطالعاتی جمع آوری و موقعیت جغرافیایی و ارتفاع آن از سطح دریا تعیین و ثبت می گردند.



۲-۳-۲. روش کتابخانه‌ای

- پس از پرس و خشک کردن نمونه‌ها در آزمایشگاه گیاه شناسی نمونه های استاندارد هرباریومی تهیه میگردند. با استفاده از منابع معتبر گیاه شناسی از جمله: فلور ایرانیکا (Rechinger et al., 1963- 2013)، فلور ترکیه (Davis, 1965-1985)، فلور روسیه (Komarov and shishkin, 1963-1974)، فلور ایران (اسدی و همکاران، ۱۳۶۷-۱۳۹۲) و غیره، هر یک از نمونه‌ها با استفاده از کلیدهای شناسایی و مطالعه‌ی شرح گونه‌ها، در هرباریوم شناسایی و تعیین نام می گردند. بر اساس منابع علمی موجود در سطح کشور و جهان، هر یک از گونه‌های شناسایی شده از منطقه‌ی مورد مطالعه، از نظر ارزش کاربردی، ویژگی‌های اکولوژیک، پراکنش جغرافیایی و ... مورد ارزیابی قرار می گیرند.

- لیست گیاهانی که کاربرد دارویی‌شان در منطقه با منابع مطابقت داشت و یا مشابه درمانی آن در منابع موجود بود، مشخص گردید.

- لیست گیاهانی که طبق مطابقت با منابع بررسی شده، دارای کاربرد دارویی جدیدی در منطقه بودند مشخص گردید.

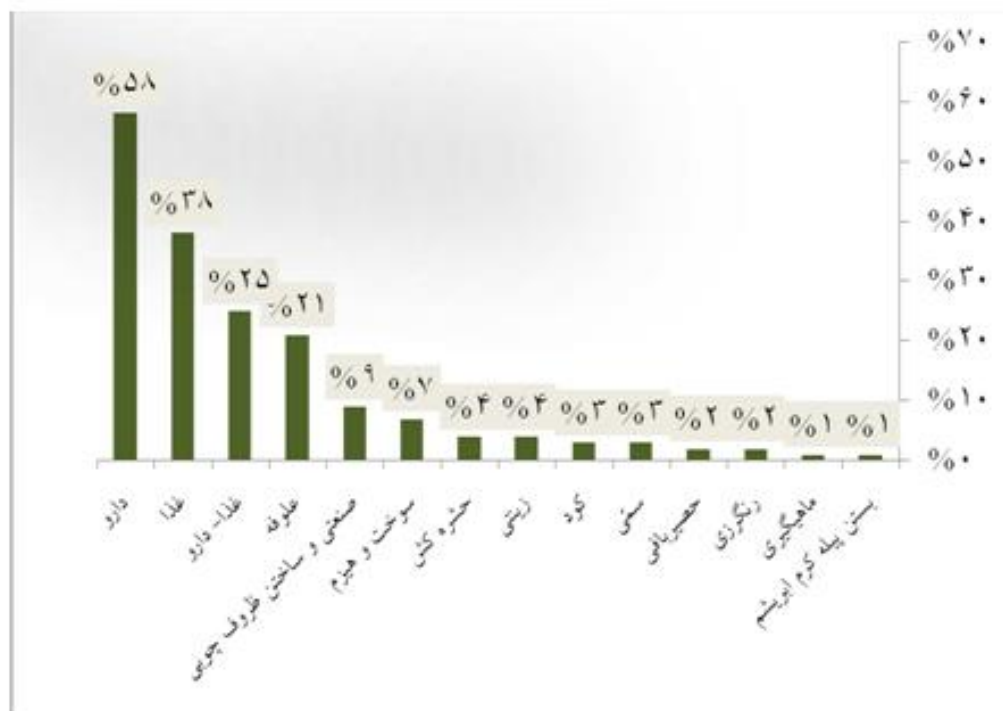
۲-۴. روش تجزیه و تحلیل داده‌ها

نمودارهای حاصل از تجزیه و تحلیل داده‌ها و تعیین فراوانی تیره‌ها، جنس‌ها و گونه‌های مختلف بر اساس کاربردهای مختلف و مناطق پراکنش آن‌ها با استفاده از نرم افزار Excel 2007 رسم می شود.

۳. نتایج

در این مطالعه، تعداد ۲۵۰ گونه مختلف جمع آوری و شناسایی گردید که از این میان تعداد ۱۰۳ گونه با کاربردهای مختلف شناسایی شد که جنبه های مختلف اتوبوتانیکی آن قابل توجه میباشد. گیاهان جمع آوری شده با این نقطه نظر متعلق به ۹۰ جنس و ۵۵ تیره می باشند. در این سری مطالعات تعداد کلی 69 نفر مورد مصاحبه قرار گرفتند که 35 نفر آن‌ها مرد و 34 نفر زن بودند. سن افراد مصاحبه شونده بین ۴۰ تا ۸۰ با میانگین سنی ۵۸ سال بود. این افراد ساکن روستاهای مختلف بوده و اطلاعاتی در مورد گیاهان دارویی داشته و یا خود در کار طب سنتی تجربه داشتند.

بر اساس نتایج بدست آمده مشخص شد که بیشترین کاربرد گیاهان در منطقه به ترتیب مربوط به کاربرد دارویی (۷۳ گونه) ، کاربرد خوراکی (۴۰ گونه)، کاربرد علوفه دام (۲۲ گونه) ، کاربرد در صنعت (۱۹ گونه) ، کاربرد به عنوان افزایش شیر دام (۸ گونه) ، کاربرد حشره کش (۴ گونه) ، کاربرد به عنوان کود (۳ گونه)، کاربرد حصیر بافی (۲ گونه)، کاربرد زینتی (۴ گونه) و کاربرد در رنگرزی (۲ گونه) میباشد که در شکل ۱ ارایه شده است.



شکل ۱- فراوانی جنبه های اتنوبوتانیکی گیاهان و جنبه های کاربردهای آنها

گیاهان متعددی نیز در منطقه از بیشترین رواج استفاده برخوردار بوده و به عنوان پرکاربردترین گیاهان توسط اغلب مردمان بومی از آنها یاد شده است که در جدول ۱ ارایه شده است. عمده استفاده های رایج در گیاهان مربوط به کاربرد دارویی و خوراکی آنها است. این امر نشان می دهد که بومیان منطقه با کاربرد دارویی گیاهان آشنایی گسترده ای داشته و این نتیجه رابطه مستقیمی با پیشینه تاریخی و فرهنگی ساکنین این مناطق دارد.

جدول ۱- رایج ترین گیاهان و معرفی کاربردهای آنها در منطقه

نام علمی	تیره	نام محلی	کاربرد متداول
<i>Cichorium intybus</i> L.	Asteraceae	کاسنی	دارویی
<i>Calystegia sepium</i> L.	Convolvulaceae	ککماریم ریشه	دارویی، خوراکی
<i>Echium amoenum</i> Fish & C. A. Mey.	Boraginaceae	گل گاوزبان	دارویی
<i>Artemisia annua</i> L.	Asteraceae	موره	دارویی
<i>Adiantum capillus-veneris</i> L.	Adiantaceae	سَلینگه واش	دارویی
<i>Juglans regia</i> L.	Juglandaceae	آغوز	دارویی، خوراکی
<i>Stachys byzantina</i> K.Koch.	Lamiaceae	گوش بره	دارویی
<i>Malva sylvestris</i> L.	Malvaceae	ملکی	دارویی



<i>Plantago major</i> L.	Plantaginaceae	بارتنگ	دارویی
<i>Sisymbrium irio</i> L.	Brassicaceae	خاکشیر	دارویی
<i>Urtica dioica</i> L.	Urticaceae	گزنه	دارویی، خوراکی
<i>Lamium album</i> L.	Lamiaceae	کرگزنه	دارویی
<i>Euphorbia helioscopia</i> L.	Euphorbiaceae	ورگ شیر	دارویی
<i>Berberis vulgaris</i> L.	Berberidaceae	زرشک	دارویی، خوراکی

۴. بحث و نتیجه گیری

تنوع زیستی موجودات زنده ارزشمندترین مولفه در رابطه با منابع طبیعی، محیط زیست و ارتباط انسان با اکوسیستمی است که در آن زیست میکند. این ویژگی باعث میشود که ارتباط مستقیمی با موضوعاتی مانند اشتغال، خودکفایی، توسعه و توانمندسازی جوامع محلی شکل بگیرد. گیاهان دارویی در مناطق محروم ایران به دو صورت سنتی و مدرن مورد استفاده قرار می گیرند. در روش های سنتی، از گیاهان برای درمان بیماری ها، تهیه غذا و مراسم آیینی استفاده می شود. در روش های مدرن، گیاهان دارویی به عنوان مواد اولیه در صنایع دارویی، غذایی و آرایشی-بهداشتی مورد استفاده قرار می گیرند. از جمله مزیت هایی که تنوع زیستی گیاهان و بویژه دیدگاه اتنوبوتانیکی آنها میتواند در جوامع داشته باشد موارد زیر در منطقه مورد مطالعه بررسی و نتایج قابل توجهی از آن مشاهده گردید.

۴-۱. بهبود معیشت

استفاده پایدار از منابع گیاهی می تواند به بهبود معیشت جوامع محلی کمک کند. برای مثال، کشت گیاهان دارویی و صنعتی می تواند به عنوان یک منبع درآمد پایدار برای کشاورزان مورد استفاده قرار گیرد. همچنین، توسعه صنایع دستی مرتبط با گیاهان مانند تولید عرقیات گیاهی و فرآورده های طبیعی می تواند به ایجاد اشتغال و افزایش درآمد کمک کند.

۴-۲. ایجاد اشتغال

تنوع زیستی گیاهان می تواند به ایجاد فرصت های شغلی جدید در مناطق روستایی و محلی منجر شود. برای مثال، توسعه اکوتوریسم بر پایه جاذبه های گیاهی می تواند به جذب گردشگر و ایجاد مشاغل مرتبط با گردشگری کمک کند. همچنین، فرآوری و بازاریابی محصولات گیاهی می تواند به ایجاد مشاغل در بخش های مختلف اقتصادی منجر شود.

۴-۳. حفظ و تقویت فرهنگ بومی

گیاهان بخشی از میراث فرهنگی جوامع محلی هستند و حفظ آنها به حفظ فرهنگ و هویت بومی کمک می کند. برای مثال، استفاده از گیاهان در طب سنتی و مراسم آیینی بخشی از فرهنگ بسیاری از جوامع محلی ایران است. حفظ این دانش بومی و انتقال آن به نسل های آینده می تواند به حفظ تنوع زیستی و فرهنگ بومی کمک کند.

**۴-۴. ایجاد فرصت های شغلی**

گیاهان دارویی می توانند به عنوان منبع درآمدی پایدار برای جوامع محلی مورد استفاده قرار گیرند. کشت، جمع آوری و فرآوری گیاهان دارویی می تواند به ایجاد فرصت های شغلی در مناطق محروم کمک کند. برای مثال، در استان خراسان جنوبی، کشت زعفران به عنوان یک گیاه دارویی ارزشمند، به ایجاد اشتغال برای هزاران خانوار روستایی کمک کرده است.

۴-۵. توسعه صنایع کوچک و متوسط

فرآوری گیاهان دارویی و تولید محصولات با ارزش افزوده بالا می تواند به توسعه صنایع کوچک و متوسط در مناطق محروم کمک کند. برای مثال، تولید عرقیات گیاهی، اسانس ها و داروهای گیاهی می تواند به ایجاد مشاغل جدید و افزایش درآمد جوامع محلی منجر شود.

۴-۶. خودکفایی اقتصادی

استفاده از گیاهان دارویی می تواند به خودکفایی اقتصادی جوامع محلی کمک کند. با توسعه کشت و فرآوری گیاهان دارویی، جوامع محلی می توانند به جای واردات محصولات دارویی و غذایی، از منابع محلی خود استفاده کنند. این امر نه تنها به کاهش وابستگی به واردات کمک می کند، بلکه به تقویت اقتصاد محلی نیز یاری می رساند.

۴-۷. حفظ محیط زیست

کشت و بهره برداری پایدار از گیاهان دارویی می تواند به حفظ محیط زیست و تنوع زیستی کمک کند. برای مثال، کشت گیاهان دارویی به جای محصولات کشاورزی پرآب بر موجب کاهش مصرف آب و حفظ منابع آبی بوده و با حفظ رویشگاه های طبیعی به جلوگیری از تخریب خاک و فرسایش آن کمک می کند.

۴-۸. توسعه پایدار منطقه ای

استفاده پایدار از گیاهان دارویی می تواند به توسعه پایدار مناطق محروم کمک کند. با ایجاد زنجیره ارزش از کشت تا فرآوری و بازاریابی گیاهان دارویی، می توان به بهبود معیشت، ایجاد اشتغال و حفظ محیط زیست در این مناطق کمک کرد. این امر می تواند به کاهش فقر و نابرابری در مناطق محروم منجر شود.

۴-۹. ایجاد تشکلهای محلی و تعاونی ها

تشکیل تعاونی ها و تشکلهای محلی می تواند به مدیریت بهتر منابع گیاهی و افزایش مشارکت جوامع محلی در حفظ و استفاده از گیاهان دارویی کمک کند. این تشکلهای محلی می توانند در زمینه بازاریابی محصولات گیاهی، آموزش و ترویج روش های پایدار فعالیت کنند.

تشکر و قدردانی

پژوهش حاضر توسط پژوهشکده گیاهان دارویی جهاد دانشگاهی و با همکاری دانشگاه پیام نور مازندران، دانشگاه علوم کشاورزی ساری و مساعدتهای قرارگاه پیشرفت و سازندگی سپاه کربلای مازندران انجام شده است که جملگی شایسته تقدیر هستند.

منابع

- اسدی مصطفی، معصومی علی اصغر، خاتم ساز محبوبه، مظفریان ولی الله. (۱۳۶۹-۱۳۹۵) فلور ایران. موسسه تحقیقات جنگلها و مراتع کشور، تهران ایران
- اکبرزاده، عباس، جایمند، کامکار، همتی، ارسلان، خاندانی شیراز، بابا (۱۳۸۹). گیاهان دارویی گیلان و قسمت‌های مورد استفاده‌ی آنها، فصلنامه‌ی علمی پژوهشی تحقیقات گیاهان دارویی و معطر ایران. ۲۶ (۳): ۳۲۶-۳۴۷.
- دولتخواهی، مهدی، قربانی نهوجی، مجید (۱۳۹۲). معرفی گیاهان دارویی پرمصرف شهرستان دشتستان در استان بوشهر با تأکید بر کاربرد سنتی، فصلنامه‌ی گیاهان دارویی. ۱۲ (۴۶): ۸۵-۱۰۵.
- دولتخواهی، مهدی، قربانی نهوجی، مجید، مهرآفرین، علی، امینی نژاد، غلامرضا، دولتخواهی، علی (۱۳۹۱). مطالعه اتنوبوتانیکی گیاهان دارویی شهرستان کازرون: شناسایی، پراکنش و مصارف سنتی، فصلنامه گیاهان دارویی. ۱۱ (۴۲): ۱۶۳-۱۷۸.
- قربانی، عبدالباسط (۲۰۰۴). مطالعه اتنوبوتانیکی در استان گلستان و مناطق مجاور. پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه تهران.
- قلی پور، عباس (۱۳۹۰). مطالعه گیاه‌شناسی مردمی (Ethnobotany) دهستان ولوبی شهرستان سوادکوه مازندران. طرح پژوهشی، دانشگاه پیام نور مرکز ساری.
- موسوی، احمد (۱۳۸۳). گیاهان دارویی استان زنجان، فصلنامه‌ی پژوهشی تحقیقات گیاهان دارویی و معطر ایران. ۲۰ (۳): ۳۴۵-۳۶۸.
- Camejo – Rodriguse J, Ascensao L, Bonet MA, Valles J., (2003). An ethnobotanical study of medicinal and aromatic plants in the Natural park of "Sera de sao mamede" (Portugal).
- Davis P.H. (ed.) Flora of Turkey. Edinburgh University Press, Edinburgh. 1965-1985, Vol. 1-11
- Delnavaz Hashemlouian ,B. and Ataii Azimi, A. (2008). Medicinal and Edible Attributes in Plants, (InPersian) slamic Azad University Press. Saveh, 180 pp.
- Falsetto, S. (2009). Medicinal properties of aromatic plant families. Therapeutic properties in the same scented plant family, 120 pp.
- Ghorbani A. (2005). Studies on pharmaceutical ethnobotany in the region of Turkmen Sahra, north of Iran (Part1): General results. J. Ethnopharmacol., 102: 58-68.
- Ghorbani, A., w. Bussman, R., Naghibi, F., Kueppers, M. (2006). Turkmen Ethnobotany in Northern Iran- maintaining traditions in a changing enviroment. Journal of Ethnopharmacology.
- Hazrat, A., Nisar, M., Shah, J. and Ahmad, Sh. (2011). Ethnobotanical study of some elite plants belonging to Dir, Kohistan valet, Khyber pukhtunkhwa, Pakistan. Pak. J. Bot; 43 (2): 787 - 95.
- Hooper D., Field H. (1937). Useful plants and drugs of Iran and Iraq field museum of Natural History. Botanical seies. 9 (3): 71-241.
- Komarov V.L and Shishkin B.K. Flora of the U.S.S.R, (Translated, by Landau N, Lavoott R, Blake Z and Behrman L.). Keter and IPST press, Jerusalem. 1963-1974, Vol. 1 – 32.
- Prance, G. T., Balee, W., Bornm, B. M., & Carneiro, R. L. (1987). Quantitative ethnobotany and the case for conservation in Arnazonia. Conservation Biology, 1: 296-310.
- Rechinger KH. (ed.) Flora Iranica. Akademische Druck–u Verlagsanstalt, Graz. (1963-2005). Vol. 1 - 178. 17136 pp.
- Soltani pour M. Medicinal plants of Geno protected area (In Persian). Pajouhesh &Sazandegi In Natural Resources. 2006; 18 (3): 27 -37.

ارتباط فیتوشیمی و حالت فیزیکی اسانس گل محمدی (*Rosa damascene* Mill.)**عاطفه راعی^۱، مهدی عیاری نوش آبادی^{۱*}**^۱گروه علوم و مهندسی باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تربیت مدرس، تهران. (atiraeii01@gmail.com)**چکیده**

استحصال اسانس گل محمدی در ایران عموماً به روش تقطیر با آب انجام می شود. با اینحال با توجه به موقعیت های مختلف جغرافیایی و همچنین رقم های مختلف استفاده شده در گلاب گیری و اسانس گیری، حالت های مختلف فیزیکی برای اسانس های گل محمدی پیش می آید. در این میان برخی اسانس ها حالت جامد داشته و برخی مایع و حتی برخی نیمه جامد هستند. در این پژوهش، تعدادی از اسانس هایی که این حالت ها را داشته مورد آنالیز قرار گرفتند. آنالیز این اسانس ها با دستگاه های GC-FID و GC-MS انجام شد و نوع و میزان ترکیبات تشکیل دهنده هر کدام از اسانس ها با هم مقایسه گردید. سه نوع اسانس مورد مطالعه در این تحقیق از محل های مختلف در کشور با کدهای R1, R2, R3 ارزیابی شد. نتایج نشان داد که هرچه میزان ترکیبات آلکانی یا واکس ها که شامل ترکیبات Heniecosane و Nonadecane و بیشتر باشد، اسانس حالت جامد دارد و هرچه میزان ترکیبات citronellol و geraniol بیشتر باشد اسانس حالت مایع خواهد داشت. عوامل متعددی در این امر دخیل می باشد که انتخاب رقم، فرآیند های برداشت و پس از برداشت باعث کاهش واکس ها و افزایش مونوترپن های مایع خواهد شد.

واژگان کلیدی: اسانس، گل محمدی، سیترونلول، GC-MS، واکس



۱. مقدمه

گل محمدی با نام علمی (*Rosa damascene* Mill) از خانواده گل سرخیان (Rosaceae) می باشد. عمده گیاهان این خانواده به عنوان گل های زینتی شناخته میشوند و بدین منظور از این خانواده به عنوان سلطان گل ها یاد میشود. گونه *R. damascena* گل ملی ایران بوده که نخستین بار توسط طبیب ایرانی، ابوعلی سینا برای مصارف پزشکی و گلاب گیری مورد استفاده قرار گرفته است (Zargari 1997). محصولات تولید شده از این گیاه عمدتاً شامل اسانس، گلاب، گل تازه و خشک، کانکریت و ابسولوت می باشد. اسانس و عرق استحصال شده از گلبرگ های این گیاه به دلیل داشتن خواص متعدد ارزشمند بوده و از دیرباز مورد استفاده اقوام مختلف جهان قرار گرفته است. از طرفی با نظر به خواص بالقوه گل محمدی در درمان دردهای شکم و سینه، مشکلات گوارشی، تقویت قلب (Mahboubi 2016)، درمان زخم و آرامبخشی، جایگاه مهمی در طب سنتی دنیا دارد و به دلیل داشتن خواص ذاتی آن در درمان دیابت، افسردگی، درد و خواص آنتی اکسیدانی و ضد میکروبی در پزشکی مدرن نیز کاربرد دارد (Boskabady, Shafei et al. 2011). اسانس این گیاه عمدتاً به روش تقطیر با آب استحصال شده و به دلیل عملکرد پایین و زمانبر بودن و پیچیدگی فرآیند استحصال آن دارای ارزش بالایی در بازار جهانی است (Baydar and Baydar 2005) که در صنعت عطرسازی و آروماتراپی مورد استفاده قرار میگیرد (Amini, Bahraminejad et al. 2020). مهمترین مواد موثره این گیاه شامل Citronellol, Geraniol و Nerol می باشد، لیکن ترکیبات آلکانی همانند Heniecosane و Nonadecane نیز در ترکیبات ثانویه این گیاه با درصدهای متفاوتی وجود دارند که متاثر از رقم، فرآیند های برداشت و پس از برداشت می باشد و بر خواص فیزیکی اسانس این گیاه تاثیر گذاشته و بیشبود مقدار آنها موجب واکنشی شدن اسانس می شود که به دلیل کاهش آزادسازی عطر و طعم امری نامطوب تلقی میگردد (Fu, Zhang et al. 2022). در این پژوهش، سه اسانس گل محمدی با ویژگی های متفاوت فیزیکی از نظر جامد، مایع و نیمه جامد بودن مورد بررسی های فیتوشیمیایی قرار گرفته است و ارتباط بین درصد ترکیبات و حالت فیزیکی اسانس مورد بررسی قرار گرفت.

۲. مواد و روش ها

۲-۱. روش تحقیق

به منظور بررسی ارتباط حالت فیزیکی اسانس و درصد آلکان موجود در ترکیبات اسانس گل محمدی، سه نمونه با کدهای R1، R2 و R3 از سه منطقه مختلف ایران جمع آوری شده، توسط دستگاه GC-FID و GC-MS آنالیز گشته و مورد مقایسه قرار گرفتند. حالت فیزیکی نمونه ها نیز در دمای محیط (۲۴°C) باهم مورد مقایسه قرار گرفت.

۳. نتایج

جدول ۱ آنالیز کامل اسانس های R1، R2 و R3 را نشان می دهد. از آنجا که اسانس R1 کاملاً مایع بود میزان ترکیبات آلکانی آن در مقایسه با نمونه های R2 و R3 کمتر می باشد. حالت فیزیکی با درصد آلکان ها و Citronellol+Geraniol بر اسانس آنالیز GC-FID و GC-MS جداول و کرماتوگراف زیر تهیه و مورد مقایسه قرار گرفته است که نشان دهنده ارتباط حالت فیزیکی با ترکیبات فیتوشیمیایی موجود در اسانس گل محمدی است.



جدول ۱. جدول ترکیبات اسانس ها

No.	RT	Compound	R1%	R2%	R3%	RI
1	5.259	n-Hexanol	0.36	-	-	859
2	5.928	Heptanal	0.18	-	-	898
3	6.702	α -Pinene	0.18	1.48	.	932
4	7.742	β -Pinene	0.06	0.11	0.02	974
5	8.039	β -Myrcene	0.14	0.44	0.01	984
6	10.998	Linalool	1.77	0.06	.	1095
7	11.074	Nonanal	0.14	0.04	.	1101
8	11.279	(Z)-Rose oxide	0.20	0.03	.	1109
9	11.413	Phenylethyl Alcohol	1.00	0.14	.	1111
10	11.739	(E)-Rose oxide	0.09	.	.	1126
11	13.148	4-Terpineol	0.63	0.04	0.01	1178
12	13.518	α -Terpineol	0.58	.	.	1192
13	14.812	Citronellol	35.42	11.61	1.34	1231
14	14.94	Citral	0.53	0.20	.	1244
15	15.473	Geraniol	16.75	2.93	0.32	1255
16	15.707	α -Citral	0.51	0.18	0.01	1266
17	17.727	Citronellyl acetate	0.41	0.57	0.14	1352
18	17.965	Eugenol	2.07	.	0.02	1360
19	18.001	Neryl acetate	.	0.11	.	1363
20	18.513	Geranyl acetate	1.09	1.38	0.19	1382
21	18.623	β -Bourbonene	0.14	0.27	0.07	1387
22	18.775	β -Elemene	0.28	0.49	0.15	1393
23	19.101	Methyleugenol	2.23	0.16	0.07	1403
24	16.497	<i>trans</i> -Caryophyllene	0.05	1.19	0.33	1423
25	19.924	α -Guaiene	0.73	1.23	0.50	1440
26	20.327	α -Humulene	0.58	1.16	0.41	1457
27	20.942	Germacrene D	.	2.82	0.69	1484
28	21.001	n-Pentadecane	1.79	0.19	0.11	1496
29	21.257	Pentadecane	0.24	0.78	0.47	1500
30	21.378	Aciphyllene	0.26	0.38	0.19	1501
31	21.55	α -Bulnesene	0.87	1.39	0.69	1509
32	21.928	γ -Cadinene	0.09	0.12	0.10	1513
33	22.795	δ -Cadinene	0.12	0.10	0.09	1524
34	23.43	Elemol	0.06	0.10	0.03	1550
35	23.537	Nerolidol	0.07	0.18	0.15	1561
36	24.42	Phenyl Ethyl Tiglate	0.07	.	0.04	1584
37	23.352	Caryophyllene oxide	0.05	0.05	0.02	1586
38	23.854	Tetradecanal	0.03	0.04	0.02	1608
39	23.948	Junenol	0.02	0.03	.	1622
40	24.921	τ -Muurolol	0.34	0.14	0.14	1656
41	25.244	8-Heptadecene	0.15	0.49	0.35	1670

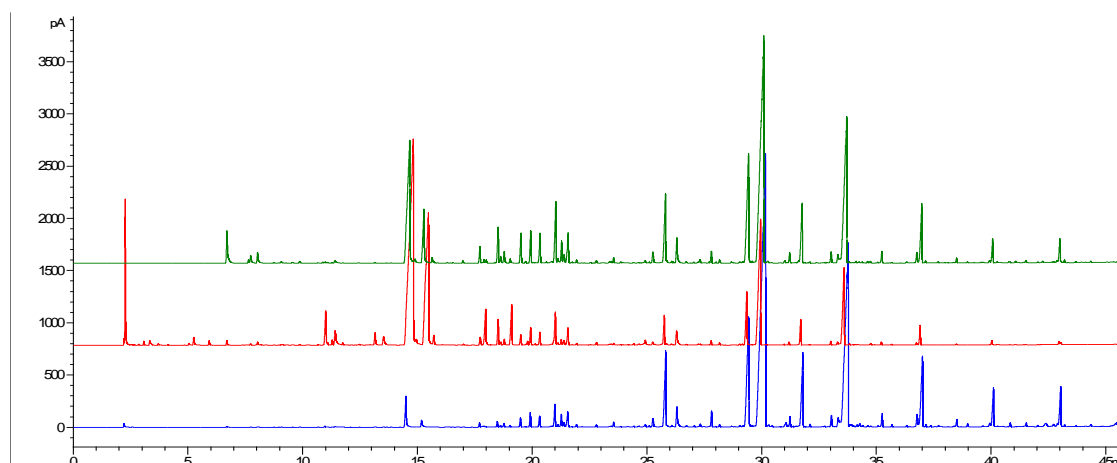


42	25.75	n-Heptadecane	1.38	3.60	3.95	1697
43	26.061	Pentadecanal	0.06	0.06	0.04	1710
44	26.288	(2E,6E)-Farnesol	0.91	1.14	0.93	1742
45	27.221	Benzyl Benzoate	0.05	0.05	0.02	1766
46	27.307	trans-3-Octadecene	0.02	0.14	0.13	1772
47	27.79	Octadecane	0.18	0.42	0.55	1796
48	28.154	Hexadecanal	0.09	0.12	0.08	1813
49	29.036	Phenethyl benzoate	0.05	.	0.07	1864
50	29.347	cis-5-Nonadecene	3.06	7.81	7.77	1875
51	29.553	Nonadec-1-ene	0.04	0.08	0.07	1877
52	29.945	Nonadecane	12.10	27.38	39.58	1901
53	31.187	Ethyl hexadecanoate	0.13	0.37	0.35	1990
54	31.697	n-Eicosane	1.17	2.89	3.97	1999
55	33.006	10-Heneicosene	0.15	0.41	0.44	2070
56	33.297	Henicos-1-ene	0.15	0.41	0.52	2086
57	33.587	n-Heneicosane	5.69	13.65	20.29	2106
58	35.209	Docosane	0.13	0.43	0.47	2195
59	36.735	cis-9-Tricosene	0.10	0.42	0.55	2287
60	36.902	Tricosane	0.09	3.12	4.26	2299
61	38.476	Tetracosane	0.05	0.17	0.28	
62	39.913	Pentacos-1-ene	0.01	0.10	0.17	
63	41.049	Hexacosane	0.02	0.07	.	
Total Identified			95.87	93.48	91.20	

بدین ترتیب با افزایش درصد آلکان ها نسبت به درصد ترکیبات دیگر به خصوص Citronellol+Geraniol، اسانس ها از حالت مایع در دمای محیط خارج شده و به حالت جامد در می آیند. در این بخش اصلی ترین ترکیباتی که جزو واکس ها محسوب می شوند از خانواده آلکان و آلکنی می باشد. در جدول ۲، درصد آلکان ها مربوط به جمع ترکیبات n-) (Heptadecane+cis-5-Nonadecene+Nonadecane+n-Eicosane+Tricosane+n-Heneicosane می باشد.

جدول ۲. جدول مقایسه حالت فیزیکی اسانس با درصد آلکان ها و درصد Citronellol+Geraniol

نمونه	حالت فیزیکی	درصد آلکان ها	درصد Citronellol+Geraniol
R1	مایع	28.08	52.17
R2	نیمه جامد	66.5	14.54
R3	جامد	92.44	1.66



شکل ۱. مقایسه کروماتوگراف GC-FID نمونه R1 (قرمز)، نمونه R2 (سبز)، نمونه R3 (آبی)

شکل ۱. نیز نشان دهند پروفایل اسانس های مختلف جامد و مایع و نیمه جامد است که به خوبی بیانگر تفاوت این اسانس ها با یکدیگر می باشد. ترکیبات انتهایی عموماً ترکیبات آلکانی سنگین می باشند که تمایل به جامد شدن را در اسانس افزایش می دهند.

۴. بحث و نتیجه گیری

در فایل های استاندارد مربوط به اسانس گل محمدی اشاره شده است که میزان سیترونلول حداقل ۲۰ تا حداکثر ۴۷ درصد و ژانیول حداقل ۶ تا حداکثر ۲۹ درصد (وابسته به محل اصلی جمع آوری و رقم متفاوت است) باشد. این ها عمدتاً برای اسانس مایع می باشد. در همین رابطه میزان ترکیبات واکسی یا به عبارت دیگر پارافینی که شامل ترکیباتی چون n -Heptadecane+Nonadecane+n-Heneicosane باید زیر ۳۰ درصد باشد. در همین رابطه میزان این ترکیبات در سه نمونه حاضر نشان می دهد که ارتباط تنگاتنگی بین حالت فیزیکی اسانس گل محمدی با میزان ترکیبات آلکانی وجود دارد. هر چه که میزان این ترکیبات بیشتر اسانس به سمت جامد شدن می رود. نکته جالب توجه آن است که وقتی میزان این ترکیبات حدود ۵۰ درصد است اسانس به حالت نیمه جامد درآمده است. از آنجا که هر چه میزان این ترکیبات بیشتر باشد رابطه معکوسی با کیفیت اسانس دارد، می توان با تمهیدات مختلف به کاهش این ترکیبات کمک کرد. این مطالعه اهمیت بررسی میزان این ترکیبات در اسانس گل محمدی نشان می دهد.

تشکر و قدردانی

در اینجا از معاونت محترم پژوهشی دانشگاه تربیت مدرس برای حمایت مالی و همچنین از صاحبان صنایع که نمونه های مختلف اسانس را برای ما ارسال کردند کمال تشکر و قدردانی را داریم.

منابع

- Amini, A., N. Bahraminejad, S. Jafari and K. Kamali (2020). "The effect of aromatherapy with rosa damascena essence on postoperative pain in inguinal hernia repair: A randomized clinical trial." Nursing and Midwifery Studies **9**(3): 117-123.
- Baydar, H. and N. G. Baydar (2005). "The effects of harvest date, fermentation duration and Tween 20 treatment on essential oil content and composition of industrial oil rose (Rosa damascena Mill.)." Industrial crops and products **21**(2): 251-255.
- Boskabady, M. H., M. N. Shafei, Z. Saberi and S. Amini (2011). "Pharmacological effects of Rosa damascena." Iranian journal of basic medical sciences **14**(4): 295.
- Fu, Y., Y. Zhang, S. Zeng, L. Luo, H. Xi, P. Li, D. Wang, T. Liao, J. Chen and S. Sun (2022). "The effect of long-chain alkanes on flavour release and olfactory characteristics of rose essential oil." Flavour and Fragrance Journal **37**(1): 72-80.
- Mahboubi, M. (2016). "Rosa damascena as holy ancient herb with novel applications." Journal of traditional and complementary medicine **6**(1): 10-16.
- Zargari, A. (1997). Medicinal plants, Tehran University of Medical Sciences.

نقش گیاهان دارویی دارچین (*Cinnamomum zeylanicum*) و زنجبیل (*Zingiber officinale*) در کنترل و مدیریت دیابت

معصومه عاطفی^{*۱}

^{*۱} دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی شاهرود، شاهرود (atefimasoumeh@gmail.com)

چکیده

دیابت یک اختلال متابولیک مهم در بدن است که استفاده از گیاهان دارویی مختلف می تواند در پیشگیری و کنترل این بیماری موثر باشند. گیاهان دارویی نسبت به داروهای شیمیایی اغلب مقرون به صرفه تر هستند و عوارض جانبی کمتری دارند. هدف از این مطالعه بررسی اثرات دارچین و زنجبیل در پیشگیری و کنترل بیماری دیابت است. مقالات تحقیقاتی مرتبط در مورد دارچین و زنجبیل از پایگاه های اطلاعاتی مانند ISI web of science، PubMed و Scopus جمع آوری شده اند و مورد بررسی قرار گرفتند. علت اصلی دیابت استرس اکسیداتیو و افزایش گونه های فعال اکسیژن است که می تواند منجر به عوارض شدید در افراد مبتلا به این بیماری شود. دارچین و زنجبیل سرشار از آنتی اکسیدان های طبیعی از جمله تانن ها، فلاونوئیدها و ویتامین های C و E هستند که می توانند عملکرد سلول های بتا پانکراس را تقویت کرده و سطح گلوکز خون را کاهش دهند. نتایج بررسی ما، بهبودهای قابل توجهی در سطح گلوکز ناشتا در بیماران دیابتی که دارچین و زنجبیل مصرف می کردند را با حداقل عوارض جانبی نشان داد. مطالعه ما نشان داد که دارچین و زنجبیل می توانند در بهبود قند خون بیماران دیابتی موثر باشد، مشروط بر اینکه ایمنی آن تضمین شود.

واژگان کلیدی: دارچین، دیابت، زنجبیل



۱. مقدمه

امروزه دیابت به یک بیماری همه گیر و تهدید کننده جدی در سطح جهانی تبدیل شده است. تخمین زده می شود که تا سال ۲۰۴۵، ۷۳۹ میلیون نفر به دیابت مبتلا خواهند شد که نشان دهنده افزایش ۴۶ درصدی شیوع آن است. دیابت با عوارض متعددی از جمله بیماری های قلبی-عروقی، مشکلات کلیوی، آسیب عصبی، افزایش خطر قطع عضو و نابینایی همراه است که همگی به طور قابل توجهی کیفیت زندگی را کاهش داده و منجر به افزایش هزینه های بهداشتی می شود. درمان دیابت اغلب شامل داروهایی مانند انسولین، متفورمین، آکاربوز و پیوگلیتازون می شود (Yu et al., 2024) از این رو، بررسی جایگزین های درمانی مقرون به صرفه و کم تهاجمی به ویژه در مناطق کمتر توسعه یافته ضروری است. امروزه پذیرش محصولات طبیعی و داروهای گیاهی به دلیل مقرون به صرفه بودن و عوارض جانبی کم آنها بیشتر شده است (Bali & Mahajan, 2025; Rahimzade et al., 2025a)

امروزه بسیاری از درمان های دیابت که شامل گیاهان دارویی هستند به شدت توصیه می شوند (Bali & Mahajan, 2025) در حالی که گیاهان دارویی به طور گسترده ای برای پیشگیری، کنترل و درمان بیماری ها استفاده می شوند و به طور کلی ایمن در نظر گرفته می شوند، اما می توانند سمی باشند، به ویژه در دوران بارداری یا در استفاده توسط کودکان و سایر جمعیت های آسیب پذیر. بنابراین، استفاده از داروی گیاهی استاندارد ضروری است (Dabas et al., 2023; Van et al., 2023; Moridpour et al., 2024; Rahimzade et al., 2025b, 2025a) بسیاری از داروها و مواد شیمیایی مدرن به طور مستقیم یا غیرمستقیم از گیاهان دارویی و مواد طبیعی مشتق شده اند. طب سنتی منبع ارزشمندی برای کشف مولکول های دارویی جدید بوده است (Dabas et al., 2023). تأکید سازمان بهداشت جهانی بر جایگزینی تدریجی ترکیبات شیمیایی فعال با ترکیبات طبیعی فعال در صنایع غذایی، آرایشی و دارویی، کشورهای مختلف را به سرمایه گذاری و برنامه ریزی برای تولید محصولات مبتنی بر طبیعت ترغیب کرده است (Bali & Mahajan, 2025).

طب سنتی گیاهی و طب ایرانی بیان کردند که دارچین و زنجبیل می تواند جز گیاهان مؤثر برای کنترل دیابت در نظر گرفته شود (Bali & Mahajan, 2025). زنجبیل و دارچین به دلیل دارا بودن فلاونوئیدها، ترپنوئیدها، آلکالوئیدها و گلیکوزیدها شناخته شده اند که می توانند اثرات ضد دیابتی قابل توجهی داشته باشند. خواص ضد هیپرگلیسمی این گیاهان معمولاً به توانایی آنها در بهبود عملکرد بافت پانکراس نسبت داده می شود که این امر یا با افزایش ترشح انسولین یا با کاهش جذب گلوکز در روده به دست می آید (Van et al., 2023; Moridpour et al., 2024). افزایش تعداد موارد دیابت به نگرانی جدی برای جامعه پزشکی و عموم تبدیل شده است (Arvind Kumar et al., 2023). هدف این مطالعه بررسی اثربخشی زنجبیل و دارچین به عنوان گیاه دارویی در درمان دیابت و به بررسی مکانیزم هایی که این ترکیبات گیاهی روی کاهش سطح گلوکز و افزایش ترشح انسولین دارند، می باشد.

۲. مواد و روش ها

۲-۱. استراتژی جستجو



یک جستجوی آنلاین جامع از پایگاه داده های پزشکی Google Scholar تا ۸ فوریه سال ۲۰۲۵ انجام شد. جستجو دوره انتشار را محدود نکرد. از جستجوی کلمات کلیدی برای شناسایی مقالات بالقوه مورد علاقه در عنوان و چکیده استفاده شد. برای جست و جو از اصطلاحات سرفصل های موضوعی پزشکی (MESH) استفاده شد. در نهایت، ما یک جستجوی مستقیم از فهرست های مرجع مقالات اصلی و مقالات مروری برای شناسایی سایر آثار مرتبط انجام دادیم.

۲-۲. معیارهای ورود و خروج

مطالعات با این معیارهای ورود در بررسی مروری ما گنجانده شده است: داشتن طراحی آزمایشات بالینی، مداخله در نظر گرفته شود با دارچین یا زنجبیل، بررسی اثرات مداخله روی قند خون. معیار های خروج از مطالعه ی ما شامل مقالات به سر دبیر، گزارش های موردی و مقالات مرتبط با پروتوکل مطالعه بودند.

۳. نتایج

۳-۱. اثرات ضد دیابتی دارچین

مکانیسم های دقیق اثرات ضد دیابتی دارچین تا حد زیادی مبهم باقی مانده است. با این حال، یک مطالعه مروری، اثرات هیپوگلیسمی و کاهش چربی دارچین مورد بررسی قرار داد، و همچنین توصیه های بالینی را برای استفاده از آن ارائه کرد. این مطالعه شامل تعدادی کارآزمایی بالینی تصادفی شده بود. این بررسی بهبودهای قابل توجهی را در سطح گلوکز ناشتا در بیماران دیابتی که دارچین مصرف می کردند، با کمترین عوارض جانبی ثبت شده، نشان داد. یافته ها نشان می دهد که دارچین به طور قابل توجهی بر متابولیسم گلوکز تأثیر می گذارد. این بررسی به این نتیجه رسید که دارچین می تواند به عنوان یک عامل کاهش قند خون عمل کند، مشروط بر اینکه ایمنی آن از لحاظ سموم و آفات گیاهی تضمین شود (Costello et al., 2016). آلن و همکاران در سال ۲۰۱۳، یک مرور سیستماتیک و متاآنالیز روی کارآزمایی های بالینی تصادفی برای بررسی تأثیر دارچین بر سطوح گلیسمی انجام دادند. تجزیه و تحلیل آنها نشان داد که مصرف دارچین به طور قابل توجهی با کاهش سطح گلوکز پلازما ناشتا مرتبط است. با این حال، هیچ اثر قابل توجهی بر هموگلوبین A1c مشاهده نشد. ناهمگونی بالای مطالعات این مطالعه ی مروری چالش هایی را برای کاربرد عملی ایجاد می کند، زیرا ابهاماتی در مورد دوز بهینه و مدت درمان ایجاد می کند و نحوه ی استفاده از آن را در بیماران دیابتی دشوار و پیچیده می کند (Allen et al., 2013). در یک مطالعه دیگر از مطالعات مروری و متاآنالیز از کارآزمایی های تصادفی سازی و کنترل شده توسط مریدپور و همکارانش در سال ۲۰۲۴ انجام گرفت، پژوهشگران با استفاده از روش متاآنالیز با هدف بررسی تأثیر مصرف دارچین بر کنترل قند خون در بیماران مبتلا به دیابت نوع ۲ انجام دادند. تجزیه و تحلیل بیش از ۲۰ کارآزمایی تصادفی کنترل نشان داد که مکمل دارچین منجر به کاهش معنی دار آماری در هموگلوبین گلیکوزیده، ارزیابی مدل هومیوستاتیک برای مقاومت به انسولین و قند خون ناشتا شد. با این حال، در مقایسه با بیماران دیابتی نوع ۲ که دارچین مصرف کرده بودند، هیچ تغییر قابل توجهی در سطح انسولین سرم مشاهده نشد. این مطالعه به این نتیجه رسید که دارچین به طور قابل توجهی شاخص های کنترل قند خون را بهبود می بخشد (Moridpour et al., 2024).



سینامالدئید (Cinnamaldehyde)، ترکیب اصلی مشتق شده از دارچین، به طور گسترده به عنوان یک عامل خوشبو کننده در کاربردهای آشپزی و صنعتی استفاده می شود. تحقیقات اخیر مزایای بالقوه آن را در مدیریت دیابت و عوارض مرتبط با آن برجسته کرده است. شواهد نشان می دهد که سینامالدئید می تواند سطح گلوکز و چربی را کاهش دهد، که با افزایش حساسیت به انسولین از طریق افزایش برداشت گلوکز در بافت های چربی و عضلانی، به دیابتی ها کمک می کند. علاوه بر این، باعث ارتقا عملکرد سلول های بتا جزایر لانگرهانس پانکراس می گردد. با این وجود، سینامالدئید می تواند به ترکیبات مختلف در بدن متابولیزه شود. با این حال، نگرانی هایی در مورد سمیت بالقوه آن نیز وجود دارد (Zhu et al., 2017; Pathak & Sharma, 2021).

۳-۲. اثرات ضد دیابتی زنجبیل

شواهد گسترده ای از اثربخشی بالینی زنجبیل در کاهش سطح قند خون ناشتا، HbA1c، سطح انسولین و مقاومت به انسولین در جمعیت مبتلا به دیابت نوع دو حمایت می کند (Crichton et al., 2022). مطالعات آزمایشگاهی نشان دادند که اثرات کاهنده قند خون توسط زنجبیل عمدتاً به دلیل افزایش بیان پروتئین انتقال دهنده گلوکز نوع ۴ (GLUT4) در غشای پلاسمایی سلول ها می باشد (Noipha & Ninla-Aesong, 2018; Kord, Pourrajab, & Hekmatimoghaddam, 2020; Pakan, Lidia, & Riwu, 2021). در سلول های عضله اسکلتی موش ها و موش های صحرایی، زنجبیل باعث فعال سازی و تحریک پروتئین کیناز فعال شده با آدنوزین منوفسفات (AMPK) و فسفوانیزوتید ۳ کیناز (PI3K) می شود و به این ترتیب روی متابولیسم انسولین و کنترل بیماری دیابت اثر گذار است. است (Kord, Pourrajab, & Hekmatimoghaddam, 2020; Venkateswaran et al., 2021). اثر مصرف طولانی مدت عصاره زنجبیل بر پروتئین انتقال دهنده گلوکز (GLUT4) قابل مقایسه با داروی متفورمین است (Noipha & Ninla-Aesong, 2018). شواهد نشان دادند که اثرات کاهنده قند خون زنجبیل، به وسیله ی خواص ضد التهابی آن است. قابل توجه است که زنجبیل به طور قابل ملاحظه ای سطوح فاکتور نکروز کننده تومور آلفا (TNF-a) را کاهش می دهد (Crichton et al., 2022). همانطور که در بسیاری از آزمایشات انسانی نشان داده شده است. فاکتور نکروز کننده تومور آلفا معمولاً با سیگنال دهی برای بیان GLUT4 تداخل می کند و به مقاومت به انسولین کمک می کند (Stephens, Lee, & Pilch, 1997; Crichton et al., 2022). پژوهش های جدید نشان می دهد که زنجبیل بر انواع دیگر انتقال دهنده های گلوکز فراتر از عضله اسکلتی که مولکول های GLUT4 در آن غالب هستند تأثیر می گذارد (Pakan, Lidia, & Riwu, 2021). موش هایی که با عصاره زنجبیل آبی تغذیه شدند، زنجبیل باعث افزایش برداشت گلوکز در عضله قلب از طریق GLUT1 و GLUT4 و در بافت های پانکراس و کبد از طریق GLUT2 شد (Pakan, Lidia, & Riwu, 2021). زنجبیل باعث افزایش حساسیت به انسولین می شود و به کنترل قند خون کمک می کند (Chen et al., 2018). یک مطالعه با استفاده از سلول های موش نشان داد که زنجبیل حساسیت گیرنده انسولین را افزایش می دهد، استفاده از انسولین در گردش را بهبود می بخشد و در نتیجه انتقال گلوکز خون به سلول ها را تسهیل می کند (Chen et al., 2018).



آزمایش های بالینی انسانی نشان داده اند که زنجبیل سطح انسولین خون را کاهش می دهد و از این مسیر باعث کنترل قند خون می گردد (Crichton et al., 2022) در موش های مبتلا به دیابت نوع ۲، زنجبیل سطح انسولین پلاسما را کاهش می دهد، اگرچه مکانیسم های دقیق مورد بررسی قرار نگرفت (Sampath et al., 2017). اخیراً، مصرف نانوذرات زنجبیل در موش ها مشاهده شد که بر فاکتور رونویسی پیشانی (Foxa2) تأثیر می گذارد که در مسیر واسطه گیرنده انسولین نقش دارد (Anil Kumar et al., 2022) در شرایط هیپرانسولینمی مشاهده شده در افراد مقاوم به انسولین، Foxa2 مهار می شود و در سیتوپلاسم هپاتوسیت باقی می ماند و منجر به نقص در جذب و متابولیسم گلوکز می شود (Lantz et al., 2004; Anil Kumar et al., 2022).

شواهد نشان دادن که نانوذرات زنجبیل با غیرفعال شدن Foxa2 مقابله می کنند و در نتیجه ترشح انسولین را در سلول های بتا تنظیم می کنند و از مقاومت به انسولین و تجمع چربی در کبد جلوگیری می کنند (Anil Kumar et al., 2022). با این حال، برخی از مطالعات روی موش ها و موش ها یافته های متناقضی را گزارش کرده اند که زنجبیل را با افزایش سطح انسولین خون مرتبط می دانند (Al-Amin et al., 2006; M. F. Dowidar, El-Saadawy, & Gad, 2019; Nam et al., 2020; Pagan, Lidia, & Riwu, 2021). در موش های مبتلا به دیابت نوع ۲، عصاره زنجبیل کانال های ATP پتاسیم سلول های بتا را تحریک می کند، که منجر به دیپلاریزاسیون غشا، باز شدن کانال های کلسیم، هجوم کلسیم و متعاقب آن ترشح انسولین می شود (Al-Amin et al., 2006; Sampath et al., 2017; M. Dowidar et al., 2019; Nam et al., 2020). تحقیقات فعلی در مورد اثرات زنجبیل بر ناقل گلوکز عمدتاً به جمعیت ها و حیوانات مبتلا به شرایط متابولیک مانند سندرم متابولیک، دیابت نوع دو، و دیابت بارداری محدود شده است. بنابراین، این یافته ها را نمی توان به افراد مبتلا به دیابت نوع یک، یک بیماری خود ایمنی تعمیم داد.

۴. بحث و نتیجه گیری

دارچین و زنجبیل به عنوان آنتی اکسیدان های طبیعی و داروهای گیاهی قوی شناخته می شوند که اثرات کاهنده ی قند خون آن ها عمدتاً به دلیل ترکیبات ضد دیابتی مانند فلاونوئیدها، تانن ها، فنولیک ها و آلکالوئیدها می باشد. این ترکیبات عملکرد سلول های بتا جزایر لانگرهانس پانکراس را ارتقا می بخشند و می توانند قند خون را با افزایش ترشح انسولین یا کاهش جذب گلوکز روده ای افزایش می دهند. تحقیقات بیشتر برای جداسازی اجزای فعال این گیاهان و تجزیه و تحلیل فعل و انفعالات مولکولی ترکیبات آنها برای درک بهتر خواص درمانی آنها ضروری است.

تشکر و قدردانی

از دانشگاه علوم پزشکی شاهرود قدردانی می شود.

منابع

- Al-Amin, Z. M., Thomson, M., Al-Qattan, K. K., Peltonen-Shalaby, R., & Ali, M. (2006). Anti-diabetic and hypolipidaemic properties of ginger (*Zingiber officinale*) in streptozotocin-induced diabetic rats. *British journal of nutrition*, 96, 660–666.
- Allen, R. W., Schwartzman, E., Baker, W. L., Coleman, C. I., & Phung, O. J. (2013). Cinnamon use in type 2 diabetes: An updated systematic review and meta-analysis. *Annals of Family Medicine*.



- Bali, D., & Mahajan, R. (2025). Phytomedicine in the treatment of diabetes mellitus. Role of Medicinal Plants in, 175.
- Chen, J., Sun, J., Prinz, R. A., Li, Y., & Xu, X. (2018). Gingerenone A Sensitizes the Insulin Receptor and Increases Glucose Uptake by Inhibiting the Activity of p70 S6 Kinase. *Molecular Nutrition and Food Research*, 62.
- Costello, R. B., Dwyer, J. T., Saldanha, L., Bailey, R. L., Merkel, J., & Wambogo, E. (2016). Do Cinnamon Supplements Have a Role in Glycemic Control in Type 2 Diabetes? A Narrative Review. *Journal of the Academy of Nutrition and Dietetics*, 116.
- Crichton, M., Davidson, A. R., Innerarity, C., Marx, W., Lohning, A., Isenring, E., & Marshall, S. (2022). Orally consumed ginger and human health: An umbrella review. *American Journal of Clinical Nutrition*.
- Dabas, A., Yadav, P., Geetanjali, & Singh, R. (2023). Role of Herbal Medicine in Boosting Immune System. In *Role of Herbal Medicines*.
- Dowidar, M., El-Saadawy, H., gobran, mennatallah, & Gad, H. (2019). The Hypoglycemic Effects of Ginger and Garlic Administration on Induced Diabetic Rats. *Zagazig Veterinary Journal*, 47.
- Dowidar, M. F., El-Saadawy, H. A., & Gad, H. (2019). The hypoglycemic effects of ginger and garlic administration on induced diabetic rats. *Zagazig Veterinary Journal*, 47, 134–145.
- Kord, M. T., Pourrajab, F., & Hekmatimoghaddam, S. (2020). Ginger extract increases GLUT-4 expression preferentially through AMPK than PI3K signalling pathways in C2C12 muscle cells. *Diabetes, Metabolic Syndrome and Obesity*, 13.
- Kumar, Anil, Sundaram, K., Teng, Y., Mu, J., Sriwastva, M. K., Zhang, L., Hood, J. L., Yan, J., Zhang, X., Park, J. W., Merchant, M. L., & Zhang, H. G. (2022). Ginger nanoparticles mediated induction of Foxa2 prevents high-fat diet-induced insulin resistance. *Theranostics*, 12.
- Kumar, Arvind, Gangwar, R., Ahmad Zargar, A., Kumar, R., & Sharma, A. (2023). Prevalence of Diabetes in India: A Review of IDF Diabetes Atlas 10th Edition. *Current Diabetes Reviews*, 20.
- Lantz, K. A., Vatamaniuk, M. Z., Brestelli, J. E., Friedman, J. R., Matschinsky, F. M., & Kaestner, K. H. (2004). Foxa2 regulates multiple pathways of insulin secretion. *Journal of Clinical Investigation*, 114.
- Moridpour, A. H., Kavyani, Z., Khosravi, S., Farmani, E., Daneshvar, M., Musazadeh, V., & Faghfour, A. H. (2024). The effect of cinnamon supplementation on glycemic control in patients with type 2 diabetes mellitus: An updated systematic review and dose-response meta-analysis of randomized controlled trials. *Phytotherapy Research*.
- Nam, Y. H., Hong, B. N., Rodriguez, I., Park, M. S., Jeong, S. Y., Lee, Y. G., Shim, J. H., Yasmin, T., Kim, N. W., Koo, Y. T., Lee, S. H., Paik, D. H., Jeong, Y. J., Jeon, H., Kang, S. C., Baek, N. I., & Kang, T. H. (2020). Steamed ginger may enhance insulin secretion through Katp channel closure in pancreatic β -cells potentially by increasing 1-dehydro-6-gingerdione content. *Nutrients*, 12.
- Noipha, K., & Ninla-Aesong, P. (2018). Antidiabetic activity of zingiber officinale roscoe rhizome extract: An in vitro study. *HAYATI Journal of Biosciences*, 25.
- Pakan, P., Lidia, K., & Riwu, M. (2021). Investigation of ginger (*Zingiber officinale*) aqueous extract as an anti-diabetic in vitro. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*.
- Pathak, R., & Sharma, H. (2021). A Review on Medicinal Uses of *Cinnamomum verum* (Cinnamon). *Journal of Drug Delivery and Therapeutics*, 11.
- Rahimzade, M., Farshbaf-Khalili, A., Karimi, M., Abolhasanpour, N., Kazemi, A. H., & Mirzaei, M. (2025a). The prevalence of herbal medicine use and related factors among diabetic patients in Tabriz, Iran, 2023: a cross-sectional study. *Journal of Diabetes & Metabolic Disorders*, 24, 36.
- Rahimzade, M., Farshbaf-Khalili, A., Karimi, M., Abolhasanpour, N., Kazemi, A. H., & Mirzaei, M. (2025b). The prevalence of herbal medicine use and related factors among diabetic patients in Tabriz, Iran, 2023: a cross-sectional study. *Journal of Diabetes & Metabolic Disorders*, 24, 36.
- Sampath, C., Rashid, M. R., Sang, S., & Ahmedna, M. (2017). Specific bioactive compounds in ginger and apple alleviate hyperglycemia in mice with high fat diet-induced obesity via Nrf2 mediated pathway. *Food Chemistry*, 226.

- Stephens, J. M., Lee, J., & Pilch, P. F. (1997). Tumor necrosis factor- α -induced insulin resistance in 3T3-L1 adipocytes is accompanied by a loss of insulin receptor substrate-1 and GLUT4 expression without a loss of insulin receptor-mediated signal transduction. *Journal of Biological Chemistry*, 272.
- Van, B., Abdalla, A. N., Algarni, A. S., Khalid, A., Zengin, G., Aumeeruddy, M. Z., & Mahomoodally, M. F. (2023). *Zingiber officinale* Roscoe (Ginger) and its Bioactive Compounds in Diabetes: A Systematic Review of Clinical Studies and Insight of Mechanism of Action. *Current Medicinal Chemistry*, 31.
- Venkateswaran, M., Jayabal, S., Hemaiswarya, S., Murugesan, S., Enkateswara, S., Doble, M., & Periyasamy, S. (2021). Polyphenol-rich Indian ginger cultivars ameliorate GLUT4 activity in C2C12 cells, inhibit diabetes-related enzymes and LPS-induced inflammation: An in vitro study. *Journal of Food Biochemistry*, 45.
- Yu, M. G., Gordin, D., Fu, J., Park, K., Li, Q., & King, G. L. (2024). Protective Factors and the Pathogenesis of Complications in Diabetes. *Endocrine Reviews*.
- Zhu, R., Liu, H., Liu, C., Wang, L., Ma, R., Chen, B., Li, L., Niu, J., Fu, M., Zhang, D., & Gao, S. (2017). Cinnamaldehyde in diabetes: A review of pharmacology, pharmacokinetics and safety. *Pharmacological Research*.

گیاه دارویی کمیاب وج (*Acorus calamus*): اهلی سازی و تجاری سازی

عباس قلی پور *

گروه زیست شناسی، دانشگاه پیام نور، تهران، ایران

شرکت دانش بنیان اکسیر هیرکانی ماهان

چکیده

در منابع طب سنتی و مطالعات نوین خواص متعددی شامل؛ ضدباکتریایی، ضد قارچی، ضد التهابی، ضدسرطانی، آنتی اکسیدانی، ضد افسرگی، تقویت حافظه برای گیاه دارویی کمیاب وج (*Acorus calamus*) ذکر شده است. بازکشف این گیاه ارزشمند پس از حدود نیم قرن از آخرین گزارش آن در ایران فرصتی مناسب برای مطالعات علمی و کاربردی فراهم کرده است. هدف این مقاله ارائه مطالعات و تجربیات انجام شده در زمینه اهلی سازی و تجاری سازی این گیاه در ایران می باشد. طی حدود ۶ سال مطالعه با روش ریزازدیادی و تکثیر نمونه های حاصل در شرایط هیدروپونیک، گیاهچه های کافی برای کشت در مزرعه با مساحت ۱۰۰۰ متر مربع در سال ۱۳۹۷ تهیه گردید. زمان مناسب کشت، مراحل داشت و زمان و شیوه برداشت محصول طی ۳ دوره کشت آزمایشی از سال ۱۳۹۷ الی ۱۴۰۰ بهینه سازی شد. تکنولوژی کشت گیاه وج ثبت اختراع گردید و سطح مزرعه در سال زراعی ۱۴۰۳ به ۵ هکتار رسید. بر اساس بررسی کارگروه ارزیابی صلاحیت شرکت ها و موسسات دانش بنیان معاونت علمی ریاست جمهوری، در تیرماه سال ۱۴۰۰ شرکت اکسیر هیرکانی ماهان (مهاوج) برای تولید گیاه وج و استخراج عصاره روغنی تاییدیه دانش بنیان دریافت نمود. با فعالیت شرکت دانش بنیان مهاوج مواد اولیه گیاه وج در ایران بومی سازی و در حال حاضر ۶ نیروی تمام وقت و ۱۰ نیروی پاره وقت در زمینه های؛ تولید گیاهچه، کشت و فراوری اولیه، مکانیزاسیون، فراوری عصاره روغنی، بازاریابی و فروش، اداری و مالی و تحقیق و توسعه اشتغال دارند.

واژگان کلیدی: تکنولوژی کشت، گیاه دارویی، مهاوج، وج، *Acorus calamus*



۱. مقدمه

در سال‌های اخیر گیاهان دارویی به خاطر پتانسیل بالای درمانی، بهداشتی و اقتصادی در بازارهای جهانی به‌طور ویژه مورد توجه قرار گرفته‌اند. کشور ایران نیز با توجه به پیشینه تاریخی غنی در زمینه طب سنتی و استفاده از گیاهان در درمان، در این زمینه شاهد تحولات گسترده‌ای است. از طرف دیگر گیاهان دارویی یکی از منابع ارزشمند در گستره وسیع منابع طبیعی ایران هستند که در صورت شناخت علمی، توسعه، کشت و بهره‌برداری صحیح، می‌توانند نقش مهمی در سلامت جامعه داشته باشند. رشد روزافزون تقاضای فراورده‌های گیاهان دارویی، تنوع ژنتیکی این گیاهان را بخاطر بهره‌برداری بی‌رویه از طبیعت، تخریب زیستگاه و تجارت بدون نظارت، در معرض تهدید قرار داده است. برای جلوگیری از فرسایش این منابع ژنتیکی با ارزش و در معرض خطر انقراض، لازم است اعمال رویکرد مدیریتی جدید در زمینه کشت و پرورش گیاهان دارویی به‌عنوان موضوعی کاملاً جدی مورد توجه قرار گیرد (Bhagat, 2011).

گیاه دارویی وج (*Acorus calamus*)، یکی از گیاهان معطر با خواص دارویی متعدد است که در صنایع داروسازی، بهداشتی و آرایشی، غذایی و دفع آفات کاربردهای فراوانی برای آن ذکر شده است. در منابع طب سنتی و مطالعات نوین خواص متعددی شامل؛ ضدباکتریایی، ضد قارچی، ضد التهابی، ضدسرطانی، آنتی اکسیدانی، ضد افسردگی، تقویت حافظه برای گیاه دارویی کمیاب وج ذکر شده است (Motely, 1994, Yadav et al., 2019). حضور این گونه گیاهی به‌صورت طبیعی پس از حدود نیم‌قرن از آخرین گزارش آن در ایران تأیید شده است (قلی پور و سنبل، ۱۳۹۲). وج گیاهی چندساله، نیمه آبری از تیره Acoraceae و رده تک لپه ای-ها می-باشد و با توجه به اینکه وج از گیاهان نادر محسوب می‌شود، بهره‌برداری آن در طبیعت ممکن است منجر به انقراض این گیاه شود. در نتیجه اهلی سازی و کشت این گیاه دارویی کمیاب جهت تامین مواد اولیه مورد نیاز صنایع دارویی، بهداشتی و عطرسازی و همچنین برطرف نمودن محدودیت های بهره‌برداری آن از طبیعت ضرورت دارد. با توجه به تکثیر رویشی این گیاه از طریق ریزوم و عدم تولید دانه، تهیه گیاهچه برای کشت در فصل مناسب یکی از اساسی ترین مسائل در زراعت آن محسوب می‌شود. از طرف دیگر متغیرهای مختلف مربوط به روش کشت این گیاه مانند زمان مناسب کشت، فاصله طولی و عرضی نشاء ها، زمان برداشت و چگونگی برداشت این گیاه بازکشف شده در ایران مشخص نمی‌باشد (قلی پور و همکاران، ۱۳۹۹). هدف اصلی این مقاله، ارائه تکنولوژی کشت اکوتیپ ایرانی گیاه وج سازگار با شرایط اکولوژیکی کشور ایران و تجاری سازی تولیدات آن می‌باشد.

۲. مواد و روش‌ها

۲-۱. منطقه مورد مطالعه

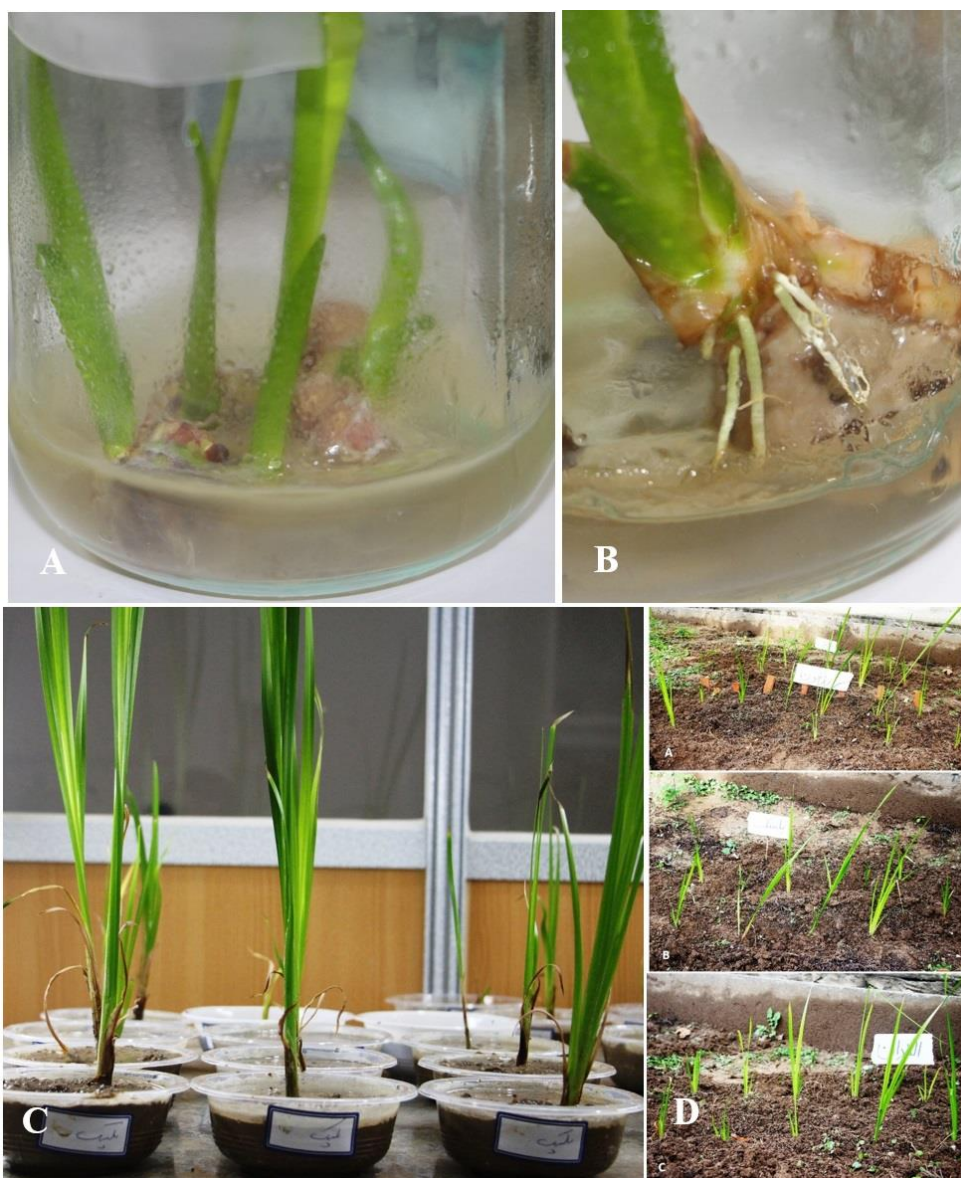
نمونه های گیاه وج برای مطالعه ریزازدیادی از ریشگاه طبیعی در استان مازندران شهرستان ساری طبیعی جمع آوری گردید.

۲-۲. روش تحقیق

نمونه های والد تولید شده از طریق کشت بافت پس از سازگاری، در مزرعه آزمایشی طی ۳ سال متوالی کشت شدند. حدود ۴۰۰ گیاهچه برای کشت در مزرعه ۱۰۰۰ متر مربع تامین شد. با توجه به آبری بودن گیاه وج، مزرعه بصورت مزارع شالیزار آماده شده، نشاء گیاهچه ها بصورت دستی و ردیفی انجام شد. ریزوم زنده حاصل از کشت هر سال برای تولید گیاهچه کشت سال بعد نگهداری شدند. در سال زراعی ۱۴۰۲-۱۴۰۳ حدود ۲۰۰ هزار گیاهچه وج برای کشت در مزرعه ۵ هکتاری تامین گردید.

۳. نتایج

طی حدود ۶ سال کار تحقیقاتی روی اکوتیپ ایرانی، پروتکل مناسب برای ریزازدیادی گیاه دارویی وج در ایران و تولید گیاهچه ها، تعیین اکوتیپ مناسب برای کشت در ایران، تکنولوژی تولید گیاهچه بومی سازی گردید. بر اساس نتایج پژوهش ریزنمونه ریزوم، مناسب ترین اندام برای ریزازدیادی گیاه دارویی وج است. نتایج پژوهش نشان داد که از بین سیتوکینین^۱ها، BAP و از اکسین^۲ها، IBA و NAA برای کشت بافت گیاه دارویی وج مناسب ترین تنظیم کننده^۳ها هستند. مناسب ترین ترکیب تنظیم کننده رشد برای باززایی مستقیم گیاه از ریزنمونه ریزوم تیمار ۱ میلی گرم بر لیتر BAP و NAA بوده و مناسب ترین تنظیم کننده رشد برای ریشه زایی گیاهچه^۴های باززایی شده تیمار ۱ میلی گرم بر لیتر IBA می^۵باشد (Gholipour et.al, 2021).



شکل ۱. ریزازدیادی گیاه وج و تولید گیاهچه

گیاهان باززایی شده پس از انتقال به گلدان در گلخانه زنده مانی ۱۰۰٪ داشتند و تمام گیاهان منتقل شده به مزرعه نیز تا پایان فصل رویش گیاه زنده ماندند. در مرحله ۷ی تکنولوژی کشت گیاه در مزرعه، گیاهچه ۷های تولید شده برای دو سال در شرایط خواباندن در گلدان به ۷صورت غرقابی تکثیر شدند. پس از دسترسی به تعداد حدود ۲۰۰۰ گیاهچه، در مزرعه با مساحت ۱۰۰۰ مترمربع در سال سوم، ۵۰۰۰ مترمربع در سال چهارم و یک هکتار در سال پنجم برای دسترسی به تکنولوژی کشت این گیاه برای اولین بار در ایران کشت شدند. با توجه به حساسیت این گیاه به سرما، ریزوم ۷های این گیاه برای مدت ۳ الی ۴ ماه از آبان الی بهمن ماه در گلخانه با ایجاد شرایط دمایی ۱۸ الی ۲۴ درجه سانتیگراد بصورت زنده نگهداری می ۷شوند.

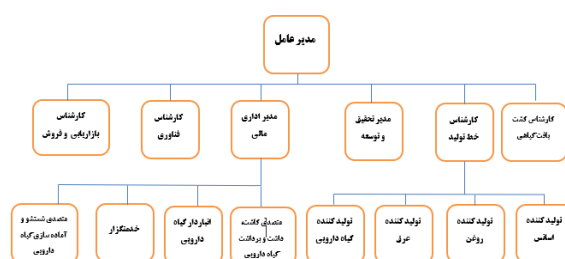
برای خزانه، ریزوم ۷های زنده از اواسط بهمن ماه به قطعات ۱۰ سانتیمتری بریده و در کرت ۷ها با فاصله ۲ سانتیمتری در شرایط غرقابی خوابانده می شوند. دمای مناسب برای رشد جوانه ۷ها از ۲۰ الی ۲۵ درجه سانتیگراد می ۷باشد. گیاهچه رشد یافته به اندازه ۳۰ الی ۴۵ سانتیمتر آماده ۷ی نشاء در مزرعه می ۷باشند. زمان مناسب برای نشاء گیاه وج در مزرعه که با شرایط شالیزار آماده شده، هفته آخر فروردین الی اواسط اردیبهشت ماه هر سال می باشد. گیاهچه ها با فاصله عرضی ۱۰ الی ۲۰ سانتیمتر و فاصله طولی ۵۰ الی ۶۰ سانتیمتر بصورت خطی با دقت نشاء می شوند. زمان مناسب برای برداشت برگ هفته اول مهرماه هنگامی که نوک برگ ها شروع به زرد شدن کردند. پس از برداشت برگ از اواسط مهرماه تا پایان آبان ماه ریزوم های رشد یافته برداشت می شوند.



شکل ۲. بومی سازی کشت گیاه وج در ایران

با توجه به اینکه در حال حاضر مواد اولیه این گیاه دارویی ارزشمند از خارج وارد ایران می شود، با بومی سازی کشت این گیاه از واردات و خروج ارز از ایران جلوگیری شده است. مواد اولیه شامل ریزوم زنده و ریزوم خشک، برگ و ریشه به ترتیب به میزان ۱۰ تن، ۵ تن، ۵۰۰ کیلوگرم و ۱۰۰ کیلوگرم تولید شد. بر اساس تجربه بومی سازی کشت گیاه وج در مازندران به ازای هر هکتار کشت این گیاه برای ۵ نفر در زمینه های، تولید نشاء، کاشت، داشت و برداشت، فراوری اولیه، عصاره گیری، بازاریابی و فروش اشتغال ایجاد می شود.

تجاری سازی مواد اولیه و فراورده های وج در شرکت دانش بنیان اکسیر هیرکانی ماهان (مهاوج) برای گیاهچه، ریزوم، عصاره روغنی وج از سال ۱۴۰۱ آغاز شد. با توجه به نبودن این گیاه طی ۵۰ سال اخیر در ایران و شناخت کم ایرانیها از این گیاه، برای تجاری سازی نیازمند معرفی این گیاه و محصولات آن (بازارسازی) می باشد (شکل ۳).



شکل ۳. چارت سازمانی شرکت دانش بنیان اکسیر هیرکانی ماهان

با فعالیت شرکت دانش بنیان مهاوج مواد اولیه گیاه وج در ایران بومی سازی و در حال حاضر ۶ نیروی تمام وقت و ۱۰ نیروی پاره وقت در زمینه های؛ تولید گیاهچه، کشت و فراوری اولیه، مکانیزاسیون، فراوری عصاره روغنی، بازاریابی و فروش، اداری و مالی و تحقیق و توسعه اشتغال دارند.

وضعیت عرضه

باتوجه به اینکه این گیاه دارویی بومی و کمیاب توسط این شرکت به عنوان گیاهی دارویی جدید برای کشور ایران معرفی شده، تمام محصولات این طرح با استفاده از مواد اولیه بومی سازی شده برای اولین بار در ایران تولید خواهد شد. طبق بررسی بعمل آمده در مراکز مختلف، آمار مستندی از میزان عرضه گیاه وج بصورت رسمی در ایران وجود ندارد. در برخی عطاریهای ایران ریزوم وج بصورت خام عرضه می شود که مطابق اظهارات آنها از خارج وارد می شود. با پیگیریهای بعمل آمده و دسترسی به یکی از وارد کنندگان غیررسمی، ریزوم خام وج از پاکستان یا هند، حدود ۲ الی ۳ تن در سال وارد می شود.

وضعیت تقاضا

محصولات وج در بازار به دلیل جدید بودن فراورده کمی ناشناخته است. با توجه به کاربردهای متعدد و ذکر نسخه هایی از این گیاه در طب سنتی ایران، این فراورده نیاز به بازار سازی از طریق تبلیغات و آگاهی سازی جامعه دارد. با عنایت به شیوع مشکلات روحی و روانی، گوارشی، مفاصل و عضلانی در ایران و همچنین ارزیابی بازار با تولید آزمایشی عصاره روغنی وج (اکسیر وج) و استقبال ایرانیان عزیز از این محصول تولید اول، پیش بینی اندازه بازار در حال حاضر ۵۰۰۰ نفر و در آینده تا



۵۰۰۰۰۰ نفر قابل افزایش است. مشتریهای بالفعل گیاهچه وج، مواد اولیه و روغن وج، کشاورزان، شرکت های تولید کننده داروهای گیاهی، عطاریها، متخصصان حوزه طب سنتی ایران، فروشگاههای محصولات آرایشی و بهداشتی هستند. با توجه به منحصر بفرد بودن اکسیر وج در جهان، این محصول قابلیت صادرات هم را دارد.

واردات و صادرات

طبق بررسی بعمل آمده در مراکز مختلف آمار صادرات و واردات ایران، هیچ اطلاعاتی بصورت رسمی در این زمینه وجود ندارد. آمار مستندی از میزان تقاضا محصولات مشابه وجود ندارد، اما شواهد حاکی از آن است که میزان تقاضای محصولات مشابه بیش از میزان عرضه است. با پیگیریهای بعمل آمده و دسترسی به یکی از وارد کنندگان غیررسمی، ریزوم خام وج از پاکستان یا هند، حدود ۵ تن در سال وارد می شود.

۴. بحث و نتیجه گیری

در سالهای اخیر گیاهان دارویی به خاطر پتانسیل بالای درمانی، بهداشتی و اقتصادی در بازارهای جهانی به طور ویژه مورد توجه قرار گرفته اند. کشور ایران نیز با توجه به پیشینه تاریخی غنی در زمینه طب سنتی و استفاده از گیاهان در درمان، در این زمینه شاهد تحولات گسترده ای است. از طرف دیگر گیاهان دارویی یکی از منابع ارزشمند در گستره وسیع منابع طبیعی ایران هستند که در صورت شناخت علمی، توسعه، کشت و بهره برداری صحیح، می توانند نقش مهمی در سلامت جامعه داشته باشند (قلی پور و همکاران، ۱۳۹۹؛ سفیدکن، ۱۳۹۶). حدود ۵۰ سال بعد از آخرین گزارش *Acorus calamus* از شمال غرب ایران؛ استان گیلان (Riedl, 1963)، طی کاوش های تیم پژوهشی شرکت دانش بنیان اکسیر هیرکانی ماهان، در سال ۱۳۹۱ برای اولین بار نمونه ای از این گونه از رویشگاه جدیدی در استان مازندران شهرستان ساری جمع آورده شد. با توجه به اینکه وج از گیاهان نادر و کمیاب ایران محسوب می شود، بهره برداری آن از طبیعت ممکن است منجر به انقراض این گیاه شود. در نتیجه اهلی سازی و کشت این گیاه دارویی کمیاب جهت تامین مواد اولیه مورد نیاز صنایع دارویی، بهداشتی و عطرسازی و همچنین برطرف نمودن محدودیت های بهره برداری آن از طبیعت ضرورت دارد. در این پژوهش با پشوانه حدود یک دهه مطالعات علمی با استفاده از اکوتیپ ایرانی، برای اولین بار کشت موفقیت آمیز گیاه وج در ایران انجام شد. پروتکل مناسب برای ریزازدیادی گیاه دارویی وج در ایران و تولید گیاهچه ها، تعیین اکوتیپ مناسب برای کشت در ایران، تکنولوژی کشت گیاه در مزرعه و تولید مواد اولیه بهینه سازی گردید. تکثیر و پرورش این گیاه دارویی با ارزش با استفاده از نمونه طبیعی ایران علاوه بر حفاظت این گیاه کمیاب، منجر به بومی سازی تولید مواد اولیه و فراورده های آن در کشور شده است. مطابق اطلاعات در دسترس، این گیاه در جهان در کشورهای هند، سریلانکا و احتمالاً چین کشت می شود. گیاه دارویی بومی، کمیاب و پرکاربرد وج بعنوان گیاه دارویی قابل کشت در ایران مطرح می شود و کشور ایران هم در گروه پرورش دهندگان این گیاه دارویی ارزشمند قرار می گیرد. همانند کشت اغلب گیاهان دارویی در کشور، مکانیزه نبودن کشت این گیاه بخاطر جدید بودن و سطح کم زیر کشت، هزینه های کشت گیاه را افزایش می دهد که با حمایت و افزایش سطح کشت و مکانیزاسیون کشت وج ضمن افزایش کیفیت محصول تولید شده ارزش افزوده آن نیز بیشتر خواهد شد.



منابع

- اسدی، م. ۱۳۶۷. فلور ایران تیره آراسه، جلد ۲. موسسه تحقیقات جنگل ها و مراتع کشور.
- سفیدکن، ف. ۱۳۹۶. نگاهی به وضعیت داروهای گیاهی در ایران. طبیعت ایران، ۲ (۶): ۱۰-۶.
- قلی پور ع و سنبللی ع. ۱۳۹۲. بازایی گونه *Acorus calamus* از تیره *Acoraceae* در ایران، تاکسونومی و بیوسستماتیک: ۵ (۱۵): ۱۱۳-۱۱۶.
- قلی پور ع، کاظمی تبارک و شریفی س. ۱۳۹۹. مطالعه تنوع ژنتیکی نمونه های طبیعی و بازایی شده گیاه *Acorus calamus* (*Acoraceae*) با نشانگرهای مولکولی ISSR، پژوهشهای ژنتیک گیاهی ۷ (۲): ۱۰۹-۱۱۸.
- Bhagat, N. 2011. Conservation of endangered medicinal plant (*Acorus calamus*) through plant tissue culture. *Journal of Pharmacognosy*, 2 (1): 21-24.
- Gholipour, A., Kamal, Kazemitabar S, Ramzanpour H. 2021. A comparative study on *Acorus calamus* (*Acoraceae*) micropropagation and selection of suitable population for cultivation in Iran. *Acta Biologica Szegediensis* 65(1):29-34.
- Motley, T. J. 1994. The ethnobotany of sweet flag, *Acorus calamus* (*Araceae*). *Econ. Bot*, 48: 397–412.
- Riedl, H. 1963. *Araceae*. Pp. 1-8. In: *Flora Iranica*, no. 1 (Rechinger, K.H. ed.).
- Yadav, D., Srivastava S. and Tripathi Y.B. 2019. *Acorus Calamus*: A Review. *International Journal of Scientific Research in Biological Sciences*, 6 (4): 62-67.

چالش‌های آموزش، تجویز و استفاده از گیاهان دارویی در ایران

کاظم کمالی علی آباد^{۱*}، الهه زمانی^۲، علیرضا احمدیان^۳

^{۱،۲،۳} گروه مدیریت مناطق خشک و بیابانی، دانشکده منابع طبیعی و کویرشناسی، دانشگاه یزد، یزد، ایران.

ایمیل نویسنده مسئول: kkamali@yazd.ac.ir

چکیده

ایران به عنوان یکی از غنی‌ترین کشورهای خاورمیانه در زمینه تنوع گیاهان دارویی با بیش از ۸۰۰۰ گونه گیاهی شناسایی شده است که ۲۳۰۰ گونه آن دارویی و ۱۸۰۰ گونه تنها بومی ایران هستند. این کشور به دلیل تنوع اقلیمی و منابع غنی گیاهی، سهم ۷۰ میلیون دلاری در بازار جهانی گیاهان دارویی دارد. طبق گزارش‌های سازمان بهداشت جهانی، ۸۰ درصد از مردم از داروهای گیاهی استفاده می‌کنند و در ایران این آمار به ۷۲ درصد می‌رسد. عطاری‌ها به عنوان بزرگ‌ترین منبع تهیه گیاهان دارویی، ۸۷ درصد ارزش تجاری این بازار را به خود اختصاص داده‌اند. آموزش گیاهان دارویی در ایران در مقاطع مختلف تحصیلی ارائه می‌شود و شامل دروس متنوعی از جمله روش‌های بهره‌برداری، اکولوژی و بازاریابی و روش‌های تکثیر گیاهان دارویی است. با این حال، چالش‌های زیادی در زمینه استانداردهای آموزشی، زیرساخت‌ها و ارتباط با صنعت وجود دارد. همچنین، عدم آگاهی و دانش کافی عطاری‌ها موجب تجویز غیرمجاز و سوء استفاده از این شغل و نیز عوارض جانبی ناخواسته داروهای گیاهی می‌شود. بر اساس قوانین موجود، عطاری‌ها مجاز به فروش گیاهان خشک و عرقیات معطر هستند و هرگونه تبلیغ فریبنده یا فروش فرآورده‌های دست‌ساز بدون مجوز ممنوع است. این مقاله به بررسی وضعیت کنونی گیاهان دارویی در ایران و چالش‌های مرتبط با آموزش و تجویز آن‌ها می‌پردازد.

واژگان کلیدی: گیاهان دارویی، آموزش گیاهی، عطاری‌ها، صنعت دارویی.



۱- مقدمه

ایران، بعد از کشور ترکیه، به عنوان غنی ترین کشور از نظر تنوع گیاهان دارویی در خاورمیانه شناخته می شود. بیش از ۸۰۰۰ گونه گیاهی در ایران شناسایی شده است که حدود ۲۳۰۰ گونه از آن ها دارویی هستند و از این تعداد، ۱۸۰۰ گونه بومی ایران می باشند. ایران دارای تنوع اقلیمی و پوشش گیاهی بی نظیری است و به این ترتیب، جایگاه خاصی در تنوع زیستی جهانی دارد؛ بنابراین، می توان گفت که ایران به دلیل وجود ظرفیت های عظیم، منابع گیاهی فراوان، نخبگان علمی و تخصصی و سرمایه گذاران قوی، از نظر جایگاه رقابتی، سهم ۷۰ میلیون دلاری در بازار جهانی عرضه گیاهان دارویی دارد. طبق گزارش های سازمان بهداشت جهانی، حدود ۸۰ درصد از مردم از داروهای گیاهی استفاده می کنند. در ایران، آمار استفاده از گیاهان دارویی حدود ۷۲ درصد است که از این میان ۴۲ درصد به صورت دم نوش و ۳۰ درصد به صورت عرقیات مصرف می شوند. در این راستا، عطاری ها به عنوان بزرگ ترین منبع تهیه گیاهان دارویی در کشور، ۸۷ درصد ارزش تجاری بازار گیاهان دارویی را از طریق این گروه صنفی مبادله می کنند.

مواد مصرفی گیاهان دارویی شامل بخش هایی از گیاهان است که پس از خشک شدن، بدون ایجاد هرگونه تغییر، در مغازه ها و عطاری ها به فروش می رسند. گیاهانی مانند زیره، رازیانه، هل، دارچین و سایر گیاهان مشابه، عمدتاً بی ضرر یا کم ضرر هستند. داروهای گیاهی، به تبدیل برخی از گیاهان به داروها در فرآوری های کارخانه ای اشاره دارند که طی فرآیند داروسازی مراحل مختلفی را طی می کنند. همچنین ممکن است در یک دارو، گیاه دارویی به عنوان ترکیب با داروی شیمیایی مورد استفاده قرار گیرد.

۲- نظام آموزشی گیاهان دارویی

آموزش گیاهان دارویی در ایران در مقاطع مختلف تحصیلی شامل کاردانی، کارشناسی پیوسته و ناپیوسته، کارشناسی ارشد و دکتری ارائه می شود. در مقطع کاردانی، دانشجویان دروس روش های بهره برداری از گیاهان دارویی جنگلی، درختان و درختچه های دارویی، اقتصاد و اکولوژی گیاهان دارویی، آماده سازی و عمل آوری آن ها، شناخت گیاهان دارویی و معطر، آشنایی با ماشین آلات و تجهیزات استحصال مواد مؤثره، روش های تکثیر و پرورش، زراعت خصوصی و بهره برداری از گیاهان دارویی مرتعی را سپری می کنند. در مقطع کارشناسی، دروس شامل روش های اهلی کردن گیاهان دارویی، ماشین آلات کاشت، داشت و برداشت، کشت و پرورش گیاهان دارویی، زبان تخصصی، طرح های آماری، کشت بافت گیاهی، بازاریابی و بسته بندی و اکوفیزیولوژی گیاهان دارویی است. در مقطع کارشناسی ارشد، دانشجویان به دروسی همچون فیزیولوژی گیاهان دارویی، اصلاح گیاهان، تولید گیاهان دارویی تکمیلی، مواد تنظیم کننده رشد گیاهی، ریزازدیادی و کشت بافت گیاهی، تغذیه گیاهان در باغبانی و اثر تنش های محیطی بر رشد گیاهان باغبانی می پردازند. همچنین، گیاهان دارویی دارای گرایش های مختلفی در سطح آموزش عالی هستند که شامل تولید و بهره وری گیاهان دارویی، شناخت گیاهان دارویی و صنعت گیاهان دارویی و مسائل

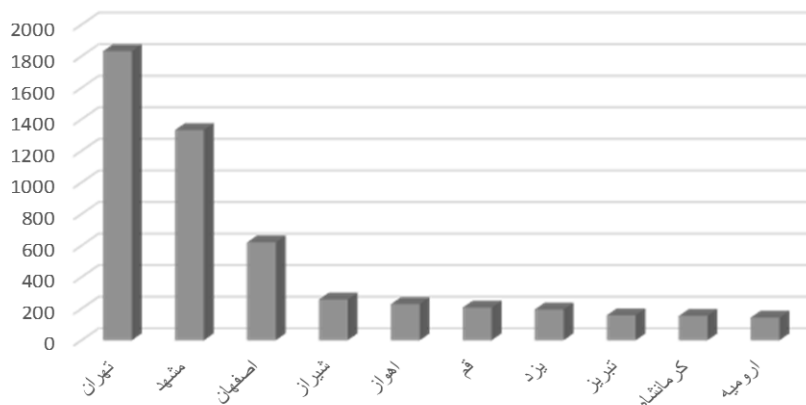


پس از برداشت می باشد. این نظام آموزشی به تربیت متخصصان و کارشناسان در حوزه گیاهان دارویی کمک می کند تا بتوانند در این صنعت رو به رشد فعال باشند.

۳- آمارنامه عطاری ها

طبق آمار و مستندات موجود، تعداد عطاری های موجود در ایران تقریباً ۴-۳ برابر تعداد داروخانه ها است. حدود ۴۵-۵۵ درصد از این عطاری ها فاقد مجوز هستند و به ترتیب بیشترین عطاری ها در شهرهای تهران، مشهد و اصفهان وجود دارد. (شکل ۱).

تعداد عطاری دارای مجوز



شکل ۱) آمار تعداد عطاری های دارای مجوز در شهرهای بزرگ ایران

۴- چالش های آموزشی و تجاری سازی گیاهان دارویی

۴-۱- میزان سواد و آگاهی عطاری ها

آمار مربوط به سطح سواد و آگاهی عطاری ها نشان می دهد که حدود ۵۰-۴۰ درصد از افراد در این حوزه دارای مدرک زیر دیپلم هستند. همچنین، ۴۰-۳۰ درصد دارای مدرک دیپلم و فوق دیپلم، ۳۰-۲۰ درصد لیسانس و ۱۰-۵ درصد فوق لیسانس و دکتری دارند؛ بنابراین، سطح آگاهی اکثر افراد در این زمینه در حد بسیار پایینی قرار دارد.

۴-۲- چالش های محتوایی و برنامه درسی

از جمله مشکلات موجود در زمینه محتوا و برنامه های درسی، می توان به نبود استاندارد آموزشی مشخص در خصوص شناخت دقیق گیاهان دارویی، ضعف در آموزش عملی و عدم به روز رسانی منظم منابع علمی اشاره کرد.

۴-۳- چالش های پایه و زیرساختی

در این رشته از فعالیت، تجهیزات و وسایل آزمایشگاهی تخصصی به ندرت در دسترس هستند. همچنین، مزارع آموزشی و پرورشی استاندارد و نیروی متخصص کافی به ویژه در حوزه های عملی برای این رشته وجود ندارد.



۴-۴ چالش ارتباط با صنعت

در زمینه گیاهان دارویی، یکی از چالش‌های اصلی مربوط به آموزش و بازار است. افراد آموزش دیده باید بتوانند به راحتی وارد بازار شوند و در عین حال، افرادی که آموزش کافی ندیده‌اند، نباید در این حوزه فعالیت کنند. همچنین، حمایت کافی از کارآفرینان و پژوهش‌های کاربردی در این زمینه وجود ندارد و قوانین جامع و کافی برای تجاری‌سازی دانش گیاهان دارویی هنوز تدوین نشده است.

۵- چالش‌های عطاری‌ها

طبیعی بودن گیاهان دارویی به معنای بی‌ضرر بودن آن‌ها نیست. با وجود اینکه داروهای گیاهی عوارض کمتری نسبت به داروهای شیمیایی دارند، تجویز غیراصولی آن‌ها می‌تواند منجر به عوارض جدی و حتی جبران‌ناپذیر در کوتاه‌مدت یا بلندمدت شود. عدم آموزش و دانش کافی فروشندگان در عطاری‌ها باعث می‌شود که برخی داروهای خطرناک، مانند داروهای چاقی و لاغری، به صورت غیرمجاز تجویز شوند. همچنین، برخی از فروشندگان آگاهی لازم درباره میزان و نحوه صحیح مصرف گیاهان را ندارند. فروشندگان باید مصرف‌کنندگان را از عوارض جانبی هر گیاه آگاه کنند و به آن‌ها توضیح دهند که مصرف هر گیاه ممکن است با کدام دسته از داروها تداخل داشته باشد و لی در این خصوص اکثر عطاری‌ها اطلاعات زیادی ندارند. گاهی اوقات، بین تجویزکنندگان داروهای گیاهی و پزشکان مدرن اختلاف نظر در تجویز داروها وجود دارد؛ بنابراین، فروشندگان باید اطلاعات کافی درباره عوارض جانبی گیاهان دارویی، به عنوان مثال در رازیانه (به دلیل وجود ماده آستراگول) در بروز برخی سرطان‌ها و اثرات منفی مربوط به ماده تیمول در آویشن در مشکلات تیروئید، یا ماده والرین در سنبل الطیب در برخی مشکلات چشم و موارد دیگر داشته باشند و این اطلاعات را به مصرف‌کنندگان منتقل کنند.

۶- موارد منع دامنه فعالیت در عطاری‌ها

طبق ماده ۱۷ قانون نظام صنفی، تبصره ۲، هرگونه تبلیغ فریبنده در خصوص درمان چاقی، لاغری، ترک اعتیاد و موارد مشابه در واحدهای عطاری ممنوع است. همچنین، ماده ۱۲ پروانه کسب بیان می‌کند که خرید و فروش هرگونه فرآورده گیاهی و شیمیایی در عطاری‌ها ممنوع بوده و این واحدها تنها مجاز به فروش گیاهان خشک (بدون نیاز به نسخه پزشک) و عرقیات معطر دارای سیب سلامت هستند. طبق تبصره ۱ ماده ۳ مقررات امور پزشکی، دارویی، خوراکی و آشامیدنی، تهیه، نگهداری و فروش هرگونه فرآورده دست‌ساز بدون مجوز وزارت بهداشت در عطاری‌ها تقلب محسوب می‌شود. این قوانین به منظور حفظ سلامت عمومی و جلوگیری از سوءاستفاده‌های احتمالی در بازار گیاهان دارویی وضع شده‌اند.

۷- نتایج و بحث

بر اساس بررسی‌های به عمل آمده مشخص می‌گردد که برای سامان‌دهی عطاری‌ها و حل مشکلات آموزشی لازم است راهکارهای زیر قابل ارائه خواهد بود:



- فناوری‌های نوین استخراج و تولید داروهای گیاهی باید به گونه‌ای طراحی شوند که دفعات و مقدار مصرف دارو به حداقل برسد. به عنوان مثال، در پزشکی نوین دارویی مانند الازومیکس H، می‌تواند جایگزین آملودیپین، والسارتان و هیدروکلروتیازید برای مشکلات فشار خون استفاده شود که در حوزه گیاهان دارویی نیز باید با توجه به اثرات متقابل هر یک از گیاهان همواره سعی شود تا حد ممکن تعداد و مصرف داروهای گیاهی به حداقل برسد.
- تعیین مسئول فنی برای عطاری‌ها ضروری است، به طوری که این مسئولیت مشابه مسئول فنی در داروخانه‌ها باشد تا کیفیت و ایمنی محصولات گیاهی تضمین شود.
- اضافه کردن واحد شناسایی گیاهان دارویی به شکل پودر یا خشک شده بر اساس نشانگرهای ویژه، در واحدهای آموزشی که به دانشجویان کمک می‌کند تا توانایی شناسایی و ارزیابی گیاهان دارویی را داشته باشند.
- قرار دادن کل داروهای گیاهی در تعرفه بیمه می‌تواند به افزایش دسترسی بیماران به این داروها و کاهش هزینه‌های درمانی آن‌ها کمک کند.
- آموزش‌های دوره‌ای به شکل بازآموزی برای شناخت اثرات مثبت و منفی گیاهان دارویی، برای فروشندگان گیاهان دارویی و پزشکان و داروسازان باید برگزار شود. همچنین، اضافه کردن بخشی از موضوع گیاهان دارویی به ۶ واحد فارماکولوژی در برنامه‌های درسی دانشجویان رشته پزشکی ضروری است.
- اعطای مجوز به فارغ‌التحصیلان رشته گیاهان دارویی که دارای مدرک کارشناسی به بالاتر هستند، برای ایجاد داروخانه‌های صرفاً گیاهی، می‌تواند به توسعه این حوزه کمک کند و لازم است از طریق وزارت بهداشت این موضوع مورد بررسی قرار گیرد.
- درجه‌بندی عطاری‌ها و درج آن در پروانه کسب می‌تواند به ایجاد استانداردهای کیفیت و نظارت بر عملکرد آن‌ها کمک کند.
- اضافه کردن درس سمیولوژی (نشانه شناسی) و شناخت گیاهان دارویی به صورت پودر یا خشک شده و نیز قوانین حقوقی به واحدهای درسی رشته گیاهان دارویی، به دانشجویان این امکان را می‌دهد که با جنبه‌های قانونی و ایمنی گیاهان دارویی آشنا شوند.
- انجام آزمون‌های مرتبط برای صدور مجوز برای عطاری‌ها، باید به منظور اطمینان از دانش و مهارت‌های لازم برای فعالیت در این حوزه انجام شود.
- کنترل دوره‌ای و دقیق عطاری‌ها توسط سازمان غذا و دارو باید صورت گیرد تا از رعایت استانداردهای بهداشتی و ایمنی اطمینان حاصل شود.
- نظارت دقیق وزارت بهداشت و یا سازمان غذا و دارو به جای وزارت صمت ضروری است تا اطمینان حاصل شود که تمامی فرآورده‌ها و محصولات در این حوزه تحت نظارت مناسب قرار دارند.



نتیجه گیری کلی

با توجه به قوانین و مقررات موجود، فعالیت عطاری‌ها باید تحت نظارت دقیق قرار گیرد تا از هرگونه سوءاستفاده و تبلیغ فریبنده جلوگیری شود. ممنوعیت فروش فرآورده‌های شیمیایی و دست‌ساز بدون مجوز وزارت بهداشت، به‌ویژه در زمینه درمان بیماری‌ها، نشان‌دهنده اهمیت حفظ سلامت عمومی است و همان‌طوری که قبلاً اشاره شد، عطاری‌ها تنها مجاز به فروش گیاهان خشک و عرقیات معطر دارای سیب سلامت هستند که این امر به حفظ کیفیت و ایمنی محصولات کمک می‌کند؛ بنابراین، رعایت این قوانین نه تنها به حفاظت از مشتریان کمک می‌کند، بلکه به اعتبار و حرفه‌ای‌گری صنعت گیاهان دارویی نیز افزوده می‌شود. در نهایت، آموزش و آگاهی‌بخشی به عطاری‌ها و مشتریان درباره استفاده صحیح از گیاهان دارویی، می‌تواند به بهبود کیفیت خدمات و محصولات ارائه شده در این حوزه منجر شود.

منابع

- سفید کن، ف. (۱۴۰۰). مهمترین چالش‌های گیاهان دارویی در کشور نشریه طبیعت ایران، دوره: ۶، شماره: ۶ ص ۱۳۵.
- خالخیلی، ط، رزاقی، ف و منتی زاده، م (۱۴۰۲). واکاوی چالش‌ها و راهکارهای بازاریابی محصولات گیاهان دارویی از دیدگاه کشاورزان استان مازندران. نشریه مطالعات کارآفرینی و توسعه پایدار کشاورزی، دوره ۱۰، شماره ۳ - شماره پیاپی ۳۰، ص ۱۹-۳۷.
- سعادت، ر. ستاریان، ع. دانشور، ا. امینی، ا. نصراللهی، ف. (۱۴۰۱). بررسی و عرضه و مصرف گیاهان دارویی موجود در عطاری‌های شرق استان گلستان، نشریه تحقیقات گیاهان دارویی و معطر ایران. جلد ۳۸، شماره ۲ ص ۳۲۲-۳۴۴.
- عشایری، ن. عباسیان، ع. جانبخش، س. شیبانی، س. سوداگری، ف. مینایی، ب. (۱۳۹۱). شایعترین گیاهان دارویی خریداری شده از عطاری‌ها در شهر تهران در سال ۱۳۸۷. مجله طب سنتی اسلام و ایران. سال سوم. شماره ۴. ص ۴۷۷-۴۸۲.
- عامری، ف. وهابی، م. خاتون آبادی، س. ا. عندلیبی، ل. (۱۳۹۲). استفاده از گیاهان دارویی در ایران: بررسی و تحلیل امار مصرف کنندگان، شیوه‌های مصرف، منابع تهیه و آگاهی دهنده. مجله طب و تزکیه. دوره ۲۲. شماره ۳. ص ۳۷-۴۲.
- عباسی شایه، ز. بدیعی اول، ش. مجتبوی، س. ج. ولایتی، م. داوری نژاد، ا. باشتی، م. ا. رئیس، ر. (۱۴۰۳). مجله تحقیق و توسعه سلامت. دوره ۲. شماره ۲. ص ۸۷-۹۷.



ارزیابی تناسب اکولوژیک کشت چند گونه گیاه دارویی در حوضه آبریز دریاچه نمک

عباس پورمیدانی

استادیار، بخش تحقیقات جنگلها و مراتع، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان قم، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، قم، ایران.

Email: abbas.pourmeidani@gmail.com

چکیده

این پژوهش با هدف تعیین تناسب اکولوژیک چند گونه دارویی در حوضه آبریز دریاچه انجم شد. پژوهش شامل جمع آوری و بازسازی عناصر اقلیمی (دماهای حداقل و حداکثر)، برآورد سهم کشاورزی از منابع آبی به تفکیک هر دشت، برآورد نیاز آبی گیاه، تعیین بیلان رطوبتی، تهیه لایه تحمل به شوری، تهیه لایه های مطلوبیت و عدم مطلوبیت کشت و در نهایت روی هم گذاری لایه ها و تولید اراضی زراعی مناسب برای کشت این گیاهان بود. نتایج نشان داد، کشت گیاهان دارویی سنبل الطیب، رزماری، رازیانه، نعنا، نعنا فلفلی، کاسنی، گل گاوزبان و به لیمو در سطح دشت های حوضه آبریز دریاچه نمک به دلیل وجود حداقل یک عامل محدودیت با وضعیت های نامطلوب یا نیمه مطلوب روبرو است. کشت گیاهان دارویی زعفران، آویشن، بابونه، گل محمدی، کنگر و شیرین بیان در بیشتر اراضی تحت کشت حوضه آبریز دریاچه نمک مطلوب یا بسیار مطلوب ارزیابی شده است. گیاهان دارویی همچون بادرنجبویه، اسطوخودوس، زرشک و زیره سبز در بخش های اراضی کشاورزی حوضه آبریز دریاچه نمک وضعیت مطلوب یا بسیار مطلوب دارد. در مورد گیاهانی مانند به لیمو، رازیانه، رزماری و کاسنی که عامل محدود کننده اصلی تنش های سرمایی است، کشت گلخانه ای توصیه می شود. تحت شرایط گلخانه ای کشت این گیاهان در بیشتر اراضی از وضعیت نامطلوب به نیمه مطلوب، مطلوب یا بسیار مطلوب شیفیت خواهد داشت.

واژگان کلیدی: پهنه بندی، آستانه اکولوژیک، دریاچه نمک.



۱. مقدمه

در چند دهه در زمینه پهنه بندی و ارائه الگوی کشت مناسب در سطح دشت‌ها و حوضه‌های آبریز، مطالعاتی تاکنون انجام شده که دارای ضعف‌های چندی است. بیشتر این مطالعات دارای مشکل روش‌شناسی بوده و بروز نشده‌اند. هر دو جنبه اکولوژیکی و اقتصادی در توصیه به کشاورز مهم است و صرف پرداختن به یک جنبه راه‌گشا نیست. در این مطالعات بیشتر تاکید بر محصولات زراعی مثل گندم بوده و تاکنون مطالعه جامعی برای گیاهان دارویی انجام نشده است. تخصیص منابع آب به بخش کشاورزی در برنامه ششم با کاهش ۱۱ میلیارد مترمکعبی مواجه است که بدون ارائه کشت‌های جایگزین میسر نیست. موضوع تغییر اقلیم و سناریوهای محتمل آن جایگاهی در روند تصمیم‌گیری نداشته است. روستائیان به شهرها و در نتیجه کاهش توان تولیدی در بخش کشاورزی در سال‌های اخیر شده است (Pourmeidani, 2021).

در این میان سازمان خواربار و کشاورزی ملل متحد^۱ تغییر اقلیم را عامل کاهش شدید امنیت غذایی در دهه ۲۰۵۰ معرفی می‌کند. براساس گزارش‌های این سازمان، بیشترین تهدید کاهش امنیت غذایی متوجه کشورهای در حال توسعه و کشورهای خشک دنیا است (۱). با توجه به اینکه ایران در کمربند گرم و خشک نیمکره شمالی واقع شده است (Taheri reykandeh, et al., 2016). نیاز به توجه هرچه بیشتر به موضوع تغییر اقلیم و تأثیر آن بر امنیت غذایی کشور احساس می‌شود. از این‌رو برای پیشگیری از کاهش بیشتر امنیت غذایی و پیامدهای پس از آن، هر گونه اقدامی در خصوص توسعه کشاورزی و اصلاح الگوی کشت باید در جهت مقابله و سازگاری با آثار سوء تغییر اقلیم صورت گیرد (Pourmeidani, 2021).

در زمینه ارائه الگوی کشت مناسب در سطح دشت‌ها و حوضه‌های آبریز کشور مطالعاتی صورت گرفته است که عمدتاً به کشت گیاهان زراعی و باغی اشاره دارند (Shokati1, 2019). کشور ایران دارای قابلیت‌های گسترده‌ای در زمینه گیاهان دارویی است. با توجه به صرفه اقتصادی بالا و هزینه‌های تولیدی نسبتاً کم، کشت گیاهان دارویی در روستاها با برنامه‌ریزی جامع و مدون می‌توان به افزایش اشتغال در روستاها و جلوگیری از مهاجرت‌های روزافزون به شهرها کمک کند و از تخریب زیستگاه‌های طبیعی و مراعات پیشگیری نماید. در بررسی تناسب اکولوژیکی کشت گیاهان دارویی باید به مسأله شوری به عنوان یک عامل محدودکننده توجه شود. اهمیت این امر در حوضه آبریز دریاچه نمک بیشتر است، چرا که از شمال غرب به سمت جنوب شرق و در نهایت دریاچه نمک، عامل شوری در تناسب اراضی جهت کشت گونه‌های مختلف تأثیر فراوانی دارد.

این حوضه شامل ۳۶ محدوده مطالعاتی است که اکثر قریب به اتفاق آن‌ها به دشت‌هایی با قابلیت کشت ختم می‌شوند. شیب تدریجی این حوضه به سوی شرق است و سه چاله اصلی آن شامل دریاچه نمک، دریاچه حوض سلطان و کویر میغان هستند. حوضه آبریز دریاچه نمک بخشی از استان‌های تهران، البرز، قزوین، زنجان، مرکزی، همدان، اصفهان، سمنان و قم را در بر می‌گیرد (۵) [شکل ۱]. بزرگترین دشت این حوضه، دشت قزوین در شمال حوضه و کوچکترین، لنگرود در جنوب حوضه است (۶). تغییرات شوری یک الگوی افزایشی از شمال غرب به سمت جنوب شرق است. کمترین میزان شوری ۰/۴ و بیشترین میزان آن حدود ۱۵ دسی‌زیمنس بر متر است (Farajnia, et al., 2017).

پورهادیان (۲۰۱۷) استعداد استان مازندران برای کشت دیم گیاه دارویی گل گاوزبان را به کمک عوامل اقلیمی چون بارش، دمای متوسط، دمای حداکثر و دمای حداقل مورد پژوهش قرار داد. نتایج نشان داد ۱۴۸۳۶۸ هکتار از اراضی زراعی این استان دارای استعداد مطلوب، ۳۶۸۲۲۵ هکتار دارای استعداد نسبتاً مناسب و ۲۹۲۰ هکتار دارای استعداد نامناسب برای کشت دیم



گیاه دارویی گل گاوزبان بودند. طبقات ضعیف و نامناسب در شهرستان نور، نوشهر و سوادکوه به دلیل پایین بودن دمای متوسط و دمای حداقل ایجاد شدند (Pourhadian, et al., 2017).

هدف از اجرای این پژوهش تعیین تناسب اکولوژیک کشت پنج گونه دارویی شامل: بابونه (*Matricaria chamomilla* L.)، زیره سبز (*Cuminum cyminum* L.)، گل گاوزبان (*Echium amoenum* Fisch. et Mey)، کنگر فرنگی (*Cynara scolymus* L.) و رازیانه (*Foeniculum vulgare* Miller.) در ۳۶ دشت مهم ایران واقع در حوضه آبریز دریاچه نمک به عنوان یکی از راهبردی ترین حوضه های آبریز کشور است.

۲. مواد و روش ها

در پژوهش حاضر طیف وسیعی از داده ها شامل داده های رقومی حوضه و دشت ها، داده های ۲۲ ایستگاه سینوپتیک، داده های ۱۰۴ ایستگاه هیدرومتری پوشش دهنده حوضه آبریز دریاچه نمک، داده های مصارف آب زیرزمینی شامل چاه، چشمه و قنات، داده های میزان شوری منابع آب به تفکیک دشت، اطلاعات آستانه ای و توصیفی گیاهان دارویی مورد نظر و تصاویر ماهواره Landsat8 استفاده شد برای دستیابی به برآورد دقیقی از میزان حجم منابع آب سطحی به تفکیک هر دشت، حجم دبی متوسط پنج سال (۱۳۸۹-۱۳۹۳) ایستگاه های هیدرومتری محاسبه شد. با توجه به این که برخی از ایستگاه ها روی یک رودخانه مشترک قرار گرفته اند، براساس موقعیت جغرافیایی آن ها و آگاهی اولیه از مشخصات توپوگرافی حوضه آبریز، این ایستگاه ها ادغام شده و ایستگاه با بیشترین دبی به عنوان معرف آن رودخانه در نظر گرفته شد.

داده های نقطه ای میزان شوری برای دستیابی به نقشه رقومی تغییرات شوری منابع آب استفاده شد. وزارت نیرو برای هر منطقه از کشور در هر سال به روش تبیین عدد معرف شوری ارائه داده است (Qureshi, et al.). برای تولید لایه رستری پوشش - دهنده حوضه آبریز دریاچه نمک علاوه بر اطلاعات ۳۶ محدوده موجود در حوضه، اطلاعات شوری ۱۶ محدوده مطالعاتی مربوط به حوضه های همسایه نیز استخراج گردید. مشخصات گیاهشناسی و اکولوژیک گیاهان دارویی مورد بررسی مانند آستانه - های تحمل از مراجع معتبر دریافت شد (Heuze, et al., 2020). برای دستیابی به لایه تنش های گرمایی و سرمایی، در گام نخست براساس میزان تحمل آستانه های دمایی بالا و پایین، درصد فراوانی وقوع تنش های گرمایی و سرمایی از سری زمانی داده های دمای هوا برای همه ایستگاه های سینوپتیک به دست آمد (جدول ۱).

جدول ۱. آستانه های اکولوژیک تحمل گیاهان دارویی

شماره	گیاه	آستانه تنش گرمایی (درجه سلسیوس)	آستانه تنش سرمایی (درجه سلسیوس)	نیاز آبی (مترمکعب بر هکتار)	شوری (دسی زیمنس بر متر)
1	زعفران	30	-18	3000	6
2	آویشن	43	-20	4500	4
3	نعناع	40	-12	7000	3
4	نعناع فلفلی	40	-12	8000	4/5
5	کنگر	41	-20	6000	4
6	زرشک	41	-15	4000	6



7	گاوزبان ایرانی	30	-15	7000	4/5
8	به لیمو	40	-5	6000	3
9	رازیانه	40	-10	5000	5
10	زیره سبز	47	-15	3500	5/5

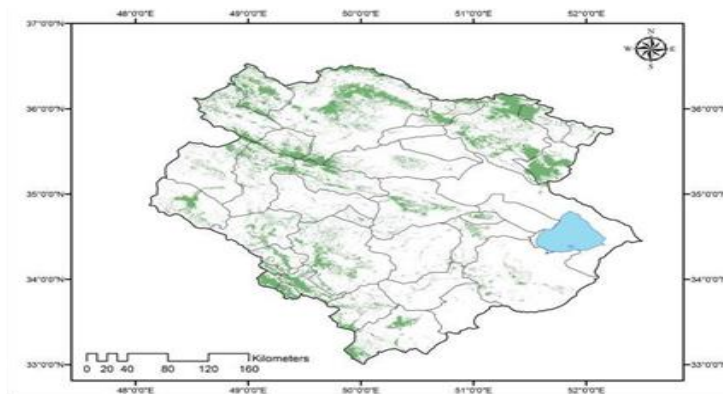
ملاک دامنه سری زمانی در طول سال برای گیاهان یکساله دوره رشد گیاه و برای گیاهان چندساله کل سال بود. مزیت نگاه درصدی به وقوع تنش های گرمایی و سرمایی این است که امکان تولید نقشه های مطلوبیت ایجاد می شود [۱]. اختصاص درجه مطلوبیت بر اساس جدول ۲ مشخص شد.

جدول ۲. درجه بندی مطلوبیت کشت گیاهان دارویی از نظر تنش های گرمایی و سرمایی

دامنه (%)	میزان مطلوبیت	کد مطلوبیت
۰ - ۲۵	بسیار مطلوب	۱
۲۶ - ۵۰	مطلوب	۲
۵۱ - ۷۵	نیمه مطلوب	۳
۷۶ - ۱۰۰	نامطلوب	۴

شبکه نقاط شوری در سطح حوضه آبریز (۵۲ نقطه) تهیه و با کمک روش کریجینگ درون یابی صورت گرفت [۱۵]. فرآیند استخراج روی لایه رستری اصلی صورت گرفت. برای طبقه بندی مجدد، لایه رستری و پلی گون های مطلوبیت برای هر گیاه تولید شد [۱۶].

برای استخراج اراضی زیر کشت در حوضه آبریز دریاچه نمک از تصاویر ماهواره ای LANDSAT8 مربوط به سال های ۲۰۱۶ و ۲۰۱۷ میلادی و فصل سبزینگی استفاده شد (Webster, et al. 2007). برای این منظور از شاخص پوشش گیاهی سنجش از دور NDVI و نرم افزارهای ENVI و ARCMAP استفاده شد. ابتدا تصاویر ماهواره ای LANDSAT8 OLI برای روزهای خاص در فصل رشد (اردیبهشت و خرداد) دانلود و پس از باز کردن تصاویر در محیط ENVI تصحیحات رادیومتریک بر تصاویر اعمال و شاخص NDVI براساس باندهای چهار و پنج محاسبه گردید. سپس طبقه بندی مجدد تصویر شاخص NDVI (مقدار آستانه ۰/۳)، ارسال تصویر طبقه بندی شده به محیط ARCMAP و ... انجام شد. در نهایت با به هم پیوستن پلی گون های مستخرج از تصاویر مختلف، فایل پلی گون اراضی زراعی حوضه آبریز دریاچه نمک تولید شد.



شکل ۱. اراضی تحت کشت حوضه آبریز دریاچه نمک مستخرج از تصاویر ماهواره‌ای

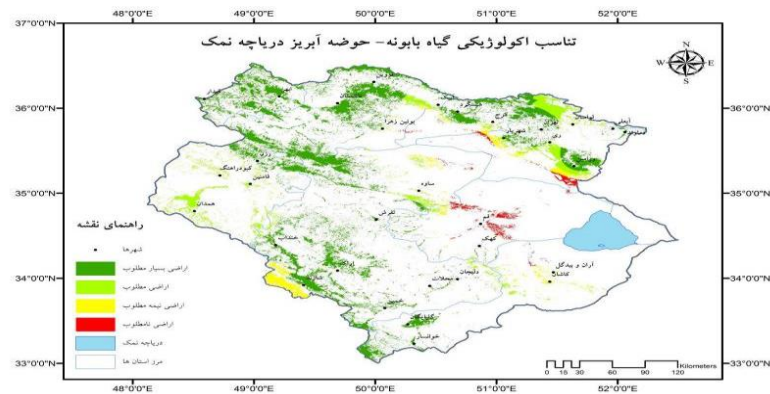
در فرآیند تلفیق ابتدا براساس آستانه تحمل هر گیاه، برای هر عامل محدود کننده چهار سطح مطلوبیت تعیین گردید. سپس یک نقشه وکتوری برای هر گیاه و هر عامل محدود کننده که در آن پلی گون‌هایی با ارزش یک تا چهار داشت، استخراج شد. این فرآیند برای چهار عامل شوری، بیلان آب، دمای کمینه و دمای بیشینه انجام گردید که نتیجه آن چهار نقشه و هریک با چهار پلی گون براساس سطح مطلوبیت بود. پس از آن با روی هم گذاری چهار نقشه اول، نقشه پنجم به دست آمد که هر پلی گون در آن چهار ارزش مربوط به چهار عامل فوق را داشت. مناطق بسیار مطلوب مناطقی است که هر چهار عامل دارای وضعیت بسیار مطلوب بودند. مناطق مطلوب مناطقی هستند که حداقل یک عامل وضعیت مطلوب داشته و سایر عوامل نیز وضعیت نیمه مطلوب و نامطلوب نداشتند. مناطق نیمه مطلوب حداقل یک عامل وضعیت نیمه مطلوب داشته و سایر عوامل وضعیت نامطلوب نداشتند و در نهایت مناطق نامطلوب حداقل در یکی از عوامل وضعیت نامطلوب داشتند.

۳. نتایج

مساحت اراضی زیر کشت در حوضه آبریز دریاچه نمک ۱/۶۳ میلیون هکتار بود که به طور تقریبی یک هفتم مساحت کل حوضه بود. تغییرات شوری از شمال غربی به جنوب شرقی الگوی افزایشی داشت. کمترین میزان شوری نزدیک به ۰/۴ و بیشترین میزان شوری حدود ۱۵ دسی زیمنس بر متر بود.

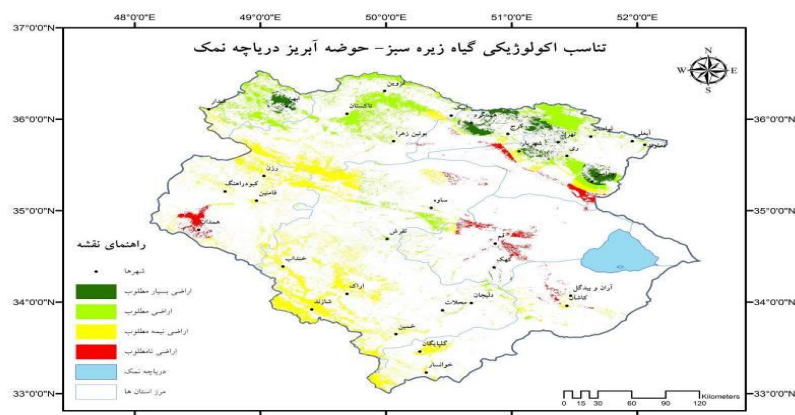
رشد اولیه بابونه کند بوده و رشد و نمو در دمای روزانه بین ۱۹ تا ۲۱ درجه سلسیوس صورت می گیرد. از مرحله تشکیل غنچه تا کامل شدن گل به مقادیر زیادی نور احتیاج دارد. در صورت کشت در خاک شور، ریشه قادر است ۱۰ میلی گرم نمک در هر گرم ریشه ذخیره نماید. متحمل به سرما ولی حساس به سرمازدگی بهاره و کم و بیش به کم آبی مقاوم است ولی در مواقعی که هوا برای مدتی خشک و بارندگی کافی نباشد، باید به آبیاری گیاهان اقدام نمود.

این گیاه در برخی دشت‌ها از جمله دشت شریف آباد، اراضی شمالی دشت قم-کهنک، اراضی شرقی دشت ساوه، اراضی جنوبی دشت ورامین، اراضی شمالی دشت کاشان و اراضی جنوب غربی دشت تهران-کرج به دلیل شوری اراضی، کشت با محدودیت روبرو است. با این وجود در سایر دشت‌ها، وضعیت اکولوژیکی کشت بابونه مطلوب و در برخی دشت‌ها نیز بسیار مطلوب است (شکل ۲).



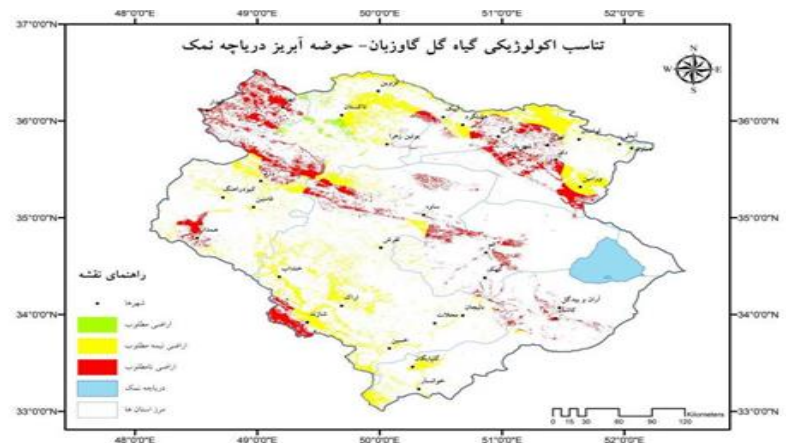
شکل ۲. تناسب اکولوژیک کشت بابونه (*Matricaria chamomilla*)

زیره سبز از نظر دماهای بالا با محدودیت روبرو نیست، ولی در اراضی جنوب شرقی حوضه آبریز دریاچه نمک به دلیل شوری و در اراضی غربی و جنوب غربی به دلیل تنش های سرمایی، تناسب اکولوژیک کشت زیره سبز با وضعیت نیمه مطلوب یا نامطلوب است. در نیمه شمالی این حوضه آبریز به خصوص در دشت های هشتگرد، ابهر و ورامین کشت زیره سبز وضعیت مطلوب و بسیار مطلوب دارد (شکل ۳).



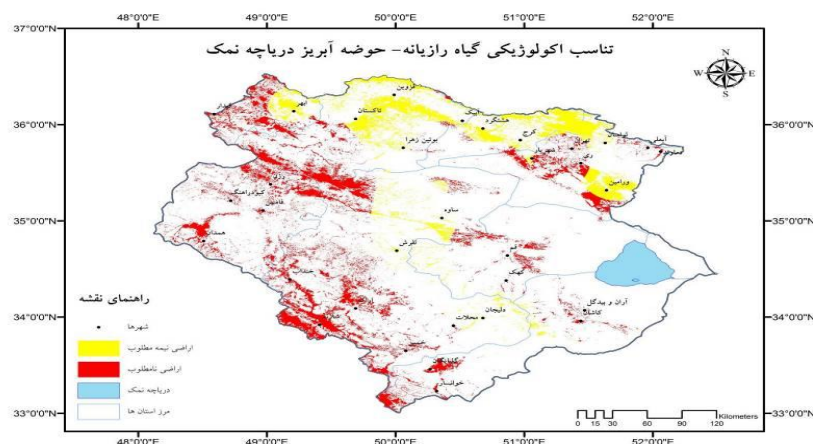
شکل ۳. تناسب اکولوژیک کشت زیره سبز (*Cuminum cyminum*)

دامنه تحمل تغییرات دمایی گل گاوزبان (۱۵-) تا ۳۲ درجه سلسیوس است. خاک سبک برای کشت آن مناسب است. تاریخ کاشت بذر در پاییز (اگر منطقه زمستان خیلی سردی نداشته باشد) و یا بهار (اواخر اسفند تا خرداد) است. گلدهی در خرداد و تیر صورت می گیرد. اقلیم معتدل کوهستانی و معتدل خزری برای رشد و تولید اقتصادی آن مناسب است. اندام اقتصادی آن گل بوده و از سال دوم گل می دهد. تقریباً ۸-۷ سال رشد و نمو کرده و تولید آن می تواند ادامه یابد (Alizadeh, et al., 2003). براساس عامل دمای بالا و همچنین عامل شوری در دشت های شرقی و جنوبی حوضه آبریز دریاچه نمک با محدودیت روبرو است. همچنین در دشت های غربی و شمال غربی این حوضه آبریز عمدتاً عامل سرما و بیلان آبی باعث محدودیت کشت این گونه دارویی می شود. براساس مطالعه انجام شده کشت این گونه دارویی تنها در اراضی کشاورزی غربی دشت قزوین و همچنین اراضی شرقی دشت دماوند وضعیت مطلوب برای کشت دارد (شکل ۴).



شکل ۴. تناسب اکولوژیکی کشت گل گاوزبان (*Echinium amoenum*)

تاریخ کاشت بذر رازیانه اواخر زمستان، اوایل بهار و یا فصل پاییز (آبان) است. تاریخ برداشت شهریور ماه است. خاک آهکی، قابل نفوذ و فاقد رطوبت زیاد، بافت لوم رسی با مواد غذایی و ترکیبات هموموسی کافی با اسیدیته ۴/۸ تا ۸ مناسب رشد آن است. نیاز آبی ۷۰۰۰ مترمکعب بر هکتار است (Fooladi, et al., 2013). طبق بررسی‌های انجام شده، کشت گیاه رازیانه در دشت‌های غربی حوضه آبریز دریایچه نمک، عمدتاً با وضعیت نامطلوب و در دشت‌های مرکزی عمدتاً با وضعیت نیمه‌مطلوب روبرو است (شکل ۶).



شکل ۶. تناسب اکولوژیکی کشت رازیانه (*Foeniculum vulgare*)

۴. بحث و نتیجه‌گیری

زیره سبز تنها در نیمه شمالی حوضه آبریز کشت آن وضعیت مطلوب و بسیار مطلوب دارد. گاوزبان ایرانی تنها در اراضی کشاورزی دشت‌های قزوین و دماوند وضعیت مطلوب برای کشت دارد. دشت گلپایگان تنها دشتی است که در اراضی آن وضعیت کشت کنگر فرنگی بسیار مطلوب بود. کشت رازیانه در دشت‌های مرکزی حوضه آبریز دریایچه نمک، عمدتاً با وضعیت نیمه‌مطلوب روبرو بود. در دشت‌هایی مانند آوج، آستانه، لنگرود و نهرمیان به دلیل بالا بودن قابل توجه نسبت مساحت اراضی زیرکشت به مساحت محدوده مطالعاتی، سهم هر هکتار از منابع آبی بسیار محدود است. در این دشت‌ها عمدتاً عامل بیلان آبی



یک عامل محدود کننده است که وضعیت نامطلوب را رقم می زند.

انتظار می رود با استفاده از نتایج این پژوهش و در راستای مدیریت صحیح منابع آب، در آینده چشم اندازی درست بر وضعیت منابع آب این حوضه پیش روی مدیران منابع آب قرار گیرد. این تحقیق با نگاهی جامع، عوامل مؤثر در انتخاب و توسعه کشت یک گونه گیاه دارویی نظیر عوامل اقلیمی، وضعیت منابع آب، تأثیر شوری را در کنار یکدیگر و براساس آستانه های تحمل هر گیاه در نظر گرفته و با توجه به این که نقشه های خروجی دارای مقیاس مناسبی هستند، می تواند به خوبی توسط کشاورزان و کارشناسان مورد استفاده قرار گیرد. بنابراین با اجرای برنامه های ترویجی و آموزشی می توان نسبت به توسعه کشت گیاهان دارویی در مناطق مستعد و مناسب اقدام نمود.

منابع

- Alizadeh, A. 2003. Principles of Applied Hydrology, Imam Reza University Press, 812 p.
- Farajnia A, Moravej K. Agro climatic zoning of Saffron culture in East-Azarbayjan province. Journal of Saffron Research. 2020; 7 (2): 251-267 (In persian).
- Fooladi Toroghi A, Hosseini Mazinani M. 2013. Investigating the possibility of Saffron growth and development (*Crocus sativus* L.) in Shar-E Rey climatic condition. Plant and Ecosystem. 2013; 9 (35-1): 79-90.
- Heuze V, Tran G. 2019. Ecocrop. FAO, Rome, Italy. available from: <http://ecocrop.fao.org/ecocrop/srv/en/home> [accessed 18 December 2020].
- Pourhadian H. 2017. Climatic zonation of rainfed cultivation of borage in Mazandaran province. The 1st National Conference of The role of medicinal plants in Resistive economy. Fereydhunshahr, (27, 28 April 2017). P.: 1-8 (In persian).
- Pourmeidani A, Tavakoli Neko H, Ghamghami M. Zoning the plains of Salt Lake catchment for cultivation of four medicinal plant species based on climatic and hydrological indicators. Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants Research. 2021; 37 (1): 162-177 (In persian).
- Qureshi AS, Qadir M, Heydari N, Turrall H, Javadi A. A review of management strategies for salt-prone land and water resources in Iran. Colombo, Sri Lanka: International water management Institute; 2007.
- Rezaei A, Pirnazar M, Yazdani H. Investigation of water border changes in Qom Salt Lake with the help of satellite images and remote sensing techniques. The 1st Conference on the salt lake crisis and the dust phenomenon in the central basin of Iran. Qom, (26-27 April 2017). p. 1-9 (In persian).
- Shokati B, Asgharipour MR, Feizizadeh B. 2019. Agroecological zoning for cultivation of Cumin (*Cuminum cyminum*) in East-Azerbaijan province, using analytic hierarchy process approach. Plant Ecophysiology. 2019; 10 (35): 102-116 (In persian).
- Taheri reykandeh, E., Salami, H., and Yazdani, S. (2016) Investigation the Relationship between Food Self-Sufficiency and Water Security in Iran, Thesis Master of Science. Faculty of Agricultural Economics and Development, University of Tehran
- Webster, R. and Oliver, M.A. (2007). Geostatistics for environmental scientists, 2nd Ed., Wiley, West Sussex, England, pp 295.



ظهور فناوری نوین در تولید محصولات سلامت محور بر پایه مواد گیاهی

فائزه کاشانیان^{۳،۱*}، طیبه مومنی^{۳،۲}

^۱ گروه نانوبیوتکنولوژی، دانشکده علوم و فنون نوین دانشگاه تهران، تهران، ایران (faezehkashanian1@gmail.com)

^۲ گروه شیمی، دانشکده علوم پایه، دانشگاه صنعتی قم، قم.

^۳ شرکت دانش بنیان ایستا صنعت وطن، قم.

چکیده

با پیشرفت علم و فناوری، صنعت تولید محصولات سلامت محور با منشاء گیاهی دستخوش تحولات چشمگیری شده است. افزایش آگاهی عمومی نسبت به مزایای استفاده از مواد طبیعی و کاهش مصرف ترکیبات شیمیایی مضر، تقاضا برای این محصولات را در حوزه های مختلفی مانند داروسازی، صنایع غذایی، مکمل های تغذیه ای و آرایشی و بهداشتی به طور چشمگیری افزایش داده است. فناوری های نوینی مانند زیست فناوری، مهندسی ژنتیک، نانوفناوری، کشاورزی هوشمند و هوش مصنوعی نقش بسزایی در بهبود کیفیت، افزایش بهره وری، اثرگذاری دقیق، پایداری و ماندگاری این محصولات داشته اند. زیست فناوری امکان تولید ترکیبات فعال زیستی با خلوص و کارایی بالاتر را فراهم کرده است، در حالی که نانوفناوری باعث بهبود جذب، افزایش پایداری و بهینه سازی عملکرد مواد مؤثره در بدن شده است. مهندسی ژنتیک نیز امکان تولید گیاهان مقاوم تر با ترکیبات دارویی و تغذیه ای بهینه شده را فراهم آورده است. علاوه بر این، جایگزینی ترکیبات شیمیایی با مواد گیاهی، تولید داروها و مکمل های گیاهی و استفاده از بسته بندی پایدار و زیست تجزیه پذیر از دیگر تحولات مهم در این صنعت است. کشاورزی هوشمند با استفاده از حسگرهای پیشرفته، پهپادها، تحلیل داده های اقلیمی و مدیریت بهینه منابع آبی، تولید مواد اولیه گیاهی را کارآمدتر، پایدارتر و سریع تر کرده است. هوش مصنوعی و یادگیری ماشین نیز در زمینه بهینه سازی فرآیندهای تولید، تجزیه و تحلیل داده های آزمایشگاهی و پیش بینی نیازهای بازار نقش مهمی ایفا می کنند. در مجموع، ترکیب دانش سنتی در استفاده از گیاهان دارویی با فناوری های پیشرفته امروزی، افق های جدیدی را در تولید محصولات سلامت محور گشوده است. این تحولات نه تنها منجر به افزایش کیفیت و ایمنی محصولات شده، بلکه امکان شخصی سازی و بهینه سازی اثرگذاری آن ها را بر اساس نیازهای خاص هر فرد فراهم کرده است.

واژگان کلیدی: ترکیبات گیاهی، فناوری های زیستی، کشاورزی هوشمند، هوش مصنوعی، نانو فناوری.



۱. مقدمه

با پیشرفت علم و فناوری، سبک زندگی انسان‌ها دستخوش تغییرات اساسی شده است. توسعه فناوری‌های نوین نه تنها باعث تسهیل بسیاری از فعالیت‌های روزمره شده، بلکه بر نگرش و الگوهای مصرفی افراد نیز تأثیر چشمگیری گذاشته است. در این میان، یکی از حوزه‌هایی که به طور مستقیم تحت تأثیر این تحولات قرار گرفته، صنعت تولید محصولات سلامت‌محور با منشاء گیاهی است. این محصولات که از گیاهان دارویی، عصاره‌های طبیعی و ترکیبات زیستی به دست می‌آیند، به دلیل خواص درمانی، تغذیه‌ای و مراقبتی خود، همواره مورد توجه بوده‌اند (Schaart et al., 2016).

امروزه، با افزایش آگاهی عمومی نسبت به مزایای استفاده از مواد طبیعی و کاهش مصرف ترکیبات شیمیایی مضر، تقاضا برای محصولات سلامت‌محور گیاهی در بخش‌های مختلفی همچون داروسازی، صنایع غذایی، آرایشی و بهداشتی، و حتی حوزه‌های ورزشی و مکمل‌های تغذیه‌ای به طور چشمگیری افزایش یافته است. مصرف‌کنندگان امروزی بیش از گذشته به ترکیبات تشکیل‌دهنده محصولات مورد استفاده خود توجه می‌کنند و ترجیح می‌دهند از گزینه‌هایی استفاده کنند که دارای حداقل مواد افزودنی و اثرات جانبی باشند. این روند، تولیدکنندگان را به سمت نوآوری در فرمولاسیون محصولات، بهره‌گیری از تکنولوژی‌های پیشرفته و استفاده از منابع پایدار سوق داده است (Galanakis, 2013).

از سوی دیگر، پیشرفت فناوری‌های نوینی مانند زیست‌فناوری، مهندسی ژنتیک، نانوفناوری، کشاورزی هوشمند و هوش مصنوعی تأثیر بسزایی در بهبود کیفیت، افزایش بهره‌وری، پایداری و ماندگاری این محصولات داشته است. زیست‌فناوری امکان تولید ترکیبات فعال زیستی با خلوص و کارایی بالاتر را فراهم کرده است، درحالی‌که نانوفناوری باعث بهبود جذب، افزایش پایداری و بهینه‌سازی عملکرد مواد مؤثره در بدن شده است. هوش مصنوعی و یادگیری ماشین نیز در زمینه بهینه‌سازی فرآیندهای تولید، تجزیه و تحلیل داده‌های آزمایشگاهی و پیش‌بینی نیازهای بازار نقش مهمی ایفا می‌کنند (Stočes et al., 2016).

علاوه بر این، کشاورزی هوشمند با استفاده از حسگرهای پیشرفته، پهپادها، تحلیل داده‌های اقلیمی و مدیریت بهینه منابع آبی، تولید مواد اولیه گیاهی را کارآمدتر و پایدارتر کرده است. این فناوری‌ها به کاهش هزینه‌های تولید، افزایش بازدهی محصولات کشاورزی و کاهش اثرات زیست‌محیطی کمک می‌کنند. مهندسی ژنتیک نیز امکان تولید گیاهان مقاوم‌تر با ترکیبات دارویی و تغذیه‌ای بهینه‌شده را فراهم آورده است، که می‌تواند بر روند توسعه محصولات سلامت‌محور اثرات عمیقی بگذارد (Lipper et al., 2014).

در مجموع، ترکیب دانش سنتی در استفاده از گیاهان دارویی با فناوری‌های پیشرفته امروزی، افق‌های جدیدی را در تولید محصولات سلامت‌محور گشوده است. این تحولات نه تنها منجر به افزایش کیفیت و ایمنی محصولات شده، بلکه امکان شخصی‌سازی و بهینه‌سازی اثرگذاری آن‌ها را بر اساس نیازهای خاص هر فرد فراهم کرده است. در ادامه این پژوهش، جنبه‌های مختلف این فناوری‌ها و تأثیر آن‌ها بر صنعت محصولات سلامت‌محور با منشاء گیاهی مورد بررسی قرار خواهد گرفت. در سال‌های اخیر، توجه به محصولات سلامت‌محور که بر پایه مواد گیاهی تولید می‌شوند، به دلیل افزایش آگاهی عمومی درباره



سلامت و محیط زیست، به شدت افزایش یافته است. این روند ناشی از پیشرفت‌های فناوری و تمایل مصرف‌کنندگان به استفاده از محصولات طبیعی و پایدار است. در ادامه، نقش فناوری‌های نوین در توسعه این محصولات بررسی خواهد شد.

۲. مواد و روش‌ها

هدف از این مطالعه، بررسی نقش فناوری‌های نوین در توسعه محصولات سلامت‌محور گیاهی است. برای جمع‌آوری اطلاعات، از منابع علمی معتبر شامل مقالات پژوهشی، کتب، گزارش‌های علمی و پایگاه‌های داده‌ای نظیر PubMed, Scopus, Google Scholar و Web of Science, ScienceDirect استفاده شده است.

۳. بحث و نتایج

۳-۱. فناوری‌های زیستی و نانوفناوری در تولید محصولات سلامت‌محور

زیست فناوری مجموعه‌ای از فنون و روش‌ها که در آن از موجودات زنده یا بخشی از آن‌ها در فرایندهای تولید، تغییر و بهینه‌سازی و یا به منظور استفاده‌های ویژه از گیاهان و جانوران به کار می‌رود (علیرضا & سیامک، ۲۰۰۷). یکی از پیشرفت‌های مهم در این حوزه، استفاده از فناوری‌های زیستی و نانوفناوری در استخراج و بهبود خواص ترکیبات گیاهی است. این فناوری‌ها امکان افزایش بهره‌وری مواد گیاهی، بهبود جذب ترکیبات مفید توسط بدن و کاهش اثرات جانبی را فراهم می‌کنند. به عنوان مثال، استفاده از نانو کپسول‌ها در محصولات گیاهی می‌تواند باعث افزایش پایداری و اثربخشی مواد مغذی شود.

فناوری‌های زیستی و نانوفناوری در تولید محصولات سلامت‌محور نقش بسیار مهمی در بهبود کیفیت، ایمنی و اثربخشی این محصولات دارند. در سال‌های اخیر، این فناوری‌ها توانسته‌اند تحولات چشمگیری در استخراج، فرمولاسیون و تحویل ترکیبات گیاهی ایجاد کنند.

۳-۱-۱- استفاده از نانوفناوری در بهبود خواص ترکیبات گیاهی

نانوفناوری با ویژگی‌های منحصر به فرد خود، تحولی چشمگیر در بهبود کارایی ترکیبات فعال گیاهی ایجاد کرده است. این فناوری موجب افزایش پایداری ترکیبات گیاهی در برابر نور، گرما، رطوبت و اکسیداسیون می‌شود و از تجزیه آن‌ها جلوگیری می‌کند. علاوه بر این، با بهبود زیست‌دسترسی، باعث افزایش حلالیت، نفوذپذیری و کنترل رهایش ترکیبات در بدن شده و در نتیجه، اثرگذاری آن‌ها را افزایش می‌دهد. کاهش دوز مورد نیاز و عوارض جانبی نیز از دیگر مزایای نانوفناوری است که به کاهش هزینه‌ها و ایمنی بیشتر مصرف‌کنندگان کمک می‌کند. این فناوری در صنایع مختلف از جمله دارویی، غذایی، آرایشی-بهداشتی و کشاورزی کاربرد گسترده‌ای دارد و موجب بهینه‌سازی فرمولاسیون مکمل‌های گیاهی، افزایش ماندگاری مواد مؤثر، بهبود جذب ترکیبات در پوست و تولید نانو کودها و نانو آفت‌کش‌های مؤثرتر می‌شود. در مجموع، نانوفناوری رویکردی نوین و کارآمد برای افزایش بهره‌وری و اثربخشی ترکیبات گیاهی در حوزه‌های مختلف ارائه می‌دهد (Zorzi et al., 2015).



۳-۱-۲- کاربرد فناوری های زیستی در استخراج و بهینه سازی ترکیبات گیاهی

استخراج زیستی پیشرفته با بهره گیری از آنزیم ها و میکروارگانیسم ها به افزایش بازده استخراج ترکیبات گیاهی و کاهش مصرف حلال های شیمیایی مضر کمک می کند. همچنین، تخمیر زیستی نقش مهمی در تولید ترکیبات فعال خاص مانند پلی فنول ها و فلاونوئیدها دارد که به دلیل خواص آنتی اکسیدانی و ضد التهابی خود در صنایع دارویی و غذایی مورد توجه قرار گرفته اند. علاوه بر این، مهندسی ژنتیک امکان تولید گیاهانی با محتوای بالاتر از ترکیبات مفید را فراهم می سازد، که این امر می تواند کارایی و کیفیت فرآورده های گیاهی را بهبود بخشد (Puri, 2017). برای مثال با استفاده از تکنولوژی زیست فناوری می توان گیاهان ترانس ژنیک سازگار با شرایط محیطی ویژه ای را تولید کرد. با استفاده از زیست فناوری مدرن می توان یک یا دو ژن را به وارته ها، جهت ایجاد یک خصوصیت جدید به منظور افزایش بازده آن ها منتقل کرد. مقاومت در برابر تنش های محیطی از مهم ترین اهداف زیست فناوری (بیوتکنولوژیست ها) است. گیاهان ژن های دارند که آن ها را قادر می سازد در برابر تنش های زنده و غیرزنده مقاومت کنند. برای مثال، شوری و خشکی دو عامل محدود کننده بسیار مهم در محصولات کشاورزی می باشند. زیست فناوری به دنبال گیاهان مقاوم در برابر این نوع تنش ها می باشند تا بتوانند با کشف و انتقال ژن های این گیاهان به سایر گیاهان در آن ها مقاومت ایجاد کنند. افزایش کیفیت محصولات و ایجاد خوراکی های دارویی از کاربردهای دیگر این علم است. پروتئین در غذاها باعث افزایش کیفیت آن می شود. با انتقال پروتئین های حبوبات و غلات و ایجاد اسید آمینه ها می توان رژیم غذایی مناسبی برای انسان ها تولید نمود. کاهش استفاده از علفکش ها و سایر مواد شیمیایی از دیگر کاربردهای این علم است. بیشتر کاربردهای تجاری زیست فناوری در کشاورزی برای کاهش استفاده کشاورزان از مواد شیمیایی است. (علیرضا & سیامک، ۲۰۰۷)

۳-۱-۳- نمونه های کاربردی

نانوکپسوله کردن ویتامین ها، مواد معدنی و ترکیبات گیاهی مانند کورکومین از زردچوبه در مکمل های غذایی باعث افزایش جذب و اثربخشی سریع تر آن ها می شود. در حوزه داروهای گیاهی، استفاده از نانولیپوزوم ها و نانوامولسیون ها نه تنها به بهبود ماندگاری بلکه به افزایش کارایی و تحویل مؤثر ترکیبات دارویی کمک می کند. همچنین، فناوری های زیستی و نانوفناوری در محصولات آرایشی و بهداشتی، از جمله کرم های ضد چروک، ضد آفتاب و محصولات مراقبت از پوست، به کار گرفته می شوند تا جذب ترکیبات مفید را افزایش داده و اثرگذاری آن ها را بهبود بخشند (Puri, 2017).

لازم به ذکر است که یک ماده موثر گیاهی در ابعاد نانو در بازه زمانی بسیار کوتاه تری نسبت به ماده اصلی نقش اثرگذاری درمانی خود را ایفا می کند. استفاده از فناوری های زیستی و نانوفناوری در تولید محصولات سلامت محور، نه تنها کیفیت و کارایی این محصولات را افزایش می دهد، بلکه امکان بهره وری بهتر از منابع گیاهی و کاهش اثرات جانبی را فراهم می کند. این فناوری ها در آینده نقش پررنگ تری در صنعت سلامت خواهند داشت و می توانند به توسعه محصولات نوآورانه و مؤثرتر منجر شوند.

۳-۲- کشاورزی هوشمند و پایدار

کشاورزی هوشمند که به انقلاب سبز سوم شهرت یافت، مفهومی جدید است و به مجموعه روش های مدیریت کشاورزی اشاره دارد که برای افزایش کمیت و کیفیت محصولات و خدمات کشاورزی، افزایش کارایی و کاهش مصرف



منابع، از فناوری های اطلاعاتی و ارتباطی نوین استفاده می نماید. در هوشمندسازی کشاورزی، برای مدیریت آسان تر و کارآمدتر نهاده ها، از داده و توانمندی ها و امکانات فناورانه استفاده می گردد (et al., 2021).

توسعه کشاورزی هوشمند به کمک اینترنت اشیا (IoT)، هوش مصنوعی (AI) و داده کاوی باعث بهینه سازی تولید مواد اولیه گیاهی شده است. این فناوری ها امکان نظارت بر رشد گیاهان، کنترل دقیق میزان آب و مواد مغذی و کاهش مصرف سموم شیمیایی را فراهم می کنند. نتیجه این فرایند، تولید مواد گیاهی با کیفیت بالاتر و کمترین تأثیر بر محیط زیست است (Bach & Mauser, 2018).

کاهش انواع هزینه ها، مدیریت مصرف منابع محدود و حفاظت از محیط زیست، حاصل استفاده گسترده از فناوری های مرتبط با هوشمندسازی در بخش کشاورزی است. (et al., 2021).

۳-۲-۱- نقش اینترنت اشیا (IoT) در کشاورزی هوشمند

اینترنت اشیا با شبکه ای از حسگرها و دستگاه های هوشمند، امکان جمع آوری اطلاعات محیطی و کنترل از راه دور را فراهم می کند و در کشاورزی هوشمند کاربردهای متعددی دارد. حسگرهای رطوبت و مواد مغذی خاک با مانیتورینگ شرایط خاک و گیاه، نیازهای آبی و تغذیه ای را در زمان واقعی مشخص می کنند. سیستم های آبیاری هوشمند نیز با تجزیه و تحلیل این داده ها، میزان دقیق آب مورد نیاز را تعیین کرده و از هدررفت آن جلوگیری می کنند. در گلخانه های هوشمند، اینترنت اشیا امکان کنترل دقیق دما، رطوبت، میزان نور و دی اکسید کربن را برای ایجاد شرایط رشد ایده آل فراهم می کند. علاوه بر این، حسگرها و دوربین های هوشمند با پایش آفات و بیماری ها، نشانه های اولیه را شناسایی کرده و اقدامات پیشگیرانه را به موقع اجرا می کنند (Ayaz et al., 2019).

به طور مثال اینترنت اشیا می تواند بر ارتقای کیفیت و کاهش ضایعات محصولات کشاورزی تأثیر زیادی داشته باشد. برای ردیابی دقیق رطوبت خاک در بخش های مختلف مزرعه، می توان از حسگرهای رطوبت استفاده کرد. کشاورزان با استفاده از این ابزارها می توانند برای اختصاص آب به بخش های مختلف مزرعه، هوشمندانه تصمیم گیری کنند. در نتیجه، میزان مصرف آب در بلندمدت کاهش می یابد.

۳-۲-۲- نقش هوش مصنوعی (AI) و داده کاوی در کشاورزی هوشمند

هوش مصنوعی و داده کاوی در کنار اینترنت اشیا به کشاورزان کمک می کنند تا با تحلیل داده ها، تصمیم گیری های بهتری داشته باشند. یکی از کاربردهای مهم این فناوری ها، پیش بینی وضعیت آب و هوا از طریق الگوریتم های یادگیری ماشین است که با تجزیه و تحلیل داده های هواشناسی، تغییرات جوی را پیش بینی کرده و امکان برنامه ریزی دقیق تر را فراهم می کند. همچنین، هوش مصنوعی می تواند با تحلیل داده های خاک و گیاه، میزان دقیق کود و سموم مورد نیاز را تعیین کرده و از مصرف بی رویه مواد شیمیایی جلوگیری کند. در زمینه پایش سلامت گیاهان، سیستم های مبتنی بر هوش مصنوعی تصاویر گیاهان را پردازش کرده و علائم بیماری ها یا حمله آفات را شناسایی می کنند، که این امر نیاز به استفاده گسترده از سموم شیمیایی را کاهش می دهد.



علاوه بر این، ربات های کشاورزی و ماشین آلات هوشمند با خود کارسازی عملیات کاشت، داشت و برداشت، دقت و بهره وری را افزایش داده و وابستگی به نیروی انسانی را کاهش می دهند (Shaikh et al., 2022).

۳-۲-۳- مزایای کشاورزی هوشمند و پایدار

استفاده از فناوری های دیجیتال در کشاورزی هوشمند باعث افزایش بهره وری از طریق تولید محصولات بیشتر در واحد سطح و کاهش هدررفت منابع می شود. سیستم های آبیاری و تغذیه هوشمند نیز با بهینه سازی مصرف، از هدررفت آب جلوگیری کرده و مصرف انرژی را کاهش می دهند. علاوه بر این، مدیریت دقیق و بهینه سازی مصرف کودها و سموم باعث کاهش استفاده از مواد شیمیایی، کاهش آلودگی های زیست محیطی و تولید محصولات سالم تر می شود. در نهایت، این رویکرد به توسعه کشاورزی پایدار کمک کرده و با کاهش اثرات منفی بر محیط زیست و حفظ تنوع زیستی، تعادل اکوسیستم را حفظ می کند. هوشمندسازی راه حلی است برای استفاده همگانی افراد غیرمتخصص از ابزارهای پیچیده. به عبارت دیگر، ابزارهای هوشمند در مرحله استفاده به تخصص کمتری نیاز دارند. کاهش محدودیت های فنی و مالی در فناوری های هوشمند، استفاده از آن ها در فرایندهای مختلف کشاورزی را افزایش داده است. این روند باعث شده است تا ابزارهای هوشمند در کاهش مصرف منابع و افزایش کارایی به نسبت سایر فناوری ها نقشی بسزایی داشته باشد. به همین دلیل، کشاورزی هوشمند می تواند در جلوگیری از هدررفت انواع منابع و کاهش امنیت غذایی نقش مهمی داشته باشد. دقیق بودن یکی دیگر از مزایای هوشمندسازی است. دراصل، سامانه هوشمند با کاهش خطاهای انسانی، بازده تولید و استفاده از سایر منابع را افزایش می دهند. فناوری های هوشمند با انجام خودکار فعالیت ها می توانند در زمان و کار مورد نیاز صرفه جویی کنند (et al., 2021).

در همین راستا استفاده از ماشین آلات هوشمند نیز می تواند نقش مهمی در هوشمندسازی کشاورزی و بهینه سازی تولید محصول داشته باشد. ماشین های هوشمند را باید همان ماشین های ساده یا خودکاری تلقی کرد که بعضی از توانایی های مغز انسان را نیز شبیه سازی می کنند. به طور مثال، همزمان با برداشت محصول می توانند تعداد، وزن، رنگ، اندازه و برخی دیگر از ویژگی های محصول را محاسبه و اعلام کنند. ساده ترین ابزارهای هوشمند کشاورزی، حسگرهای رطوبت و خاک هستند. ماشین های هوشمند پیشرفته تر می توانند از راه دور سطح زیر کشت، میزان برداشت و حتی آفات و بیماری ها را شناسایی و اعلام کنند. علاوه بر اقدامات اشاره شده، پهپادها می توانند در سمپاشی، حمل و نقل و بسیاری از فعالیت های دیگر کشاورزی نیز به کشاورزان کمک کنند و نیز داده های جزئی و کلی مرتبط با فعالیت ها را ثبت و انتقال داده، پردازش کنند و حتی تصمیم بگیرند. این ویژگی، یعنی تولید و پردازش خودکار داده ها است که آن ها را هوشمند می سازد. به عبارت دیگر، در همه این موارد، سطوح خودکار سازی و یکپارچه سازی یا ترکیب اقدامات و کارکردها در فرایندهای مختلف کشاورزی است که این ابزارها را از یکدیگر متمایز می کنند (et al., 2021).

با انواع حسگرهای هوشمند خاک می توان متغیرهایی مانند رطوبت، درجه حرارت خاک، کیفیت خاک، میزان کود و سایر املاح مورد نیاز را اندازه گرفت. با انواع حسگرهای هوا نیز می توان دما را اندازه گیری کرد و شرایط جوی را پیش بینی کرد. حسگرهای آب میزان رطوبت، pH، شوری، املاح و دیگر مشخصه های آن را محاسبه می کنند. در همه موارد فوق می توان داده ها را در هم ادغام یا مرتبط کرد و با پردازش آن ها و به طور خودکار، دستگاه های دیگری را برای آبیاری، کودپاشی، سمپاشی و غیره فعال نمود.



به طور خلاصه هوشمندسازی، انجام فعالیت‌ها با استفاده از ماشین‌های خودکار، با دقت و سرعت مناسب و با کمترین هزینه می‌باشد. به عبارت دیگر، ابزارهای هوشمند با جمع‌آوری داده‌های دقیق و به‌روز برای پایش وضعیت گیاه و محیط، می‌توانند با حداقل هزینه تصمیم‌گیری کنند و یا برای تصمیم‌گیری و مداخله عوامل انسانی داده‌های مورد نیاز را فراهم آورند (et al., 2021).

۳-۲-۴- نمونه‌های عملی در جهان

• **هلند:** هلند یکی از پیشروترین کشورهای جهان در زمینه کشاورزی هوشمند است و با بهره‌گیری از فناوری‌هایی مانند اینترنت اشیا (IoT)، هوش مصنوعی (AI) و رباتیک توانسته تولیدات کشاورزی را بهینه‌سازی کند. گلخانه‌های هوشمند در این کشور با استفاده از سیستم‌های خودکار کنترل دما، رطوبت و نور، شرایط ایده‌آل برای رشد گیاهان را فراهم می‌کنند و با استفاده از آبیاری دقیق و هیدروپونیک، مصرف آب را تا ۹۰٪ کاهش داده‌اند. همچنین، پهپادها و حسگرهای هوشمند به طور مداوم وضعیت خاک و گیاهان را بررسی کرده و هوش مصنوعی میزان بهینه کود و آفت‌کش‌ها را تعیین می‌کند، که این امر هم کیفیت محصولات را افزایش داده و هم از آلودگی‌های زیست‌محیطی جلوگیری می‌کند. این نوآوری‌ها باعث شده‌اند که هلند، با وجود مساحت کوچک، یکی از بزرگ‌ترین صادرکنندگان محصولات کشاورزی در جهان باشد.

• **ایالات متحده:** ربات‌های کشاورزی در مزارع این کشور برای برداشت محصولات و کنترل علف‌های هرز به کار گرفته می‌شوند. ایالات متحده یکی از پیشگامان در به‌کارگیری ربات‌های کشاورزی برای افزایش بهره‌وری و کاهش هزینه‌های نیروی کار است. در مزارع این کشور، ربات‌های برداشت‌کننده به‌طور خودکار محصولات را با دقت بالا جمع‌آوری می‌کنند، که این فناوری به‌ویژه در برداشت محصولاتی مانند توت‌فرنگی، سیب و گوجه‌فرنگی بسیار کاربردی است. علاوه بر این، ربات‌های هوشمند کنترل علف‌های هرز با استفاده از بینایی کامپیوتری و هوش مصنوعی، علف‌های هرز را شناسایی کرده و آن‌ها را بدون نیاز به استفاده گسترده از سموم شیمیایی از بین می‌برند. برخی از این ربات‌ها با استفاده از لیزرهای دقیق، علف‌های هرز را می‌سوزانند، در حالی که برخی دیگر از بازوهای مکانیکی برای حذف آن‌ها استفاده می‌کنند. این فناوری‌ها نه تنها بهره‌وری کشاورزی را افزایش داده، بلکه تأثیرات زیست‌محیطی را نیز کاهش داده و مصرف سموم شیمیایی را به حداقل رسانده‌اند.

• **چین:** هوش مصنوعی در مزارع هوشمند این کشور برای پیش‌بینی بیماری‌های گیاهی و افزایش بهره‌وری محصولات زراعی استفاده می‌شود. هوش مصنوعی (AI) به‌طور گسترده در مزارع هوشمند برای پیش‌بینی بیماری‌های گیاهی و افزایش بهره‌وری محصولات زراعی به کار می‌رود. سیستم‌های مبتنی بر هوش مصنوعی در این کشور به جمع‌آوری و تجزیه و تحلیل داده‌های مختلف از مزارع، از جمله دما، رطوبت، وضعیت خاک و تصاویر برداشت‌شده از پهپادها می‌پردازند. این داده‌ها توسط الگوریتم‌های یادگیری ماشین پردازش می‌شوند تا الگوهای بالقوه بیماری‌ها یا شرایط مساعد برای رشد آفات شناسایی شود. با استفاده از این پیش‌بینی‌ها، کشاورزان قادرند به موقع اقدامات لازم مانند استفاده از سموم یا تغییرات در روش‌های آبیاری را انجام دهند، که موجب کاهش مصرف بی‌رویه مواد شیمیایی و بهبود سلامت محصولات می‌شود. علاوه بر این، سیستم‌های هوش مصنوعی می‌توانند بهینه‌سازی فرآیندهای کشت و برداشت را نیز انجام دهند، به‌طوری‌که بهره‌وری زمین‌ها افزایش یابد و در عین حال از منابع به‌طور مؤثرتر استفاده



شود. این فناوری‌ها نه تنها در افزایش تولید کمک می‌کنند، بلکه باعث کاهش هزینه‌ها و بهبود پایداری کشاورزی در چین شده‌اند.

کشاورزی هوشمند ترکیبی از فناوری‌های پیشرفته دیجیتال و روش‌های پایدار کشاورزی است که می‌تواند نیازهای جمعیت رو به رشد جهان را تأمین کند. استفاده از IoT، هوش مصنوعی و داده کاوی نه تنها باعث افزایش تولید محصولات باکیفیت‌تر می‌شود، بلکه تأثیرات زیست محیطی را نیز کاهش می‌دهد. سرمایه‌گذاری در این حوزه می‌تواند آینده کشاورزی را متحول کرده و امنیت غذایی جهانی را تضمین کند.

۳-۳- جایگزینی ترکیبات شیمیایی با مواد گیاهی

با پیشرفت علم، بسیاری از ترکیبات شیمیایی در صنایع غذایی، آرایشی و دارویی با ترکیبات طبیعی جایگزین شده‌اند. به عنوان مثال، استفاده از شیرین کننده‌های طبیعی مانند استویا به جای قندهای مصنوعی، تولید آنتی اکسیدان‌های طبیعی از گیاهان به جای مواد نگهدارنده شیمیایی و استفاده از اسانس‌های گیاهی به جای عطرهای مصنوعی از جمله این نوآوری‌ها هستند. با پیشرفت علم و فناوری، جایگزینی ترکیبات شیمیایی با مواد گیاهی در صنایع مختلف به یکی از روندهای برجسته تبدیل شده است. این تغییر نه تنها به دلیل افزایش نگرانی‌ها درباره اثرات منفی مصرف ترکیبات شیمیایی بر سلامت انسان و محیط زیست است، بلکه به دلیل خواص منحصر به فرد و فواید زیاد ترکیبات طبیعی در مقایسه با ترکیبات سنتزی شیمیایی انجام می‌شود. در این راستا، استفاده از مواد گیاهی به جای مواد شیمیایی در صنایع غذایی، آرایشی و دارویی پیشرفت چشمگیری داشته است (Tripathy & Mishra, 2016).

۳-۳-۱- شیرین کننده‌های طبیعی به جای قندهای مصنوعی

در صنعت غذا و نوشیدنی‌ها، بسیاری از تولیدکنندگان به جای استفاده از قندهای مصنوعی مانند آسپارتام و ساخارین، از شیرین کننده‌های طبیعی مانند استویا، عصاره ارگانیک نارگیل یا عسل استفاده می‌کنند. این شیرین کننده‌ها نه تنها دارای کالری پایین‌تری هستند، بلکه از نظر سلامت نسبت به شیرین کننده‌های مصنوعی ایمن‌تر محسوب می‌شوند. استویا، که از گیاه استویا ربودیانا استخراج می‌شود، به دلیل نداشتن کالری و خاصیت شیرین کنندگی بالا، به عنوان یک جایگزین سالم برای قند در بسیاری از محصولات غذایی و نوشیدنی‌ها استفاده می‌شود (Grembecka, 2015).

۳-۳-۲- آنتی اکسیدان‌های طبیعی به جای مواد نگهدارنده شیمیایی

در صنایع غذایی و دارویی، یکی از چالش‌های عمده حفظ کیفیت و ماندگاری محصولات است. به همین دلیل، از مواد نگهدارنده شیمیایی مانند نیتريت‌ها و سولفیت‌ها استفاده می‌شود. اما این مواد به دلیل اثرات منفی بر سلامت و افزایش نگرانی‌های بهداشتی، به تدریج با آنتی اکسیدان‌های طبیعی جایگزین می‌شوند. ویتامین C و ویتامین E از جمله آنتی اکسیدان‌های طبیعی هستند که به راحتی می‌توانند جایگزین مواد نگهدارنده شیمیایی در محصولات غذایی شوند. همچنین، عصاره‌های گیاهی مانند چای سبز، زعفران، و آویشن به دلیل خواص آنتی اکسیدانی و ضدباکتریایی خود، در جلوگیری از فساد و افزایش عمر مفید محصولات غذایی استفاده می‌شوند (Pokorný, 2007).



۳-۳-۳- اسانس های گیاهی به جای عطرهای مصنوعی

در صنعت آرایشی و بهداشتی و عطرسازی، بسیاری از عطرها و اسانس های مصنوعی که معمولاً از مواد شیمیایی سنتزی تهیه می شوند، با اسانس های گیاهی طبیعی جایگزین شده اند. این تغییر نه تنها باعث افزایش علاقه مصرف کنندگان به محصولات طبیعی و ارگانیک شده است، بلکه به دلیل عدم وجود مواد شیمیایی مضر در ترکیب این اسانس ها، محصولات نهایی ایمن تر و سالم تر خواهند بود. برای مثال، روغن های اسانسی مانند اسانس گل رز، یاس، لیمو و نعناع به جای عطرهای مصنوعی در کرم ها، لوسیون ها و عطرها به کار می روند. این اسانس ها علاوه بر عطر دلپذیر، خواص درمانی نیز دارند، مانند ضد التهاب، آرام بخش و ضد میکروب (Sharmeen et al., 2021).

۳-۳-۴- داروهای گیاهی به جای داروهای شیمیایی

در عرصه داروسازی نیز، تحقیقات نشان داده اند که بسیاری از ترکیبات گیاهی می توانند جایگزین داروهای شیمیایی شوند. گیاهانی مانند زنجبیل، زردچوبه، سیر، و بابونه خواص درمانی قابل توجهی دارند که می توانند به جای داروهای شیمیایی در درمان برخی بیماری ها مورد استفاده قرار گیرند. به عنوان مثال، کورکومین که از گیاه زردچوبه استخراج می شود، خواص ضد التهابی و ضد سرطانی دارد و در بسیاری از درمان ها به جای داروهای شیمیایی مصرف می شود (Carmona & Pereira, 2013).

۳-۳-۵- تأثیرات مثبت جایگزینی مواد گیاهی

جایگزینی ترکیبات شیمیایی با مواد گیاهی در محصولات نه تنها منجر به کاهش عوارض جانبی شیمیایی می شود، بلکه می تواند فواید سلامتی بسیاری برای مصرف کنندگان به همراه داشته باشد. مواد گیاهی معمولاً دارای خواص آنتی اکسیدانی، ضد التهابی، آنتی میکروبیال و ضد سرطانی هستند که می توانند سلامت کلی انسان را بهبود بخشند. علاوه بر این، مصرف مواد گیاهی در صنایع آرایشی و بهداشتی باعث کاهش حساسیت ها و آلرژی های پوستی می شود.

در مجموع، روند جایگزینی ترکیبات شیمیایی با مواد گیاهی در صنایع مختلف نه تنها به بهبود کیفیت محصولات و افزایش ایمنی آن ها کمک می کند، بلکه به حفظ محیط زیست نیز کمک خواهد کرد، چرا که بسیاری از مواد گیاهی به راحتی قابل تجزیه و بازیافت هستند. این تحولات به یک روند جهانی تبدیل شده و در آینده نیز با پیشرفت های بیشتر در علم و فناوری، استفاده از ترکیبات طبیعی در صنعت همچنان گسترش خواهد یافت.

۳-۴- تولید داروها و مکمل های گیاهی

تولید داروها و مکمل های گیاهی یکی از مهم ترین تحولات اخیر در صنعت داروسازی است که به دلیل فواید متعدد آن ها، از جمله کاهش عوارض جانبی و استفاده از منابع طبیعی، مورد توجه روزافزون قرار گرفته است. تحقیقات علمی و پیشرفت های فناوری در سال های اخیر، به ویژه در زمینه زیست فناوری و شیمی سبز، موجب توسعه داروهای گیاهی با کارایی بالا و ایمنی بیشتر شده اند. این روند به تغییرات عمده ای در روش های درمانی و تولید داروهای شیمیایی منجر شده است.

۳-۴-۱- تحقیقات و پیشرفت های علمی در گیاهان دارویی



گیاهان دارویی از دیرباز برای درمان بیماری‌ها مورد استفاده قرار گرفته‌اند، اما با پیشرفت علم، تحقیقات علمی بر روی این گیاهان شدت بیشتری پیدا کرده است. امروزه پژوهشگران با استفاده از روش‌های مدرن مانند تحلیل ژنوم گیاهان، شناسایی ترکیبات فعال و مطالعه اثرات فارماکولوژیک، قادر به شناسایی و استخراج ترکیبات دارویی مؤثر از گیاهان مختلف هستند. به عنوان مثال، ترکیبات پلی فنولی در گیاهان مانند چای سبز و انار به دلیل خواص آنتی اکسیدانی، ضدالتهابی و ضد سرطانی شناخته شده‌اند (Tsay et al., 2016).

۳-۴-۲- زیست فناوری در توسعه داروهای گیاهی

زیست فناوری نقش حیاتی در تولید داروهای گیاهی ایفا کرده است. با استفاده از این فناوری، می‌توان ترکیبات گیاهی را در مقیاس وسیع‌تر و با دقت بالاتر تولید کرد. یکی از کاربردهای مهم زیست فناوری در صنعت داروسازی، تراریختی کردن گیاهان است که به موجب آن گیاهان می‌توانند ترکیبات فعال دارویی را در مقادیر بسیار بالاتر از حالت طبیعی تولید کنند. به این ترتیب، داروهای گیاهی با کیفیت و غلظت مناسب برای مصرف انسانی تولید می‌شوند. به عنوان مثال، گیاه تنباکو به عنوان یک سیستم بیولوژیک برای تولید پروتئین‌های دارویی مورد استفاده قرار گرفته است (Srivastava et al., 2020).

۳-۴-۳- شیمی سبز و داروهای گیاهی

شیمی سبز به فرآیندهایی اشاره دارد که با استفاده از روش‌های پایدار و بدون ضرر برای محیط زیست تولید می‌شوند. این رویکرد در تولید داروهای گیاهی به کاهش استفاده از مواد شیمیایی سمی و فرآیندهای پرهزینه کمک می‌کند. در این فرآیند، ترکیبات گیاهی به صورت خالص و بدون نیاز به استفاده از حلال‌های سمی یا مواد شیمیایی تولید می‌شوند. علاوه بر این، شیمی سبز به تقویت استخراج ترکیبات گیاهی و تصفیه طبیعی کمک می‌کند، که باعث بهبود کیفیت داروها و مکمل‌ها می‌شود (Heng et al., 2013).

۳-۴-۴- مزایای داروهای گیاهی در مقایسه با داروهای شیمیایی

یکی از مهم‌ترین مزایای استفاده از داروهای گیاهی این است که این داروها معمولاً دارای عوارض جانبی کمتری نسبت به داروهای شیمیایی هستند. بسیاری از داروهای گیاهی به طور طبیعی دارای خواص درمانی متنوعی از جمله ضدالتهاب، آنتی اکسیدانی، ضدباکتریایی و ضد ویروسی هستند. به عنوان مثال: زردچوبه و کورکومین (ترکیب فعال آن) به عنوان یک ضدالتهاب طبیعی شناخته شده و در درمان بیماری‌هایی مانند آرتрит و التهاب مزمن استفاده می‌شود. زنجبیل به دلیل خواص ضد تهوع و ضد درد، در درمان مشکلات گوارشی و دردهای عضلانی کاربرد دارد. گیاه شاه‌توت به دلیل خواص آنتی اکسیدانی قوی‌اش، در پیشگیری از بیماری‌های قلبی و سرطان استفاده می‌شود (Lu et al., 2020).

۳-۴-۵- تولید مکمل‌های گیاهی



مکمل‌های گیاهی نیز به یکی از محبوب‌ترین محصولات در بازار جهانی تبدیل شده‌اند. این مکمل‌ها به عنوان حمایت‌کننده‌های سلامتی در زمینه‌های مختلف از جمله بهبود عملکرد سیستم ایمنی، تقویت انرژی، بهبود سلامت قلب و عروق، و تقویت عملکرد مغز استفاده می‌شوند. در این زمینه، گیاهان مختلف مانند آشواگاندا، جینسینگ، گینکو بیلوبا و سبوس برنج به عنوان منابع غنی از ویتامین‌ها، مواد معدنی و آنتی‌اکسیدان‌ها شناخته شده‌اند. بسیاری از مکمل‌های گیاهی به دلیل اثر سریع‌تر و طبیعی‌تر نسبت به داروهای شیمیایی، مورد توجه قرار گرفته‌اند.

۳-۴-۶- مشکلات و چالش‌ها

هرچند که داروهای گیاهی مزایای زیادی دارند، اما برخی چالش‌ها نیز وجود دارند. یکی از این چالش‌ها، عدم استانداردسازی در تولید داروهای گیاهی است. از آنجا که گیاهان طبیعی تحت تأثیر عوامل مختلف محیطی رشد می‌کنند، ترکیبات فعال آن‌ها می‌تواند متغیر باشد. بنابراین، ایجاد روش‌های دقیق برای استخراج و تولید داروهای گیاهی با کیفیت ثابت بسیار ضروری است.

تولید داروها و مکمل‌های گیاهی یکی از تحولات مهم در صنعت داروسازی است که به دلیل مزایای زیاد آن‌ها، به ویژه در کاهش عوارض جانبی، در حال گسترش است. استفاده از زیست‌فناوری و شیمی سبز باعث بهبود کارایی و ایمنی داروهای گیاهی شده و تحقیقات علمی در این زمینه همچنان در حال پیشرفت است. این روند نشان‌دهنده حرکت به سمت پزشکی شخصی‌سازی شده و طبیعی است که به نفع سلامتی انسان‌ها و محیط زیست خواهد بود.

۳-۵- بسته‌بندی پایدار و زیست‌تجزیه پذیر

بسته‌بندی پایدار و زیست‌تجزیه‌پذیر به یکی از جنبه‌های حیاتی در تولید محصولات سلامت‌محور تبدیل شده است. استفاده از مواد بسته‌بندی زیست‌تجزیه‌پذیر نه تنها به کاهش آلودگی محیط زیست کمک می‌کند، بلکه باعث بهبود کیفیت، ماندگاری و ایمنی محصولات نیز می‌شود. صنعت بسته‌بندی، به ویژه در زمینه محصولات غذایی، دارویی و آرایشی، با توجه به افزایش نگرانی‌ها درباره اثرات زیانبار پلاستیک‌های یک‌بار مصرف و مواد شیمیایی مضر، به سمت استفاده از مواد طبیعی و تجزیه‌پذیر حرکت کرده است. این روند به کمک فناوری‌های نوین و مطالعات زیست‌محیطی صورت گرفته و استفاده از مواد گیاهی در بسته‌بندی‌ها، به یکی از گزینه‌های پربازده و پایدار تبدیل شده است (Moshood et al., 2022).

۳-۵-۱- استفاده از پلیمرهای گیاهی

یکی از راهکارهای اصلی برای جایگزینی پلاستیک‌های معمولی در بسته‌بندی‌های محصولات، استفاده از پلیمرهای گیاهی است. این پلیمرها از منابع طبیعی مانند نشاسته، سیلولز، کیتین (که از پوسته‌های موجودات دریایی مانند میگو به دست می‌آید) یا پلی‌لاکتیک اسید (PLA) استخراج می‌شوند. این پلیمرها علاوه بر اینکه قابلیت تجزیه‌پذیری بالایی دارند، از نظر سلامت محیط زیست نیز ایمن‌تر هستند. به عنوان مثال، PLA که از ذرت یا نیشکر تولید می‌شود، یکی از پلیمرهای زیست‌تجزیه‌پذیر پرکاربرد است که می‌تواند جایگزین پلاستیک‌های معمولی در بسته‌بندی محصولات غذایی و دارویی شود. این مواد، پس از پایان عمر مفیدشان، در محیط زیست به سرعت تجزیه شده و هیچگونه آلودگی بلندمدت ایجاد نمی‌کنند (Sheydaei et al., 2022).

۳-۵-۲- بسته‌بندی‌های مبتنی بر نشاسته و فیبرهای طبیعی



نشاسته یکی از مواد گیاهی است که به طور گسترده برای تولید بسته‌بندی‌های زیست تجزیه پذیر مورد استفاده قرار می‌گیرد. نشاسته، که در گیاهانی مانند ذرت، سیب‌زمینی و گندم یافت می‌شود، یک پلیمر طبیعی است که می‌تواند به راحتی به پلاستیک‌های زیست تجزیه پذیر تبدیل شود. بسته‌بندی‌های ساخته شده از نشاسته، علاوه بر داشتن ویژگی‌های زیست محیطی مطلوب، به دلیل ویژگی‌های خاص خود می‌توانند در حفظ رطوبت و جلوگیری از فساد محصولات غذایی نیز مؤثر باشند. در نتیجه، این بسته‌بندی‌ها علاوه بر تجزیه پذیری، بهبود کیفیت و ماندگاری محصولات را نیز فراهم می‌کنند. فیبرهای طبیعی نیز در تولید بسته‌بندی‌های زیست محیطی کاربرد زیادی دارند. فیبرهایی مانند فیبر نیشکر، جلبک‌های دریایی و الیاف گیاهی می‌توانند در تولید بسته‌بندی‌هایی با خواص مکانیکی عالی و قابل تجزیه سریع استفاده شوند. این مواد علاوه بر اینکه از منابع تجدیدپذیر تهیه می‌شوند، قابلیت جایگزینی کامل با پلاستیک‌های نفتی را دارند. بسته‌بندی‌های فیبری معمولاً به راحتی در خاک تجزیه می‌شوند و هیچگونه آلودگی زیست محیطی به جا نمی‌گذارند (Gupta, 2011).

۳-۵-۳ مزایای زیست محیطی بسته‌بندی‌های گیاهی

بسته‌بندی‌های گیاهی به دلیل ویژگی‌های خاص خود، در مقایسه با پلاستیک‌های معمولی مزایای زیادی دارند. مهم‌ترین مزیت این بسته‌بندی‌ها، تجزیه پذیری سریع آن‌ها در طبیعت است. در حالی که پلاستیک‌های معمولی ممکن است سال‌ها در محیط باقی بمانند و به آلودگی پلاستیکی دامن بزنند، بسته‌بندی‌های گیاهی طی مدت کوتاهی تجزیه می‌شوند و در فرآیند تجزیه، مواد سمی و مضر به خاک و آب وارد نمی‌کنند. همچنین، بسیاری از این بسته‌بندی‌ها از مواد طبیعی و تجدیدپذیر تولید می‌شوند که در مقایسه با مواد مصنوعی از نظر استفاده بهینه از منابع طبیعی بسیار مؤثرتر هستند.

۳-۵-۴ بهبود کیفیت و ماندگاری محصولات

بسته‌بندی‌های مبتنی بر مواد گیاهی نه تنها به حفظ سلامت محیط زیست کمک می‌کنند، بلکه به بهبود کیفیت و ماندگاری محصولات سلامت محور نیز کمک می‌کنند. برای مثال، بسته‌بندی‌های ساخته شده از مواد طبیعی مانند فیبرهای گیاهی یا پلیمرهای گیاهی می‌توانند در جلوگیری از فساد، حفظ رطوبت و مقاومت در برابر عوامل خارجی (مانند میکروب‌ها و آلودگی‌های محیطی) مؤثر باشند. این بسته‌بندی‌ها می‌توانند از رشد باکتری‌ها و قارچ‌ها جلوگیری کنند و کیفیت مواد غذایی، دارویی یا آرایشی را در مدت زمان طولانی تری حفظ کنند.

۳-۵-۵ چالش‌ها و آینده بسته‌بندی‌های گیاهی

با وجود تمام مزایای بسته‌بندی‌های گیاهی، این فناوری‌ها هنوز با چالش‌هایی روبه‌رو هستند. یکی از چالش‌ها، هزینه تولید بالای این مواد در مقایسه با پلاستیک‌های سنتی است. همچنین، فرآیندهای تولید بسته‌بندی‌های گیاهی ممکن است پیچیده‌تر و زمان‌بر باشند. علاوه بر این، برخی از بسته‌بندی‌های گیاهی ممکن است به اندازه پلاستیک‌های معمولی مقاومت مکانیکی بالایی نداشته باشند، به ویژه در مواردی که محصولات نیاز به محافظت بیشتر دارند. با این حال، با پیشرفت فناوری‌های تولید، به ویژه در زمینه شیمی سبز و نانو فناوری، انتظار می‌رود که مشکلات موجود کاهش یابد و بسته‌بندی‌های گیاهی به طور گسترده‌تری جایگزین پلاستیک‌های مضر شوند.

بسته‌بندی‌های گیاهی زیست تجزیه پذیر یکی از بهترین جایگزین‌ها برای پلاستیک‌های سنتی و مواد شیمیایی مضر در بسته‌بندی محصولات سلامت محور هستند. این بسته‌بندی‌ها نه تنها به حفظ محیط زیست کمک می‌کنند، بلکه باعث بهبود کیفیت و ماندگاری محصولات نیز می‌شوند. با توجه به مزایای زیست محیطی و بهداشتی این بسته‌بندی‌ها، به نظر می‌رسد که صنعت بسته‌بندی در آینده‌ای نزدیک به سمت استفاده گسترده‌تر از مواد گیاهی و پایدار حرکت کند (Olawade et al., 2024).

۴. نتیجه گیری

با توجه به مطالب مطرح شده، می توان نتیجه گرفت که فناوری های نوین نقش بسیار مهمی در توسعه محصولات سلامت محور گیاهی ایفا می کنند. از فناوری های زیستی و نانوفناوری در بهبود خواص ترکیبات گیاهی گرفته تا کشاورزی هوشمند و پایدار در تولید مواد اولیه، همگی به افزایش کیفیت، ایمنی و اثربخشی این محصولات کمک می کنند. همچنین، جایگزینی ترکیبات شیمیایی با مواد گیاهی و استفاده از بسته بندی های پایدار و زیست تجزیه پذیر، گام های مهمی در راستای حفظ سلامت انسان و محیط زیست هستند.

در آینده، با پیشرفت های بیشتر در این زمینه ها، انتظار می رود که محصولات سلامت محور گیاهی به طور گسترده تری در دسترس قرار گیرند و نقش مهم تری در زندگی انسان ها ایفا کنند. سرمایه گذاری در تحقیقات و توسعه فناوری های نوین، می تواند به ایجاد محصولات نوآورانه و مؤثرتر منجر شود و به بهبود سلامت عمومی و حفظ محیط زیست کمک کند.

منابع

- ثابت، فرید، محمدپور، & مسلم. (۲۰۲۱). کشاورزی هوشمند. علوم و فناوری اطلاعات کشاورزی، ۴(۱)، ۴۹-۵۸.
- علیرضا، ح. ز.، & سیامک، ر. (۲۰۰۷). کاربرد زیست فناوری در کشاورزی.
- Ayaz, M., Ammad-Uddin, M., Sharif, Z., Mansour, A., & Aggoune, E.-H. M. (2019). Internet-of-Things (IoT)-based smart agriculture: Toward making the fields talk. *IEEE access*, 7, 129551-129583.
- Bach, H., & Mauser, W. (2018). Sustainable agriculture and smart farming. *Earth observation open science and innovation*, 261-269.
- Carmona, F., & Pereira, A. M. S. (2013). Herbal medicines: old and new concepts, truths and misunderstandings. *Revista Brasileira de Farmacognosia*, 23(2), 379-385.
- Galanakis, C. M. (201). Emerging technologies for the production of nutraceuticals from agricultural by-products: a viewpoint of opportunities and challenges. *Food and Bioproducts Processing*, 91(4), 575-579.
- Grembecka, M. (2015). Natural sweeteners in a human diet. *Roczniki Państwowego Zakładu Higieny*, 66. (۳)
- Gupta, K. (2011). Starch based composites for packaging applications. *Handbook of bioplastics and biocomposites engineering applications*, 24, 189.
- Heng, M. Y., Tan, S. N., Yong, J. W. H., & Ong, E. S. (2013). Emerging green technologies for the chemical standardization of botanicals and herbal preparations. *TrAC Trends in Analytical Chemistry*, 50, 1-10.
- Lipper, L., Thornton, P., Campbell, B. M., Baedeker, T., Braimoh, A., Bwalya, M., Caron, P., Cattaneo, A., Garrity, D., & Henry, K. (2014). Climate-smart agriculture for food security. *Nature climate change*, 4(12), 1068-1072.
- Lu, D.-Y., Lu, T.-R., Yarla, N. S., Lu, Y., Che, J.-Y., Ding, J., Xu, B., Zhu, H., Shen, Y., & Wu, H.-Y. (2020). Natural drug cancer treatments, strategies from herbal medicine to chemical or biological drugs. *Studies in Natural Products Chemistry*, 66, 91-115.
- Moshood, T. D., Nawanir, G., & Mahmud, F. (2022). Sustainability of biodegradable plastics: a review on social, economic, and environmental factors. *Critical Reviews in Biotechnology*, 42(6), 892-912.
- Olawade, D. B., Wada, O. Z., & Ige, A. O. (2024). Advances and recent trends in plant-based materials and edible films: a mini-review. *Frontiers in Chemistry*, 12, 1441650.
- Pokorný, J. (200). Are natural antioxidants better—and safer—than synthetic antioxidants? *European journal of lipid science and technology*, 109(6), 629-642.
- Puri, M. (2017). *Food bioactives: extraction and biotechnology applications*. Springer.
- Schaart, J. G., van de Wiel, C. C., Lotz, L. A., & Smulders, M. J. (2016). Opportunities for products of new plant breeding techniques. *Trends in Plant Science*, 21(5), 438-449.



- Shaikh, T. A., Rasool, T., & Lone, F. R. (2022). Towards leveraging the role of machine learning and artificial intelligence in precision agriculture and smart farming. *Computers and Electronics in Agriculture*, 198, 107119 .
- Sharmeen, J. B., Mahomoodally, F. M., Zengin, G., & Maggi, F. (2021). Essential oils as natural sources of fragrance compounds for cosmetics and cosmeceuticals. *Molecules*, 26(3), 666 .
- Sheydaei, M., Shahbazi-Ganjgah, S., Alinia-Ahandani, E., Sheidaie, M., & Edraki, M. (2022). An overview of the use of plants, polymers and nanoparticles as antibacterial materials. *Chemical Review and Letters*, 5(3), 207-216 .
- Srivastava, P., Singh, M., & Chaturvedi, R. (2020). Herbal medicine and biotechnology for the benefit of human health. In *Animal biotechnology* (pp. 613-629). Elsevier .
- Stočes, M., Vaněk, J., Masner, J., & Pavlík, J. (2016). Internet of things (iot) in agriculture-selected aspects. *Agris on-line Papers in Economics and Informatics*, 8(1), 83-88 .
- Tripathy, D. B., & Mishra, A. (2016). Renewable plant-based raw materials for industry. *Sustainable Inorganic Chemistry*, 353, 156 .
- Tsay, H.-S., Shyur, L.-F., Agrawal, D. C., Wu, Y.-C., & Wang, S.-Y. (2016). *Medicinal plants-recent advances in research and development*. Springer .
- Zorzi, G. K., Carvalho, E. L. S., Von Poser, G. L., & Teixeira, H. F. (2015). On the use of nanotechnology-based strategies for association of complex matrices from plant extracts. *Revista Brasileira de Farmacognosia*, 25(4), 426-436 .

اثر عصاره آبی گیاه ریحان بر سرطان پستان رده سلولی SKABR3

نفیسه یوسفی محمود^{*۱}

^{*۱} گروه زیست شناسی، دانشکده علوم پزشکی، واحد همدان، دانشگاه آزاد اسلامی، همدان، ایران (nafiyousefi@yahoo.com)

چکیده

سرطان پستان یکی از شایع ترین بیماری ها و دومین عامل مرگ و میر در زنان است. علی رغم پیگیری، تشخیص و گزینه های درمانی مانند پرتودرمانی و شیمی درمانی هر سال بر تعداد موارد ابتلا به این بیماری افزوده می شود. بنابراین روش های درمانی جدید باید علیه سرطان سینه به کار گرفته شوند. در میان این روش ها، محصولات طبیعی مانند ترکیبات گیاهی، خواص ضد سرطان سینه قابل توجهی را نشان داده اند. در این مطالعه اثر عصاره آبی گیاه ریحان بر سرطان پستان رده سلولی SKABR3 مورد بررسی قرار گرفت. برای این منظور رده های سلولی تحت تاثیر غلظت های افزایشی عصاره گیاه از یک تا ۱۰۰۰ میکروگرم در میلی لیتر قرار گرفتند و فعالیت سایتوتوکسیک عصاره با استفاده از سنجش MTT بررسی شد. نتایج حاصل از این مطالعه نشان داد که عصاره آبی گیاه ریحان رشد سلول های SKABR3 را به صورت وابسته به دوز و زمان کاهش می دهد. به طور کلی، نتایج به دست آمده مؤید اثربخشی این مکمل گیاهی علیه سرطان سینه می باشد و با توجه به طبیعی بودن فراورده، هزینه پایین آن و امکان دسترسی عموم، وارد کردن این مکمل گیاهی در رژیم غذایی ممکن است در درمان سرطان سینه مؤثر باشد.

واژگان کلیدی: سرطان پستان، سلول های SKABR3، گیاهان دارویی، گیاه ریحان



۱. مقدمه

سرطان پستان شایع ترین تومور بدخیم و اولین عامل مرگ و میر ناشی از سرطان در زنان است که بروز آن در تمام مناطق جهان در حال افزایش می باشد. به همین دلیل با وجود پیشرفت در شناسایی و درمان آن، که منجر به بهبود میزان مرگ و میر می شود، روش های درمانی جدید، آگاهی بخشی و شناسایی زود هنگام آن حیاتی است (Smolarz et al., 2022). این بیماری در اثر تاثیرات متقابل عوامل وراثتی و محیطی ایجاد می گردد. عواملی همچون سن، چاقی، مصرف الکل و برخورد استروژن در طول زندگی، از جمله عوامل اپیدمیولوژیک هستند که در بروز این بیماری نقش دارند. اما قوی ترین عامل ایجاد کننده آن سابقه خانوادگی می باشد به طوری که تقریباً حدود ۲۰ درصد سرطان پستان را انواع خانوادگی تشکیل می دهد (Tao et al., 2015). بسیاری از گیاهان دارویی بوسیله افزایش دفع مسمومیت، بدن را از ابتلا به سرطان محافظت می کنند. پاسخ های بیولوژیک مشخص از گیاهان به دست آمده که از رشد سرطان بوسیله نوسان فعالیت هورمون ها و آنزیم های ویژه ای ممانعت می کنند. از طرفی گیاهان می توانند اثرات جانی، سمی و خطرات ناشی از مصرف داروهای شیمیایی و پرتودرمانی را بسیار کاهش دهند. دانشمندان در سراسر دنیا بر روی نقش داروهای گیاهی جهت افزایش ایمن بودن سلول های بدن بر علیه سرطان هم نظر هستند (Zargari, 1990, Cragg et al., 2011, Motavalizadeh et al., 2012, Chirag et al., 2013). ریحان با نام علمی *Ocimum basilicum* L. یک گیاه مهم دارویی از خانواده نعنائیان (Lamiaceae) است (Omidbaigi, 1997, Javanmardi et al., 2002). گیاهی یک ساله و علفی است که تنوع زیادی در سطح مورفولوژی، ترکیبات ثانویه و مخصوصاً اسانس دارد (Telci et al., 2006). گیاه ریحان از قدیم به طور سنتی به عنوان یک گیاه زینتی و دارویی در درمان بیماری هایی چون سردرد، سرفه، اسهال، انگل ها، زگیل ها، ناراحتی های کلیوی و همچنین مداوای بزرگ شدن طحال مورد استفاده قرار می گیرد (Javanmardi et al., 2002, Hassani et al., 2003, Labra et al., 2004). در قرن یازدهم میلادی از ریحان مخلوطی می ساختند که در درمان تومورهای سرطانی استفاده می شد؛ زیرا ریحان با تحریک سیستم ایمنی تولید پادتن را ۲۰ درصد افزایش می دهد (Svoboda and Hampson, 1999). همچنین اثرات سایتوتوکسیک ترکیب اصلی گونه *O. gratissimum* یعنی تیمول، در مطالعات، به اثبات رسیده است (Osarieme Imade et al., 2023).

هدف از این پژوهش بررسی اثر سایتوتوکسیک غلظت های افزایشی گیاه ریحان بر روی رده سلولی سرطان سینه

SKABR3 با استفاده از روش MTT بوده است.

۲. مواد و روش ها

۲-۱. عصاره گیری از گیاه

پس از آسیاب کردن بخش های هوایی خشک شده گیاه ریحان، به ازای هر گرم پودر، ۱۰ میلی لیتر سالین درون بشر ریخته و به مدت ۲۰ دقیقه جوشانده شد. پس از سرد شدن، عصاره از پارچه تمیزی گذرانده و توسط کاغذ صافی و قیف بوخنر صاف شد. عصاره حاصله مجدداً جهت تغلیظ حرارت داده شد تا عصاره ای با ویسکوزیته بالا مانند عسل به دست آید. عصاره نهایی به چند پلیت منتقل و داخل انکوباتور با حرارت ۷۰ درجه سانتیگراد قرار داده شد تا کاملاً خشک گردد (Gharekhani et al., 2010).

۲-۲. کشت سلول

سلولهای سرطانی SKBR3 در شرایط کاملاً استریل، در محیط DMEM حاوی ۱۰٪ FBS در دمای ۳۷ درجه و میزان ۵٪ CO₂ کشت داده شدند.

۲-۳. تیمار سلولهای سرطانی با غلظت‌های مختلف عصاره گیاهی

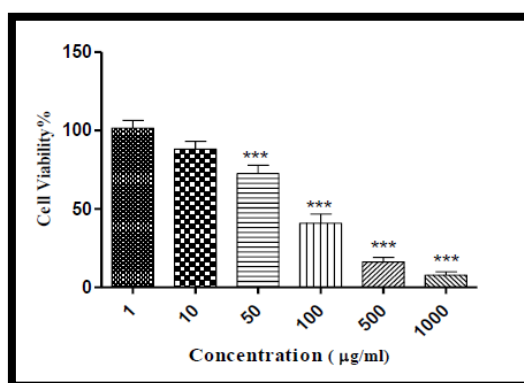
سلولهای سرطانی SKBR3 در معرض غلظت‌های مختلف عصاره گیاه ریحان (۱، ۱۰، ۱۰۰ و ۱۰۰۰ میکروگرم در میلی‌لیتر) قرار گرفتند.

۲-۴. بررسی سمیت سلولی با روش MTT

جهت بررسی اثر سمیت عصاره گیاه ریحان بر سلولهای سرطانی، از روش رنگ سنجی MTT استفاده شد. نمک MTT یک نمک تترازولیوم محلول در آب است. در اثر آنزیم‌های دهیدروژناز میتوکندریایی که فقط در سلولهای زنده فعال می‌باشند، در حلقه MTT محلول شکستی ایجاد شده و به بلورهای آبی رنگ فورمازان غیر محلول تبدیل می‌شود. لذا با استفاده از روش نورسنجی در طول موج ۵۷۰ - ۵۴۰ نانومتر و اندازه گیری میزان فورمازان که توسط دی متیل سولفوکساید یا حلال‌های دیگر به شکل محلول درآمده میزان توده سلولهای زنده تعیین می‌گردد (Shahrokhbabadi et al., 2009).

۳. نتایج

اثر غلظت‌های مختلف عصاره ریحان در رده سلولی SKBR3 در ۲۴ ساعت سنجیده شد، که نتایج آن در شکل ۱ نشان داده شده است. همان طور که در شکل دیده می‌شود بیشترین درصد زنده ماندن سلول‌ها (Cell viability) در غلظت ۱ میکروگرم در میلی‌لیتر مشاهده شد و با افزایش غلظت عصاره درصد زنده ماندن سلولهای سرطانی کاهش یافت. به طوری که کمترین درصد زنده ماندن در غلظت ۱۰۰۰ میکروگرم در میلی‌لیتر مشاهده گردید.



شکل ۱. درصد سلولهای زنده تحت تاثیر غلظت‌های مختلف عصاره ریحان در رده سلولی SKBR3 در زمان ۲۴ ساعت (***سطح معناداری < ۰/۰۰۱ را نشان می‌دهد).



۴. بحث و نتیجه گیری

سرطان یکی از علل اصلی مرگ و میر است. در میان بیش از صد نوع مختلف سرطان، سرطان سینه و دهانه رحم شایع ترین نوع سرطان در زنان هستند (Jedy-Agba et al., 2012). موفقیت کم روش های درمانی بالینی با داشتن میزان بالای عوارض جانبی و مرگ و میر جستجو برای یافتن روش های درمانی جدیدتر و بهتر را در این زمینه توجیه می کند. در میان این روش ها گیاهان می توانند اثرات جانبی، سمی و خطرات ناشی از مصرف داروهای شیمیایی و پرتودرمانی را بسیار کاهش دهند. داروهای گیاهی ضد سرطان از طریق مهار تکثیر سلولی، القا آپتوز و تنظیم مسیرهای سیگنالینگ سلولی همچنین تعدیل مکانیسم استرس اکسیداتیو اثرات خود را بروز می دهند (Taherian Fard et al., 2010). در کشورهای جنوب شرقی آسیا گیاهان برای کاهش بروز و درمان سرطان های روده بزرگ، پروستات، سینه و سایر سرطان ها به طور گسترده ای مورد استفاده قرار گرفته اند (Ferraz et al., 2013).

با توجه به این که خواص دارویی گیاه ریحان به اثبات رسیده است و نظر به اهمیت موضوع در استفاده از گیاهان دارویی جهت درمان سرطان و به دلیل شناخت و بررسی اثرات ضد سرطانی این گیاه و نقش آن در کنترل رشد و یا مرگ سلول ها در این مطالعه اثر سایتوتوکسیک غلظت های افزایشی گیاه ریحان بر روی رده سلولی سرطان سینه SKABR3 با استفاده از روش MTT مورد بررسی قرار گرفت. رده سلولی انتخاب شده به عنوان مدل کاملاً شناخته شده برای مطالعات سرطان پستان در خارج از بدن موجود زنده کاربرد وسیعی داشته و نتایج حاصل بر روی این رده سلولی می تواند در شرایط *in vivo* نیز بررسی شود. نتایج حاصل از این بررسی نشان داد که عصاره گیاه ریحان اثر بازدارندگی بر میزان زنده ماندن سلول های سرطانی دارد و با افزایش غلظت بر اثر بازدارندگی آن افزوده می شود. بنابراین این گونه از گیاه ریحان در غلظت های بالاتر دارای خاصیت سمی بیشتری می باشد. همچنین استفاده از عصاره آبی ریحان در این مطالعه، دارای این مزیت است که می توان بهتر تشخیص داد که کشندگی بیشتر مربوط به خود عصاره بوده است نه حلال مورد استفاده؛ زیرا مشاهده شده است که در مواردی ممکن است که عصاره متانولی استفاده شده درصدی از کشندگی را ایجاد کند زیرا متانول در غلظت های بالا ممکن است حتی سلول های سالم را هم از بین ببرد.

اثرات ضد سرطانی گونه های مختلف گیاه ریحان در مطالعات دیگر نیز به اثبات رسیده است. به عنوان مثال اثر سایتوتوکسیک ترکیب تیمول برگ های گونه *O. gratissimum* بر رده های سلولی سرطان پستان (AU565) و دهانه رحم (HeLa) اثبات شده است (Osarieme Imade et al., 2023). همچنین مطالعات نشان داده که عصاره خام و ترکیبات آب دوست و آب گریز این گونه گیاهی رشد تومور و سلول های سرطانی سینه را مهار می کند (Nangia-Makker et al., 2013). در مطالعه ای دیگر اثرات ضد توموری گونه *O. sanctum* و اثر عصاره این گیاه بر افزایش طول عمر بیماران مبتلا به سرطان به اثبات رسیده است (Karthikeyan et al., 1999).



- Chirag, P.J., Tyagi, S., Halligudi, N., Yadav, J., Pathak, S., Singh, S.P., Pandey, A., Kamboj, D.S., and Shankar, P. (2013). Antioxidant activity of herbal plants: A recent review. *Journal of Drug Delivery and Therapeutics*, 1: 1–8.
- Cragg, G.M., Kingston, D.G., and Newman, D.J. (2011). *Anticancer agents from natural products*. CRC publishers.
- Ferraz, R.P., Cardoso, G.M., da Silva, T.B., Fontes, J.E., Prata, A.P., Carvalho, A.A., Moraes, M.O., Pessoa, C., Costa, E.V., and Bezerra, D.P. (2013). Antitumor properties of the leaf essential oil of *Xylopia frutescens* Aubl. (Annonaceae). *Food Chemistry*, 141(1): 196–200.
- Gharekhani, M., Ghorbani, M., Ebrahimzadeh, M.A., Jaafari, S.M., and Sadeghi Mahoonak, A.R. (2010). Compare different methods of phenolic and flavonoid compounds extraction from *Urtica dioica*. *Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants*, 26: 389–405.
- Hassani, A., Omidbaigi, R., and Heidari Sharifabad, H. (2003). Effect of different soil moisture levels on growth, yield and accumulation of compatible solutes in basil (*Ocimum basilicum*). *Journal of Water and Soil Sciences*, 17(2): 210–219.
- Javanmardi, J., Khalighi, A., Khashi, A., Bais, H.P., and Vivanco, J.M. (2002). Chemical characterisation of Basil (*Ocimum basilicum* L.) found in local accessions and used in traditional medicines in Iran. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 50: 5878–5883.
- Jedy-Agba, E., Curado, M.P., Ogunbiyi, O., Oga, E., Fabowale, T., Igbinoba, F., Osubor, G., Out, T., Kumai, H., Koechlin, A., Osinubi, P., Dakum, P., Blattner, W., and Adebamowo CA. (2012). Cancer incidence in Nigeria: A report from population-based cancer registries. *Cancer Epidemiology*, 36(5): 271–278.
- Karthikeyan, K., Gunasekaran, P., Ramamurthy, N., and Govindasamy, S. (1999). Anticancer Activity of *Ocimum Sanctum*. *Pharmaceutical Biology*, 37(4): 285–290.
- Labra, M., Milele, M., Ledda, B., Grassi, F., Mazzei, M., and Sala, F. (2004). Morphological characterization essential oil composition and DNA genotyping of *Ocimum basilicum* L. cultivars. *Plant Science*, 167: 725–731.
- Motavalizadeh Ardakani, A., Hashemi, M., Safakish, M., Alem-Bagheri, A., Baradaran Shokoohi, S.H., and Mosaddegh, M. (2012). Medical treatment of cancer in traditional Iranian medicine. *Journal of Islamic and Iranian Traditional Medicine*, 1: 3–18.
- Nangia-Makker, P., Raz, T., Tait, L., Shekhar, M.P., Li, H., Balan, V., Makker, H., Fridman, R., Maddipati, K., and Raz, A. (2013). *Ocimum gratissimum* retards breast cancer growth and progression and is a natural inhibitor of matrix metalloproteases. *Cancer Biology and Therapy*, 14(5): 417–427.
- Omidbaigi, R. (1997). *Approaches to Production and Processing of medicinal plants* (In Persian). Tarahane's Nashr publishers.
- Osarieme Imade, R., Adesina Ayinde, B., and Alam, A. (2023). GC-MS Analysis and in vitro cytotoxic effects of *Ocimum gratissimum* (Lamiaceae) volatile oil and thymol on cancer cells. *Pharmaceutical and Biomedical Research*, 9(2): 115–124.
- Shahrokhbadi, K., Tavakkol afshari, J., Rakhshandeh, H., and Brook, A. (2009). Study of cytotoxicity effect of total Saffron's extract on HepG2 cell line. *Tehran Azad University Medical Science Journal*, 19:153–159.
- Smolarz, B., Nowak, A.Z., and Romanowicz, H. (2022). Breast Cancer Epidemiology, Classification, Pathogenesis and Treatment (Review of Literature). *Cancers*, 14(10): 2569.
- Svoboda, K.P., and Hampson, J.B. (1999). Bioactivity of essential selected oils of temperate aromatic plants: antibacterial, antioxidant, anti-inflammatory and other related pharmacological activities. *IENICA Conference, Specialty Chemicals for the 21st Century: Intermediary Products, Cosmetics, Perfumes, and Medicinal Applications*.
- Taherian Fard, A., Hasan, F., Bandehpour, M., Mosaffa, N., Mashhadi Abbas, F., Hameed, A., Ali Shah, A., and Kazemi, B. (2010). Cloning and expression of C-terminal of *Clostridium perfringens* type A enterotoxin and its biological activity. *Advanced Journal of Microbiology Research*. 4(14): 1469–1474.



- Tao, Z., Shi, A., Lu, C., Song, T., Zhang, Z., and Zhao, J. (2015). Breast cancer: epidemiology and etiology. Cell biochemistry and biophysics, 72: 333–338.
- Telci, I., Bayram, E., Yılmaz, G., and Avc, B. (2006). Variability in essential oil composition of Turkish basils (*Ocimum basilicum* L.). Biochemical Systematics and Ecology, 34: 489–97.
- Zargari, A., (1990). Treatment with plants, Pharmacogenosis. Tehran university publishers.

برنامه ریزی سیمای سرزمین برای بهبود کیفیت خدمات محیط زیستی گیاهان دارویی در ایران

پویا طالبی خاکپانی^{۱*}، سید محمود هاشمی^۲

^{۱*} گروه علوم و مهندسی محیط زیست، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه گیلان، صومعه سرا (talebipooya614@gmail.com)

چکیده

ایران با تنوع زیستی بالا و وجود انواع گیاهان دارویی، پتانسیل‌های زیادی برای بهبود کیفیت خدمات محیط زیستی دارد. این پژوهش به نقش برنامه ریزی سیمای سرزمین در حفظ و بهبود کیفیت خدمات محیط زیستی گیاهان دارویی در ایران می‌پردازد. برای حفظ تنوع زیستی و ارتقاء سلامت جامعه استفاده از رویکردهای پایدار و مشارکتی، می‌تواند موثر واقع شود. با توجه به اهمیت گیاهان دارویی در تأمین سلامت جامعه و پایداری محیط زیست، برنامه ریزی سیمای سرزمین می‌تواند نقش مؤثری در بهبود کیفیت خدمات محیط زیستی این گیاهان داشته باشد. در ضمن به چالش‌ها و فرصت‌های موجود در زمینه برنامه ریزی گیاهان دارویی در مقیاس سیمای سرزمین نیز پرداخته می‌شود و راهکارهایی هم برای بهبود کیفیت خدمات محیط زیستی ارائه می‌گردد. هدف از این پژوهش، تبیین راهکارهای برنامه ریزی سیمای سرزمین برای حفظ و توسعه پایدار گیاهان دارویی در ایران است. روش تحقیق بر مبنای مطالعات توصیفی-تحلیلی و بهره‌گیری از مدل‌های اکولوژیکی و برنامه ریزی فضایی انجام شده است. نتایج این تحقیق نشان می‌دهد که تلفیق معیارهای زیست محیطی، اجتماعی و اقتصادی در برنامه ریزی سیمای سرزمین به افزایش بهره‌وری و کاهش تخریب منابع طبیعی منجر می‌شود.

واژگان کلیدی: پوشش زمین، تنوع زیستی، تحلیل فضایی و مکانی، کاربری اراضی، مدیریت پایدار



۱. مقدمه

گیاهان دارویی از دیرباز به عنوان منابع طبیعی مهم برای تأمین سلامت انسان‌ها شناخته شده‌اند. ایران با برخورداری از تنوع اقلیمی و جغرافیایی گسترده، یکی از غنی‌ترین کشورهای جهان در زمینه تولید و تنوع گیاهان دارویی است. این گیاهان نه تنها در صنایع دارویی و آرایشی-بهداشتی کاربرد دارند، بلکه نقش حیاتی در حفظ سلامت اکوسیستم‌ها و تأمین خدمات محیط‌زیستی ایفا می‌کنند. با این حال، بهره‌برداری بی‌رویه از این منابع و تغییرات گسترده در کاربری اراضی، تهدیداتی جدی برای این گیاهان ایجاد کرده است (Zabihi et al., 2020).

تغییرات اقلیمی، فرسایش خاک، کاهش تنوع زیستی و تخریب زیستگاه‌ها، به‌ویژه در مناطقی که به‌طور سنتی برای کشت گیاهان دارویی شناخته می‌شوند، از جمله چالش‌های جدی هستند (Ahmadi-Lahijani et al., 2022). از این رو، استفاده از رویکردهایی مانند برنامه‌ریزی سیمای سرزمین می‌تواند به عنوان راه‌حلی مؤثر برای مدیریت بهینه این منابع طبیعی در راستای توسعه پایدار و حفاظت از خدمات محیط‌زیستی گیاهان دارویی مطرح شده است (Forman & Godron., 1986). برنامه‌ریزی سیمای سرزمین با ترکیب داده‌های فضایی و مدل‌های اکولوژیکی، امکان شناسایی و تخصیص بهینه اراضی به کاربری‌های مختلف را فراهم می‌کند و می‌تواند به بهبود بهره‌برداری از منابع طبیعی کمک کند (Forman., 1995).

۱-۱. خدمات محیط زیستی

گیاهان دارویی نه تنها به عنوان منابع دارویی اهمیت دارند، بلکه خدمات محیط زیستی متعددی نیز ارائه می‌دهند: حفظ تنوع زیستی: گیاهان دارویی می‌توانند به حفظ و افزایش تنوع زیستی در اکوسیستم‌ها کمک کنند. بر اساس مطالعه‌ای، تنوع گیاهی می‌تواند به افزایش پایداری اکوسیستم‌ها و کاهش آسیب‌پذیری آن‌ها در برابر تغییرات اقلیمی کمک کند (Díaz et al., 2016).

تنظیم آب و هوا: این گیاهان می‌توانند به بهبود کیفیت خاک و تنظیم دما کمک کنند. گیاهان دارویی به دلیل توانایی جذب دی‌اکسید کربن و تولید اکسیژن، نقش مهمی در کاهش تغییرات آب و هوایی دارند (Volenzo & Odiyo 2020). جذب کربن: با فرآیند فتوسنتز، گیاهان دارویی می‌توانند به کاهش گازهای گلخانه‌ای و تولید اکسیژن کمک کنند. این امر به ویژه در مناطق جنگلی و کوهستانی که گیاهان دارویی به وفور یافت می‌شوند، اهمیت دارد (Lal, 2004).

۱-۲. از لحاظ اقتصادی و اجتماعی

توسعه صنعت گیاهان دارویی می‌تواند به ایجاد شغل، بهبود معیشت و حفظ فرهنگ محلی کمک کند. همچنین، این صنعت می‌تواند به توسعه پایدار و جذب گردشگران کمک نماید. بر اساس گزارش سازمان خواربار و کشاورزی ملل متحد (FAO^۱)، بازار جهانی گیاهان دارویی در حال رشد است و ایران می‌تواند با بهره‌برداری بهینه از این منابع، سهم بیشتری در این بازار داشته باشد (FAO, 2019).

۱-۳. پیشینه تحقیق

تحقیقات متعددی در زمینه برنامه‌ریزی سیمای سرزمین و نقش آن در مدیریت پایدار منابع طبیعی انجام شده است. برخی از مهم‌ترین پژوهش‌های مرتبط عبارتند از:

^۱ Food and Agriculture Organization of the United Nations



تحقیق (فتاحی و همکاران، ۱۴۰۱) به مطالعه پهنه بندی مناطق مستعد کشت گیاهان دارویی در استان قم با استفاده از مدل تحلیل سلسله مراتبی (AHP)^۱ را پرداخته است که این امر به سیاست گذاری و برنامه ریزی اصولی از گیاهان دارویی کمک شایانی خواهد کرد.

(سلطانی و همکاران، ۱۳۸۹) به مطالعه زراعت گیاهان دارویی با نیاز آبی کم، توسعه کشاورزی پایدار در مناطق خشک و نیمه خشک پرداخته است و نشان از حذف گیاهان پر آبخوا و شناسایی و جایگزین کردن گیاهان کم آبخوا به جای آنها در کشت آبی و دیم در مناطق مختلف است.

پژوهش جهانی که تأثیر برنامه ریزی سیمای سرزمین بر حفاظت از تنوع زیستی گیاهان دارویی در برخی از کشورهای در حال توسعه با تکنیک های سنجش از دور و سامانه اطلاعات جغرافیایی به همراه بازدیدهای میدانی تلفیق کرده است و به این نتیجه رسیده است که سیاست های حفاظتی باید متناسب با شرایط بومی هر منطقه اجرا شوند (Smith et al., 2021). در مطالعه ای که در آمریکای جنوبی صورت گرفته است به تلفیق دانش بومی و سنتی مردم محلی در زمینه گیاهان دارویی برای برنامه ریزی حفاظت در مقیاس سیمای سرزمین پرداخته است و اهمیت باورهای بازمانده تاریخی در بین جوامع انسانی مورد تاکید قرار گرفته است و یافته ها نشان می دهد که رویکرد برنامه ریزی مشارکتی به بهبود کیفیت خدمات اکوسیستمی و پایداری منابع طبیعی منجر شده است (Garcia et al., 2022).

۴-۱. ضرورت تحقیق و اهداف

با توجه به اهمیت گیاهان دارویی در تأمین سلامت انسان ها و توسعه پایدار، و با توجه به تهدیدات زیست محیطی ناشی از تغییرات کاربری اراضی و تغییرات اقلیمی، ضرورت انجام این تحقیق بیشتر می شود. همچنین در کشورهایی مانند ایران که دارای منابع غنی گیاهان دارویی هستند، برنامه ریزی و مدیریت بهینه این منابع برای حفظ کیفیت خدمات محیط زیستی و توسعه پایدار ضروری است. علاوه بر این، تحقیق حاضر می تواند به شناسایی مناطق مستعد کشت گیاهان دارویی و بهره برداری پایدار از این منابع کمک کند و به سیاست گذاران و برنامه ریزان در ایجاد راهکارهای بهینه برای حفاظت از این گیاهان یاری رساند. هدف اصلی این تحقیق، برنامه ریزی سیمای سرزمین برای بهبود کیفیت خدمات محیط زیستی گیاهان دارویی در ایران است. اهداف جزئی تحقیق عبارتند از:

۱. شناسایی و تحلیل مناطق مستعد برای پرورش گیاهان دارویی با استفاده از داده های فضایی و اکولوژیکی.
۲. ارزیابی تأثیرات تغییرات سیمای سرزمین بر تنوع و کیفیت گیاهان دارویی و خدمات محیط زیستی آنها.
۳. بررسی راهکارهای کاهش اثرات منفی تغییرات کاربری اراضی و ایجاد استراتژی های مناسب برای حفظ و توسعه پایدار گیاهان دارویی.

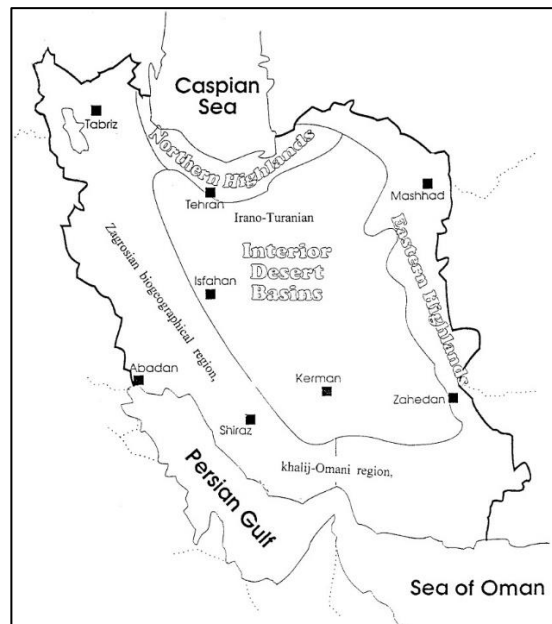
این تحقیق می تواند راهکارهای مناسبی برای مدیریت بهینه گیاهان دارویی در ایران ارائه کند و در جهت حفاظت از منابع طبیعی و بهبود کیفیت خدمات محیط زیستی گیاهان دارویی قدم بردارد. مطالعات گذشته نشان می دهند که اتخاذ رویکردهای برنامه ریزی فضایی و استفاده از ابزارهای تحلیل مکانی می تواند به مدیریت پایدار منابع گیاهی و کاهش اثرات منفی تغییرات کاربری اراضی کمک کند.

¹ Analytical Hierarchy process

۲. مواد و روش ها

۲-۱. منطقه مورد مطالعه

ایران با وسعتی بیش از ۱.۶۴۸.۱۹۵ کیلومتر مربع (شانزدهمین کشور جهان از نظر مساحت) در جنوب غربی قاره آسیا واقع شده و جزو کشورهای خاورمیانه است. این کشور به لحاظ موقعیت جغرافیائی در نیمه جنوبی منطقه معتدل شمالی بین ۰۳°، ۲۵° و ۴۷° عرض شمالی از خط استوا و ۱۴°، ۴۴° و ۶۳° طول شرقی از نصف النهار گرینویچ قرار دارد. حدود ۹۰ درصد از خاک کشور در محدوده فلات ایران واقع شده است. سرزمین ایران بطور کلی کوهستانی و نیمه خشک بوده و میانگین ارتفاع آن بیش از ۱۲۰۰ متر از سطح دریاست. بیش از نیمی از مساحت کشور را کوه ها و ارتفاعات تشکیل می دهند، یک چهارم آن را دشت ها و کمتر از یک چهارم دیگر را نیز زمین های در دست کشت شامل می شود. پست ترین نقطه داخلی با ارتفاع ۵۶ متر در چاله لوت و بلندترین آن قله دماوند با ارتفاع ۵۶۲۸ متر در میان رشته کوه البرز قرار دارد. همچنین، در کناره جنوبی دریای خزر ارتفاع زمین ۲۸ متر پایین تر از سطح دریای آزاد می باشد (شکل ۱).



(شکل ۱). موقعیت منطقه مورد مطالعه (منبع: باترسیم مجدد توسط مولف، زهری ۱۳۷۸)

ایران از شمال به جمهوری ترکمنستان، دریای خزر، جمهوری های آذربایجان و ارمنستان، از مغرب به ترکیه و عراق، از مشرق به پاکستان و افغانستان و از جنوب به دریای عمان و خلیج فارس محدود است (وزارت امور خارجه جمهوری اسلامی ایران). برخی از مناطق خاص ایران که به دلیل تنوع و فراوانی گیاهان دارویی شناخته شده اند (زهری، ۱۳۷۸) و (طباطبایی، ۱۳۷۵): الف) منطقه زاگرس: کوه های زاگرس با داشتن پوشش گیاهی غنی و متنوع، به عنوان یکی از زیستگاه های اصلی گیاهان دارویی در ایران شناخته می شود. در این منطقه، ۵۶ گونه گیاهانی مانند آویشن کوهی، بارهنگ، کاسنی و گزنه و... شناسایی، ورشد داده می شوند (حاجی پور وحشمتی، ۱۳۹۵).



ب) منطقه البرز: جنگل‌های هیرکانی در این منطقه به دلیل شرایط خاص اقلیمی و جغرافیایی، میزبان گونه‌های متنوعی از گیاهان دارویی هستند. گیاهانی همچون شیرین بیان، گشنیز، زعفران و زنجبیل در این مناطق به وفور یافت می‌شوند (Zohary, 1981).

ج) منطقه مرکزی: شامل نواحی با ویژگی‌های خشک و نیمه خشک است و دارای ۱۳۵۰ گونه گیاهی و بیش از ۲۲۷ گونه گیاهی دارویی در آن وجود دارد مانند خارشتر، ترشک، ریواس و... که در شرایط کم آب، رشد می‌کنند (میرداوودی و باباخانلو، ۱۳۸۶).

د) منطقه سیستان و بلوچستان: این منطقه با آب و هوای گرم و خشک شرایط مناسبی برای رشد گیاهان دارویی مقاومی مانند زیره، سنبل الطیب و آویشن را در خود ایجاد کرده است که می‌تواند در بهبود کیفیت محیط زیست و به ویژه خدمات اکوسیستمی گیاهان دارویی مؤثر باشد (زهري، ۱۳۷۸) و (طباطبایی، ۱۳۷۵).

۲-۲. روش تحقیق

برای پژوهش‌هایی مربوط به ارزیابی خدمات اکوسیستمی گیاهان دارویی و برنامه ریزی توسعه پایدار سرزمین از روش‌های تحلیلی و توصیفی با رویکرد کمی و کیفی باید استفاده شود که معمولاً شامل مراحل زیر است:

۲-۲-۱. جمع‌آوری داده‌ها

- داده‌های مکانی مناسب از نظر مقیاس و موضوع که شامل نقشه‌های توپوگرافی، نقشه‌های اقلیمی و داده‌های محیطی برای شناسایی مناطق مناسب کشت گیاهان دارویی در مناطق مختلف ایران به کار گرفته می‌شوند.

- داده‌های زیست محیطی که اطلاعات مربوط به وضعیت زیست محیطی، تنوع گیاهی و پوشش گیاهی گیاهان دارویی در مناطق مختلف کشور را از منابع معتبر مانند سازمان محیط زیست، وزارت جهاد کشاورزی و مراکز پژوهشی تحقیقات دانشگاهی در اختیار قرار می‌دهند.

- داده‌های اجتماعی و اقتصادی مربوط به نیازهای بازار و شرایط اجتماعی مرتبط با کشت گیاهان دارویی را فراهم می‌کند و از طریق نظرسنجی‌ها و مصاحبه‌ها با کارشناسان و کشاورزان به صورت دوره ای و پیوسته بایستی جمع‌آوری شوند.

۲-۲-۲. تحلیل داده

برای تحلیل مکانی از نرم‌افزارهای مانند ArcGIS و QGIS استفاده می‌شود و همچنین پردازش و نقشه‌سازی و مدل‌سازی نیز در این نرم افزارها قابل انجام است. مدل‌های اکولوژیکی برای ارزیابی وضعیت فعلی اکوسیستم‌های گیاهان دارویی و شبیه‌سازی تغییرات احتمالی تناسب زیستگاهی در آینده تحت شرایط مختلف اقلیمی و محیطی به کار گرفته می‌شوند.

۲-۲-۳. تحلیل خدمات اکوسیستمی

خدمات محیط زیستی با استفاده از چارچوب ارائه شده توسط کارگروه ارزیابی خدمات اکوسیستمی بخش محیط زیستی سازمان ملل UNEP در چهار گروه (شکل ۲) طبقه بندی شده است (MEA, 2005):

خدمات تولیدی: برداشت پایدار گیاهان دارویی

خدمات تنظیمی: مانند تنظیم آب و هوا و کنترل فرسایش آبی و بادی خاک

خدمات پشتیبانی: شامل حفظ تنوع زیستی و چرخه‌های زیستی

خدمات فرهنگی: ارزش های اکوتوریسمی، زیبایی شناختی، بومی

۳. نتایج

جدول ۱. تحلیل خدمات اکوسیستمی. منبع: (Millennium Ecosystem Assessment (2005)



۳-۱. چند نمونه از پرخاصیت ترین گیاهان دارویی در ایران:

۳-۱-۱. بابونه (*Matricaria chamomilla*):

گیاهی است که در مناطق مختلف جهان رشد می کند و از خواص درمانی بسیاری برخوردار است (شکل ۳). خواص درمانی: تسکین دهنده بیماری های روده، کاهش استرس و اضطراب، تقویت سیستم ایمنی و...



(شکل ۲) بابونه. منبع: سایت پونیک دارو

۳-۱-۲. اسطوخودوس (*Lavandula angustifolia*):

این گیاه در مناطق مختلف جهان رشد می کند، اما اصلی ترین منبع آن مناطق مدیترانه هستند (شکل ۴). خواص درمانی: آرامبخش، ضد التهاب، بهبود عملکرد مغزی، بهبود علائم گوارشی و...



(شکل ۳) اسطوخودوس. منبع: سایت پونیک دارو

۳-۱-۳. بادرنجبویه (*Dracocephalum sp*):

بادرنجبویه یک گیاه دارویی است که در بسیاری از مناطق جهان، از جمله اروپا، آسیا و آمریکای شمالی رشد می کند.

خواص درمانی: آرامبخش، ضد اضطراب، بهبود علائم گوارشی، تقویت سیستم ایمنی و... (شکل ۵).



(شکل ۴) بادرنجبویه. منبع: سایت پونیک دارو

۴. بحث و نتیجه گیری

۴-۱. چالش ها

۴-۱-۱. تخریب زیستگاه ها: توسعه شهری و کشاورزی می تواند به تخریب زیستگاه های گیاهان دارویی منجر شود.

۴-۱-۲. بهره برداری های غیرمجاز: برداشت بی رویه از گیاهان دارویی باعث کاهش جمعیت و تنوع گونه های گیاهی

می شود.

۴-۱-۳. تغییرات اقلیمی: تغییرات آب و هوایی می تواند باعث تغییر در پراکنش و رشد گیاهان دارویی شود. این تغییرات

به ویژه در مناطق خشک و نیمه خشک ایران مشهود است.

۴-۲. فرصت ها

۴-۲-۱. آموزش: افزایش آگاهی عمومی درباره اهمیت گیاهان دارویی و خدمات محیط زیستی می تواند به حفاظت از

این منابع کمک کند. برگزاری کارگاه ها و دوره های آموزشی می تواند باعث بهبود دانش و مهارت های محلی شود.

۴-۲-۲. برنامه ریزی مشارکتی: همکاری بین دولت، جوامع محلی و سازمان های غیردولتی می تواند باعث بهبود مدیریت

منابع طبیعی شود و همچنین این نوع برنامه ریزی می تواند به ایجاد حس مالکیت در جوامع محلی و افزایش مسئولیت پذیری در قبال

آنها منجر شود.

۴-۲-۳. استفاده از فناوری های نوین: بهره گیری از فناوری های جدید در زمینه کشاورزی و مدیریت منابع می تواند به

بهبود کیفیت خدمات محیط زیستی کمک کند مانند استفاده از سیستم های اطلاعات جغرافیایی (GIS) و... در بهینه سازی

کشت و برداشت گیاهان دارویی.

۴-۳. راهکارها

۴-۳-۱. برنامه ریزی سیمای سرزمین

شناسایی و نقشه برداری از زیستگاه های گیاهان دارویی: شناسایی مناطقی با پتانسیل بالا برای کشت و حفاظت از گیاهان

دارویی، می تواند به شناسایی مناطق حساس و اولویت بندی اقدامات حفاظتی کمک کند.



توسعه طرح‌های حفاظتی: ایجاد مناطق حفاظت شده و برنامه‌های مدیریتی برای حفظ و احیای زیستگاه‌ها، باید با مشارکت جوامع محلی و با توجه به نیازهای آن‌ها طراحی شوند.

توسعه زیرساخت‌های آموزشی: برگزاری دوره‌های آموزشی برای جوامع محلی در زمینه کشت و برداشت پایدار گیاهان دارویی، این دوره‌ها می‌توانند به افزایش دانش و مهارت‌های محلی کمک کنند و به کاهش برداشت غیرمجاز منجر شوند.

۴-۳-۲. مشارکت جامعه محلی

تشکیل گروه‌های محلی: ایجاد گروه‌های محلی برای مدیریت و حفاظت از گیاهان دارویی، می‌توانند به عنوان نهادهای محلی برای نظارت بر برداشت و حفاظت از منابع عمل کنند.

توسعه برنامه‌های آموزشی: برگزاری کارگاه‌ها و دوره‌های آموزشی برای آموزش روش‌های پایدار کشت و برداشت، می‌توانند به تقویت مهارت‌های محلی و ارتقاء آگاهی عمومی کمک کنند.

۴-۴. نتیجه گیری

برنامه‌ریزی سیمای سرزمین به عنوان یک ابزار کلیدی برای بهبود کیفیت خدمات محیط زیستی گیاهان دارویی در ایران می‌تواند به حفظ تنوع زیستی، ارتقاء سلامت جامعه و توسعه پایدار کمک کند. با توجه به چالش‌ها و فرصت‌های موجود، همکاری بین دولت، جوامع محلی و سازمان‌های غیردولتی ضروری است. با اجرای راهکارهای مناسب و بهره‌گیری از فناوری‌های نوین، می‌توان به حفظ و بهبود کیفیت خدمات محیط زیستی گیاهان دارویی در ایران دست یافت.

منابع

- ابراهیمی، ف. ۱۳۹۳. گردشگری و تنوع زیستی: دستیابی به اهداف مشترک برای رسیدن به پایداری. انتشارات جهاد دانشگاهی. تهران.
- حاجی پور، س.، حشمتی، غ. ۱۳۹۵. مروری بر گیاهان دارویی ناحیه زاگرس. همایش ملی گیاهان دارویی معطر و ادویه ای، گنبد کاووس، ایران.
- زهری، م. ۱۳۷۸. فلور و پوشش گیاهی خاورمیانه. انتشارات دایره سبز تهران.
- زهری، م. ۱۳۸۳. درباره ساختار ژئوبوتانیکی ایران. انتشارات دایره سبز تهران.
- سایت پونیک دارو.
- سلطانی گردفرامری، م. ۱۳۸۹. زراعت گیاهان دارویی کم آبخواه، توسعه کشاورزی پایدار در مناطق خشک و نیمه خشک. همایش ملی گیاهان دارویی مجازی.
- صمصام شریعت، س. ه. ۱۳۸۲. پرورش و تکثیر گیاهان دارویی. انتشارات مانی. اصفهان.
- طباطبایی، س. م. ف. ۱۳۷۵. برخورد سیستمی با طبیعت زنده (مقاله چهارم). شرکت سهامی انتشار. تهران.
- فتاحی، م.، مهدوی، ر.، رضایی، م.، اسماعیل پور، ی. ۱۴۰۱. پهنه بندی مناطق مستعد کشت گیاهان دارویی در استان قم با استفاده از مدل تحلیل سلسله مراتبی (AHP). بوم شناسی کشاورزی، ۱۴(۴)، ۶۱۷-۶۳۲.
- وزارت امور خارجه جمهوری اسلامی ایران.



میرجلیلی، س. ع. ۱۳۹۲. شناخت گیاهان دارویی و معطر. سازمان آموزش و ترویج کشاورزی. انتشارات موسسه آموزش عالی علمی کاربردی جهاد کشاورزی.

میرداودی اخوان، ح.، باباخانو، پ. (۱۳۸۶). شناسایی گیاهان دارویی استان مرکزی. تحقیقات گیاهان دارویی و معطر ایران.

Ahmadi-Lahijani, M. J., & Moori, S. (2022). Current status of medicinal plants in perspective of environmental challenges and global climate changes. In *Environmental Challenges and Medicinal Plants: Sustainable Production Solutions under Adverse Conditions* (pp. 1-28). Cham: Springer International Publishing.

Díaz, S., Kattge, J., Cornelissen, J. H., Wright, I. J., Lavorel, S., Dray, S., ... & Gorné, L. D. (2016). The global spectrum of plant form and function. *Nature*, 529(7585), 167-171.

Forman, R. T. (1995). *Land Mosaics: The Ecology of Landscapes and Regions*. Cambridge University Press.

Forman, R.T.T and Godron, M. 1986. *Landscape ecology*. Wiley. New York.

Garcia, R., Lopez, A., & Martinez, J. (2020). Integrating Traditional Knowledge in Landscape Planning for Medicinal Plant Conservation in South America. *Environmental Conservation*, 47(2), 1-197.

Lal, R. (2004). Soil carbon sequestration impacts on global climate change and food security. *Science*, 304(5677), 1623-1627.

Mekouar, M. A. (2019). 15. Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO).

Smith, J., Brown, A., & Lee, M. (2021). Landscape planning and its impact on medicinal plant biodiversity conservation in developing countries. *Environmental Management*, 58(4), 789-802.

Volenzo, T., & Odiyo, J. (2020). Integrating endemic medicinal plants into the global value chains: The ecological degradation challenges and opportunities. *Heliyon*, 6(9).

Zabihi, M., Moradi, H., Gholamalifard, M., Khaledi Darvishan, A., & Fürst, C. (2020). Landscape management through change processes monitoring in Iran. *Sustainability*, 12(5), 1753.

Zohary, M. (1981). On the flora and vegetation of the Middle East: structure and evaluation. Published in "Phytogeography of Iran (a collection of papers on the application of phytogeography in the Conservation)", Compiled and translated in Farsi by H. Madjnoonian. 1999. Department of Environmental Conservation. Dayereye Sabz Press. Tehran, Iran.



اثرات ضد میکروبی عصاره سیر، پیاز، موسیر و مخلوط آنها بر روی باکتری‌های بیماری‌زادر

محیط In vitro

حجت اقبال^{۱*}، مهدی احمدی سابق^۱، یوسف جهانی جلودار^۲ و اسلام مرادی اصل^۳^۱ گروه شیمی، دانشکده علوم پایه، دانشگاه آزاد اسلامی واحد اهر، اهر، ایران. (hojat.eg@gmail.com)^۲ بخش تحقیقات زراعی و باغی مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان اردبیل، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی،

اردبیل، ایران.

^۳ گروه بهداشت عمومی، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی اردبیل، اردبیل، ایران.

چکیده

مقدمه و هدف: اخیراً با توجه به مقاومت روزافزون میکروارگانیسم‌ها نسبت به آنتی بیوتیک‌های رایج صنعتی، استفاده از ترکیبات فنولی و ضد میکروبی موجود در گیاهان دارویی مورد توجه خاصی قرار گرفته است. به همین منظور با توجه به مطالعات انجام شده تا کنون مطالعه‌ای با هدف مطالعه اثرات ضد میکروبی عصاره گیاهان دارویی سیر (*Allium sativum* L.)، پیاز (*Allium cepa* L.)، موسیر (*Allium stipitatum* L.) و ترکیب آنها بر روی باکتری‌های بیماری‌زای انسان انجام نشده است.

مواد و روش: در این تحقیق اثر عصاره‌های آبی پیاز، سیر، موسیر و ترکیب سه گانه حاصل از آنها بر روی برخی از باکتری‌های گرم مثبت و منفی شایع دخیل در بیماری‌های عفونی بدن انسان با استفاده از روش MIC و *Disk deffusion* در آزمایشگاه بخش تحقیق و توسعه شرکت دانش بنیان پژوهشگران داروی سبز مورد بررسی قرار گرفت.

نتایج: با توجه به نتایج حاصل از این مطالعه، در بررسی اثر ساده عصاره‌ها بر قطر ممانعت از رشد باکتری‌های شایع دخیل در بیماری‌های عفونی بدن انسان مشخص شد که بیشترین قطر هاله مربوط به مخلوط سه گانه‌ی عصاره‌های آبی پیاز، سیر و موسیر می‌باشد. بررسی اثر متقابل عصاره‌های مورد مطالعه نشان می‌دهد که بیشترین قطر ممانعت از رشد باکتری مربوط به غلظت ۱۰۰ میلی گرم بر میلی لیتر عصاره‌ی آبی سیر و کمترین آنها مربوط به غلظت ۱۲/۵ میلی گرم بر میلی لیتر عصاره آبی پیاز می‌باشد.

نتیجه گیری: با توجه به نتایج حاصل از مطالعه مشخص شد که ترکیب سه گانه عصاره‌های گیاهان دارویی مورد مطالعه نتایج نسبتاً مشابهی را نسبت به داروهای استاندارد مورد مطالعه از خود نشان می‌دهد.

واژگان کلیدی: ضد میکروبی، باکتری‌های بیماری‌زا، عصاره آبی، گیاهان دارویی.



۱. مقدمه

با توجه به اینکه در قدیم از گیاهان سیر، پیاز و موسیر در درمان عفونت‌های بدن انسان استفاده می‌شد و در کتب طب سنتی نیز بر آنها اشاره شده و نیز با توجه به بررسی منابع و وجود برخی از ترکیبات فنلی در این گیاهان به نظر می‌رسد که بر روی باکتری‌های بیماری‌زا موثر باشند، نظریه میکروب‌های بیماری‌زا بیان می‌کند که برخی از بیماری‌ها توسط میکروارگانیسم‌ها ایجاد می‌شوند. رشد، نمو و تولید مثل این میکروارگانیسم‌ها می‌تواند منجر به ایجاد بیماری گردد. این میکروارگانیسم‌ها می‌توانند شامل ویروس، باکتری، آغازیان، قارچ، و یا پرایون باشند. به میکروارگانیسم‌ها پی که منجر به ایجاد بیماری می‌شوند بیمارگر و دسته بیماری‌هایی که آنان ایجاد می‌کنند بیماری‌های عفونی نامیده می‌شوند. حتی زمانی که یک بیمارگر موجب بیماری است، عواملی چون محیطی و ژنتیکی اغلب شرایط بیماری، شدت بیماری و این که آیا یک فرد مبتلا شود را تحت تاثیر قرار می‌دهند. این نظریه در قرن ۱۹ و به دنبال نظریه‌هایی چون نظریه میاسما (آلودگی هوای بد) برای توضیح دلیل بیماری‌های عفونی بیان گشت. آزمایش‌هایی درباره کشف رابطه بین میکروب‌ها و بیماری‌های عفونی توسط لویی پاستور پزشک و دانشمند فرانسوی بین سال‌های ۱۸۶۰ و ۱۸۶۴ انجام گشت. او با کشف و آسیب شناسی میکروارگانیسم‌های عامل تب پورپرال و ویبریو پیوژنیک در خون، به این نتیجه رسید که از اسید بوریک می‌توان برای کشتن این میکروارگانیسم‌ها استفاده نمود، او هم‌چنین یکی از نخستین افرادی بود که به کشت باکتری‌ها پرداخت. روبرت کخ پزشک و دانشمند آلمانی یکی دیگر از افرادی بود که در شکل‌گیری نظریه میکروب‌های بیماری‌زا نقش مهمی ایفا نمود. گرچه این نظریه شامل کاستی‌های اساسی است، اما در شکل‌گیری نظریه میکروب‌های بیماری‌زا نقش مهمی داشت. نخستین توضیح گسترده پیرامون استفاده نوین از گندزداها در عمل‌های جراحی در سال ۱۸۶۷ توسط جوزف لیستر جراح انگلیسی و طی مقاله‌ای با نام اصول گندزدایی در عمل جراحی منتشر گشت که در آن از نظریه میکروب‌های بیماری‌زا که نخستین بار توسط لویی پاستور بیان شده بود اقتباس شده بود (Gastmeier et al, 2006). در این مقاله بیان شده بود که استفاده از موادی مانند فنول می‌تواند بسیاری از میکروب‌ها را کشته و محل جراحی را گندزدایی کند. استفاده از ترکیبات گیاهی برای درمان بیماری‌ها یک روش قدیمی در قسمت‌های مختلفی از جهان به خصوص کشورهای توسعه یافته است. در قرن حاضر به دلایلی هم‌چون افزایش عوارض ناشی از استفاده داروهای شیمیایی و مقاوم شدن هر چه بیشتر باکتری‌ها به این مواد توجه بسیاری به گیاهان دارویی با خواص ضد میکربی که می‌تواند مشکلات رایج در استفاده از آنتی-بیوتیک‌ها را برطرف سازند معطوف شده است.

پیاز (*Allium cepa* L.) گیاهی چند ساله، که بولب‌های گیاه از نظر اندازه و شکل با توجه به کلتیوار متفاوت است، اغلب کروی به هم فشرده و دارای قطر حداکثر ۲۰ سانتی‌متر و غشاهای خارجی پوشیده می‌باشند. ساقه دارای بلندی حداکثر ۱۰۰ سانتی‌متر و قطر ۳۰ میلی‌متر است. برگ‌ها دارای طول حداکثر ۴۰ سانتی‌متر و قطر ۲۰ میلی‌متر و معمولاً تقریباً شکل نیم‌دایره و کمی کمی بر روی قسمت فوقانی ساقه قرار می‌گیرند. در سال اول برگ‌های قاعده‌ای و در سال دوم این قاعده‌ای شش‌مین ساقه کوتاه‌تر را می‌پوشانند. گریبان اغلب سه کخه‌ای، کوتاه‌تر از چتر گل می‌باشد. چتر گل به قطر ۴ - ۹ سانتی‌متر، متراکم و دارای چندین گل است. دمگل‌ها تقریباً مساوی هستند. گل‌پوش ستاره‌ای شکل، سفید با نوار سبز رنگ است، بخش خارجی تخم‌مرغی و بخش داخلی مستطیلی شکل کند یا تیز است. پرچم‌ها بیرون آمده و تخمدان متمایل به سفیدرنگ و کپسول آن به طول ۵



میلی متر و هم چنین عدد کروموزومی $2n=16$ است. پیاز دارای ترکیبات شیمیایی زیر می باشد Organic sulfur compounds (Thiosulfinates, Thiosulfonates, Capaenes, S-S-Dioxides, Monosulfides, Disulfides, Trisulfides, Zwiebelanes, Cysteine sulfoxide); Essential oils; Quercetin glycosides; Diphenhylamine عفونت های باکتریایی مثل دیسانتری. به عنوان مدر. درمان زخم معده، اسکارز، جای اسکارز، کلئید، آسم. درمان کمکی در دیابت. درمان بی اشتها، آترواسکلروز، اختلالات گوارشی، تب و سرماخوردگی، سرفه، برونشیت، افزایش فشارخون، التهاب دهان و حلق. ضد کرم، ضد عفونی کننده، تب، وبا. تقویت کننده قوای جنسی، تونیک، قاعده آور، درمان کبودی، جوش. ضدنفخ، زردی، سوء هاضمه، محرک کیسه صفرا، درد کولیک کاربرد دارد.

سیر (*Allium sativum* L.) گیاهی است از راسته مارچوبه سانان (Asparagales) از تیره نرگسیان و زیر تیره پیازیان (Alliaceae) و سرده سیر (*Allium*). سیر گیاهی است علفی و دائمی که ساقه آن تا ارتفاع ۴۰ سانتی متر نیز می رسد. قسمت زیر زمینی آن متورم و مرکب از ۵ تا ۱۲ قطعه و محصور در غشاهای نازک و ظریف برنگ خاکستری مایل به سفید می باشد. برگ های آن باریک و نواری شکل برنگ سبز تیره و گل های آن کوچک و صورتی رنگ که به صورت یک چتر در انتهای ساقه ظاهر می شود. سیر سرشار از فولیک اسید، ویتامین C، کلسیم، آهن، منیزیم، پتاسیم و مقدار کمی روی و ویتامین های B2، B1 و B3 است، از سال های دور تا کنون از سیر برای تصفیه خون استفاده می شده است. سیر حاوی ترکیبات گوگرد است که سیستم ایمنی بدن را تحریک کرده و پتانسیل بالایی در نابودی تومورهای سرطانی دارد. خوردن سیر مجاری تنفس و خون را پاک می کند و با این کار از شدت و زحمت تنگی نفس کاسته و گاهی موجب درمان آن می شود. بعضی از انواع سل ریوی را معالجه می کند مخصوصاً وقتی که با شیر ممزوج شود، زیرا در این صورت اثر قابل توجهی در کشتن میکروب کوخ دارد (میکرب سل). سیر عفونت ها را درمان می کند به خصوص در اطفال، و با این خصوصیات مقابل تیفوئید و دیفتری و مسکن سیاه سرفه و خروسک است (Bertram, 2001).

Allium hirtifolium L. معادل *Allium stipitatum* با عدد کروموزومی ۱۶ که به عنوان Persian shallot یا موسیر ایرانی شناخته می شود، بومی ایران است و در مناطق با ارتفاع بالا و مناطق کوهستانی به عنوان گیاه سبزی، زینتی و دارویی استفاده می شود. موسیر به عنوان یک گیاه وحشی در کوه های زاگرس در قسمت های غربی، جنوبی و مرکزی ایران رشد می کند. موسیر یک گیاه وحشی، پیازی، چندساله، علفی و معطر می باشد. این گیاه شامل یک ساقه مستقیم و لخت با ارتفاع ۸۰ تا ۱۲۰ سانتی متر می باشد. برگ های سبز آن به فرم نیزه ای به طول ۲۰ تا ۳۰ سانتی متر می باشد.

A. hirtifolium دارای برگ های استوانه ای توخالی می باشد که به طول ۳۰ سانتی متر می رسد. گل های آن نارنجی یا بنفش می باشد و معمولاً نابارور می باشند. پیازهای آن سفید تا زرد رنگ به قطر ۱ تا ۸ سانتی متر با پوسته بیرونی خاکستری رنگ می باشد. پایه گل ۳.۵ تا ۵ سانتی متر بوده و گل ستاره مانند، بنفش رنگ و به ندرت سفید رنگ می باشد. دمای مناسب رشد موسیر ۶ تا ۲۷ درجه سانتیگراد می باشد (Truchado et al, 2009) (Jain et al. 2004). اخیراً با توجه به مقاومت روزافزون میکروارگانیسم ها نسبت به آنتی بیوتیک های صنعتی، استفاده از ترکیبات فنولی و ضد میکروبی موجود در گیاهان دارویی مورد توجه خاصی



قرار گرفته است. به همین منظور اثرات ضد میکروبی عصاره گیاهان دارویی سیر (*Allium sativum* L.)، پیاز (*Allium cepa* L.)، موسیر (*Allium stipitatum* L.) و ترکیب آن‌ها بر روی باکتری‌های بیماری‌زای انسان در محیط *In vitro* انجام شد.

۲. مواد و روش‌ها

۲-۱. منطقه تهیه و شناسایی گیاهان:

گیاهان مورد استفاده در این تحقیق در تابستان ۱۴۰۳ از منطقه قصابه در شهرستان مشگین شهر از استان اردبیل، واقع در شمال غربی ایران تهیه شدند. پس از تهیه با استفاده از مجموعه کتب فلور گیاهی ایران و نمونه موجود در هرباریوم بخش تحقیقات گیاهان دارویی مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان اردبیل مورد شناسایی و تطبیق قرار گرفتند، پس از اطمینان از صحت انتخاب، اندام‌های مورد نظر (پیاز) گیاهان خشک شدند. بعد از خشک شدن در دمای ۲۸ درجه سانتی‌گراد اتاق، به وسیله آسیاب برقی و با استفاده از الک قسمت‌های مورد نظر گیاه به صورت پودر تهیه گردیدند (Koelzer et al, 2009).

۲-۲. تهیه عصاره آبی گیاهان سیر، پیاز و موسیر:

بر اساس نوع ترکیبات مؤثر مد نظر و خواص آنها عصاره گیری از نوع عصاره آبی انتخاب و در آزمایشگاه فیتوشیمی بخش تحقیق و توسعه شرکت دانش بنیان پژوهشگران داروی سبز به روش خیساندن (Maceration) انجام شد. قبل از عصاره گیری عمل حذف چربی به وسیله اتر دپترول صورت گرفت. برای تهیه عصاره آبی، ۱۰۰ گرم پودر گیاه را داخل ارلن ۱۰۰۰ سی‌سی ریخته و به اندازه ۲ برابر حجمی که پودر گیاه در ارلن اشغال کرده، آب مقطر به آن افزوده شد. عمل خیساندن به مدت ۷۲ ساعت (۳ روز) انجام گرفت و در طی این مدت هر چند ساعت یک‌بار به‌خوبی تکان داده شد. بعد از گذشت ۷۲ ساعت عصاره ابتدا توسط پارچه و پنبه و سپس توسط قیف بوختر صاف شد، سپس عصاره صاف شده به پلیت متصل گردید و در آون با دمای ۴۰°C به مدت ۲۴ ساعت تا خشک شدن عصاره قرار گرفت (Koelzer et al, 2009).

2-3. سوبه‌های باکتریایی:

در این مطالعه تاثیر عصاره‌های آبی پیاز، سیر، موسیر و مخلوط سه‌گانه حاصل از آن‌ها بر روی برخی از باکتری‌های گرم مثبت و منفی شایع دخیل در بیماری‌های عفونی بدن انسان مورد بررسی قرار گرفت. این باکتری‌ها شامل: استرپتوکوکوس موتانس، استرپتوکوکوس سانگویس، استرپتوکوکوس سالیواریس، استرپتوکوکوس سوربینوس، اشرشیاکلی، ایکنلا کوردنس، سودوموناس آنروژینوزا، کلبسیلا نمونیه، کاندیدا آلیکانس، کاندیدا گلابراتا، کاندیدا تروپیکالیس، اسینیتوباکتر کالکواستیکوس، استرپتوکوک پیزوز، استافیلوکوک اورئوس، انتروباکتر انروژنز، سیتروباکتر فروندی، استافیلوکوکوس ساپروفیتیکوس، استافیلوکوکوس اپیدرمیتیس، انتروکوکوس فکالیس، پروتئوس میرابیلیس، باسیلوس سرئوس، باسیلوس سوپتیلیس می‌باشند. این باکتری‌ها از مرکز کلکسیون میکروارگانیسم‌های صنعتی ایران تهیه شد و جهت بررسی اثرات ضد باکتریایی عصاره‌های مورد مطالعه، به آزمایشگاه میکروب‌شناسی بخش تحقیق و توسعه شرکت دانش بنیان پژوهشگران داروی سبز انتقال یافتند.

2-4. رقیق‌سازی عصاره‌ها و تهیه دیسک‌های حاوی عصاره:



جهت بررسی فعالیت ضد میکروبی عصاره‌های مورد مطالعه، غلظت‌های ۱۲.۵، ۲۵، ۵۰ و ۱۰۰ mg/ml از آن‌ها تهیه شد (تصویر شماره ۱)، سپس جهت تهیه دیسک‌های حاوی عصاره‌های مورد نظر، از دیسک‌های بلانک ساخت پادتن طب استفاده گردید. بدین ترتیب که دیسک‌ها در لوله‌های حاوی رقت‌های تعیین شده عصاره‌ها قرار گرفته و ۳ تا ۵ دقیقه پس از جذب کامل، دیسک‌ها خارج و در دمای ۳۷ درجه سانتی‌گراد قرار داده شد تا کاملاً خشک شده و جهت دیسک‌گذاری آماده شوند (Mashhadian et al, 2005).

2-5. بررسی فعالیت ضد میکروبی:

جهت بررسی فعالیت‌های ضد میکروبی عصاره‌ها، از روش بررسی قطر هاله عدم رشد (Disk deffusion) و حداقل غلظت مهارکنندگی (MIC) نسبت به عصاره‌های آبی پیاز، سیر، موسیر و مخلوط سه‌گانه حاصل از آن‌ها استفاده شد. در این روش از باکتری‌هایی که در محیط کشت رشد کرده‌اند، سوسپانسیونی در سرم فیزیولوژیک به تعداد 3×10^8 باکتری در میلی‌لیتر تهیه شد. سپس ۵۰ میکرولیتر از این سوسپانسیون را روی محیط مولر هیتون آگار حاوی ۵ درصد خون تلقیح گردید. سپس عمل دیسک‌گذاری انجام شد. و به مدت ۴۸ ساعت در انکوباتور در دمای ۳۷ درجه سانتی‌گراد انکوبه گردید. (Andrew et al, 2001) (Thornsberry et al, 1983).

سپس پلیت‌ها را از نظر وجود هاله عدم رشد بررسی گردید. از دیسک‌های استاندارد کلرگزیدین، نیستاتین و سفالکسین به منظور کنترل مثبت استفاده شد. اندازه‌گیری قطر هاله عدم رشد اطراف دیسک‌ها به وسیله خط کش میلی‌متری انجام شد و نتایج مورد بررسی قرار گرفت. علاوه بر روش دیسک‌گذاری، حساسیت هر سویه از باکتری‌های مورد نظر نسبت به عصاره‌های مورد مطالعه با استفاده از روش رقیق‌سازی در محیط مایع در پلیت‌های ۹۶ خانه‌ای ته‌گرد مورد بررسی قرار گرفت. به‌خانه‌های ردیف اول پلیت فقط محیط کشت و سوسپانسیون باکتری اضافه گردید. در ردیف بعدی به ۶ خانه از پلیت‌ها، مقدار ۱۰۰ میکرولیتر از محیط مایع مغذی مولر هیتون اضافه شد. به چاهک اول ۱۰۰ میکرولیتر از عصاره گیاه پیاز به غلظت ۲ میلی‌گرم در میلی‌لیتر اضافه شده و تا چاهک ششم به ترتیب غلظت‌های ۲-۴-۶-۸-۱۰-۱۲ میلی‌گرم در میلی‌لیتر که با روش رقیق‌سازی تهیه شده بود اضافه گردید. به هر چاهک مقدار ۲۰ میکرولیتر از سوسپانسیون باکتری معادل ۰/۵ مک‌فارلند اضافه شد. محتویات هر چاهک ۲ دقیقه به وسیله دستگاه Plate Reader مجهز به تکان دهنده با هم مخلوط شده و پلیت‌ها به مدت ۲۴ ساعت در دمای ۳۵ درجه سانتی‌گراد گرماخانه‌داری شدند و کدورت و یا عدم کدورت چاهک‌ها به صورت چشمی مورد ارزیابی قرار گرفتند. اولین رقتی که توانست کمترین میزان کدورت را نشان دهد به عنوان حداقل غلظت کشنده تعیین گردید. این آزمایش در سه تکرار جداگانه انجام و میانگین سه تکرار برای هر چاهک برای تعیین کم‌ترین غلظت بازدارنده مورد استفاده قرار گرفت (Andrew et al, 2001) (Thornsberry et al, 1983).

۳. نتایج

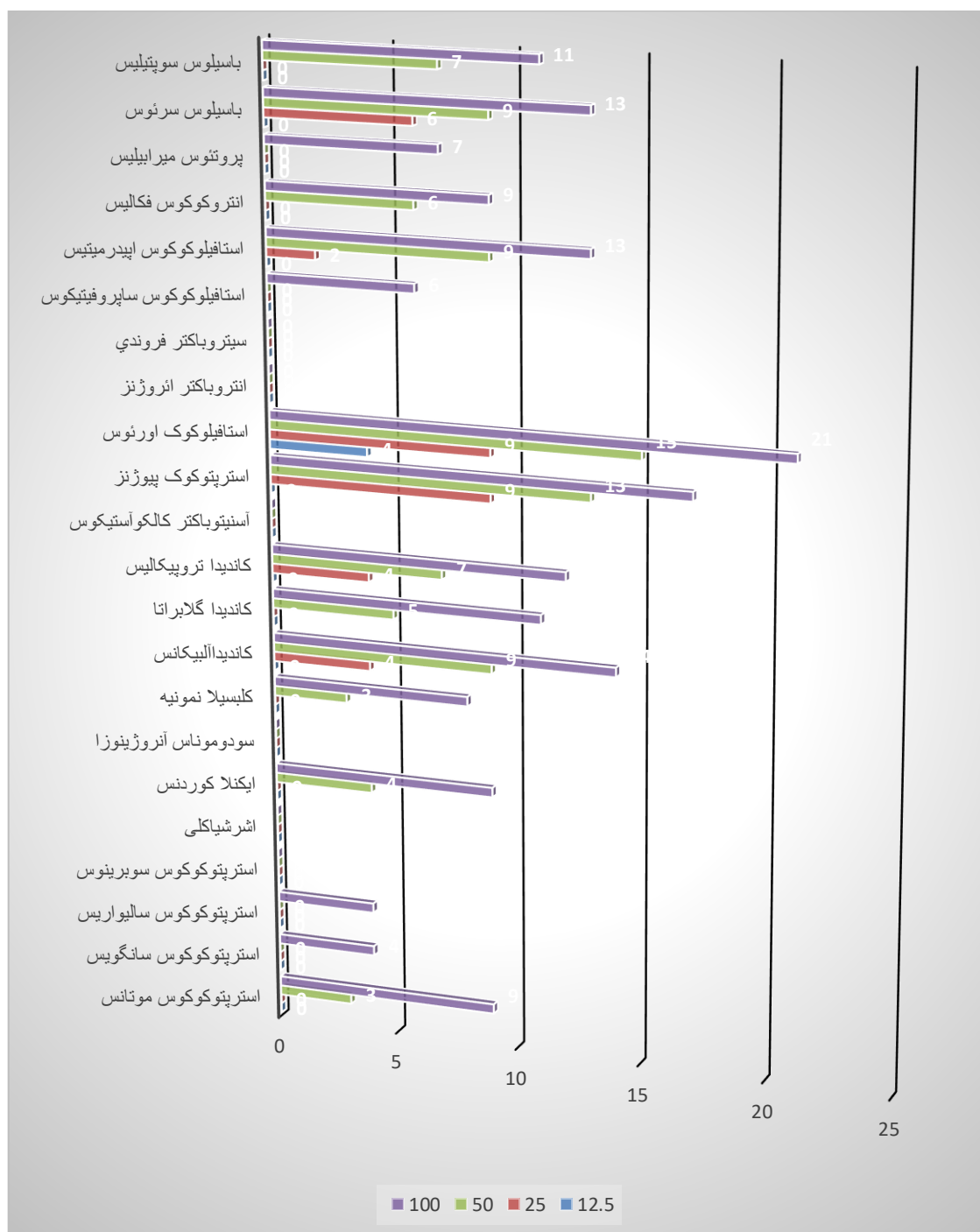
یافته‌های تحقیق نشان می‌دهد که در بررسی اثر ساده عصاره‌ها بر قطر ممانعت از رشد باکتری‌های گرم مثبت و منفی شایع دخیل در بیماری‌های عفونی، بیشترین قطر هاله مربوط به مخلوط سه‌گانه عصاره‌های آبی پیاز، سیر و موسیر می‌باشد. بررسی اثر متقابل عصاره‌های مورد مطالعه نشان می‌دهد که بیشترین قطر ممانعت از رشد باکتری مربوط به غلظت ۱۰۰ میلی‌گرم بر



میلی لیتر عصاره‌ی آبی سیر و کمترین آن‌ها مربوط به غلظت ۱۲.۵ میلی گرم بر میلی لیتر عصاره آبی پیاز می‌باشد. با توجه به نتایج مشاهده شده مشخص شد که مخلوط سه گانه عصاره‌های مورد مطالعه نتایج نسبتاً مشابهی را نسبت به داروی استاندارد مورد مطالعه از خود نشان می‌دهد.

جدول ۱: مقادیر قطر هاله عدم رشد حاصل از عصاره آبی پیاز *Allium cepa* L. بر روی برخی از باکتری‌های گرم مثبت و منفی شایع دخیل در بیماری‌های عفونی بدن انسان.

ردیف	باکتری مورد مطالعه	گرم	غلظت مورد مطالعه				استاندارد مورد مطالعه	قطر هاله
			۱۰۰	۵۰	۲۵	۱۲.۵		
۱	استرپتوکوکوس موتانس	+	-	-	۴	۱۰	کلرگزیدین	۱۴
۲	استرپتوکوکوس سانگویس	+	-	-	-	۵	کلرگزیدین	۱۶
۳	استرپتوکوکوس سالیواریس	+	-	-	-	۵	کلرگزیدین	۱۵
۴	استرپتوکوکوس سوبرینوس	+	-	-	-	-	کلرگزیدین	۱۵
۵	اشرشیاکلی	-	-	-	-	-	کلرگزیدین	۱۳
۶	ایکینلا کوردنس	-	-	-	۵	۱۰	کلرگزیدین	۱۳
۷	سودوموناس آئروژینوزا	-	-	-	-	-	کلرگزیدین	۹
۸	کلبسیلا نمونه	-	-	-	۴	۹	کلرگزیدین	۱۲
۹	کاندیدا آلبیکانس	+	-	۵	۱۰	۱۵	نیستاتین	۳۰
۱۰	کاندیدا گلابراتا	+	-	-	۶	۱۲	نیستاتین	۲۷
۱۱	کاندیدا تروپیکالیز	+	-	۵	۸	۱۳	نیستاتین	۲۵
۱۲	آسیتوباکتر کالکوآستیکوس	-	-	-	-	-	سفالکسین	۱۹
۱۳	استرپتوکوک پوژنز	+	-	۱۰	۱۴	۱۸	سفالکسین	۱۸
۱۴	استافیلوکوک اورئوس	+	۵	۱۰	۱۶	۲۲	سفالکسین	۲۱
۱۵	انتروباکتر ائروژنز	-	-	-	-	-	سفالکسین	۱۸
۱۶	سیتروباکتر فروندی	-	-	-	-	-	سفالکسین	۱۸
۱۷	استافیلوکوکوس ساپروفیتیکوس	+	-	-	-	۷	سفالکسین	۱۴
۱۸	استافیلوکوکوس اپیدرمیتیس	+	-	۳	۱۰	۱۴	سفالکسین	۱۸
۱۹	انتروکوکوس فکالیز	+	-	-	۷	۱۰	سفالکسین	۲۱
۲۰	پروتئوس میرابیلیس	-	-	-	-	۸	سفالکسین	۱۷
۲۱	باسیلوس سرئوس	+	-	۷	۱۰	۱۴	سفالکسین	۲۰
۲۲	باسیلوس سوتیلیس	+	-	-	۸	۱۲	سفالکسین	۲۴



نمودار ۱: میانگین قطر هاله عدم رشد (میلی متر) در باکتری های گرم مثبت و منفی شایع دخیل در بیماری های عفونی بدن انسان با غلظت های مختلف عصاره آبی پیاز *Allium cepa* L.



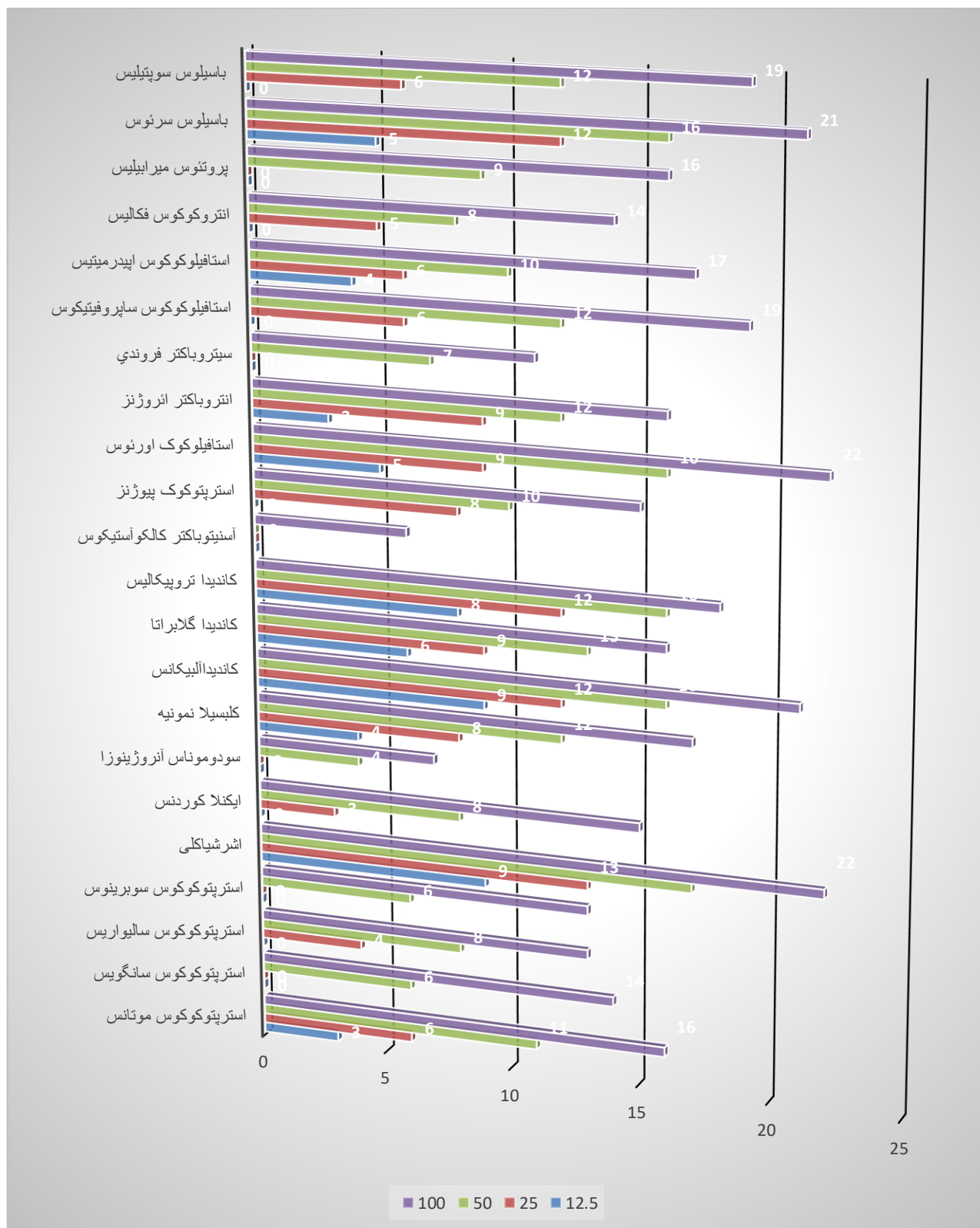
جدول ۲: نتایج حداقل غلظت مهارکنندگی عصاره آبی پیاز *Allium cepa* L. (MIC).

ردیف	باکتری مورد مطالعه	MIC
۱	استرپتوکوکوس موتانس	۱۳±۱
۲	استرپتوکوکوس سانگویس	–
۳	استرپتوکوکوس سالیواریس	–
۴	استرپتوکوکوس سوربینوس	–
۵	اشرشیا کلی	–
۶	ایکینلا کوردنس	–
۷	سودوموناس آنروژینوزا	–
۸	کلبسیلا نمونه	–
۹	کاندیدا آلیکانس	۹±۱
۱۰	کاندیدا گلابراتا	–
۱۱	کاندیدا تروپیکالیس	۹±۱
۱۲	آسیتوباکتر کالکوآستیکوس	–
۱۳	استرپتوکوک پپوژنز	۷±۱
۱۴	استافیلوکوک اورئوس	۵±۱
۱۵	انتروباکتر اثرورژنز	–
۱۶	سیتروباکتر فروندی	–
۱۷	استافیلوکوکوس ساپروفیتیکوس	–
۱۸	استافیلوکوکوس اپیدرمیتیس	۹±۱
۱۹	انتروکوکوس فکالیس	–
۲۰	پروتئوس میرابیلیس	–
۲۱	باسیلوس سرئوس	۹±۱
۲۲	باسیلوس سوپتیلیس	۱۳±۱



جدول ۳: مقادیر قطر هاله عدم رشد حاصل از عصاره آبی سیر *Allium sativum* L. بر روی برخی از باکتری‌های گرم مثبت و منفی شایع دخیل در بیماری‌های عفونی بدن انسان.

ردیف	باکتری مورد مطالعه	گرم	غلظت مورد مطالعه				استاندارد مورد مطالعه	قطر هاله
			۱۰۰	۵۰	۲۵	۱۲.۵		
۱	استرپتوکوکوس موتانس	+	۴	۷	۱۲	۱۷	کلرگزیدین	۱۴
۲	استرپتوکوکوس سانگویس	+	-	-	۷	۱۵	کلرگزیدین	۱۶
۳	استرپتوکوکوس سالیواریس	+	-	۵	۹	۱۴	کلرگزیدین	۱۵
۴	استرپتوکوکوس سورینوس	+	-	-	۷	۱۴	کلرگزیدین	۱۵
۵	اشرشیا کلی	-	۱۰	۱۴	۱۸	۲۳	کلرگزیدین	۱۳
۶	ایکینلا کوردنس	-	-	۴	۹	۱۶	کلرگزیدین	۱۳
۷	سودوموناس آنروژینوزا	-	-	-	۵	۸	کلرگزیدین	۹
۸	کلبسیلا نمونیه	-	۵	۹	۱۳	۱۸	کلرگزیدین	۱۲
۹	کاندیدا آلیکانس	+	۱۰	۱۳	۱۷	۲۲	نیستاتین	۳۰
۱۰	کاندیدا گلابراتا	+	۷	۱۰	۱۴	۱۷	نیستاتین	۲۷
۱۱	کاندیدا تروپیکالین	+	۹	۱۳	۱۷	۱۹	نیستاتین	۲۵
۱۲	آسیتوباکتر کالکوآستیکوس	-	-	-	-	۷	سفالکسین	۱۹
۱۳	استرپتوکوک پیزنز	+	-	۹	۱۱	۱۶	سفالکسین	۱۸
۱۴	استافیلوکوک اورئوس	+	۶	۱۰	۱۷	۲۴	سفالکسین	۲۱
۱۵	انتروباکتر ائروژنز	-	۴	۱۰	۱۳	۱۷	سفالکسین	۱۸
۱۶	سیتروباکتر فروندی	-	-	-	۷	۱۱	سفالکسین	۱۸
۱۷	استافیلوکوکوس ساپروفیتیکوس	+	-	۶	۱۲	۱۹	سفالکسین	۱۴
۱۸	استافیلوکوکوس اپیدرمیتیس	+	۴	۶	۱۰	۱۷	سفالکسین	۱۸
۱۹	انتروکوکوس فکالین	+	-	۵	۸	۱۴	سفالکسین	۲۱
۲۰	پروتئوس میرابیلیس	-	-	-	۹	۱۶	سفالکسین	۱۷
۲۱	باسیلوس سرئوس	+	۵	۱۲	۱۶	۲۱	سفالکسین	۲۰
۲۲	باسیلوس سوپتیلیس	+	-	۶	۱۲	۱۹	سفالکسین	۲۴



نمودار ۲: میانگین قطر هاله عدم رشد (میلی متر) در باکتری های گرم مثبت و منفی شایع دخیل در بیماری های عفونی بدن انسان با غلظت های مختلف عصاره آبی سیر. *Allium sativum* L.

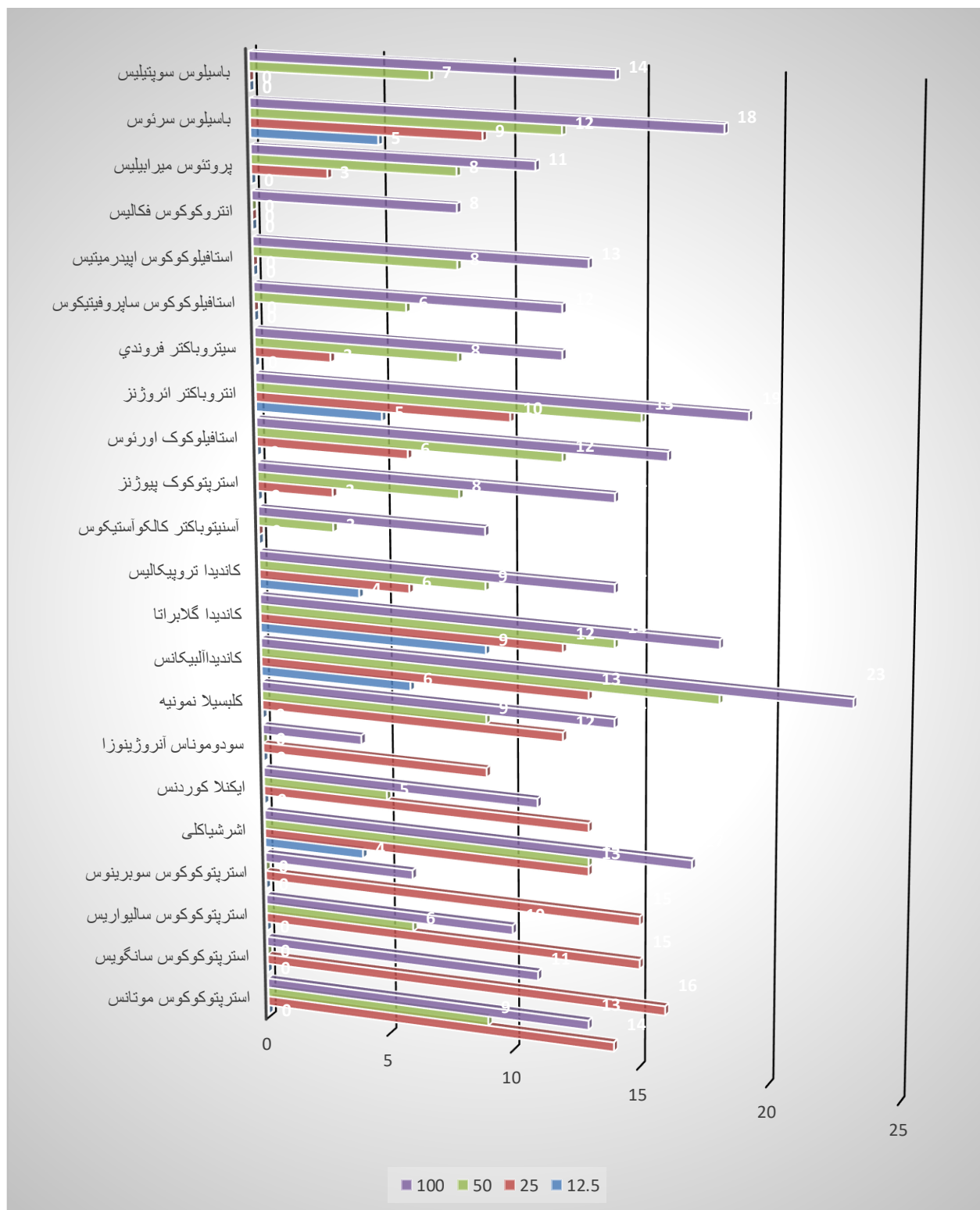
جدول ۴: نتایج حداقل غلظت مهارکنندگی عصاره آبی سیر (*Allium sativum* L. (MIC).

ردیف	باکتری مورد مطالعه	MIC
۱	استرپتوکوکوس موتانس	۷±۱
۲	استرپتوکوکوس سانگویس	۱۱±۱
۳	استرپتوکوکوس سالیواریس	۹±۱
۴	استرپتوکوکوس سوپریوس	۹±۱
۵	اشرشیا کلی	۳±۱
۶	ایکینلا کوردنس	۶±۱
۷	سودوموناس آنروژینوزا	۱۰±۱
۸	کلبسیلا نمونیه	۶±۱
۹	کاندیدا آلیکانس	۲±۱
۱۰	کاندیدا گلابراتا	۶±۱
۱۱	کاندیدا تروپیکالیس	۴±۱
۱۲	آسنتوباکتر کالکوآستیکوس	-
۱۳	استرپتوکوک پپوژنز	۸±۱
۱۴	استافیلوکوک اورئوس	۲±۱
۱۵	انتروباکتر اثر وژنز	۴±۱
۱۶	سیتروباکتر فروندی	۱۱±۱
۱۷	استافیلوکوکوس ساپروفیتیکوس	۴±۱
۱۸	استافیلوکوکوس اپیدرمیتیس	۴±۱
۱۹	انتروکوکوس فکالیس	۸±۱
۲۰	پروتئوس میرابیلیس	۱۱±۱
۲۱	باسیلوس سرئوس	۲±۱
۲۲	باسیلوس سوپتیلیس	۲±۱



جدول ۵: مقادیر قطر هاله عدم رشد حاصل از موسیر بر روی برخی از باکتری های گرم مثبت و منفی شایع دخیل در بیماری - های عفونی بدن انسان.

ردیف	باکتری مورد مطالعه	گرم	غلظت مورد مطالعه				استاندارد مورد مطالعه	قطر هاله
			۱۲.۵	۲۵	۵۰	۱۰۰		
۱	استرپتوکوکوس موتانس	+	-	۱۵	۱۰	۱۴	کلر هگزیدین	۱۴
۲	استرپتوکوکوس سانگویس	+	-	۱۶	-	۱۱	کلر هگزیدین	۱۶
۳	استرپتوکوکوس سالیواریس	+	-	۱۵	۶	۱۰	کلر هگزیدین	۱۵
۴	استرپتوکوکوس سوبریوس	+	-	۱۵	-	۶	کلر هگزیدین	۱۵
۵	اشرشیا کلی	-	۴	۱۳	۱۳	۱۷	کلر هگزیدین	۱۳
۶	ایکینلا کوردنس	-	-	۱۳	۵	۱۱	کلر هگزیدین	۱۳
۷	سودوموناس آنروژینوزا	-	-	۹	-	۴	کلر هگزیدین	۹
۸	کلبسیلا نمونیه	-	-	۱۲	۹	۱۴	کلر هگزیدین	۱۲
۹	کاندیدا آلیکانس	+	۶	۱۳	۱۸	۲۳	نیستاتین	۳۰
۱۰	کاندیدا گلابراتا	+	۹	۱۲	۱۴	۱۸	نیستاتین	۲۷
۱۱	کاندیدا تروپیکاليس	+	۴	۶	۹	۱۴	نیستاتین	۲۵
۱۲	آسنتوباکتر کالکو آستیکوس	-	-	-	۳	۹	سفالکسین	۱۹
۱۳	استرپتوکوک پيوژنز	+	-	۳	۸	۱۴	سفالکسین	۱۸
۱۴	استافیلوکوک اورئوس	+	-	۶	۱۲	۱۶	سفالکسین	۲۱
۱۵	انتروباکتر انروژنز	-	۵	۱۰	۱۵	۱۹	سفالکسین	۱۸
۱۶	سیتروباکتر فروندی	-	-	۳	۸	۱۲	سفالکسین	۱۸
۱۷	استافیلوکوکوس ساپروفیتیکوس	+	-	-	۶	۱۲	سفالکسین	۱۴
۱۸	استافیلوکوکوس اپیدرمیتیس	+	-	-	۸	۱۳	سفالکسین	۱۸
۱۹	انتروکوکوس فکاليس	+	-	-	-	۸	سفالکسین	۲۱
۲۰	پروتئوس میرابیلis	-	-	۳	۸	۱۱	سفالکسین	۱۷
۲۱	باسیلوس سرئوس	+	۵	۹	۱۲	۱۸	سفالکسین	۲۰
۲۲	باسیلوس سوپتیلیس	+	-	-	۷	۱۴	سفالکسین	۲۴



نمودار ۳: میانگین قطر هاله عدم رشد (میلی متر) در باکتری های گرم مثبت و منفی شایع دخیل در بیماری های عفونی بدن انسان با غلظت های مختلف موسیر.



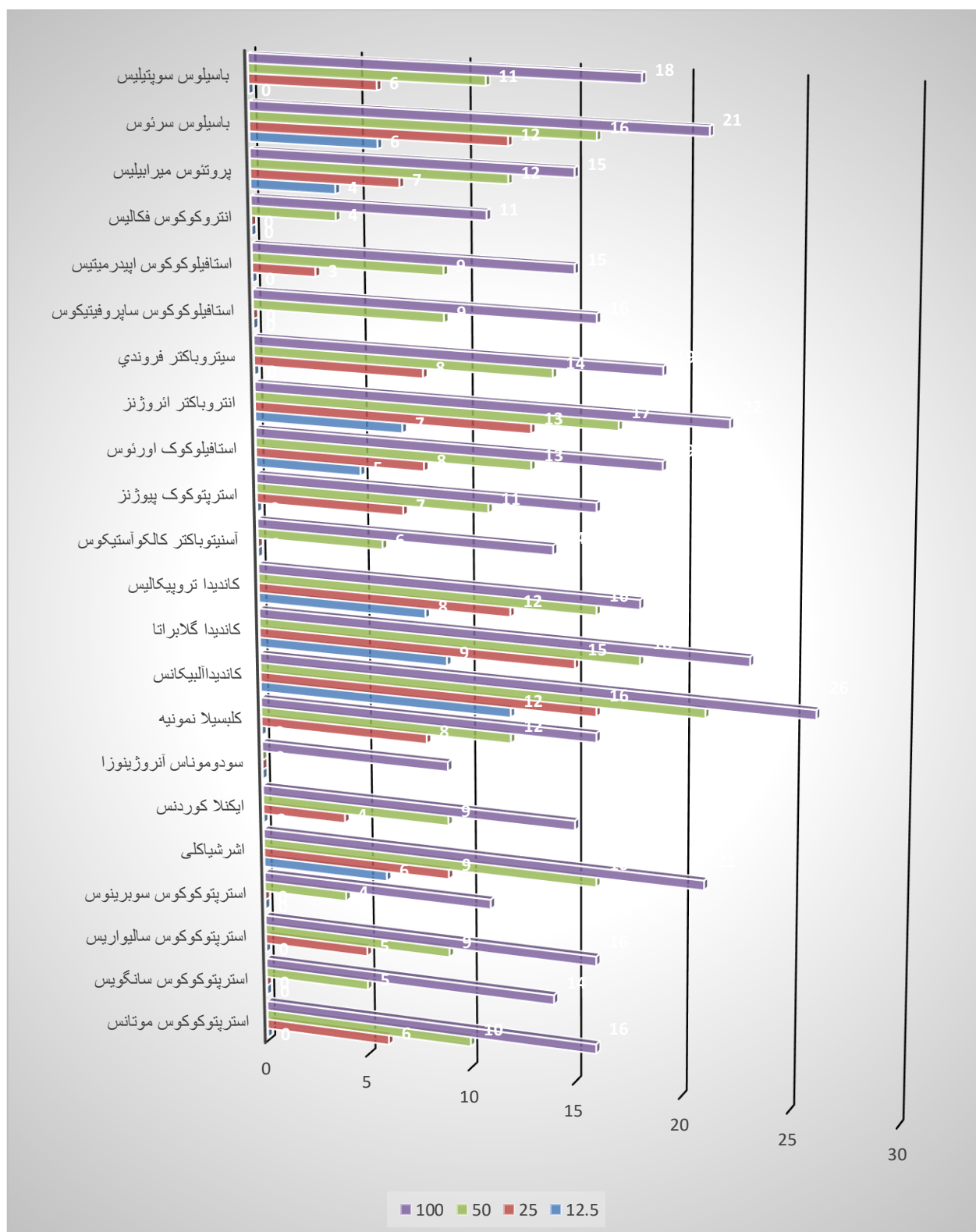
جدول ۶: نتایج حداقل غلظت مهارکنندگی عصاره آبی موسیر (MIC).

ردیف	باکتری مورد مطالعه	MIC
۱	استرپتوکوکوس موتانس	۱±۱۱
۲	استرپتوکوکوس سانگویس	-
۳	استرپتوکوکوس سالیواریس	۱±۱۱
۴	استرپتوکوکوس سوپریوس	-
۵	اشرشیا کلی	۱±۶
۶	ایکولا کوردنس	-
۷	سودوموناس آنروژینوزا	-
۸	کلبسیلا نمونیه	۱±۱۱
۹	کاندیدا آلیکانس	۱±۲
۱۰	کاندیدا گلابراتا	۱±۲
۱۱	کاندیدا تروپیکالیس	۱±۶
۱۲	آسنتوباکتر کالکوآستیکوس	۱±۱۱
۱۳	استرپتوکوک پپوژنز	۱±۱۱
۱۴	استافیلوکوک اورئوس	۱±۶
۱۵	انتروباکتر انروژنز	۱±۴
۱۶	سیتروباکتر فروندی	۱±۸
۱۷	استافیلوکوکوس ساپروفیتیکوس	۱±۱۱
۱۸	استافیلوکوکوس اپیدرمیتیس	۱±۸
۱۹	انتروکوکوس فکالیس	-
۲۰	پروتئوس میرابیلیس	۱±۶
۲۱	باسیلوس سرئوس	۱±۲
۲۲	باسیلوس سوپتیلیس	۱±۱۲



جدول ۷: پاتوژن‌های بیماری‌زای بدن انسان (ترکیب).

ردیف	باکتری مورد مطالعه	گرم	غلظت مورد مطالعه				استاندارد مورد مطالعه	قطر هاله
			۱۰۰	۵۰	۲۵	۱۲.۵		
۱	استرپتوکوکوس موناس	+	-	۷	۱۱	۱۷	کلر هگزیدین	۱۴
۲	استرپتوکوکوس سانگویس	+	-	-	۵	۱۴	کلر هگزیدین	۱۶
۳	استرپتوکوکوس سالیواریس	+	-	۵	۹	۱۷	کلر هگزیدین	۱۵
۴	استرپتوکوکوس سوبریوس	+	-	-	۴	۱۱	کلر هگزیدین	۱۵
۵	اشرشیا کلی	-	۶	۹	۱۶	۲۱	کلر هگزیدین	۱۳
۶	ایکولا کوردنس	-	-	۴	۹	۱۵	کلر هگزیدین	۱۳
۷	سودوموناس آنروژینوزا	-	-	-	-	۹	کلر هگزیدین	۹
۸	کلبسیلا نمونه	-	-	۸	۱۲	۱۶	کلر هگزیدین	۱۲
۹	کاندیدا آلیکانس	+	۱۲	۱۶	۲۱	۲۶	نیستاتین	۳۰
۱۰	کاندیدا گلابراتا	+	۹	۱۵	۱۸	۲۳	نیستاتین	۲۷
۱۱	کاندیدا تروپیکالیس	+	۸	۱۲	۱۶	۱۸	نیستاتین	۲۵
۱۲	آسنتوباکتر کالکوآستیکوس	-	-	-	۶	۱۴	سفالکسین	۱۹
۱۳	استرپتوکوک پيوژنز	+	-	۷	۱۱	۱۶	سفالکسین	۱۸
۱۴	استافیلوکوک اورئوس	+	۵	۸	۱۳	۱۹	سفالکسین	۲۱
۱۵	انتروباکتر انروژنز	-	۷	۱۳	۱۸	۲۲	سفالکسین	۱۸
۱۶	سیتروباکتر فروندی	-	-	۸	۱۴	۱۹	سفالکسین	۱۸
۱۷	استافیلوکوکوس ساپروفیتیکوس	+	-	-	۹	۱۶	سفالکسین	۱۴
۱۸	استافیلوکوکوس اپیدرمیتیس	+	-	۳	۹	۱۵	سفالکسین	۱۸
۱۹	انتروکوکوس فکالیس	+	-	-	۴	۱۱	سفالکسین	۲۱
۲۰	پروتئوس میرابیلیس	-	۴	۷	۱۲	۱۶	سفالکسین	۱۷
۲۱	باسیلوس سرئوس	+	۶	۱۲	۱۷	۲۱	سفالکسین	۲۰
۲۲	باسیلوس سوپتیلیس	+	-	۶	۱۱	۱۹	سفالکسین	۲۴



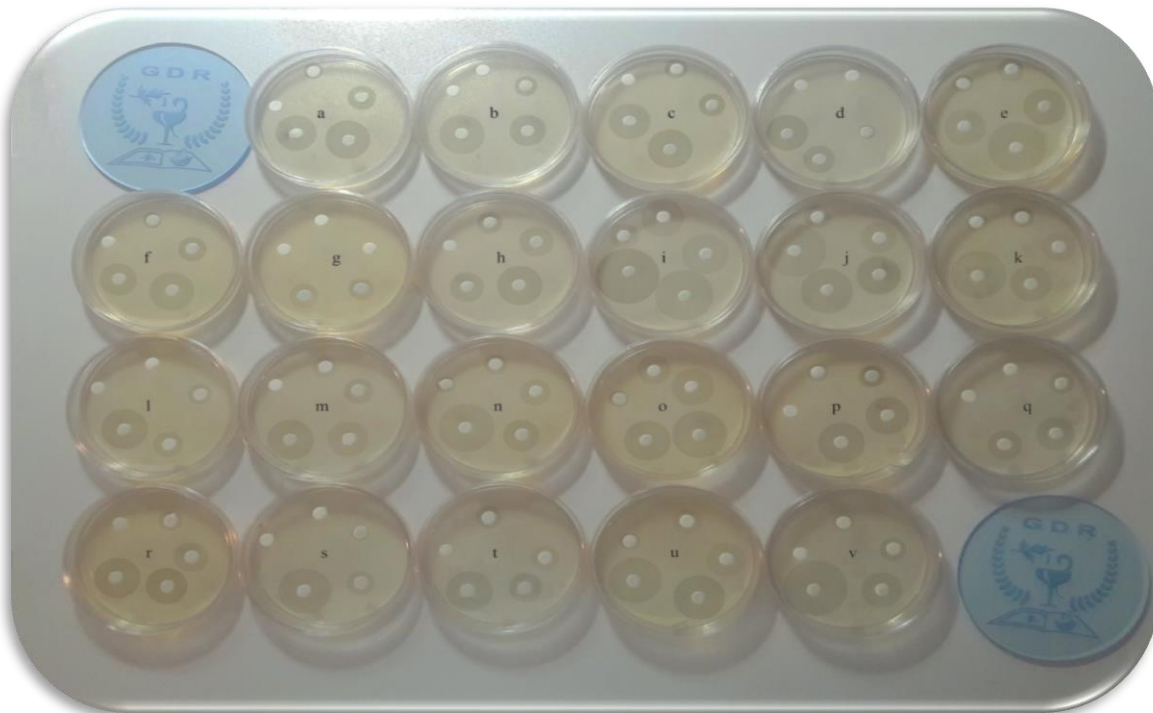
نمودار ۴: میانگین قطر هاله عدم رشد (میلی متر) در باکتری های گرم مثبت و منفی شایع دخیل در بیماری های عفونی بدن انسان با غلظت های مختلف ترکیب سه گانه.



جدول ۸: نتایج حداقل غلظت مهارکنندگی ترکیب عصاره‌ها (MIC).

ردیف	باکتری مورد مطالعه	MIC
۱	استرپتوکوکوس موتانس	7 ± 1
۲	استرپتوکوکوس سانگوئیس	8 ± 1
۳	استرپتوکوکوس سالیواریس	4 ± 1
۴	استرپتوکوکوس سوپریوس	10 ± 1
۵	اشرشیا کلی	2 ± 1
۶	ایکولا کوردنس	7 ± 1
۷	سودوموناس آنروژینوزا	-
۸	کلبسیلا نمونیه	7 ± 1
۹	کاندیدا آلیکانس	2 ± 1
۱۰	کاندیدا گلابراتا	2 ± 1
۱۱	کاندیدا تروپیکاليس	2 ± 1
۱۲	آسنتوباکتر کالکوآستیکوس	12 ± 1
۱۳	استرپتوکوک پيوژنز	8 ± 1
۱۴	استافیلوکوک اورئوس	2 ± 1
۱۵	انتروباکتر انروژنز	2 ± 1
۱۶	سیتروباکتر فروندی	2 ± 1
۱۷	استافیلوکوکوس ساپروفیتیکوس	8 ± 1
۱۸	استافیلوکوکوس اپیدرمیتیس	10 ± 1
۱۹	انتروکوکوس فکاليس	12 ± 1
۲۰	پروتئوس میرابیلینس	8 ± 1
۲۱	باسیلوس سرئوس	2 ± 1
۲۲	باسیلوس سوپتیلیس	4 ± 1

تصویر ۱: تصاویر مربوط به آزمون اندازه گیری قطر هاله عدم رشد مخلوط سه گانه مورد مطالعه بر روی برخی از باکتری های گرم مثبت و منفی شایع دخیل در بیماری های عفونی بدن انسان.



استرپتوکوکوس موناس (a)، استرپتوکوکوس سانگویس (b)، استرپتوکوکوس سالیواریس (c)، استرپتوکوکوس سوپرینوس (d)، اشرشیا کلی (e)، ایکنلا کوردنس (f)، سودوموناس آنروژینوزا (g)، کلبسیلا نمونیه (h)، کاندیدا آلبیکانس (i)، کاندیدا گلابراتا (j)، کاندیدا تروپیکالیس (k)، اسپیتوباکتر کالکوآستیکوس (l)، استرپتوکوک پيوژنز (m)، استافیلوکوک اورئوس (n)، انتروباکتر انروژنز (o)، سیتروباکتر فروندی (p)، استافیلوکوکوس ساپروفیتیکوس (q)، استافیلوکوکوس اپیدرمیتیس (r)، انتروکوکوس فکالیس (s)، پروتئوس میراییلیس (t)، باسیلوس سرئوس (u)، باسیلوس سوپتیلیس (v).

۴. بحث و نتیجه گیری

پژوهش حاضر که برای بررسی اثر عصاره های پیاز، سیر و موسیر بر روی ارگاناسم های مورد بررسی انجام شد، نشان داد که عصاره های مورد مطالعه خاصیت آنتی باکتریال دارند. زمانی که عصاره ها روی استافیلوکوکوس اورئوس، پseudomonas آنروژینوزا، اشرشیا کلی و کاندیدا آلبیکانس و ... تست شدند ناحیه وسیع تری از بازدارندگی رشد با انواع باکتری های گرم مثبت و منفی حاصل شد. این نتیجه با گزارش (Chen و همکاران در سال ۱۹۸۵) تطابق دارد (Chen et al, 1985). این تفاوت ها در نواحی به حساسیت هر ارگاناسم به عصاره های مورد مطالعه مربوط می باشد. فاکتورهای مسئول حساسیت بالای باکتری ها به عصاره ها به خوبی مشخص نشده اند اما ممکن است به وجود متابولیت های ثانویه گیاهان و وجود ترکیبات موجود در موسیر نسبت داده شود (Nweze et al, 2004). از مطالعات انجام شده مشخص شده است که حلال عصاره گیری درجه فعالیت آنتی باکتریال عصاره ها را تحت تأثیر قرار می دهد. مشاهده شد که عصاره الکلی زنجبیل وسیع ترین ناحیه ی بازدارندگی را برای



اشرشیاکلی و عصاره الکلی پیاز همین ناحیه را برای اشرشیاکلی و پ سودوموناس اثر و ژینوزا ایجاد کرده است. گمان می رود این امتیاز عصاره الکلی به الکل به عنوان حلال آلی نسبت داده شود. حلال های آلی ترکیبات آلی را بهتر حل می کنند. بنابراین آزاد شدن ترکیبات فعال برای فعالیت آنتی باکتریال ضروری به نظر می رسد (Fekwenye, 2005). هم چنین در این بررسی مشاهده شد که عصاره خام پیاز و زنجبیل بر پ سودوموناس اثر و ژینوزا اثر قوی بر کاندیدا آلیکانس اثر ضعیفی می گذارد و بر روی استافیلوکوکوس اورئوس و اشرشیاکلی بی تأثیر است. چنین نتیجه ای در آزمایش های Nelson و Regiland نیز بر روی اشرشیاکلی مشاهده شده است (Nelson & Regiland, 1985). دلیل این پدیده نامشخص است و احتمالاً ترکیبات ضد باکتری برای مقابله با این ارگانسیم ها در عصاره خام آزاد نشده است. انتظار می رفت عصاره خام غلیظ تر از سایر عصاره ها باشد و تأثیر ضد میکروبی بیش تری بگذارد که چنین نتیجه ای مشاهده نگردید. عصاره آبی پیاز از رشد هیچ ارگانسمی جلوگیری نکرد و با نتایج مشاهدات Chen و هم کاران مشابه است (Chen et al, 1985). این واقعیت وجود دارد که ماده اصلی آنتی باکتریال در گیاهان ادویه ای نسبت به گرما ناپایدارند بنابراین همه ادویه ها فعالیت آنتی باکتریال خود را در طی ۲۰ دقیقه در دمای ۱۰۰°C از دست می دهند. عصاره آبی زنجبیل روی پ سودوموناس اثر و ژینوزا تأثیر می گذارد و دلیل این تغییر به خوبی مشخص نشده است (Chen et al, 1985). عصاره آبی پیاز از رشد پ سودوموناس اثر و ژینوزا و کاندیدا آلیکانس جلوگیری می کند و بر اشرشیاکلی و استافیلوکوکوس اورئوس بی تأثیر است در حالی که عصاره آبی زنجبیل از رشد همه ارگانسیم ها به جز کاندیدا آلیکانس جلوگیری می کند (Chen et al, 1985). در تحقیق صورت گرفته توسط Curtis و هم کاران در سال ۲۰۰۴، که عصاره سیر به روش سانتریفیوز و توسط بمب خلاء از پالپ سیر جدا شده است، راندمان استخراج عصاره ۱ ml به ازای هر ۳-۴ g سیر تازه خرد شده بوده است که راندمان استحصال آن معادل ۳۳/۳۳ - ۲۵٪ می باشد، که با نتایج حاصل از این تحقیق هم خوانی دارد (Curtis et al., 2004). در تحقیق دیگری، راندمان عصاره آبی سیر را (۵۷/۱ (w/v) به دست آورده اند (Bakri & Douglas, 2004). اثر ضد میکروبی عصاره سیر بر روی باکتری های گرم منفی و گرم مثبت در بسیاری از تحقیقات مشخص شده است. اثر بازدارندگی اسانس روغن سیر که توسط روش تقطیر با بخار آب استخراج شده است، بر روی باکتری استافیلوکوکوس اورئوس، در غلظت های ۵۰، ۱۰۰، ۲۰۰، ۳۰۰، ۵۰۰ پس از ۴۸ ساعت به اثبات رسیده است (Benkeblia, 2004). اثر ضد میکروبی سیر بر روی *E. coli* O157:H7، در انواع مارینادها، سس ها، گوشت گاو، پیتزا و پنیرها ثابت گردیده است (Holly 7 Patel, 2005). در تحقیق Curtis و هم کاران، اثر ضد میکروبی عصاره سیر بر باکتری *E. coli* مشخص شد (Curtis et al., 2004). هم چنین در تحقیق Ankri و Mirelaman در سال ۱۹۹۹ اثر ضد میکروبی عصاره سیر بر روی انتروکوکسی های مقاوم به واکو مایسین و استافیلوکوکوس اورئوس مقاوم به متیسیلین اثبات گردید (Mirelaman & Ankri, 1999). برخی علت اصلی خاصیت ضد میکروبی آلایسین و دیگر ترکیبات موجود در عصاره سیر را واکنش آن ها با گروه سولفیدریل (SH) برخی از پروتئین های سلولی از جمله سیستمین بیان کردند، و گفته اند که آن ها نمی توانند با آمینو اسیدهایی که دارای گروه سولفیدریل نمی باشند، واکنش دهند، این در حالی است که برخی شواهد نشان می دهند آلایسین و دیگر تیوسولفینات ها قادرند با آمینو اسیدهای بدون گروه سولفیدریل نیز وارد واکنش شوند (Kyung, 2011). با این وجود تحقیقات



اخیر نشان داده اند که عصاره سیر بدون آلیسین (عاری شده از آلیسین) خاصیت ضد میکروبی خود را در برابر میکروب‌ها حفظ نموده است و به نظر می‌رسد ترکیبات دیگر در عصاره سیر نیز دارای خاصیت ضد میکروبی بالایی هستند. از بین این ترکیبات، ترکیبات سولفونیه شده vinyl- dithiins و ajoene که محصول اکسیداسیون جزئی آلیسین می‌باشد، بیشترین توجهات را به خود جلب نمودند و به نظر می‌رسد که حتی گاهی اوقات در غلظت‌های مورد استفاده کمتر از آلیسین دارای خاصیت ضد میکروبی وسیعی و قوی‌ای باشند (Millet et al., 2011). در تحقیقی به منظور مشخص شدن خصوصیات ضد میکروبی سیر، ترکیب شش مخلوط از روغن تقطیر شدهی سیر را مورد بررسی قرار دادند، در ترکیب این شش مخلوط *disulfide diallyl* (DDS) و *diallyltrisulfide* (DTS) به ترتیب به میزان ۵۱٪- و ۸۸٪- یافت شدند و خاصیت ضد میکروبی آن‌ها بر روی تعدادی مخمر، باکتری گرم مثبت و گرم منفی بررسی گردید، طبق نتایج خاصیت ضد میکروبی این ترکیبات بر روی مخمرها بیش‌تر از باکتری‌ها بوده است و این خاصیت بیش‌تر مربوط به DDS بوده است به گونه‌ای که با افزایش مقدار DDS، خاصیت بازدارندگی افزایش یافته است، بنابراین طبق نتایج این تحقیق می‌توان DDS را نیز به عنوان ترکیب ضد میکروبی سیر در نظر گرفت (Avato et al., 2000). مطالعه‌ی Brudzynski در سال ۲۰۱۱ بر روی ۱۷۷ نمونه‌ی موسیر به منظور بررسی فعالیت ضد میکروبی بر روی *E. Coli* (ATTC 14948) و باسیلوس سوبتیلیس (ATTC 6633) صورت گرفت، نشان داد که اغلب فعالیت ضد میکروبی موسیر به صورت باکتریواستاتیک بوده است (Brudzynski, 2011) که با نتایج مطالعه حاضر مطابقت دارد. با توجه به نتایجشان در هر دو گروه شاهد و مورد رشد چندانی مشاهده نشد و این نشانگر قراردادن باکتری‌های هر دو گروه در فاز رشد تأخیری است. در فاصله‌ی زمانی بین ساعت ۲ تا ۴ گروه شاهد وارد مرحله‌ی رشد لگاریتمی شده است ولی گروه آزمایش به دلیل دارا بودن ترکیبات ضد میکروبی در ساختار موسیر، مانع از رشد میکروارگانیسم‌ها به مدت ۲ ساعت نسبت به گروه شاهد شد که با توجه به شواهد می‌توان گفت تأثیر ضد میکروبی موسیر بر علیه باکتری باسیلوس سرئوس به صورت باکتریواستاتیک می‌باشد. در این مطالعه قدرت ضد میکروبی موسیر بر اساس مدت زمان نگهداری در دمای ۳۷ درجه مورد بررسی قرار گرفته است در حالی که در مطالعات قبلی اغلب با روش آنتی‌بیوگرام و MIC انجام شده است (Cooper et al, 1999) و قدرت ضد میکروبی موسیر بر حسب زمان محاسبه نشده بود. از نکات دیگر علاوه بر قدرت مهارکنندگی غلظت مورد نظر موسیر بر حسب زمان، تأثیر کیفیت موسیر بر میزان جلوگیری از رشد باکتری است که مورد بررسی قرار گرفت. (Gheldof et al, 2002). Molan و هم‌کاران، حداقل غلظت ممانعت‌کنندگی موسیر متوکا را ۲ تا ۳ درصد و موسیر پاستور را ۳ تا ۴ درصد بر علیه استافیلوکوکوس آرنئوس کواگولاز مثبت جدا شده از زخم‌های عفونی گزارش کرده و اعلام کردند قدرت ضد میکروبی موسیر در سطح زخم بدن به دلیل فعالیت آنزیم کانالاز ناشی از بدن و یا خون کاهش می‌یابد (Cooper et al, 1999). در مطالعه Taormina و هم‌کاران، کم‌ترین تأثیر ضد میکروبی موسیر روی باکتری باسیلوس سرئوس مشاهده شد، که قدرت ممانعت‌کنندگی موسیر در برابر شیگلا سونئی، لیستریا مونوسایتوزنز و استافیلوکوکوس آرنئوس در ۲۵ درصد از رقت‌های موسیر که آنزیم کانالاز به آن اضافه شده بود کاهش یافته است (Taormina et al, 2001). OSATO و هم‌کاران نشان دادند، موسیرهای نیوزلند و عربستان سعودی در غلظت ۲۰ درصد از رشد باکتری هلیکوباکتر پیلوری ممانعت کرده‌اند. در این مطالعه



فشار اسمزی ناشی از موسیر مهم ترین فاکتور ضد میکروبی موسیر بیان شده است (Osato et al, 1999). Basualdo و هم کاران نشان دادند که نمونه های موسیر از رشد باکتری های استافیلوکوکوس اورئوس و اپیدرمیس، سودوموناس آئروژینوزا، کلبسیلا و اشرشیا کلی ممانعت کرده و بر علیه میکروکوکوس لوتئوس و انتروکوکوس فکاليس ناتوان بوده اند (Basualdo et al, 2007). پس از انجام آزمون آنتی بیوگرام و مشاهده نتایج حاصل، مشخص گردید که در بررسی اثر ممانعت از رشد باکتری، بین عصاره های مورد مطالعه، اختلاف بسیار معنی داری وجود. در بررسی اثر ساده عصاره ها بر قطر ممانعت از رشد باکتری های شایع دخیل در بیماری های عفونی بدن انسان مشخص شد که بیشترین قطر هاله مربوط به مخلوط سه گانه ی عصاره های آبی پیاز، سیر و موسیر می باشد. بررسی اثر متقابل عصاره های مورد مطالعه نشان می دهد که بیشترین قطر ممانعت از رشد باکتری مربوط به غلظت ۱۰۰ میلی گرم بر میلی لیتر عصاره ی آبی سیر و کمترین آن ها مربوط به غلظت ۱۲.۵ میلی گرم بر میلی لیتر عصاره آبی پیاز می باشد. با توجه به نتایج مشاهده شده مشخص شد که مخلوط سه گانه عصاره های مورد مطالعه نتایج نسبتاً مشابهی را نسبت به داروی استاندارد مورد مطالعه از خود نشان می دهد. نتایج به دست آمده از تست MIC نشان داد که باکتری های مورد مطالعه بیشترین حساسیت را نسبت به مخلوط سه گانه عصاره مورد مطالعه دارد و این در حالی است که گیاه دارویی پیاز حساسیت کمتری را نسبت به عصاره های دیگر برای باکتری های مورد نظر ایجاد می کند. بنابراین با توجه به اثر مطلوب ضد باکتریایی مخلوط سه گانه مورد مطالعه در تحقیق حاضر، می توان چنین استنباط نمود که وجود ترکیبات ثانویه ضد میکروبی در این گیاهان، می تواند اثرات آنتی باکتریال مناسبی برای درمان انواع بیماری های عفونی ایجاد شده در داشته باشد.

تشکر و قدردانی

بدین وسیله از مسئولین محترم بخش تحقیق و توسعه شرکت دانش بنیان پژوهشگران داروی سبز تشکر می نمایم. هم چنین از بخش تحقیقات گیاهان دارویی مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان اردبیل نیز به دلیل همکاری در این طرح، صمیمانه قدردانی می گردد.

منابع

- Andrew JM. BSAC Standardized disc susceptibility testing method. J. Antimicrobial Chemotherapy 2001; 7 (5): 48 - 57 .
- Ankri, S. & Mirelaman, D. (1999). Antimicrobial properties of allicin from garlic. Microbes and infection. 2, 125-129.
- Avato, P., Tursi, F., Vitali, C., Miccolis, V. & Candido, V. (2000). Allylsulfide constituents of garlic volatile oil as antimicrobial agents. Phytomedicine, 7(3), 239-243.
- Basualdo C, Sgroy V, Finola MS, Marioli JM. Comparison of the antibacterial activity of honey from different provenance against bacteria usually isolated from skin wounds. Veterinary microbiology. 2007; 124(3-4):375-81.
- Bakri, I. M. & Douglas, C. W. I. (2005). Inhibitory effect of garlic extract on oral bacteria, Archives of Oral Biology, 50, 645- 651.
- Bertram G. Katzung eighth edition McGrawHil- Basic & Clinical Pharmacology I 2001.
- Brudzynski K, Kim L. Storage-induced chemical changes in active components of honey de-regulate its antibacterial activity. Food Chemistry. 2011; 126(3): 1155-63.
- Benkeblia, N. (2004). Antimicrobial activity of essential oil extracts of various onions (*Allium cepa*) and garlic (*Allium sativum*). Lebensm.-Wiss. u.-Technol. 37, 263- 268.



- Chen HC, Chang MD, Chang TJ. Antibacterial properties of some spic plants before and after heat treatment. *Zhonghua Min Guo Wei Sheng Wa Ji Main Yi XueZaZhi*. 1985 Aug; 18(3): 190-5.
- Cooper RA, Molan PC, Harding KG. *Antibacterial activity of honey against strains of staphylococcus aureus from infected wounds. Journal of the Royal Society of Medicine*. 1999;92 (6): 283-5.
- Curtis, H., Noll, U., Stormann, J. & Slisarenko, A. J. (2004). Broad-spectrum activity of the volatile phytoanticipin allicin in extracts of garlic (*Allium sativum* L.) against plant pathogenic bacteria, fungi and Oomycetes. *Physiological and Molecular Plant Pathology*. 65, 79-89.
- Fekwenye UN, Elegalam NN. Antibacterial activity of ginger (*Zingiberoffcinale*) and garlic (*Allium sativum* L.) extracts on *Escherichia coli* and *Salmonella typhi*. *J MOL Med Adv Sci*. 2005; 1(4): 411-16.
- Gastmeier P, Schwab F, Barwolff S, Ruden H, Grund-mann H. Correlation between the genetic diversity of nosocomial pathogens and their survival time in Intensive Care Units. *J Hosp Infect* 2006 Feb; 62(2):181-6.
- Gheldof N, Wang XH, Engeseth NJ. *Identification and quantification of antioxidant componemts of honeys from varioud floral sources. Journal of agricultural and food chemistry*. 2002; 50(21): 5870-7.
- Holley, R. A. & Patel, D. (2005). Review. Improvement in shelf-life and safety of perishable foods by plant essential oils and smoke antimicrobials. *Food Microbiology*, 22, 273–292.
- Jain R, Danziger LH. Multidrug-resistant *Acinetobacter* infections: an emerging challenge to clinicians. *The Annals of pharmacotherapy*. 2004; 38(9): 1449-59.
- Koelzer J, Pereira DA, Dalmarco JB, Pizzolatti MG, et al. Evaluation of the anti-inflammatory efficacy of lotus corniculatus. *j foodchem*. 2009; 117(3): 444-450.
- Kyung. K. H. (2011). Antimicrobial properties of allium species. *Current Opinion in Biotechnology*, 23, 142-147.
- Lusby PE, Coombes AL, Wilkinson JM. *Bactericidal activity of different honeys against pathogenic bacteria. Archives of medical research*. 2005; 36(5): 464-7.
- Mashhadian NV and Rakhshandeh H. Antibacterial and antifungal effects of *Nigella sativa* extracts against *S. aureus*, *P. aeruginosa* and *C. albicans*. *Pakistan J. Medical Sci*. 2005; 21 (1): 47 - 52.
- Min BR, Barry TN, Attwood GT, McNabb WC. The effect of condensed tannins on the nutrition and health of ruminants fed fresh temperate forage: a review. *J food chem*. 2003; 9(1):76-81.
- Millet, C. O. M., Lloyd, D., Williams, C., Williams, D., Evans, G., Saunders, R. A. & Cable, H. (2011). Effect of garlic and allium- derived products on the growth and metabolism of *Spironucleus vortens*, *Experimental Parasitology*. 127,490-499.
- Moniee SH. Giahdarou. Tehran Iran: Ketabsara press; 1981; 75. [Persian].
- Nelson C, Regiland A. Antimicrobial properties of extracts of *Allium cepa* and *Zingiberofficinale* (ginger) on *Escherchiacoli*, *Samonellatyphi* and *Bacillus subtilis*. *Int J of Trop. Med*. 2007; 3(2): 1540-470.
- Nweze EI, Okafor JI, Njoku O. Antimicrobial activities of methanolic extracts of *tremaguineesis* and *morindalusidabenth* used in Nigerian herbol medicinal practice. *J Biol Res and Biotech*. 2004; 2(1): 39-46.
- Osato MS, Reddy SG, Graham DY. *Osmotic effect of honey on growth and viability of Helicobacter pylori Digestive diseases and sciences*. 1999; 44(3): 462-4.
- Sweetman S.C., et al. *Martindale, the Complete Drug Reference*. Pharmaceutical press. 2002. P: 1644.
- Taormina PJ, Niemira BA., Beuchat LR. *Inhibitory activity of hony against foodborne pathogen as influenced by the presence of hydrogen peroxide and level of antioxsidant power. International journal of food microbiology*. 2001; 69(3): 217-25.
- Thornsberry C and Dougal L. Successful use of broth microdilution in susceptibility tests for methicillin resistant *Staphylococa*. *J. Clinical Microbiol*. 1983; 18 (5): 1084 - 91.
- Truchado P, López-Gálvez F, Gil M, Tomás-Barberán F, Allende A. Quorum sensing inhibitory and antimicrobial activities of honeys and the relationship with individual phenolics. *Food Chemistry*. 2009; 115(4): 1337-44.



بررسی اثر میوه *Gleditsia caspica* در بافت مغز موش مسموم شده با کربن تتراکلرید

حمزه جوادیان کوتنایی^۱، مریم مهاجرانی^{۱*} و پرنیان خواجهوند^۱

^{۱*} گروه زیست شناسی سلولی و مولکولی، دانشکده علوم پایه، دانشگاه مازندران، بابلسر، مازندران، ایران (m.mohajerani@umz.ac.ir)

چکیده

گونه *Gleditsia caspica* معروف به کرات، متعلق به خانواده باقلاییان و جنس گلدیتسیا می باشد. این مطالعه به منظور بررسی فعالیت آنتی اکسیدانی ناشی از متابولیت های ثانویه در عصاره میوه گیاه *G. caspica* و با روش سوکسله انجام شد. برای مسموم کردن موشها از گاواژ آنها با تتراکلرید کربن در روغن زیتون (۷/۷) ۲۰ درصد استفاده شد. در این پژوهش تعداد ۴۸ سر موش کوچک آزمایشگاهی به شش گروه هفت تایی تقسیم بندی شدند. گروه کنترل منفی، گروه کنترل مثبت، گروه مسموم شده با تتراکلرید کربن، گروه دارو (سیلیمارین)، گروه تیمار شده با دز ۹۰ میلی گرم، گروه تیمار شده با دز ۱۸۰ میلی گرم، آزمایشات یک هفته پس از انتقال موش ها به اتاق حیوانات انجام شد. در آخرین روز موشها با استفاده از کلروفرم بیهوش و قربانی شدند. برای تهیه هموژنات بافت مغز از بافر سدیم فسفات ۷ = pH استفاده شد. از نمونه های هموژن تهیه شده برای اندازه گیری میزان فعالیت آنزیم سوپراکسید دیسموتاز، محتوای مالون دی آلدئید و گلوتاتیون در بافت مغز استفاده شد. اندازه گیری فعالیت آنزیم سوپراکسید دیسموتاز نشان داد که در اثر تیمار موش با عصاره این میوه فعالیت آنزیم نسبت به گروه بیمار افزایش یافته است. سطح مالون دی آلدئید در گروه تیمار شده با دز ۱۸۰ میلی گرم نسبت به گروه بیمار کاهش نشان داده است. میزان گلوتاتیون در بافت مغز موش تیمار شده با عصاره ۱۸۰ میلی گرم نسبت به گروه بیمار افزایش نشان داده است. نتایج این تحقیق نشان داد که عصاره میوه کرات می تواند مسمومیت ناشی از تتراکلرید کربن را در مغز بهبود بخشد.

واژگان کلیدی: تتراکلرید کربن، ظرفیت آنتی اکسیدانی، گیاه کرات، مغز موش

۱. مقدمه

گیاهان یکی از مهمترین منابع طبیعی ارزشمند دارویی هستند که امروزه مورد توجه کشورهای پیشرفته جهان قرار گرفته اند و علاوه بر این به عنوان مواد اولیه جهت تبدیل به داروهای بی خطر برای انسان تلقی میشوند. در این زمینه ایران یکی از مالکان غنی ترین منابع گیاهان دارویی جهان به شمار میرود که دارای تنوع بالای شرایط زیستگاهی برای انواع این گیاهان می باشد (حقیرالسادات و همکاران، ۲۰۱۰). در کشورهای در حال توسعه، ۶۵ تا ۸۰ درصد جمعیت برای مراقبت های بهداشتی اولیه خود به داروهای گیاهی وابسته هستند (Ayoola and Johnson, 2015). در طول چند دهه گذشته، علاقه جهانی به مطالعه گیاهان دارویی مختلف به دلیل فعالیتهای ضدباکتریایی و آنتی اکسیدانی، سمیت کم و احتمال جایگزینی ارزانتر برای داروهای مصنوعی پرهزینه، به سرعت افزایش یافته است (Chew et al, 2012) از زمانهای بسیار قدیم، گیاهان دارویی در طب سنتی استفاده می شدند. آنها در سراسر جهان برای هزاران سال به عنوان داروهای طبیعی به کار گرفته می شدند (Krishnaiah et al, 2011). امروزه مطابق با برآورد سازمان جهانی سلامت (WHO) نیازهای اولیه ی مراقبت از سلامت بیش از ۸۰ درصد مردم جهان وابسته به دارو و طب سنتی می باشد (Vikas et al, 2013). برخی از گیاهان دارویی حاوی مقادیر بالایی از آنتی اکسیدان هستند که مصرف این گیاهان می تواند در سلامتی انسان موثر باشد (زربان و همکاران، ۱۳۸۳).

نقش آنتی اکسیدان ها خنثی کردن رادیکال های آزاد در سلول های بیولوژیکی است، رادیکال های آزاد تاثیر منفی بر موجودات زنده دارند. نقش ویژه ای در خنثی کردن اثرات استرس اکسیداتیو مربوط به حضور رادیکال های آزاد توسط آنزیمی به نام سوپراکسید دیسموتاز (SOD) ایفا می شود. این یک متالوآنزیم با سازمان ساختاری زیر واحدی است که تنظیم کننده اصلی فرآیندهای اکسیداسیون در سلول های بیولوژیکی است. این آنزیم واکنش نوترکیبی رادیکال های اکسیژن را کاتالیز می کند. استفاده از آنتی اکسیدان درمانی با استفاده از SOD در درمان حالات مختلف پاتولوژیک بدن انسان و همچنین در پیشگیری از بروز آنها (جلوگیری از تشکیل پراکسید هیدروژن و اکسیژن سه گانه) کارآمد است. استرس اکسیداتیو مفهومی نسبتاً جدید است که در سه دهه گذشته به طور گسترده در علوم پزشکی مورد استفاده قرار گرفته است. نقش فعالی در فیزیولوژی بیماری های بسیار رایج مانند دیابت، فشار خون بالا، پره اکلامپسی، تصلب شرایین، نارسایی حاد کلیه، آلزایمر و پارکینسون دارد. سلول ها از طریق متابولیسم اکسیژن، گونه های فعال اکسیژن (ROS) را ایجاد می کنند که بالقوه مضر هستند. در شرایط عادی، سرعت و دامنه تشکیل اکسیدان با سرعت حذف آنها متعادل می شود. با این حال، از دست دادن تعادل بین پرو اکسیدان ها و آنتی اکسیدان ها منجر به استرس اکسیداتیو می شود. سطوح بالای ROS در سلول های بیولوژیکی تأثیر زیادی بر عملکرد آنها دارد که منجر به عملکرد ناقص سلول، پیری یا بیماری می شود (Munteanu and Apetrei, 2021).

۲. مواد و روش ها

۲-۱. عصاره گیری به روش سوکسله

برای عصاره گیری از گیاه *Gleditsia caspica*، ۱۰ گرم پودر دانه و غلاف این گیاه با نسبت وزنی یک به یک با یکدیگر مخلوط شده و در کارتوش سوکسله قرار داده شده و استخراج با ۲۰۰ میلی لیتر متانول به مدت ۵ ساعت انجام شد. متانول با استفاده از تبخیر کن



چرخان از مخلوط جدا و محلول باقی مانده در آون در دمای ۴۰ درجه خشک شد. برای به دست آوردن عصاره چربی زدایی شده این میوه ابتدا ۲۰ گرم پودر دانه و غلاف این گیاه با نسبت وزنی یک به یک با یکدیگر مخلوط شده و در ادامه برای چربی زدایی نمونه، ۲۰ گرم پودر میوه در قیف دکانتور ریخته شده و ۴۰ میلی لیتر هگزان به آن اضافه می شود. بعد از ۲۴ ساعت عصاره هگزانی دور ریخته می شود. سپس بافت گیاهی باقی مانده به مدت چند ساعت در آون قرار داده می شود تا خشک شود. در ادامه ۱۰ گرم از پودر چربی زدایی شده در کارتوش ریخته شده و استخراج با ۲۰۰ میلی لیتر متانول به مدت ۵ ساعت انجام شد. متانول با استفاده از تبخیر کننده چرخان از مخلوط جدا و در آون خشک شد. [۲۳]

۲-۲. آماده سازی و تیمار موش های آزمایشگاهی

در این پژوهش تعداد ۴۸ سر موش کوچک آزمایشگاهی با وزن ۲۰ تا ۲۵ گرم خریداری و به اتاق حیوانات گروه زیست شناسی دانشگاه مازندران انتقال داده شد. حیوانات با دوره روشنایی و تاریکی ۱۲ ساعته و دمای ۲۴ درجه سانتی گراد در شرایط آزمایشگاهی نگهداری شده و در طول دوره آزمایش به آب و غذای کافی دسترسی دارند. به منظور سازگاری با محیط، آزمایشات یک هفته پس از انتقال موش ها به اتاق حیوانات انجام می گردند. موش ها به شش گروه چندتایی به شرح زیر تقسیم بندی شدند. (۱) کنترل منفی: فقط آب و غذا دریافت کردند. (۲) گروه کنترل مثبت: دریافت دوز ۱۸۰ میلی گرم بر کیلوگرم وزن بدن موش عصاره میوه کرات (۳) گروه مسموم (CCl_4): تراکلرید کربن ۰/۲۰ رقیق شده با روغن زیتون و به میزان ۳ میلی لیتر بر کیلوگرم وزن موش به صورت درون صفاقی و سه بار در هفته به موش تزریق شد. (۴) گروه دارو: دریافت تراکلرید کربن با دوز مشخص بعلاوه ماده دارویی سیلیمارین با دوز ۹۰ میلی گرم بر کیلوگرم وزن بدن موش (۵) گروه تست ۱: دریافت تراکلرید کربن با دوز مشخص بعلاوه دوز ۹۰ میلی گرم بر کیلوگرم وزن بدن موش عصاره میوه کرات. (۶) گروه تست ۲: دریافت تراکلرید کربن با دوز مشخص بعلاوه دوز ۱۸۰ میلی گرم بر کیلوگرم وزن بدن موش عصاره میوه کرات. برای تهیه محلول تراکلرید ۲ میلی لیتر تراکلرید کربن به ۸ میلی لیتر روغن زیتون اضافه شده و کاملاً مخلوط شد تا محلول ۷/۷ درصد ساخته شود. در ادامه ۰/۰۷۵ میلی لیتر از آن به هر یک از موش ها که حدوداً ۲۵ گرم وزن داشتند تزریق شد. ناحیه شکمی موش معمولاً برای تزریق سرنگ انسولین در نظر گرفته شد. این ناحیه در قسمت پایینی شکم و بین مچ پاها قرار دارد. سرنگ را با زاویه تقریباً ۴۵ درجه نسبت به ناحیه شکمی موش وارد شد. پس از ورود سوزن به درون صفاق موش محلول را به آهستگی و به تدریج تزریق شد.

۲-۳. اندازه گیری فعالیت آنزیم سوپراکسید دیسموتاز

برای اندازه گیری فعالیت SOD که جذب آن هم به صورت خطی (چند نقطه ای) خوانده می شود به بافر سدیم فسفات ۵۰ میلی مولار با $Ph=7$ ، ماده EDTA و پروکال نیاز است. (پروکال در روز سنجش اضافه می شود) برای سنجش آنزیم سوپراکسید دیسموتاز به ازای مقدار حجمی خاصی از بافر SOD، از مقدار حجمی مشخصی نمونه مغز که از پیش تقسیم بندی و هموژن شده بود استفاده شد. برای سنجش جذب نوری به صورت خطی از دستگاه اسپکتروفتومتر با طول موج 420 nm استفاده شد به مدت زمان ۱۲۰ ثانیه استفاده شد. برای اطمینان از نتایج، یک مرتبه جذب نوری پلیت خالی اندازه گیری شد تا درصد خطا کاهش داده شود.

۲-۴. اندازه گیری سطح مالون دی آلدئید

برای انجام تست مالون دی آلدئید به محلول TCA (تهیه شده از حل شدن مقدار جرمی معینی تری کلرو استیک اسید در آب مقطر) و محلول TBA (تهیه شده از مقدار حجمی معینی تیوباربتوریک اسید در مقدار حجمی معینی میلی لیتر آب مقطر) نیاز است. مقادیر فوق را به ازای مقدار حجمی مناسب از مغز در میکروتیوب ریخته شده و به مدت ۲۵ دقیقه در بن ماری با دمای ۹۵-۱۰۰ درجه سانتی گراد



قرار داده می شود. سپس محتویات میکروتیوب ها بعد از حرارت دیدن در دور ۵۰۰۰ دستگاه سانتریفیوژ به مدت ۵ دقیقه سانتریفیوژ شده و سپس محلول رویی در سل یک بار مصرف ریخته شده و جذب آن به صورت تک نقطه ای در طول موج ۵۳۵ nm خوانده می شود.

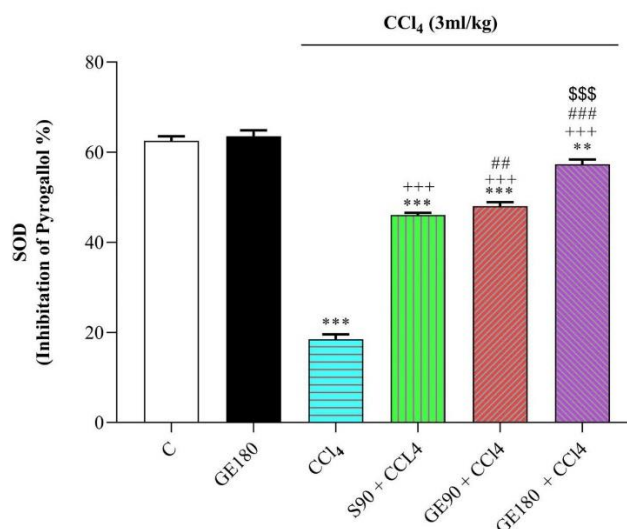
۵-۲. اندازه گیری سطح گلو تاتیون

در تست گلو تاتیون به محلول DTNB ۴ درصد نیاز است که این ترکیب با حل شدن پودر DTNB در مقدار مناسب حجمی آب مقطر ایجاد شد. برای سنجش گلو تاتیون به بافر سدیم فسفات، محلول DTNB، آب مقطر و حجم مناسبی از نمونه مغز نیاز است. پس از مخلوط این مواد با یکدیگر، ترکیب شدن آنها در دستگاه vortex mixer انجام می شود. سپس جذب این مواد به صورت نقطه ای در طول موج ۴۱۲ nm خوانده می شود. در این آزمایش هم مانند دو آزمایش پیشین، برای اطمینان از نتایج، یک مرتبه جذب نوری پلیت خالی اندازه گیری شد تا درصد خطا کاهش داده شود.

۳. نتایج

۱-۳ فعالیت آنزیم SOD در نمونه ها

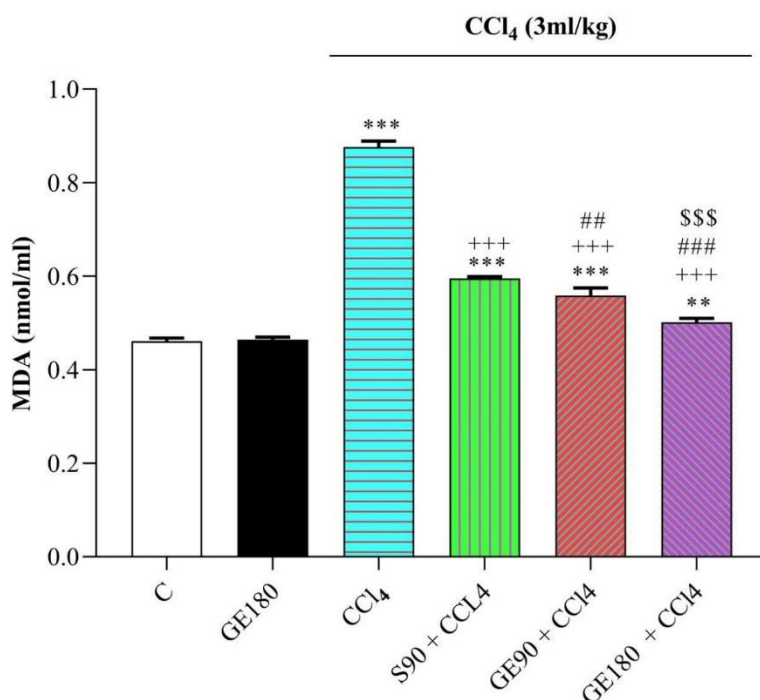
شکل ۱ نتایج اندازه گیری فعالیت آنزیم سوپراکسید دیسموتاز را در بافت مغز موش های تیمار شده با گروه کنترل منفی و داروی سلیمارین را نشان می دهد. همانطور که در شکل مشخص شده است، در ستون اول (ستون کنترل یا C) صرفاً ترکیب آب و تغذیه عادی و بدون دارو یا سم خاصی است و طبقاً چون مقدار سمیت صفر بوده، مهار پیرو گالال بالا گزارش شده است. در ستون دوم (GE180) صرفاً عصاره با دوز بالا استفاده شده که مشاهده می شود مقدار فعالیت رادیکال آزاد پیرو گالال کم بوده و به خوبی مهار شده است. در ستون سوم چون مقدار ماده سمی با دوز بالا استفاده شده است، مشاهده می شود مهار پیرو گالال به خوبی صورت نگرفته و نمودار کاهش چشمگیری را نشان می دهد. بدیهی است در این حالت، مقدار رادیکال آزاد پیرو گالال در طول این آزمایش بیشینه است؛ چنانچه صرفاً سم به کار برده شده است. در ستون چهارم که حاوی مقادیری از سم تتراکلرید کربن و داروی سیلی مارین می باشد مشاهده می شود که مهار کنندگی پیرو گالال نسبت به ستون سوم مقادیری افزایش یافته است که نشان دهنده اثر دارو بر فعالیت آنتی اکسیدان ها می باشد. در ستون پنجم شامل سم بعلاوه دوز پایین عصاره است مشاهده می شود که حتی مقادیر پایین عصاره اثر به نسبت بیشتری از داروی سیلی مارین در مهار فعالیت رادیکال های آزاد دارد. در ستون ششم که شامل دوز بالای عصاره به اضافه سم بوده، مشاهده می شود افزایش معنی داری در مهار پیرو گالال رخ داده است که نشان دهنده عملکرد قابل توجه عصاره میوه گیاه *Gleditsia caspica* می باشد.



شکل ۱: نمودار درصد مهارکنندگی رادیکال آزاد پیروگالال در حضور مقادیر مختلف عصاره یا سم تتراکلرید کربن

۳-۲. نتایج اندازه گیری سطح MDA (مالون دی آلدهید) در نمونه ها

مالون دی آلدهید یک ترکیب آلی است که به عنوان یک شاخص استرس اکسیداتیو شناخته می شود. این مولکول یکی از محصولات نهایی پراکسیداسیون لیپیدها است؛ یعنی زمانی که چربی ها (به خصوص اسیدهای چرب غیر اشباع) در اثر حضور رادیکال های آزاد دچار تخریب می شوند (Marnett, 1999). از این ماده به عنوان یک بیومارکر استفاده می شود. چون همان طور که گفته شد، سطوح بالای MDA در مایعات بدن (مثل خون و ادرار) نشان دهنده افزایش استرس اکسیداتیو و آسیب سلولی است. در شکل ۲ نتایج اندازه گیری مقدار مالون دی آلدهید در هموژنات بافت مغز موش ها در تمام گروه های آزمایشی نشان داده شده است.



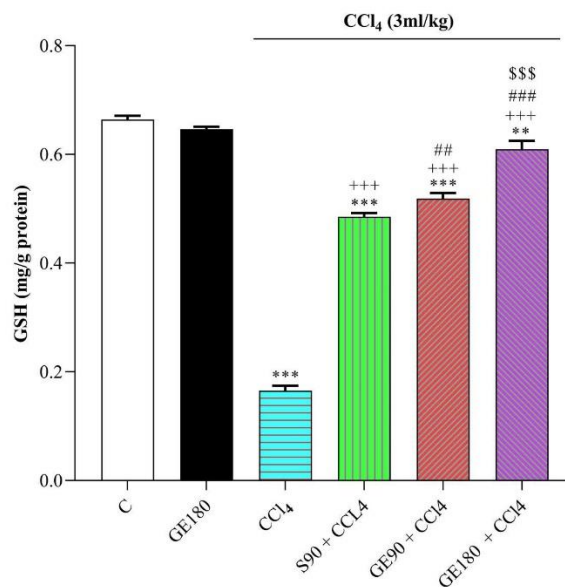
شکل ۲: نمودار مقدار مالون دی آلدیید در گروه های موش های مورد آزمایش

همانطور که در شکل ۲ مشاهده می شود، در ستون اول (ستون کنترل یا C) صرفاً ترکیب آب و تغذیه عادی و بدون دارو یا سم خاصی است و طبعاً چون مقدار سمیت صفر بوده، مقدار استرس اکسیداتیو و مالون دی آلدیید نسبتاً کم شده است. در ستون دوم (GE180) صرفاً عصاره با دوز بالا استفاده شده که مشاهده می شود مقدار مالون دی آلدیید به دلیل عدم وجود سم که باعث استرس اکسیداتیو می شود کم است. در ستون سوم (CCl₄) چون مقدار ماده سمی با دوز بالا استفاده شده است، مشاهده می شود، این مقدار سم باعث افزایش مالون دی آلدیید به عنوان نوعی از بیومارکر استرس اکسیداتیو شده، نهایتاً عملکرد آنتی اکسیدانی بس یار کم بوده و میزان مالون دی آلدیید افزایش داشته است. در ستون چهارم (S90 + CCl₄) که حاوی مقادیری از سم تتراکلرید کربن و داروی سیلی مارین می باشد مشاهده می شود که به دلیل استفاده از دارو میزان مالون دی آلدیید نسبت به ستون قبلی کاهش داشته است. چون دارو تا حدی توانسته میزان استرس اکسیداتیو ناشی از رادیکال های آزاد را کنترل کند. در ستون پنجم (GE90 + CCl₄) که شامل سم بعلاوه دوز پایین عصاره است مشاهده می شود که باز هم نسبت به ستون سوم، مقدار MDA کاهش داشته است. در این تست، کارایی داروی سیلی مارین ظاهراً بیشتر از عصاره بوده است. در ستون ششم (GE180 + CCl₄) که شامل دوز بالای عصاره به اضافه سم بوده، کاهش MDA رخ داده است که نشان دهنده عملکرد قابل توجه عصاره میوه گیاه *Gleditsia caspica* می باشد.

۳-۳ نتایج اندازه گیری GSH (گلو تاتیون)



گلوتاتیون یک ترکیب ساده گوگردی و یک آنتی اکسیدان قوی است که از سه اسید آمینه و تیول غیر پروتئینی اصلی در بسیاری از موجودات از جمله گیاهان تشکیل شده است. عملکرد گلوتاتیون چندتایی است اما به طور مشخص شامل بافر ردوکس-هوموستاتیک است. وضعیت گلوتاتیون توسط اکسیدان ها و همچنین توسط عوامل تغذیه ای و سایر عوامل تعدیل می شود و می تواند ساختار و فعالیت پروتئین را از طریق تغییرات در تعادل تیول-دی سولفید تحت تاثیر قرار دهد. [۱۱] به این دلایل، گلوتاتیون یک مبدل است که اطلاعات محیطی را در شبکه سلولی ادغام می کند. در حالی که جزئیات مکانیکی این عملکرد هنوز به طور کامل مشخص شده است، شواهد انباشته به نقش مهم گلوتاتیون و پروتئین های وابسته به گلوتاتیون در سیگنال دهی هورمون گیاهی و دفاع در برابر استرس اکسیداتیو اشاره می کند. [۱۲]



شکل ۳: نمودار نتایج اندازه گیری مقدار گلوتاتیون در بافت هموژن شده مغز موش های آزمایشگاهی

در ستون اول (ستون کنترل یا C) صرفاً ترکیب آب و تغذیه عادی و بدون دارو یا سم خاصی است و طبعاً چون مقدار سمیت صفر بوده، مقدار استرس اکسیداتیو کم، و مقدار آنتی اکسیدان هایی مانند گلوتاتیون کم گزارش شده است. در ستون دوم (GE180) صرفاً عصاره با دوز بالا استفاده شده که مشاهده می شود مقدار گلوتاتیون به عنوان یک آنتی اکسیدان قوی افزایش یافته چون استرس زیستی ناشی از وجود سم تتراکلرید کربن در این حالت کمینه است. در ستون سوم (CCL₄) چون مقدار ماده سمی با دوز بالا استفاده شده است، یک کاهش شدید در میزان گلوتاتیون مشاهده می شود که این به علت وجود استرس بالای اکسیداتیو و زیستی و کاهش آنتی اکسیدان هاست. در ستون چهارم (S90 + CCL₄) که حاوی مقادیری از سم تتراکلرید کربن و داروی سیلی مارین می باشد مشاهده می شود که به دلیل اثر دارو که کاهش میزان استرس سلولی است میزان گلوتاتیون افزایش چشمگیری نسبت به حالت سوم داشته است. در ستون پنجم (GE90 + CCL₄) که شامل سم بعلاوه دوز پایین عصاره است مشاهده می شود که باز هم نسبت به ستون سوم افزایش گلوتاتیون را شاهد هستیم. نکته اینجاست که ظاهراً در



این آزمایش عصاره سلولی میوه گیاه کرات اثر بیشتری در خنثی کردن سم تتراکلرید کربن نسبت به داروی سیلی مارین دارد. در ستون ششم ($GE_{180} + CCL_4$) که شامل دوز بالای عصاره به اضافه سم بوده، افزایش بیشتر گلو تاتیون مشاهده شده است که به دلیل افزایش غلظت عصاره گیاه است.

۴. بحث و نتیجه گیری

علیرغم وجود آنتی اکسیدانهای مختلف در پلاسما، سیستم دفاعی بدن به تنهایی قادر به از بین بردن رادیکال های آزاد ایجاد شده در بدن نیست و به همین جهت نیاز به تأمین آنتی اکسیدانها از منابع طبیعی دارد که عمدتاً به وسیله منابع گیاهی تأمین میشود (Gao et al, 1999). همچنین شواهد زیادی مبنی بر مضر بودن آنتی اکسیدان های ساختگی وجود دارد که باعث بیماریهای مختلف از جمله آسیب کبدی و ایجاد سرطان در حیوانات آزمایشگاهی شده اند. بنابراین نیاز به آنتی اکسیدان های قوی با سمیت کمتر و اثربخشی بیشتر یک ضرورت اجتناب ناپذیر است که در بسیاری از گیاهان وجود دارد (Frankel et al, 2006). از نتایج آزمایش های ما می توان نتیجه گیری کرد که طبق تعاریف، توضیحات صفحات پیشین و نتایج آزمایش، به خوبی می توان برداشت کرد که وجود عواملی مانند ساپونین که ظاهراً طبق تحقیقات در گونه *Gleditsia caspica* به میزان قابل توجهی وجود دارد و خاصیت آنتی اکسیدانی آن باعث خاصیت سم زدایی بسیار زیاد میوه این گیاه بومی استان مازندران و جنگل های هیرکانی نزدیک به سواحل دریای مازندران شده است. در بسیاری از موارد این عصاره حتی از نمونه های تیمار شده با داروی سیلی مارین هم موفق تر عمل کرده است. در سال های اخیر بیشتر و بیشتر محققانی که ساپونین های جدید را از منابع طبیعی جدا کردند، همراه با فرآیند شفاف سازی ساختار، فعالیت سیتوتوکسیک آنها را نیز گزارش کردند. این بررسی، ساپونین های با چنین فعالیتی را که در ۵ سال گذشته گزارش شده اند و رایج ترین مکانیسم های اثر آنها را خلاصه کرده است. ارتباط بین ساختار و سمیت سلولی ساپونین های تری ترپنوئید و استروئیدی نیز توصیف شد.

تشکر و قدردانی

نویسندگان این مقاله از معاونت محترم پژوهشی دانشگاه مازندران کمال تشکر را دارند.

منابع

- Chew, A.L., Jessica, J.J.A., and Sasidharan, S. (2012). Antioxidant and antibacterial activity of different parts of *Leucas aspera*. *Asian Pacific Journal of Tropical Biomedicine*, 2(3), 176–180.
- Frankel EN and German JB. (2006). Antioxidants in foods and health: problems and fallacies in the field. *J. Sci. Food Agr.*; 86 (13): 1999 - 2001.
- Gao, Z., Huang, K., Yang, X. and Xu, H. (1999). Free radical scavenging and antioxidant activities of flavonoids extracted from the radix of *Scutellaria baicalensis* Georgi. *BBA-GEN. Subjects*; 1472 (3): 643 - 50.

- Haghiroalsadat, F., Bernard, F., Klantar, M., Sheikha, M.H., Hokmollahi, F., Azimzadeh, M. and Houri, M. (2010). Buniumpersicum (Black Caraway) of Yazd province: Chemical assessment and evaluation of its antioxidant effects. J.S.S.U.; 18: 284 - 91.
- Johnson, O.O., & Ayoola, G. A. (2015). Antioxidant activity among selected medicinal plants combinations (multi-component herbal preparation). Int J Res Health Sci, 3(1), 526–532.
- Krishnaiah, D., Sarbatly, R. and Nithyanandam, R. (2011) A review of the antioxidant potential of medicinal plant species. Food Bioprod. Process.; 89: 217-233.
- Marnett, L. J. (1999). Lipid peroxidation—DNA damage by malondialdehyde. Mutation Research/Fundamental and Molecular Mechanisms of Mutagenesis, 424(1-2), 83-95.
- Munteanu, I. G., & Apetrei, C. (2021). Analytical Methods Used in Determining Antioxidant Activity: A Review. *International Journal of Molecular Sciences*, 22(7), 3380.
- Vikas, S.H., KL, D., Pooja, S.H. and Parul, S.H. (2013) Indian herbal medicine- A natural cure to asthma. *International Journal of Pharmacognosy and Phytochemical Res.*; 14: 302 - 10.
- Zarban A, Mlkanh M, Hasanpour M, Najari MT and Abad M. (2005). Evaluation of antioxidant properties of medicinal plants of 28 cases of Iranian medicinal plants. J. Birjand Univ. Med. Sci.; 1: 9 – 15.



بررسی اثر یونجه تازه بر اشتها و وزن گیری جوجه گوشتی

نجمه خاتون تنهایان*

*گروه زیست شناسی، دانشگاه پیام نور، تهران، ایران (ntanhayan@gmail.com)

چکیده

با توجه به افزایش جمعیت و متعاقباً افزایش تقاضا برای پروتئین سالم در سبد غذایی انسان و همچنین آثار نامطلوب زیاده روی در مصرف آنتی بیوتیک ها و منع مصرف آنها نیاز است پیرامون بررسی اثر گیاهان دارویی در جهت افزایش رشد و بهره وری بیشتر در صنعت طیور مطالعات بیشتری صورت گیرد. این تحقیق به بررسی اثر سطوح مختلف یونجه تازه بر جوجه های گوشتی می پردازد. به این منظور تعداد ۱۶۰ قطعه جوجه یک روزه نر سویه راس ۳۰۸ را به چهار گروه تقسیم کردیم و اثر یونجه تازه در جیره بر پایه ذرت را بر این چهار گروه مورد بررسی قرار دادیم. گروه ۱: جیره شاهد تجاری (ذرت + کنجاله سویا) + یک درصد یونجه تازه، گروه ۲: جیره شاهد تجاری + سه درصد یونجه تازه، گروه ۳: جیره شاهد تجاری + پنج درصد یونجه تازه، گروه ۴: جیره شاهد تجاری بدون یونجه تازه، سپس متغیر افزایش وزن و مقدار مصرف خوراک، اندازه گیری و ثبت و مورد تجزیه و تحلیل نهایی قرار گرفت. نتایج آزمایش به قرار زیر است: استفاده از دوزهای مختلف یونجه تازه تاثیر معنی داری را بر اشتها یا مقدار مصرف خوراک در دوره های مختلف رشدی در جوجه ها نداشت استفاده از یونجه در دوره رشد تاثیر معنی داری را بر افزایش وزن نداشت ولی استفاده از سطح ۳ و ۵ درصد یونجه تازه در دوره آغازین نسبت به تیمار شاهد باعث کاهش جزئی وزن شده است. و نظر به اینکه این تحقیق در فصل تابستان در منطقه گرم و خشک در دمای بالای ۵۰ درجه انجام شده است و همچنین با توجه به طبع گرم و خشک یونجه احتمالاً این دو عامل سبب افت وزن در تیمارهای ۳ و ۵ درصد شده است.

واژگان کلیدی: اشتها، جوجه گوشتی، وزن گیری، یونجه تازه



۱. مقدمه

گوشت سفید و از جمله گوشت مرغ به دلایل زیر در حال حاضر بسیار مورد توجه و تقاضا قرار گرفته است. از آن جمله می توان به بالا بودن ارزش غذایی مرغ پرداخت. گوشت مرغ ویتامینهای زیادی همچون ویتامین B6, B12, C, D, B, K, فولات و تیامین را داراست. از طرف دیگر گوشت سفید در مقایسه با گوشت قرمز، چربی، کالری و کلسترول پایین تری دارد. و این موضوع باعث شده که گوشت سفید در سبد غذایی افرادی که دچار بیماری های قلبی عروقی، فشارخون بالا، چربی بالا و چاقی هستند، قرار گیرد در واقع این منبع در مقایسه با گوشت قرمز سالم تر تشخیص داده شده است (بابالو، ۱۳۹۳).

از دیگر دلایل افزایش تقاضا، ارزان بودن و به صرفه تر بودن به نسبت بقیه گوشت هاست. ولی از چندین دهه قبل تا به امروز از آنتی بیوتیک ها، داروهای سنتتیک به عنوان افزایش بازده و افزایش کارایی تولید در صنعت طیور استفاده شده است و این موضوع باعث ایجاد معضلاتی شده است. که از آن جمله می توان به بالا رفتن هزینه های تولید و ایجاد مقاومتهای آنتی بیوتیکی در مرغ نام برد. و متعاقباً در انسان هم به دلیل مصرف گوشت سفید حاوی آنتی بیوتیک، این مقاومت آنتی بیوتیکی ایجاد می شود. از این رو به نظر میرسد برای جلوگیری از ایجاد چنین معضلاتی می توان از گیاهان دارویی با اثرات درمانی مشخص استفاده نمود و از به مخاطره افتادن سلامت و بهداشت جامعه جلوگیری کرد. گیاهان دارویی از منابع عمده دارویی محسوب می شوند.

مصرف گیاهان دارویی با هدف درمان در زندگی انسان نقش مهمی داشته است. هر چند در نیم قرن اخیر، مصرف داروهای سنتتیک و شیمیایی به شدت رواج پیدا کرده است، اما خیلی زود اثرات زیان بارشان در زندگی انسان موجب گرایش مجدد انسانها به گیاهان دارویی شده است و به خوبی روشن است که استفاده از گیاهان دارویی در طول تاریخ جهت درمان، از روش های مؤثر بوده است. گیاهان دارویی برای مبارزه با عوامل بیماری زای باکتریایی و قارچی، توانایی زیادی دارند. در واقع ترکیبات ضد میکروبی با منابع گیاهی قابلیت درمانی زیادی دارند. لذا نه تنها در درمان بیماریهای عفونی مؤثرند بلکه عوارض و اثرات جانبی ناشی از مصرف آنتی بیوتیک ها را به طور همزمان کاهش می دهند. نتیجه مطالعات در این زمینه نشان می دهد بسته به اینکه گیاه در کدام مرحله از رشد است ترکیب گیاه دارویی متفاوت می شود. و در نتیجه ساز و کارهای ضد میکروبی گیاه هم متفاوت می شود (فروغی، ۱۴۰۱).

یونجه را به دلیل دارا بودن پروتئین بالا و ویتامین های زیاد از جمله A, B, E, C, D و همچنین مواد معدنی و املاح فراوان بلکه گیاهان علوفه ای می دانند. یونجه عملکرد بالایی در واحد سطح دارد به این معنی که بازدهی تولید آن در واحد سطح بالاست. یونجه حاوی مقادیر زیادی از عوامل زیست فعال مثل ساپونین می باشد. در مطالعات و بررسی های انجام شده، اثرات ضد سرطانی و ضد التهابی یونجه ثابت شده است. (امید بیگی، ۱۳۸۶ و منیری فر، ۱۳۹۸).

گیاه یونجه دارای حدود ۲۰ درصد پروتئین است و این پروتئین ها عبارتند از: آرژنین، لیزین، هیستیدین، فنیل آلانین، آسپاراژین، آدنین و سیستین. همچنین آنزیم های مفید و زیادی در یونجه وجود دارد که می توان از اینوزتاز، پکتیاز، امولسین،



آمیلاز نام برد. یونجه همچنین دارای مقدار زیادی آهن، اسید فسفریک، منیزیم است که در رشد و متابولیسم جانور نقش مهمی را دارند. مقدار ویتامین ث یونجه دو برابر جعفری و چهار برابر لیموترش است. بنابراین یونجه هم غذایی بسیار مقوی و هم منبع دارویی خوبی برای حیوان و انسان محسوب می شود. (Kita و همکاران، ۱۹۹۶ و سرحدی نسب، ۱۳۹۶).

مشکلات عمده استفاده از گیاهان علوفه ای در تغذیه جوجه ها خوش طعم بودن کم، سطح فیبر بالا، انرژی کم و رطوبت زیاد است به علاوه مواد ضد مغذی مثل تانن ها، ساپونین ها، میموزین ها، مهارکننده های تریپسین، هموگلوبین، فیتات و هیدروژن سیانید عامل محدود کننده استفاده از این گیاهان هستند بنابراین نباید به عنوان غذای کامل به جوجه ها داده شود بلکه باید به عنوان مکمل استفاده شود علیرغم این محدودیت ها منابع علوفه ای دارای پتانسیل هایی در تغذیه مرغ از نظر کاهش هزینه ها، حداکثر کردن سود و تامین پایدار خوراکی هستند بنابراین بهتر است علوفه را در سطح مکمل توصیه شده در تغذیه را گنجانید. (Ndelekute و همکاران، ۲۰۱۸).

۲. مواد و روش ها

۲-۱. منطقه مورد مطالعه

کلیه آزمایشات انجام شده در راستای این تحقیق در مردادماه و شهریورماه سال ۱۴۰۱ انجام شده است.

مکان انجام این تحقیق، مرغداری نیمه صنعتی در شهرستان بهبهان در استان خوزستان می باشد.

۲-۲. روش تحقیق

این آزمایش یک تحقیق بنیادی است که بر ۱۶۰ قطعه جوجه یک روزه نژاد راس انجام شده است. به این منظور ۱۶۰ قطعه جوجه یک روزه نژاد راس ۳۰۸ از شرکت جوجه اجداد مهسان جوجه اردبیل خریداری شد و تا ۱۲ روزگی که همه جوجه ها شرایط پایدار میرسیدند، در سالن در یک قفس قرار داده شدند. پرورش جوجه ها طبق استانداردهای لازم انجام شد. پس از این زمان در روز دوازدهم تعداد ۱۰ قطعه جوجه به صورت کاملاً تصادفی در هر پن قرار گرفت و با احتساب تعداد، ۴ قفس و هر قفس به چهار گروه (تکرار) ۱۰ تایی تقسیم شد.

قبل از ورود جوجه ها به سالن، دمای سالن به ۳۴-۳۸ C رسانده شده و تدریجاً در طی دوره رشد جوجه ها طبق دستورالعمل و استانداردهای پرورش جوجه از دمای سالن کاسته شد.

روز اول به جوجه ها ۲۴ ساعت روشنایی داده شد و پس از آن بین ۲۲-۱۸ ساعت روشنایی و بین ۶-۲ ساعت خاموشی داده شده و در هفته آخر ۲۳ ساعت روشنایی و ۱ ساعت خاموشی داده شد.



قبل از ورود جوجه ها سالن آب پاشی شد تا رطوبت به ۶۵-۶۰ درصد رسید و در طول پرورش نیز رطوبت در حد استاندارد نگه داشته شد. برنامه واکسیناسیون جوجه ها طبق استاندارد های لازم انجام گردید. واکسنهای دریافتی جوجه ها شامل نیوکاسل و برونشیت عفونی بود. که برونشیت در ۲ روزگی و نیوکاسل یک بار در ۸ روزگی و یکبار در ۱۸ روزگی تزریق شد.

دانخوری و آبخوری ها قبل از شروع دوره با آب و مواد ضد عفونی کاملاً شسته شدند. برای هر قفس یک دانخوری و آبخوری قرار داده شد. آبخوری ها از نوع ناودانی بودند و دانخوری ها در ابتدا از نوع سینی و از زمانی که جوجه ها بزرگ تر شدند و توانایی داشتند، از دانخوری های ناودانی استفاده شد.

از ابتدای ورود جوجه ها آب حاوی مواد مکمل به صورت آزاد در اختیار آنها قرار گرفت.

متغیر های مورد بررسی، افزایش وزن و مقدار مصرف خوراک بود به این منظور در روز ۱۲، ۲۱ و ۴۲ مقدار وزن جوجه ها اندازه گیری و ثبت شد و بدین ترتیب مقدار وزن در فواصل زمانی ۲۱-۱۲ روزگی و ۲۲ تا ۴۲ روزگی اندازه گیری و ثبت شد. در بازه های زمانی ۱۲ تا ۲۱ روزگی و ۲۲ تا ۳۱ روزگی و ۳۲ تا ۴۱ روزگی نیز مقدار مصرف خوراک جوجه ها اندازه گیری و ثبت گردید.

آزمایش انجام شده در قالب طرح کاملاً تصادفی با ۴ تیمار و ۴ تکرار و ۱۰ جوجه در هر پن انجام شد.

تیمارهای آزمایشی به قرار زیر بودند:

۱- گروه اول: جیره تجاری بر مبنای ذرت + کنجاله سویا + ۱ درصد یونجه تازه

۲- گروه دوم: جیره تجاری بر مبنای ذرت + کنجاله سویا + ۳ درصد یونجه تازه

۳- گروه سوم: جیره تجاری بر مبنای ذرت + کنجاله سویا + ۵ درصد یونجه تازه

۴- گروه چهارم: گروه شاهد با جیره تجاری بر مبنای ذرت + کنجاله سویا بدون یونجه تازه

کلیه مقایسات آماری این آزمایش توسط نرم افزار SPSS صورت گرفت و با توجه به اینکه متغیر مورد نظر، اسمی چند طبقه ای بود، از آزمون تحلیل یک طرفه ای واریانس استفاده شد.

۳. نتایج

جدول ۱. بررسی تفاوت میزان وزن گیری جوجه ها بر حسب درصد یونجه در روز ۱۲

وابسته	مستقل	درصدها	فراوانی	میانگین	انحراف معیار	خطای استاندارد	مقدار F	سطح معنی داری
وزن گیری	درصد یونجه	۱٪	۴	3.67500	.119024	.059512	2.953	0.076
		۳٪	۴	3.42500	.170783	.085391		
		۵٪	۴	3.33750	.188746	.094373		



		0.094648	0.189297	3.42500	۴	شاهد		
--	--	----------	----------	---------	---	------	--	--

جدول ۲. بررسی تفاوت میزان وزن گیری جوجه ها بر حسب درصد یونجه در روز ۲۱

وابسته	مستقل	درصدها	فراوانی	میانگین	انحراف معیار	خطای استاندارد	مقدار F	سطح معنی داری
وزن گیری	درصد یونجه	۱٪	۴	9.32500	0.170783	0.085391	19.414	0.000
		۳٪	۴	8.77500	0.10408	0.052042		
		۵٪	۴	8.77500	0.125831	0.062915		
		شاهد	۴	9.23750	0.125000	0.062500		

جدول ۳. بررسی تفاوت میزان وزن گیری جوجه ها بر حسب درصد یونجه در روز ۴۲

وابسته	مستقل	درصدها	فراوانی	میانگین	انحراف معیار	خطای استاندارد	مقدار F	سطح معنی داری
وزن گیری	درصد یونجه	۱٪	۴	27.20000	1.471960	0.735980	3.292	0.058
		۳٪	۴	26.15000	1.770783	0.886237		
		۵٪	۴	26.27500	1.600781	0.800391		
		شاهد	۴	28.97500	0.623832	0.311916		

جدول ۴. بررسی تفاوت اشتهای جوجه ها بر حسب درصد یونجه در روز ۱۲ تا ۲۱

وابسته	مستقل	درصدها	فراوانی	میانگین	انحراف معیار	خطای استاندارد	مقدار F	سطح معنی داری
اشتها	درصد یونجه	۱٪	۴	9.48750	0.301040	0.150520	0.582	0.638
		۳٪	۴	9.25000	0.251661	0.125831		
		۵٪	۴	9.32500	0.287228	0.143614		
		شاهد	۴	9.45000	0.310913	0.155456		



جدول ۵. بررسی تفاوت اشتهای جوجه ها بر حسب درصد یونجه در روز ۲۲ تا ۳۱

وابسته	مستقل	درصدها	فراوانی	میانگین	انحراف معیار	خطای استاندارد	مقدار F	سطح معنی داری
آب	درصد یونجه	۱٪	۴	۱۱.۹۰۰۰	.316228	.158114	1.498	0.265
		۳٪	۴	۱۱.۵۱۲۵	.246221	.123111		
		۵٪	۴	۱۱.۵۵۰۰	.264575	.132288		
		شاهد	۴	۱۱.۶۷۵۰۰	..309570	.154785		

جدول ۶. بررسی تفاوت اشتهای جوجه ها بر حسب درصد یونجه در روز ۳۲ تا ۴۱

وابسته	مستقل	درصد ها	فراوانی	میانگین	انحراف معیار	خطای استاندارد	مقدار F	سطح معنی داری
آب	درصد یونجه	۱٪	۴	14.22500	.221736	.110868	3.300	.058
		۳٪	۴	13.2000	.559762	.279881		
		۵٪	۴	13.6500	.704746	.352373		
		شاهد	۴	13.900	.216025	.108012		

تجزیه و تحلیل ها حاکی از آن بود که افزودن سطوح ۱، ۳ و ۵ درصد یونجه تازه تاثیر معنی داری بر مقدار مصرف خوراک و اشتهای مورد نظر هیچکدام از تیمارهای آزمایشی در دوره های مختلف رشدی نداشته است.

افزودن سطوح ۱، ۳ و ۵ درصد یونجه تازه تاثیر معنی داری بر افزایش وزن در دوره رشد نداشته است. ولی میانگین های به دست آمده نشان می دهد استفاده از سطح ۳ و ۵ درصد یونجه تازه سبب کاهش وزن جزئی در دوره آغازین نسبت به تیمار شاهد شده است.

این نتایج احتمالاً به دلیل انجام این آزمایشات در فصل تابستان در منطقه گرم و خشک با دمای بالاتر از ۵۰ درجه بوده است و با توجه به طبع گرم و خشک یونجه احتمالاً این دو عامل در کنار هم سبب کاهش وزن در تیمارهای ۳ و ۵ درصد شده است. همچنین وجود ماده ساپونین باعث کاهش میزان مصرف خوراک و وزن گیری می شود.

۴. بحث و نتیجه گیری

در تحقیقات (گولیزیا و همکاران، ۲۰۲۰)، مشخص شد که افزودن ۷/۳ درصد کنجاله یونجه به جیره غذایی جوجه های گوشتی سبب شده است میانگین وزن بدن و مصرف خوراک تجمعی جوجه ها کاهش یابد که در رابطه با وزن گیری با نتایج آزمایش بدست آمده، تا حدی مشابهت دارد.

نتایج آزمایشی که بر روی اردک های هیبریدی توسط (Sawignyo و همکاران، ۲۰۲۱). صورت گرفت، حاکی از آن بود که افزودن ۳ درصد مکمل یونجه به جیره غذایی سبب افزایش مصرف خوراک و افزایش وزن بدن اردک ها نسبت به تیمار صفر و ۶ درصد مکمل یونجه شد. به علاوه تیمار ۳ درصد یونجه بهترین نتیجه را در ارتفاع پرز و عمق دوازده داد، که با نتایج آزمایش بدست آمده مطابقت ندارد.

استفاده از سطح ۳ و ۵ درصد یونجه تازه در جیره غذایی جوجه های گوشتی در فصل تابستان سبب کاهش وزن جزیی در دوره آغازین (ابتدا تا ۲۱ روزگی) شد در صورتی که تاثیر معنی داری بر دوره رشد (۲۱ تا ۴۲ روزگی) نداشت. همچنین استفاده از سطوح ۱ و ۳ و ۵ درصد یونجه تازه در جیره غذایی جوجه های گوشتی تاثیر معنی داری بر مقدار مصرف خوراک یا اشتهاى مورد نظر هیچکدام از تیمارهای آزمایشی در دوره های مختلف رشدی نداشت.

منابع

- اقبالى، م. ۱۳۹۱. راهنمای جامع و کاربردی پرورش مرغ گوشتی، انتشارات آموزش و ترویج کشاورزی
- بابالو، ی. ۱۳۹۳. اثرات استفاده از سطوح مختلف پودر یونجه بر عملکرد. خصوصیات لاشه جوجه های تغذیه شده با جیره بر پایه ذرت. پایان نامه کارشناسی ارشد علوم دامی، دانشگاه ارومیه
- بیگی، ا. ۱۳۸۶. تولید و فرآوری گیاهان دارویی، انتشارات آستان قدس رضوی
- سرحدی نسب، م. ۱۳۹۶. اهمیت زراعت یونجه ه عنوان گیاه دارویی. سومین همایش بین المللی افق های نوین در علوم کشاورزی. منابع طبیعی و محیط زیست. تهران، نشریه سیلویکا
- فروغی، آ. ۱۴۰۱. مروری بر گیاهان دارویی با تکیه بر خواص ضد میکروبی. تحقیقات دامپزشکی و فرآورده های بیولوژیک، نشریه پژوهش و سازندگی ۳۵(۱)، ۲-۱۷.
- منیری فر، ح. ۱۳۹۸. راهنمای یونجه کاشت داشت برداشت، نشر آموزش کشاورزی وابسته به دفتر خدمات تکنولوژی آموزشی وزارت جهاد کشاورزی
- مرکز تحقیقات گیاهان دارویی دانشگاه شهید صدوقی یزد. ۱۳۹۲

B. Koçer, M. Bozkurt, G. Ege, A. E. Tüzün, R. Konak & O. Olgun (2018) Effects of a meal feeding regimen and the availability of fresh alfalfa on growth performance and meat and bone quality of broiler genotypes, DOI:British Poultry Science, 59:3, 318-329, 10.1080/00071668.2018.1440378

Grashorn, M. A. (2010). Use of phytobiotics in broiler nutrition - an alternative to infeed antibiotics J. Anim. Feed.

Sci. 19:338-347.

Gulizia JP, Downs KM.(2020). Comparison of Dietary Kudzu Leaf Meal (*Pueraria montana* Var. *lobata*) and



Alfalfa Meal Supplementation Effect on Broiler (*Gallus gallus domesticus*) Performance, Carcass Characteristics, and Organ Parameters. *Animals* (Basel). 2020 Jan 16;10(1):147. doi: 10.3390/ani10010147. PMID: 31963195; PMCID: PMC7023117

Ndelekwute EK, Enyenihi GE, Akpan IP (2018) Potentials and Challenges of Utilizing Forage Resources for Chicken Production. *Crit Care Obst&Gyne*. Vol.2 No.1:4

Perić, L., D. Žikić and M. Lukić. (2009) Application of alternative growth promoters in broiler production. *Biotech. Anim. Husb.* 25:387-397.

Suwignyo, B., Suryanto, E. S I N Samur and Hanim, C. (2020).The effect of hay alfalfa (*Medicago sativa* L.) supplementation in different basal feed on the feed intake (FI), body weight, and feed conversion ratio of hybrid ducks. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, Volume 686, The International Conference on Smart and Innovative Agriculture 4-5 November (2020), Yogyakarta, Indonesia



بررسی اثرات ضد میکروبی و آنتی اکسیدانی نانوامولسیون اسانس سیر

مریم کیان نژاد^۱، عباسعلی ساری^{۱*}، سیده سحر میرمعینی^۲

^۱ گروه بهداشت و کنترل کیفی مواد غذایی، دانشکده دامپزشکی، دانشگاه بوعلی سینا، همدان، ایران. ایمیل: sari@basu.ac.ir

^۲ گروه بهداشت و کنترل کیفی مواد غذایی، دانشکده دامپزشکی، دانشگاه ارومیه، ایران.

چکیده

در سال‌های اخیر، نانوامولسیون‌ها به عنوان سیستم‌های تحویلی نوآورانه برای ترکیبات زیست فعال، به ویژه اسانس‌های گیاهی، توجه زیادی را به خود جلب کرده‌اند. اسانس سیر به دلیل خواص آنتی اکسیدانی و ضد میکروبی قوی، یکی از مهم‌ترین عصاره‌های گیاهی با کاربردهای متعدد در صنایع غذایی و دارویی است. با این حال، چالش‌هایی نظیر پایداری کم و تبخیر سریع، استفاده از اسانس سیر در محصولات غذایی را محدود کرده است. در این پژوهش، پس از استخراج اسانس سیر به روش تقطیر با آب و تهیه نانوامولسیون به روش برگشت فاز، اندازه ذرات نانوامولسیون تهیه شده از اسانس سیر با استفاده از دستگاه DLS تعیین شد و پتانسیل زتا برای بررسی پایداری سیستم ارزیابی گردید. میانگین اندازه ذرات ۱۴/۲۹ نانومتر و مقدار PDI برابر ۰/۲۴۶ بود. علاوه بر این، اثر ضد میکروبی نانوامولسیون اسانس سیر از طریق آزمون‌های حداقل غلظت بازدارنده (MIC) و حداقل غلظت کشنده (MBC) بر روی باکتری‌های *استافیلوکوکوس اورئوس* و *اشریشیا کلی* بررسی شد. نتایج نشان داد که نانوامولسیون اسانس سیر فعالیت آنتی اکسیدانی و ضد میکروبی قابل توجهی را حفظ کرده است. به طور خاص، مقدار MIC برای هر دو باکتری ۶۴ mg/ml و مقدار MBC برای هر دو باکتری ۱۲۸ mg/ml اندازه گیری شد. این یافته‌ها نشان می‌دهد که استفاده از نانوامولسیون‌ها می‌تواند به عنوان یک راهکار مؤثر برای بهبود پایداری و اثربخشی اسانس‌های گیاهی در صنایع غذایی و دارویی مطرح شود.

واژگان کلیدی: اندازه ذرات، اسانس سیر، فعالیت آنتی اکسیدانی، نانوامولسیون، نگهدارندگی



۱. مقدمه

اسانس های گیاهی به عنوان ترکیبات طبیعی با خواص ضد میکروبی و آنتی اکسیدانی مورد توجه زیادی قرار گرفته اند. این ترکیبات به ویژه در صنایع غذایی، دارویی و آرایشی کاربرد دارند و به دلیل اثرات درمانی و محافظتی خود به طور گسترده ای استفاده می شوند (Jain et al., 2023). با این حال، استفاده از اسانس ها با مشکلاتی مانند فراریت بالا، پایداری پایین و تأثیر منفی بر ویژگی های حسی محصولات مواجه است که محدودیت هایی برای استفاده آن ها در مقیاس صنعتی ایجاد می کند (Kumar & Singh, 2023). به منظور رفع این مشکلات، نانوامولسیون ها به عنوان سیستم های حامل برای اسانس ها مطرح شده اند. نانوامولسیون ها می توانند پایداری اسانس ها را به طور چشمگیری بهبود بخشند و همچنین آزادسازی کنترل شده ای از آن ها را در طول زمان فراهم کنند (Verma et al., 2023).

نانوامولسیون ها به دلیل اندازه ذرات کوچک خود، قادر به افزایش سطح تماس اسانس ها با میکروارگانیسم ها هستند و می توانند از تبخیر اسانس ها جلوگیری کنند (Sharma & Goyal, 2023). در نتیجه، این سیستم ها به طور مؤثری خواص ضد میکروبی و آنتی اکسیدانی اسانس ها را حفظ می کنند و آن ها را برای استفاده در صنایع مختلف پایدارتر می سازند (Liu et al., 2023).

مکانیسم ضد میکروبی اسانس ها معمولاً از طریق برهم کنش با غشای سلولی میکروب ها عمل می کند. ترکیباتی مانند تیمول، کارواکرول و اوژنول با نفوذ به غشاء سلولی میکروب ها، تغییرات ساختاری در غشا ایجاد می کنند که در نهایت منجر به نشت ترکیبات سلولی و مرگ سلول میکروبی می شود (Seyed et al., 2023). این فرآیندها نشان دهنده اثرات قوی ضد میکروبی اسانس ها هستند و می توانند در مهار رشد میکروب ها در محصولات غذایی و دارویی مؤثر واقع شوند (Mohammad et al., 2023).

در زمینه آنتی اکسیدانی، اسانس ها به ویژه ترکیبات فنولی و ترپنوییدی خود را از طریق خنثی سازی رادیکال های آزاد و جلوگیری از فرآیندهای اکسیداسیون در محصولات مختلف نشان می دهند. این ویژگی ها باعث حفظ کیفیت محصولات و جلوگیری از فساد آن ها در طول زمان می شود (Chakraborty & Das, 2023). خاصیت آنتی اکسیدانی اسانس ها به ویژه در محافظت از سلول ها و جلوگیری از آسیب های اکسیداتیو در محصولات غذایی و دارویی اهمیت زیادی دارد (Zhang et al., 2023). هدف از این مطالعه تهیه اسانس سیر و سپس نانوامولسیون آن و بررسی اثرات ضد میکروبی آن بر روی دو پاتوژن رایج غذایی و اثرات آنتی اکسیدانی آن می باشد.

۲. مواد و روش ها

۲-۱. تهیه نانوامولسیون اسانس سیر

ابتدا اسانس سیر از طریق روش تقطیر با بخار استخراج شد. سپس، برای تولید نانوامولسیون، مخلوطی از اسانس سیر و امولسیفایر مناسب (Tween 80) در آب مقطر حل شد و توسط همزن مغناطیسی (Magnetic Stirrer) به مدت ۳۰ دقیقه همگن شد. در مرحله بعد، مخلوط حاصل تحت فراصوت (اولتراسونیکاسیون) با استفاده از دستگاه التراسونیک پروب



(Ultrasonic homogenizer) فرکانس ۲۰ کیلوهرتز و توان ۴۰۰ وات به مدت ۱۰ دقیقه قرار گرفت تا اندازه قطرات در محدوده نانومتری کاهش یابد. این فرآیند موجب پایداری بهتر نانومولسیون شد (Donsi & Ferrari, 2021).

۲-۲. تعیین اندازه قطرات نانومولسیون

از دستگاه پراکندگی نور دینامیکی (DLS - Dynamic Light Scattering) استفاده شد. به این منظور، نمونه‌ها در دمای اتاق به وسیله آب پپتونه رقیق شد و درون کوت مخصوص دستگاه قرار داده شدند. سپس اندازه ذرات و توزیع آن‌ها ثبت شد (Jafari et al., 2022).

۲-۳. ارزیابی خاصیت آنتی اکسیدانی نانومولسیون

به منظور ارزیابی خاصیت آنتی اکسیدانی نانومولسیون، آزمایش‌های فنول کل و ظرفیت آنتی اکسیدانی کل انجام شد. مقدار فنول کل با استفاده از روش فولین-سیوکالتیو اندازه گیری شد که در آن محلول فولین به نمونه اضافه و جذب نوری در طول موج ۷۶۵ نانومتر بررسی شد (Singleton & Rossi, 2021). همچنین، ظرفیت آنتی اکسیدانی کل با آزمون DPPH (2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl) ارزیابی شد که تغییر رنگ رادیکال آزاد DPPH در طول موج ۵۱۷ نانومتر ثبت گردید (Brand-Williams et al., 2021).

۲-۴. بررسی فعالیت ضد میکروبی نانومولسیون اسانس سیر

ارزیابی حداقل غلظت مهار (MIC) و حداقل غلظت کشندگی (MBC) بر روی باکتری‌های شاخص مانند *اشرشیاکلی* و *استافیلوکوکوس اورئوس* انجام شد. در این آزمایش، غلظت‌های مختلف نانومولسیون در محیط کشت مایع مولر هیتون برات تهیه شده و با سوسپانسیون باکتریایی استاندارد ۰/۵ مک فارلند تلقیح شدند. پس از انکوباسیون در دمای ۳۷ درجه سانتی گراد به مدت ۲۴ ساعت، حداقل غلظت مهار بر اساس کمترین غلظتی که رشد باکتری مشاهده نشد، تعیین گردید. برای تعیین MBC، نمونه‌های فاقد رشد روی محیط مولر هیتون آگار کشت داده شده و پس از ۲۴ ساعت انکوباسیون، حداقل غلظتی که هیچ کلنی رشد نکرد، به عنوان MBC ثبت شد (Wiegand et al., 2021).

۳. نتایج

۳-۱. ارزیابی خاصیت ضد میکروبی از طریق حداقل غلظت مهار کنندگی و حداقل غلظت کشندگی

حداقل غلظت مهار (MIC) و حداقل غلظت کشندگی (MBC) اسانس سیر و نانومولسیون آن را برای هر دو باکتری *استافیلوکوکوس اورئوس* و *اشرشیاکلی* به این صورت می‌باشد:

برای هر دو باکتری، MIC به صورت "غلظت حداقل که رشد باکتری‌ها را مهار می‌کند"، مقدار ۶۴ mg/mL گزارش شد و مقدار MBC به صورت "غلظت حداقل که باکتری‌ها را از بین می‌برد" مقدار ۱۲۸ mg/mL گزارش شد.

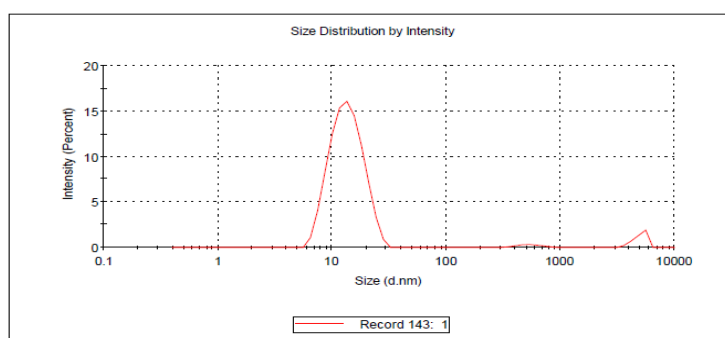
۲-۳. ارزیابی اندازه ذرات نانوامولسیون

اندازه ذرات نانوامولسیون از طریق DLS اندازه گیری شده است که نتایج آن به شرح زیر است (شکل ۱). میانگین اندازه

ذرات ۱۴/۲۹ نانومتر با PDI برابر ۰/۲۶۴ بود.

Results

	Size (d.n...	% Intensity:	St Dev (d.n...
Z-Average (d.nm): 14.29	Peak 1: 13.98	94.3	4.444
Pdl: 0.264	Peak 2: 4963	4.2	634.9
Intercept: 0.930	Peak 3: 544.2	1.5	130.2
Result quality Good			



شکل ۱. اندازه ذرات نانوامولسیون سیر

۳-۳. نتایج مربوط به خاصیت آنتی اکسیدانی

۱- کل ترکیبات فنولی (TPC): بر حسب میلی گرم معادل گالیک اسید بر گرم نمونه (mg GAE/g) گزارش شد.

۲- ظرفیت آنتی اکسیدانی کل (TAC): بر حسب درصد مهار رادیکال DPPH یا $\mu\text{mol Fe}^{2+}/\text{g}$ FRAP گزارش شد.

مقدار کل ترکیبات فنولی در نانوامولسیون اسانس سیر ۳۱۰ (mg GAE/g) اندازه گیری شد، که نشان دهنده غلظت بالای

این ترکیبات در سیستم نانوامولسیون است. در این پژوهش، از روش FRAP استفاده شده و مقدار TAC برابر با ۱۲۰۰ μmol

(TE/g) اندازه گیری شده است. ترکیبات فنولی کل و ظرفیت آنتی اکسیدانی در نانوامولسیون اسانس نسبت به اسانس خالص

افزایش میابد که می تواند به دلیل پایداری بیشتر ترکیبات زیست فعال در سیستم نانوامولسیون باشد. روش های استفاده شده برای

اندازه گیری فعالیت آنتی اکسیدانی به روش فولین-سیو کالتیو و FRAP به خوبی نشان داده اند که نانوامولسیون اسانس سیر دارای

خاصیت آنتی اکسیدانی بالایی است و می تواند در صنایع غذایی برای افزایش ماندگاری و ارزش تغذیه ای مورد استفاده قرار

گیرد.



۴. بحث و نتیجه گیری

در این پژوهش، نانوامولسیون اسانس سیر به عنوان یک سیستم تحویل بهینه برای افزایش پایداری و کارایی زیستی این ترکیب بررسی شد. نتایج نشان داد که استفاده از فناوری نانوامولسیون تأثیر مثبتی بر ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی اسانس سیر داشته و می‌تواند به عنوان یک راهکار نوین در افزایش ماندگاری و بهبود خواص عملکردی ترکیبات زیست فعال در صنایع غذایی و دارویی مورد استفاده قرار گیرد، ولی مقایسه مستقیم کارایی نانوامولسیون و اسانس خالص در این مطالعه انجام نشده است.

نتایج حاصل از اندازه گیری اندازه ذرات و پتانسیل زتا نشان داد که نانوامولسیون تهیه شده دارای ذراتی در محدوده نانومتری بوده و پایداری الکتروستاتیکی مناسبی دارد. اندازه ذرات نانوامولسیون در محدوده (۱۰-۲۰ نانومتر) قرار گرفت که نشان دهنده پایداری فیزیکی مطلوب و جلوگیری از وقوع پدیده فلوکولاسیون و کریمینگ در سیستم است. پتانسیل زتا نیز در محدوده ای قرار داشت که نشان دهنده پایداری مناسب سامانه نانوامولسیونی بود. این یافته‌ها همسو با پژوهش‌های پیشین (Jain et al., 2023; Kumar & Singh, 2023) نشان می‌دهد که نانوامولسیون‌ها می‌توانند به بهبود پایداری اسانس‌های گیاهی کمک کرده و از تبخیر سریع ترکیبات فرار جلوگیری کنند.

فعالیت آنتی اکسیدانی اسانس سیر و نانوامولسیون آن نشان داد که میزان ترکیبات فنولی کل (TPC) و ظرفیت آنتی اکسیدانی کل (TAC) در نانوامولسیون به طور معناداری بالاتر از اسانس خالص بود. این امر می‌تواند به دلیل افزایش حلالیت و محافظت از ترکیبات فنولی در برابر تخریب اکسیداتیو در محیط نانوامولسیون باشد. این نتایج با یافته‌های مطالعات پیشین (Sharma & Goyal, 2023) همخوانی دارد که نشان می‌دهد نانوامولسیون‌ها می‌توانند به حفظ ترکیبات آنتی اکسیدانی کمک کرده و اثربخشی آن‌ها را در محیط‌های غذایی افزایش دهند.

نتایج حاصل از بررسی فعالیت ضد میکروبی نانوامولسیون اسانس سیر علیه باکتری‌های /استافیلوکوکوس اورئوس و /شرشیاکلی نشان داد که حداقل غلظت مهار (MIC) و حداقل غلظت کشندگی (MBC) در نانوامولسیون کمتر از اسانس آزاد بود. این یافته‌ها نشان می‌دهد که نانوامولسیون سازی اسانس سیر موجب افزایش اثربخشی ضد میکروبی آن شده که احتمالاً ناشی از افزایش نفوذپذیری اسانس به درون غشای سلولی میکروارگانیسم‌ها است، که مشابه با نتایج گزارش شده در پژوهش‌های گذشته (Liu et al., 2023; Seyedi et al., 2023) می‌باشد.

به طور کلی، یافته‌های این مطالعه تأیید کرد که نانوامولسیون سازی اسانس سیر می‌تواند ویژگی‌های عملکردی، پایداری و زیست دسترسی این ترکیب را بهبود بخشد. علاوه بر این، نتایج نشان داد که این فناوری می‌تواند به عنوان یک رویکرد کارآمد در افزایش فعالیت آنتی اکسیدانی و ضد میکروبی اسانس‌های گیاهی مطرح شود. بر این اساس، نانوامولسیون اسانس سیر می‌تواند به عنوان یک نگهدارنده طبیعی در صنایع غذایی و دارویی به منظور افزایش ماندگاری و ایمنی مواد غذایی مورد استفاده قرار گیرد. با این حال، برای بررسی دقیق تر عملکرد این سامانه در شرایط صنعتی، پیشنهاد می‌شود مطالعات بیشتری در زمینه پایداری طولانی مدت، بررسی تغییرات حسی در مواد غذایی و مکانیسم دقیق تأثیرات نانوامولسیون بر خواص زیستی اسانس سیر انجام شود.



تشکر و قدردانی

نویسندگان از زحمات سرکار خانم فاطمه قاسمی، کارشناس محترم آزمایشگاه بهداشت مواد غذایی دانشکده دامپزشکی تشکر و قدردانی می نمایند.

منابع

- Chakraborty, M., and Das, S. (2023). Antioxidant Potential of Essential Oils in Pharmaceutical Applications. *International Journal of Food Science and Technology*, 58(10): 3225-3237.
- Donsì, F., & Ferrari, G. (2021). Essential oils loaded nanoemulsions: A review on their preparation, characterization, and antimicrobial activity.
- Donsì, F., & Ferrari, G. (2022). Essential oils loaded nanoemulsions: A review on their preparation, characterization, and antimicrobial activity. *Food Hydrocolloids*, 124, 107265.
- Huang, H., Wang, J., Zhang, X., & Liu, Y. (2022). Antioxidant activity of nanoemulsions containing essential oils: A comparative study. *International Journal of Food Science & Technology*, 57(8), 4567-4578.
- Jain, A., Gupta, R., and Singh, P. (2023). Antimicrobial and Antioxidant Properties of Essential Oils: A Review. *Journal of Natural Products*, 85(2): 123-134.
- Jain, R., Kumar, P., and Singh, N. (2023). Nanostructured delivery systems for bioactive compounds: The role of nanoliposomal formulations. *Food Chemistry*, 380, 132110.
- Kumar, R., and Singh, M. (2023). Advances in nanotechnology for the encapsulation of essential oils. *Journal of Nanoscience and Nanotechnology*, 23(5), 4561–4571.
- Kumar, V., and Singh, A. (2023). Challenges in Industrial Application of Essential Oils: stability and Sensory Impact. *Food Science and Technology*, 12(3): 45-58.
- Liu, C., Zhang, X., and Wang, H. (2023). Antimicrobial properties of nanomaterials for food preservation. *Trends in Food Science & Technology*, 118, 54-68.
- Liu, F., Ma, L., Dong, X., & Huang, J. (2021). Antimicrobial effects of nanoemulsified garlic essential oil in meat products. *Food Control*, 130, 108303.
- Liu, J., Zhang, Z., and Wang, X. (2023). The Effectiveness of Nanomulsions in Enhancing Essential Oil Stability and Release. *Food Bioprocessing Technology*, 18(5): 364-377.
- McClements, D. J. (2021). Advances in nanoparticle and nanoemulsion delivery systems for improving food bioactivity. *Current Opinion in Food Science*, 40, 1-10.
- Mohammad, H., and Bagheri, S. (2023). Essential Oils and Their Role in Food Preservation. *Food Control*, 24(11): 1078-1089.
- Salvia-Trujillo, L., & McClements, D. J. (2021). Influence of nanoemulsion-based delivery systems on the efficacy of essential oils as antimicrobial agents in foods. *Food Chemistry*, 342, 128268.
- Seyedi, M., Karami, Z., and Ebrahimzadeh, M. (2023). Evaluation of the antimicrobial activity of essential oil nanoemulsions against *Escherichia coli* and *Staphylococcus aureus*. *Journal of Food Science*, 88(4), 1347–1354.
- Seyedi, S., Khajeh, M., and Masoudi, N. (2023). Mechanisms of Antimicrobial Action of Essential Oils on Microbial Cell Membranes. *Microbial Biotechnology*, 16(8): 1123-1132.

- Shah, B. R., Li, Y., Jin, W., & Xu, W. (2022). Nanoemulsions as delivery systems for improving antimicrobial and antioxidant properties of essential oils. *Trends in Food Science & Technology*, 120, 225-237.
- Sharma, P., and Goyal, R. (2023). Nanoencapsulation of essential oils for food preservation: A review. *International Journal of Food Science and Technology*, 58(1), 123–134.
- Sharma, R., and Goyal, P. (2023). Nanotechnology in the Preservation of Essential Oils. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 71(9): 1292-1304.
- Verma, P., Yadav, S., and Srivastava, S. (2023). Nanomulsion-Based Delivery Systems for Essential Oils: Applications and Benefits. *Journal of Food Engineering*, 14(4): 201-215.
- Zhang, Y., Li, P., and Zhang, Y. (2023). Antioxidant Properties of Essential Oils in Food Products. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 71(4): 897-904.
- Zhang, Y., Yang, Y., Zhou, X., & Wang, Y. (2023). Stability and antimicrobial properties of garlic essential oil nanoemulsions. *Journal of Food Science and Technology*, 60(3), 1234-1245.



بررسی تأثیر کافئیک اسید گیاهی بر باکتری هلیکوباکتر پیلوری عامل ایجاد زخم معده

سمیه تقی زاده^{۱*}، زهرا حجتی^۲، علی محمدی^۳

^۱ گروه آموزش زیست شناسی، دانشگاه فرهنگیان، تهران (S.Taghizadeh@cfu.ac.ir)

^۲ گروه میکروبیولوژی، دانشکده علوم زیستی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد بناب

^۳ گروه میکروبیولوژی، دانشکده علوم پایه، واحد تبریز، دانشگاه آزاد اسلامی، تبریز

چکیده

سرطان معده یکی از مرگبارترین انواع سرطان‌ها در جهان است و هلیکوباکتر پیلوری می‌تواند باعث التهاب مزمن معده و در نهایت منجر به سرطان شود. به دلیل عوارض جانبی و محدودیت‌های درمان‌های سنتی، توجه زیادی به ترکیبات طبیعی با خواص ضد سرطانی مانند کافئیک اسید جلب شده است. کافئیک اسید یک ترکیب پلی فنولی است که در بسیاری از گیاهان یافت می‌شود و به دلیل خواص آنتی اکسیدانی و ضد التهابی خود مورد توجه قرار گرفته است. این تحقیق با هدف بررسی تأثیر کافئیک اسید بر روی هلیکوباکتر پیلوری و ارزیابی پتانسیل این ترکیب به عنوان یک عامل ضد سرطانی طبیعی طراحی شده است. در این مطالعه هلیکوباکتر پیلوری آلوده و با غلظت‌های مختلف کافئیک اسید تیمار شدند. زنده مانی سلول‌ها با استفاده از تست MIC ارزیابی شد. در تست MIC، کافئیک اسید توانست به طور مؤثر از رشد هلیکوباکتر پیلوری جلوگیری کند و غلظت مؤثر آن تعیین شد. نتایج این مطالعه نشان داد که کافئیک اسید دارای خواص ضد سرطانی قوی است و می‌تواند به عنوان یک عامل مکمل در درمان زخم معده مورد استفاده قرار گیرد.

واژگان کلیدی: اسید کافئیک گیاهی، سرطان معده، هلیکوباکتر پیلوری



۱. مقدمه

سرطان معده (GC) یکی از انواع شایع بیماری ها است که در سلول های داخلی معده شروع می شود. این بیماری چند مرحله دارد و جز بیماری های چند عاملی دسته بندی می شود و می تواند بخش های مختلف معده را درگیر کند و بسته به محل شروع، علائم و مسیرهای درمان متفاوتی داشته باشد (Bray et al., 2018). تشکیل تومور ممکن است به اندام های مجاور مانند کبد و لوزالمعده گسترش یابد. منجر به ایجاد سرطان معده گردد و معمولاً به آرامی پیشرفت می کند و در مراحل اولیه ممکن است علائم چندانی نداشته باشد، بنابراین اغلب در مراحل پیشرفته تر تشخیص داده می شود، که در این صورت احتمال درمان آن کمتر است (Amoori et al., 2016).

کافئیک اسید یکی از ترکیبات فنلی با خواص آنتی اکسیدانی و ضد التهابی است که به طور گسترده در منابع طبیعی یافت می شود. تحقیقات علمی نشان داده اند که این ترکیب می تواند نقش مهمی در پیشگیری و درمان سرطان ها، از جمله سرطان معده ایفا کند. کافئیک اسید با خواص آنتی اکسیدانی، ضد التهابی، و ضد سرطانی خود می تواند نقش مهمی در پیشگیری و درمان سرطان معده ایفا کند. این ترکیب قادر است با کاهش استرس اکسیداتیو، کاهش التهاب، و مهار رشد و تکثیر سلول های سرطانی، به بهبود وضعیت بیماران مبتلا به سرطان معده کمک کند. همچنین، مصرف مواد غذایی حاوی کافئیک اسید و استفاده از مکمل های حاوی این ترکیب می تواند به عنوان یک استراتژی کمکی در درمان و پیشگیری از سرطان معده مؤثر واقع شود (Matsunaga et al., 2019). کافئیک اسید با خواص آنتی اکسیدانی، ضد التهابی، و ضد سرطانی خود می تواند نقش مهمی در پیشگیری و درمان سرطان معده ایفا کند. این ترکیب قادر است با کاهش استرس اکسیداتیو، کاهش التهاب، و مهار رشد و تکثیر سلول های سرطانی، به بهبود وضعیت بیماران مبتلا به سرطان معده کمک کند. همچنین، مصرف مواد غذایی حاوی کافئیک اسید و استفاده از مکمل های حاوی این ترکیب می تواند به عنوان یک استراتژی کمکی در درمان و پیشگیری از سرطان معده مؤثر واقع شود (Yang et al., 2018).

هلیکوباکتر پیلوری یکی از عوامل خطرناک در بروز سرطان معده است. کافئیک اسید با خواص ضد میکروبی خود می تواند به کاهش رشد و فعالیت این باکتری کمک کند. تحقیقات نشان داده اند که کافئیک اسید می تواند به عنوان یک عامل کمکی در درمان عفونت هلیکوباکتر پیلوری و کاهش خطر بروز سرطان معده مؤثر باشد (Zarea et al., 2017). مطالعات اپیدمیولوژیک نشان داده اند که مصرف بالای مواد غذایی حاوی کافئیک اسید با کاهش خطر بروز سرطان معده مرتبط است. نقش هلیکوباکتر پیلوری در سرطان معده یکی از موضوعات مهم و پیچیده در زمینه تحقیقات سرطان و میکروبیوم است. این باکتری به ویژه به عنوان عامل خطر اصلی در بروز سرطان معده شناخته شده است. هلیکوباکتر پیلوری به عنوان یکی از عوامل کلیدی در بروز سرطان معده شناخته شده است (Park et al., 2018 و Takahashi-Kanemits et al., 2020).

۲. مواد و روش ها

۲-۱. کشت هلیکوباکتر پیلوری



کلنی‌های شناسایی شده هلیکوباکتر پیلوری به محیط کشت نوترینت براث منتقل گردید و به آن ۵ تا ۱۰ درصد خون گوسفند اضافه شد. شرایط کشت باید میکروآتروفیلیک باشد و در دمای ۳۷ درجه سانتیگراد و با ترکیب گازهای ۵٪ اکسیژن، ۱۰٪ دی‌اکسید کربن و ۸۵٪ نیتروژن انجام شود. پس از ۴۸ ساعت، اگر رشد باکتری‌ها کافی بود، محیط کشت را برای نگهداری طولانی مدت در دمای ۴ درجه سانتیگراد یا به صورت فریز شده در دمای -۸۰ درجه سانتیگراد با اضافه کردن گلیسرول (۲۰٪) نگهداری شد.

۲-۲. تهیه استوک داروی کافئیک اسید

برای تهیه استوک کافئیک اسید، ابتدا مقدار دقیق پودر کافئیک اسید وزن شده و در حلال مناسب (مانند آب مقطر حل شده تا محلول با غلظت ۱۰ میلی مولار بدست آید. پس از حل شدن کامل، محلول از طریق فیلتر استریل با منافذ ۰.۲ میکرون عبور داده می‌شود تا هرگونه آلودگی میکروبی احتمالی حذف شود. محلول استوک به بطری‌های استریل و برچسب‌دار منتقل شده و در دمای -۲۰ درجه سانتیگراد یا -۸۰ درجه سانتیگراد ذخیره می‌شود تا از پایداری و کیفیت آن در طولانی مدت محافظت گردد.

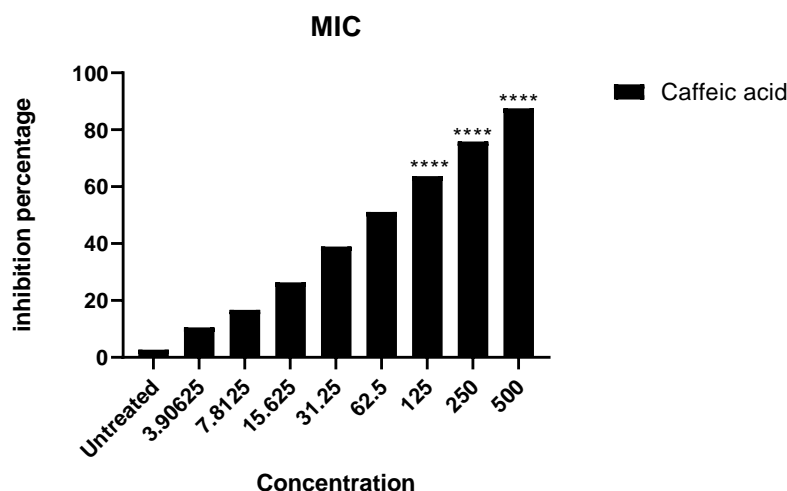
۲-۳. بررسی اثر کافئیک اسید بر روی هلیکوباکتر پیلوری با استفاده از تست MIC

برای سنجش اثر کافئیک اسید بر روی هلیکوباکتر پیلوری به واسطه تست MIC، ابتدا مواد و وسایل مورد نیاز شامل کافئیک اسید با غلظت‌های ۵۰۰، ۲۵۰، ۱۲۵، ۶۲.۵، ۳۱.۲۵، ۱۵.۶۲۵، ۷.۸۱۲۵، ۳.۹۰۶۲۵ میکروگرم در میلی‌لیتر، سوسپانسیون هلیکوباکتر پیلوری (کشت شبانه)، محیط کشت مایع مناسب (مانند nutrient broth)، صفحات میکروتیتر ۹۶ خانه، انکوباتور با شرایط کروآتروفیلیک، میکروپیپت و نوک‌های استریل، محیط کشت جامد (مثل شکلات آگار) و مواد و وسایل استریل (مثل اتانول ۷۰٪ برای ضد عفونی، فیلترهای استریل) را آماده شدند. برای تهیه غلظت‌های مختلف کافئیک اسید، محلول استوک کافئیک اسید با غلظت ۱۰۰۰ میکروگرم در میلی‌لیتر تهیه شده و سپس رقیق‌سازی سریال برای تهیه غلظت‌های مورد نظر انجام شد. یک کلونی هلیکوباکتر پیلوری از کشت شبانه برداشته شد (متد تهیه و جداسازی و کشت هلیکوباکتر پیلوری قبلاً توضیح داده شده) و در ۵ میلی‌لیتر محیط کشت مایع مناسب مخلوط شد. میزان OD سوسپانسیون را به حدود ۰.۱ در طول موج ۶۰۰ نانومتر تنظیم شد تا معادل با 10^6 CFU/ml باشد. در هر خانه از صفحه میکروتیتر، ۱۰۰ میکرولیتر از سوسپانسیون باکتریایی اضافه شد و ۱۰۰ میکرولیتر از هر غلظت کافئیک اسید به خانه‌های مختلف صفحه اضافه شد. یک ستون را فقط باکتری خالی به عنوان کنترل مثبت میریزیم و یک ستون را هم فقط محیط خالی به عنوان کنترل منفی میریزیم. صفحات میکروتیتر را در انکوباتور میکروآتروفیلیک با دمای ۳۷ درجه سانتیگراد برای ۴۸-۷۲ ساعت قرار داده. بعد از انکوباسیون، کدورت هر خانه را با استفاده از دستگاه خوانش صفحات میکروتیتر یا الیزا ریدر اندازه‌گیری شد. کمترین غلظت کافئیک اسید که هیچ رشد باکتریایی (کدورت) را نشان نمی‌دهد به عنوان MIC در نظر گرفته می‌شود.



۳. نتایج

نتایج به دست آمده از تست MIC نشان می دهند که کافئیک اسید دارای اثرات آنتی باکتریال و ضد رشدی قابل توجهی بر روی هلیکوباکتر پیلوری است. در این مطالعه، پس از تهیه غلظت های مختلف کافئیک اسید (۵۰۰، ۲۵۰، ۱۲۵، ۶۲.۵، ۳۱.۲۵، ۱۵.۶۲۵، ۷.۸۱۲۵، ۳.۹۰۶۲۵ میکروگرم در میلی لیتر) و تیمار باکتری های هلیکوباکتر پیلوری با این غلظت ها، میزان رشد باکتری ها در شرایط میکروآتروفلیک به مدت ۴۸-۷۲ ساعت بررسی شد. نتایج نشان داد که کافئیک اسید در غلظت های بالا توانست به طور کامل از رشد هلیکوباکتر پیلوری جلوگیری کند. کمترین غلظت کافئیک اسید که هیچ رشد باکتریایی را نشان نداد و به عنوان MIC تعیین شد، غلظت ۳۱.۲۵ میکروگرم در میلی لیتر بود. در این غلظت، هیچ کدورتی در خانه های صفحه میکروتیتر مشاهده نشد که نشان دهنده ی عدم رشد باکتری ها است (نمودار ۱-۱).



نمودار ۱. نمودار نشان دهنده میزان بازدارندگی غلظت های مختلف کافئیک اسید بر روی هلیکوباکتر پیلوری است که بیانگر کاهش زنده مانی هلیکوباکتر پیلوری در مقابل افزایش غلظت کافئیک اسید است.

۴. بحث و نتیجه گیری

با توجه به چالش های جدی هلیکوباکتر پیلوری و اثر آن در بوجود آمدن سرطان معده و آمار مرگ و میر بالای سرطان معده و اثر بر سلامت عمومی این تحقیق با هدف بررسی اثر ضد سرطانی کافئیک اسید بر روی سلول های سرطانی معده آلوده شده به مطالعه به منظور درک بهتر ارتباط بین عفونت با هلیکوباکتر پیلوری و توسعه بیماری معده و همچنین ارزیابی پتانسیل کافئیک اسید به عنوان یک عامل ضدسرطانی طبیعی طراحی شده است. این کاهش در زنده مانی، نشان دهنده اثرات سیتوتوکسیک کافئیک اسید بر سلول های هلیکوباکتر است، که بیانگر پتانسیل ضدسرطانی این ترکیب می باشد هم سو با مطالعه ما مطالعات گوناگونی به بررسی اثر ضد سرطانی مواد دارویی گیاهی پرداخته اند. به عنوان مثال کورکومین، که ماده ای فعال در زردچوبه است، به عنوان یک ترکیب ضدسرطانی مورد بررسی قرار گرفته و مشاهده شده است که از طریق مهار مسیرهای التهابی و عوامل



رشد سلولی، می تواند به جلوگیری از پیشرفت سرطان معده کمک کند (Goel et al., 2008). رزوراترول، یک ترکیب فنولی موجود در انگور و توت ها، نیز به دلیل خواص ضدسرطانی خود مورد توجه قرار گرفته و نشان داده شده است که از طریق کاهش استرس اکسیداتیو و مهار مسیرهای التهابی، رشد سلول های سرطانی معده مهار می شود (Singh et al., 2015). در مقایسه با این مطالعات، در تحقیق حاضر تأثیر کافئیک اسید بر زنده ماندن سلول های سرطانی معده AGS آلوده به هلیکوباکتر پیلوری بررسی شده است. نتایج نشان داده اند که کافئیک اسید از طریق کاهش بیان ژن های ویروالانس مانند *cagA* و مهار زنده ماندن سلول ها، تأثیرات ضدسرطانی قابل توجهی داشته است. همچنین، مشابه با کورکومین و رزوراترول، کافئیک اسید نیز از طریق مهار التهاب مزمن ناشی از هلیکوباکتر پیلوری به کاهش رشد سلول های سرطانی کمک کرده است. در مجموع، تحقیق حاضر نشان داده است که کافئیک اسید می تواند به عنوان یک ترکیب مکمل یا جایگزین در درمان سرطان معده مورد استفاده قرار گیرد. در مطالعه دیگر تأثیر کافئیک اسید فن اتیل استر (CAPE) که یک مهارکننده NF- κ B است، بر گاستریت ناشی از هلیکوباکتر پیلوری در سلول های سرطانی معده و مدل های حیوانی مورد بررسی قرار گرفته است. نتایج نشان داده است که CAPE فعال سازی NF- κ B و بیان ژن های التهابی را مهار کرده و باعث کاهش تکثیر سلولی و التهاب در معده شده است (Toyoda et al., 2009). در مطالعه دیگر اثرات ضد باکتریایی کافئیک اسید و مشتقات آلکیل آن بر روی هلیکوباکتر پیلوری و مهار تولید گونه های اکسیژن واکنشی توسط نوتروفیل های فعال شده بررسی شده است. نتایج نشان داده که این ترکیبات می توانند تولید گونه های واکنشی اکسیژن را کاهش داده و همچنین به عنوان عوامل باکتری کش عمل کنند (Paracatu et al., 2014). مطالعه ما نیز به بررسی اثرات کافئیک بر هلیکوباکتر پیلوری پرداخته و نشان داده است که کافئیک اسید می تواند از طریق مهار مسیرهای التهابی و کاهش بیان ژن های ویروالانس مانند *cagA* به کاهش زنده ماندن سلول های سرطانی کمک کند. این نتایج مشابه با مطالعاتی است که به بررسی اثرات CAPE و دیگر مشتقات کافئیک اسید بر سلول های سرطانی معده پرداخته اند و تأثیرات مثبت آن ها در مهار رشد سلولی و کاهش التهاب را تأیید کرده اند. این مطالعات نشان می دهند که ترکیباتی مانند CAPE و کافئیک اسید می توانند به عنوان عوامل مکمل یا جایگزین در درمان بیماری های معده مؤثر باشند و اثرات ضدسرطانی و ضد التهابی قابل توجهی دارند.

منابع

- Amoori, Neda, Mahdavi, Sepideh, & Enayatradd, Mostafa. (2016). Epidemiology And Trend Of Stomach Cancer Mortality In Iran (2006-10). *Epidemiology And Health System Journal (International Journal Of Epidemiologic Research)*, 3(3), 268-275.
- Bray, F., Ferlay, J., Soerjomataram, I., Siegel, R. L., Torre, L. A., & Jemal, A. (2018). Global cancer statistics 2018: GLOBOCAN estimates of incidence and mortality worldwide for 36 cancers in 185 countries. *CA: a cancer journal for clinicians*, 68(6), 394-424.
- Goel, A., Jhurani, S., & Aggarwal, B. B. (2008). Multi-targeted therapy by curcumin: how spicy is it?. *Molecular nutrition & food research*, 52(9), 1010-1030.
- Kumari, S., Chandel, K.S., and Chauhan, A. (2017). Triple test cross analysis for yield and horticultural traits in brinjal (*Solanum melongena* L.). *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*, 6(1): 2807-2812.
- Matsunaga, Toshiyukia; Tsuchimura, Saekaa; Azuma, Nozomia; Endo, Satoshia; Ichihara, Kenjib; Ikari, Akiraa. (2019). Caffeic acid phenethyl ester potentiates gastric cancer cell sensitivity to doxorubicin and cisplatin by decreasing proteasome function. *Anti-Cancer Drugs*, 30(3), p 251-259.



- Paracatu, L. C., Bonacorsi, C., de Farias, C. M., Nazare, A. C., Petronio, M. S., Regasini, L. O., Silva, D. H., Raddi, M. S., da Fonseca, L. M., & Ximenes, V. F. (2014). Alkyl caffeates as anti-*Helicobacter pylori* and scavenger of oxidants produced by neutrophils. *Medicinal chemistry (Sharjah (United Arab Emirates))*, 10(1), 74–80.
- Park, J. Y., Forman, D., Waskito, L. A., Yamaoka, Y., & Crabtree, J. E. (2018). Epidemiology of *Helicobacter pylori* and CagA-Positive Infections and Global Variations in Gastric Cancer. *Toxins*, 10(4), 163.
- Rawla, P., & Barsouk, A. (2019). Epidemiology of gastric cancer: global trends, risk factors and prevention. *Przegląd gastroenterologiczny*, 14(1), 26–38.
- Singh, C. K., Ndiaye, M. A., & Ahmad, N. (2015). Resveratrol and cancer: Challenges for clinical translation. *Biochimica et biophysica acta*, 1852(6), 1178–1185.
- Takahashi-Kanemitsu, A., Knight, C. T., & Hatakeyama, M. (2020). Molecular anatomy and pathogenic actions of *Helicobacter pylori* CagA that underpin gastric carcinogenesis. *Cellular & molecular immunology*, 17(1), 50–63.
- Toyoda, T., Tsukamoto, T., Takasu, S., Shi, L., Hirano, N., Ban, H., Kumagai, T., & Tatematsu, M. (2009). Anti-inflammatory effects of caffeic acid phenethyl ester (CAPE), a nuclear factor-kappaB inhibitor, on *Helicobacter pylori*-induced gastritis in Mongolian gerbils. *International journal of cancer*, 125(8), 1786–1795.
- Yang, F., Xu, Y., Liu, C., Ma, C., Zou, S., Xu, X., Jia, J., & Liu, Z. (2018). NF-κB/miR-223-3p/ARID1A axis is involved in *Helicobacter pylori* CagA-induced gastric carcinogenesis and progression. *Cell death & disease*, 9(1), 12.
- Zarea K, Beiranvand S, Ghanbari S, Tuvesson H. (2017). Incidence of Gastrointestinal Cancers in Iran: A Systematic Review. *Jundishapur J Chronic Dis Care*, 6(1).

بررسی اشکال و ترکیبات داروهای گیاهی درمان کننده بیماری های تنفسی

فائزه السادات ابطی^{*۱}

^{*۱} گروه گیاهان دارویی معطر، دانشکده کشاورزی و محیط زیست، دانشگاه اراک، شهر اراک

faeze.abtahi@gmail.com

چکیده

دستگاه تنفسی سالم در سلامت عمومی یک فرد بسیار حائز اهمیت است. ریه ها علاوه بر اکسیژن رسانی به اعضای بدن، بر عملکرد مغز و قلب تأثیر دارند و سبب ایجاد حس سرزندگی، نشاط و انرژی می شوند. در این مطالعه، در پایگاه های اطلاعاتی ملی و با استفاده از واژه هایی مانند داروهای گیاهی موثر در درمان بیماری های تنفسی جستجو صورت گرفت و در نهایت داروهای گیاهی درمان کننده مشکلات تنفسی از دو شرکت معتبر داخلی انتخاب شدند. تعداد ۲۴ دارو به اشکال مختلف در دو شرکت تولید کننده دارو برای درمان بیماری های تنفسی توصیه شده بود. نتایج نشان داد که داروی گیاهی در هفت شکل مختلف برای درمان بیماری های تنفسی تولید در بازار وجود داشت که رایج ترین آن بصورت شربت بود و قرص در جایگاه دوم قرار داشت. گیاه اکالیپتوس به عنوان یکی از اصلی ترین گیاهان تشکیل دهنده داروهای گیاهی مطالعه حاضر بود.

واژگان کلیدی: بیماری های تنفسی، داروهای گیاهی و اشکال دارو



۱. مقدمه

انواع عفونتهای تنفسی به دلیل توانایی انتقال سریع و به خصوص نوع ویروسی آن، مانند کروناویروس زندگی طبیعی انسانها را با خطر جدی مواجه نموده است (Rezabakhsh et al., 2020) با توجه به پیشرفت های فراوان در علوم پزشکی و دارویی، بسیاری از میکروارگانیسم های رایج که باعث عفونت دستگاه تنفسی می شوند به درمان مقاوم شده اند. فلذا استفاده از گیاهان دارویی و داروهای مشتق از آن می تواند اثرات مثبتی بر زندگی بشر داشته باشد. در طب سنتی گیاهان مختلفی برای درمان مشکلات تنفسی توصیه و استفاده می شود که از جمله می توان به شیرین بیان، پنیرک، پیاز عنصل، مرزنجوش، اکاپیتوس، پولک، میخک، گندواش، خولنجان، سرخارگل و آویشن اشاره نمود. بیشتر گیاهان مذکور اثرات ضد التهابی و آنتی اکسیدانی دارند و تعدادی تقویت کننده سیستم ایمنی و آنتی بیوتیک هستند (Ben Shabat et al., 2020). این مطالعه به بررسی اشکال دارویی گیاهان دارویی موثر در درمان بیماری های تنفسی پرداخته و گیاهان مورد استفاده در ساخت داروهای گیاهی مذکور را مورد بررسی قرار داده است.

۲. مواد و روش ها

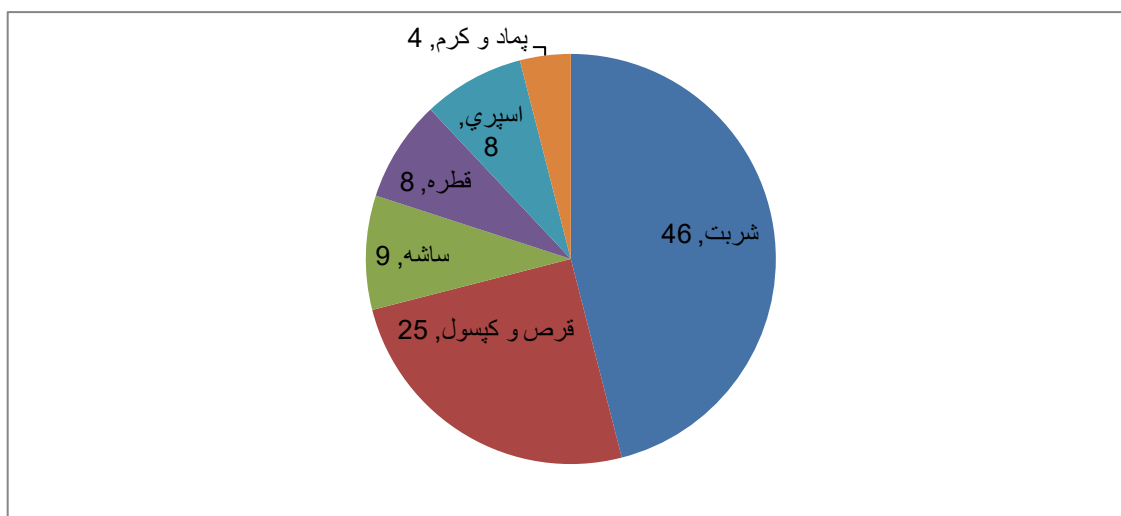
در این مطالعه، در پایگاه های اطلاعاتی ملی و با استفاده از واژه هایی مانند داروهای گیاهی موثر در درمان بیماری های تنفسی جستجو صورت گرفت، در نهایت داروهای گیاهی درمان کننده مشکلات تنفسی از دو شرکت معتبر داخلی انتخاب شدند. تعداد ۲۴ دارو به اشکال مختلف در دو شرکت تولید کننده دارو برای درمان بیماری های تنفسی توصیه شده بود. پس از بررسی تک تک داروهای مدنظر اشکال مورد استفاده آنها استخراج شد و با بررسی گیاهان تشکیل دهنده داروها، جزییات گیاهان مذکور نیز استحصال گردید.

۳. نتایج

۳-۱. اشکال داروهای گیاهی

در مطالعه حاضر از ۲۴ داروی گیاهی موثر در درمان مشکلات تنفسی استفاده شد که جزییات آن در نمودار شماره یک درج شده است. همانطور که در نمودار مشخص است شربت رایجترین شکل داروی گیاهی مورد استفاده در درمان مشکلات تنفسی است و فراوانی ۴۶ درصد را به خود اختصاص داده است، قرص و کپسول در جایگاه دوم قرار دارد و سایر اشکال دارو (ساشه، قطره، قرص، کپسول و پماد) در مراتب بعدی واقع شده اند. داروهای گیاهی مانند داروهای شیمیایی باید براساس توصیه پزشک مصرف شوند و به تداخلات دارویی یا حساسیت هایی که ممکن است ایجاد نمایند باید توجه لازم داشت.

نمودار ۱- درصد داروهای گیاهی بررسی شده در تحقیق



۳-۲. نقش های درمانی تعریف شده برای داروهای گیاهی در درمان مشکلات تنفسی

۳-۲-۱. شربت های گیاهی

پیشگیری و درمان عفونت های مجاری تنفسی و همچنین سرماخوردگی، باز شدن مجاری تنفسی و کاهش التهابات، ضد سرفه و خلط آور، درمان برونشیت، سیاه سرفه و بیماری های التهابی، اکسپکتورانت، بهبود تنگی نفس، دافع مواد بلغمی و سوداوی، ضد خلط.

۳-۲-۲. قطره های گیاهی

پیشگیری و درمان عفونت های تنفسی، بهبود سرفه و احتقان بینی، بهبود سریع آنفولانزا و سرماخوردگی، کاهش عفونت ریه و دستگاه تنفسی

۳-۲-۳. اسپری های گیاهی

پیشگیری از خشکی و التهاب مخاط بینی و همچنین تسکین علائم سرماخوردگی، تسکین علائم حساسیت های فصلی از جمله آبریزش بینی، گرفتگی بینی، عطسه و سردردهای سینوسی.

۳-۲-۴. قرص و کپسول



تقویت سیستم ایمنی بدن و ممانعت از بروز بیماری‌های ویروسی و میکروبی، تسکین علائم آسم، برونشیت حاد و مزمن و اسپاسم‌های ریوی، برای درمان گلودرد، رفع گرفتگی صدا و کاهش التهاب مخاط دهان و گلو، عفونت‌های مجاری تنفسی، کاهش علائم سرماخوردگی، گرفتگی سینوس‌ها و آبریزش بینی و درمان سرفه حاد.

۳-۲-۵. کرم و پماد

برای تسکین احتقان بینی، سرفه و دردهای ماهیچه‌ای.

۳-۲-۶. ساشه های گیاهی

رفع گرفتگی صدا، نرم کننده حنجره، خشونت حلق، رفع سرفه و عفونت برونشیتال

۳-۳. گیاهان دارویی استفاده شده در داروهای گیاهی درمان کننده مشکلات تنفسی

در بین گیاهان استفاده شده در داروهای گیاهی برای درمان مشکلات تنفسی تحقیق حاضر، گیاه اکالیپتوس بیشترین فراوانی را به خود اختصاص داده است به طوری که به جز در داروی گیاهی ساشه، در سایر داروهای گیاهی مرتبط با طرح مورد استفاده قرار گرفته است. گیاه آویشن در مرتبه دوم قرار دارد به طوری که در سنتز قرص، کپسول، شربت و قطره‌های گیاهی از آن استفاده شده است. گیاه سرخارگل در قرص و شربت مورد استفاده قرار گرفته است و در جایگاه سوم قرار دارد.

۳-۴. سایر گیاهان بشرح ذیل در داروهای مدنظر بکار گرفته شده اند

آق‌طی، زنجبیل، بومادران، بابونه، نعناع، عشقه، پیاز عنصل، ختمی، مورد، کنجد، سیاه دانه، لیمو، روغن کاج سوزنی، روغن بادام زمینی، فلفل قرمز، گزنه، رزماری، سرخارگل، مهر طلائی، آسارون، شیرین بیان، کامفوروس.

در داروی گیاهی ساشه، بیشتر از بذور گیاهان مختلف استفاده شده است از جمله بذر ریحان، بذر بارهنگ، قدومه، بذر بالنگو، به دانه و مرزنجوش. این گیاهان با خاصیت ژله شوندگی که دارند به بهبود التهابات و خشکی در گلو و مجاری تنفسی می‌شود.

۴. بحث و نتیجه گیری

بیشتر این گیاهان اثر آنتی اکسیدانی و ضد التهابی دارند و تعدادی تعدیل کننده سیستم ایمنی و ضد میکروبی هستند. مشاهدات علمی نشان داده است گیاهانی که دارای خواص گوناگونی هستند و همچنین وجود ترکیباتی همچون ترکیبات پلی فنلی مانند کوئرستین و کامپفرول به عنوان ترکیبات مؤثر در درمان انواع ویروس‌ها معرفی شده‌اند (Ben Shabat et al., 2020). گیاهان دارویی از دیرباز سنگ بنای توسعه درمان بیماری‌های مختلف از جمله عفونت‌های دستگاه تنفسی بوده‌اند. ترکیبات زیست فعال متنوع آن‌ها یک پلت فرم غنی برای تحقیقات و کاربردهای درمانی بالقوه ارائه می‌دهد. از لحاظ تاریخی، فرهنگ‌های سراسر جهان از گیاهان برای اهداف دارویی استفاده کرده‌اند. در کشورهایمانند چین، یونان، مصر و هند و ایران، گیاهان دارویی جزء سیستم‌های طب سنتی بوده و به طیف وسیعی از مسائل بهداشتی، از جمله بیماری‌های تنفسی، رسیدگی



می‌کنند. تحقیقات مدرن به کشف این درمان های سنتی با هدف تایید و درک اثربخشی آنها ادامه می‌دهد. به عنوان مثال، مطالعات، خواص ضد میکروبی عصاره‌های گیاهی را در برابر پاتوژن‌های مسئول عفونت‌های تنفسی برجسته کرده‌اند که پتانسیل آنها را به عنوان درمان‌های جایگزین در مواجهه با افزایش مقاومت آنتی‌بیوتیکی نشان می‌دهد (Sharma et al., 2023). در حالی که پتانسیل درمانی گیاهان دارویی قابل توجه است. چندین چالش وجود دارد از جمله می‌توان به چالش استانداردسازی اشاره کرد به این معنا که تغییرات در کشت، برداشت و فرآوری گیاه می‌تواند منجر به ناسازگاری در غلظت ترکیبات فعال شود و بر کارایی و ایمنی تأثیر بگذارد. چالش دوم اعتبارسنجی ایمنی و کارایی است، آزمایش‌های بالینی جامع برای تأیید ایمنی و اثربخشی درمان‌های مبتنی بر گیاه ضروری است، زیرا استفاده سنتی همیشه با ارزش درمانی ثابت شده برابری نمی‌کند. چالش سوم نگرانی‌های مربوط به حفاظت از گیاهان است. تقاضا برای گیاهان دارویی می‌تواند منجر به برداشت بیش از حد شود و تنوع زیستی را تهدید کند. اقدامات پایدار و تلاش‌های حفاظتی برای حفظ این منابع ارزشمند ضروری است. در نتیجه، گیاهان دارویی بستری امیدوارکننده برای توسعه درمان‌های عفونت‌های سیستم تنفسی ارائه می‌دهند. تحقیقات مداوم با هدف درک مکانیسم آنها، استانداردسازی عصاره‌ها، و اعتبارسنجی مزایای بالینی برای استفاده از پتانسیل کامل درمانی آنها بسیار مهم است (Firdaus et al., 2025).

منابع

- Ben-Shabat S, Yarmolinsky L, Porat D, Dahan A. 2020. Antiviral effect of phytochemicals from medicinal plants: Applications and drug delivery strategies. *Drug Delivery and Translational Research* 10 (2): 354-367.
- Firdaus, A., Yunus, M. H., Izhar, S. K., & Afaq, U. (2025). Medicinal plants in the treatment of respiratory diseases and their future aspects. *Recent Patents on Biotechnology*, 19(1), 2-18..
- Sharma, R., Bhattu, M., Tripathi, A., Verma, M., Acevedo, R., Kumar, P. Singh, J. (2023). Potential medicinal plants to combat viral infections: A way forward to environmental biotechnology. *Environmental Research*, 227, 115725.
- Sharma, R., Bhattu, M., Tripathi, A., Verma, M., Acevedo, R., Kumar, P., & Singh, J. (2023). Potential medicinal plants to combat viral infections: A way forward to environmental biotechnology. *Environmental Research*, 227, 115725.



بررسی تاثیر موسیلاژ دانه چیا و عصاره پونه بر ویژگیهای کیفی ماست کم چرب پروبیوتیک

فاطمه جنت^۱، عباسعلی ساری^{۱*}، بهناز بازرگانی گیلانی^۱

^۱گروه بهداشت و کنترل کیفی مواد غذایی، دانشکده دامپزشکی دانشگاه بوعلی سینا، همدان، ایران. sari@basu.ac.ir

چکیده

امروزه مصرف محصولات لبنی پروبیوتیک رو به افزایش است. استفاده از پایدارکننده های طبیعی جهت حفظ و بهبود ویژگیهای کیفی ماست کم چرب ضرورت دارد. مطالعه حاضر اثر موسیلاژ دانه چیا در غلظت های صفر، ۱ و ۲ درصد به عنوان یک ماده پروبیوتیک بر خصوصیات کیفی ماست پروبیوتیک کم چرب بررسی شد. عصاره گیاه پونه به عنوان یک منبع آنتی اکسیدانی در غلظت صفر، ۰/۰۲، ۰/۰۳ و ۰/۰۵ درصد به ماست کم چرب اضافه شد. کلیه تیمارها به مدت ۲۱ روز در دمای ۴ درجه سانتیگراد نگهداری و در روزهای ۷، ۱۴ و ۲۱ آزمایشات ویسکوزیته، سینرزیس و ظرفیت نگهداری آب آنها مورد ارزیابی قرار گرفت. نتایج نشان داد دانه چیا بطور معنی داری سبب افزایش ویسکوزیته، افزایش ظرفیت نگهداری آب و شده است ($P < 0.05$). این مطالعه نشان میدهد که جهت بهبود ویژگیهای بافتی ماست کم چرب پروبیوتیکی بایستی از عوامل قوام دهنده و پایدار کننده استفاده کرد.

واژگان کلیدی: عصاره پونه، ماست کم چرب، موسیلاژ دانه چیا، ویژگیهای بافتی



۱. مقدمه

چیا گیاهی علفی و یک ساله از جنس مریم گلی (*Salvia*) و از تیره نعنائیان (*Lamiaceae*) با نام علمی (*Salvia hispanica*) بوده و در زمره مهم ترین گونه زراعی جنس (*Salvia*) قرار دارد. موطن آن مکزیک جنوبی و گواتمالای شمالی است (مارتیز و همکاران، ۲۰۱۴) و اخیراً به صورت صنعتی در کشورهای آرژانتین، استرالیا، شیلی، بولیوی، اکوادور، نیکاراگوئه و پاراگوئه کشت می شود (تیمیلینا و همکاران، ۲۰۱۷). دانه های این گیاه سرشار از پروتئین و روغن ها، فیبرهای رژیمی ویتامین ب و مواد معدنی چون کلسیم، منیزیم، آهن، منگنز، فسفر، روی و آنتی اکسیدان های طبیعی می باشد و علاوه بر کمک به تغذیه انسان در سلامت بدن نیز نقش دارند (مارتیز و همکاران، ۲۰۱۴). پوشوی و همکاران در سال ۱۹۸۱ با هدف معرفی دانه های چیا به عنوان منبع تغذیه ای محتویات این دانه ها را مورد بررسی قرار دادند و مقدار پروتئین و روغن دانه را به ترتیب ۲۳.۴ درصد و ۳۰ درصد گزارش کردند آنها به کمک هیدرولیز اسیدی و با استفاده از روش کروماتوگرافی زایلوز و آربینوز را از اجزای مهم پلی ساکاریدها شناسایی کرده و با استفاده از تجزیه اسپکتروشیمیایی حضور مقادیر قابل توجهی از کلسیم، پتاسیم، فسفر، تیامین، ریبوفلاوین و نیاسین را گزارش کردند (پوشوی و همکاران، ۱۹۸۱). تیمیلینا و همکاران در سال ۲۰۱۷ در زمینه خصوصیات فیزیک شیمیایی و پایداری حرارتی روغن چیا استرالیا تحقیقاتی را انجام دادند بر اساس داده های حاصل از تجزیه تحلیل GC-MS، FT-IR و NMR مشاهده کردند که روغن چیا حاوی بیش از ۸۰ درصد اسیدهای چرب ضروری بدن است که به ترتیب فراوانی شامل اسید آلفا لینولنیک و اسید لینولئیک (به نسبت ۳ به ۱) می باشند همچنین روغن استخراج شده تا درجه حرارت ۳۰۰ درجه سانتیگراد با میزان تخریب جزئی پایدار باقی ماند و به دلیل این خواص فیزیکی و شیمیایی نتیجه گرفته شد که از این روغن می توان جهت سرخ کردن یا به عنوان سس سالاد استفاده نمود (تیمیلینا و همکاران، ۲۰۱۷). در سال ۲۰۱۴، مارتینلی و همکاران ترکیب اسیدهای چرب روغن چیا را از طریق کروماتوگرافی گازی مورد بررسی قرار دادند و نتیجه گرفتند که روغن چیا حاوی ۱۱/۲ درصد اسیدهای چرب اشباع شده ۷/۲۹ درصد اسیدهای چرب واجد یک باند غیر اشباع و ۸۱/۵۹ درصد اسیدهای چرب چند باند غیر اشباع است. اصلی ترین آنها اسید آلفا لینولنیک (امگا ۳) بوده است که در حدود ۶۲/۸ درصد اسیدهای چرب آن را تشکیل می دهد (مارتینلی و همکاران ۲۰۱۴). پس از آن اسید لینولئیک ۱۸/۲۳ درصد اسید پالمیتیک ۷/۰۷ درصد و درصد اسید استارئیک ۳/۳۶ درصد قرار دارند. روغن چیا منبع نسبتاً خوبی از توکوفرول ها بوده که مجموع غلظت آن مشابه غلظت توکوفرول های موجود در روغن بادام زمینی (۳۹۲/۶ میلی گرم بر کیلوگرم)، اما کمتر از مقادیر گزارش شده در روغن های دانه های کتان (۹۲۲/۹ میلی گرم بر کیلوگرم) آفتابگردان (۶۳۲/۲ میلی گرم بر کیلوگرم) و سویا (۹۷۹۷/۶ میلی گرم بر کیلوگرم) می باشد (توبرسو و همکاران، ۲۰۱۷).

پونه با نام علمی *Menthe* از خانواده نعنائیان یا لبیدسانان *Lamiaceae* است. بخش های مختلف این گیاه از جمله آن برگ، گل، ساقه، پوست و دانه ها به طور گسترده ای در طب سنتی استفاده می شود عصاره این گیاه به عنوان داروی ضد میکروب ضد نفخ محرک ضد اسپاسم و برای درمان بیماری های مختلف مانند سردرد و اختلالات گوارشی کاربرد دارد. (نقیبی و همکاران



با توجه به روند رو به افزایش آگاهی مصرف کنندگان از سلامت و تغذیه، تقاضای مصرف کنندگان برای محصولات کم چرب و با ارزش تغذیه‌ای بالا در حال افزایش است. انجام این تحقیق و بهبود ترکیبات و ویژگی‌های تغذیه‌ای ماست کم چرب، به تولید یک محصولی مناسب‌تر برای این تقاضا پاسخ خواهد داد و بازارپسندی و فروش محصول را افزایش می‌دهد. همچنین بازار محصولات لبنی بسیار رقابتی است و شرکت‌ها برای جلب مشتریان و حفظ وضعیت خود در بازار، نیازمند توسعه و بهبود محصولات خود هستند. با انجام این تحقیق و بهبود ماست کم چرب از طریق افزودن مواد طبیعی و غنی سازی محصول، شرکت‌ها می‌توانند یک محصول با ویژگی‌های متمایز و جذاب تر ارائه دهند که به آن‌ها کمک می‌کند در بازار رقابتی شکست نخورند و به عنوان یک برند مورد اعتماد تشخیص داده شوند. با توجه به این دو جنبه، انجام تحقیق برای بهبود ترکیبات و ویژگی‌های تغذیه‌ای ماست کم چرب ضروری است تا نیازهای بازار را برآورده کرده، رقابت‌پذیری شرکت‌ها را افزایش داده و بهبود در سلامت و رضایت مصرف کنندگان را به ارمغان آورد.

۲. مواد و روش‌ها

بخشی از این تحقیق در آزمایشگاه بهداشت مواد غذایی دانشگاه بوعلی سینا همدان و بخش دیگر آن در واحد تحقیق و توسعه شرکت شیر پاستوریزه پگاه گلپایگان صورت گرفت. وسایل و تجهیزات مورد استفاده و مراحل عملی این تحقیق به شرح ذیل می‌باشد:

۱. فالکون ۵۰ میلی لیتری، مزور ۵۰۰ میلی لیتری استریل، بطری شیشه‌ای درب آبی ۹۰۰ میلی لیتری، همزن شیشه‌ای، پیپت پاستور، ارلن ۱۰۰، ۲۵۰، ۵۰۰، ۱۰۰۰ میلی لیتری، سرمپلر ۱ و ۰/۱ میلی لیتری، بالن ژوژه ۵، ۱۰، ۱۰۰، ۲۵۰ میلی لیتری،

پلیت شیشه‌ای

۲. بن ماری (فن آزما گستر)

۳. انکوباتور (فن آزما گستر)

۴. اتوکلاو (کاوش مگا)

۵. سانتریفیوژ (پارس آزما)

۶. اسپکتوفتومتر (TERMO Spectronic) ساخت ژاپن

۷. پی اچ متر (دانش گستر مدل a-AB33Pph-f)

۸. آون (فن آزما گستر)

۹. آسیاب آزمایشگاهی (SILVERCREST) ساخت آلمان

۱۰. ترازو آزمایشگاهی دوصفر (AND-EK3000I)

۱۱. ترازو آزمایشگاهی چهارصفر (AS220R1PLUS) ساخت لهستان

۱۲. ویسکومتر مدل (DV2T Brookfield) ساخت آمریکا

۱۳. بوتیرومتر ژربر (Funke Gerber آلمان)



۱۴. دستگاه اکومیلک (Lactoscan ساخت بلغارستان)

۱۵. استارتر مورد استفاده مارک اکسپرس شرکت شیر پاستوریزه پگاه گلپایگان تهیه و مورد استفاده قرار گرفت

۱۶. باکتری لاکتوباسیلوس/اسیدوفیلوس از آزمایشگاه میکروبیولوژی دانشگاه تهران تهیه شد

۱۷. شیر خام با درصد چربی ۱/۴

۱۸. تهیه دانه چیا از سطح شهر گلپایگان

۱۹. تهیه گیاه پونه به صورت خشک از سطح شهر همدان

۲-۱. استخراج موسیلاژ دانه چیا

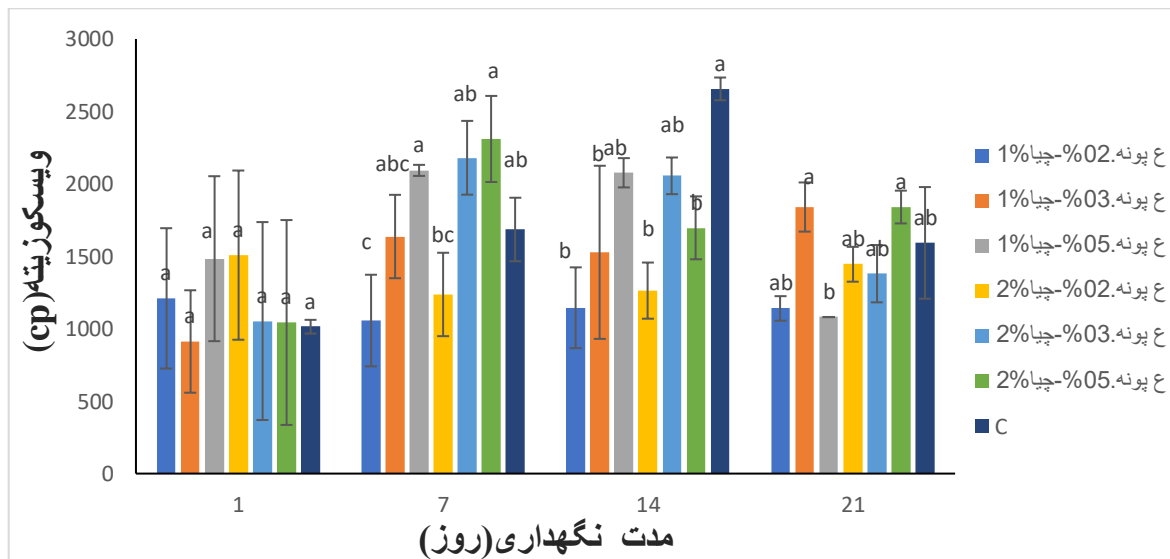
به منظور استحصال موسیلاژ از دانه چیا، ابتدا ناخالصی های دانه جدا گردیده، سپس در هر مرحله ۱۰۰ گرم از دانه چیا با استفاده از آسیاب آزمایشگاهی به مدت دو دقیقه آسیاب شد. سپس برای جداسازی مغز دانه از پوسته، از الک آزمایشگاهی با شماره مش ۳۰ استفاده شد. سبوس دانه های چیا با نسبت ۱ به ۲۰ با آب مقطر در دمای ۲۵ درجه سانتیگراد مخلوط گردید و به مدت ۲۴ ساعت در همان شرایط نگهداری شد. مخلوط حاصل به مدت ۳۰ ثانیه با مخلوط کن آزمایشگاهی در دور پایین مخلوط شد و سپس به مدت ۱۰ دقیقه با سرعت ۳۵۰۰ دور در دقیقه در دمای ۲۵ درجه سانتیگراد سانتریفوژ گردید. باقیمانده دانه از داخل ژل جدا شود و در مراحل بعد ژل تازه مورد استفاده قرار گرفت

۳-۱. عصاره گیری از گیاه پونه به روش ماسراسیون: گیاه خشک شده پونه از بازار همدان تهیه شد سپس توسط آسیاب

آزمایشگاهی پودر شد. بر اساس روش خیساندن از آب مقطر و اتانول ۹۹/۷ درصد به نسبت مساوی استفاده شد. برای این منظور ۱۰۰ گرم از برگهای خشک و پودر شده گیاه پونه به دقت توسط ترازوی دیجیتالی وزن شد سپس جهت تهیه عصاره های هیدروالکلی، مخلوط حلال ها به ارلن ۵۰۰ میلی لیتری انتقال یافت. سر ارلن با سلفون و فویل آلومینیومی بسته شده به مدت ۷۲ ساعت در دمای اتاق به روی دستگاه همزن قرار گرفت تا استخراج عصاره به صورت کامل و مطلوب انجام گیرد سپس مخلوط حلال و گیاه توسط کاغذ صافی از هم جدا شد. تفاله ها فشرده تا عصاره کاملاً تخلیه گردد و در نهایت عصاره اولیه بدست آمد عصاره اولیه حاصل به مدت ۱۰ دقیقه سانتریفیوژ (۳۰۰۰ دور در دقیقه) شد سپس محلول رویی جمع آوری شده و به منظور تبخیر حلال ها درون پلیت های شیشه ای ریخته شد و به دستگاه آون با دمای ۳۵ درجه سانتیگراد منتقل شد و پس از گذشت ۴ روز توسط کاردک آزمایشگاهی کاملاً تراشیده شد عصاره حاصل تا زمان انجام آزمایشات به دور از نور و در دمای ۴ درجه سانتیگراد نگهداری گردید. (با اندکی تغییر - آقاجانی و همکاران ۱۳۹۹).

۳. نتایج

۱-۳ ارزیابی ویسکوزیته



شکل ۱ نتایج ارزیابی ویسکوزیته

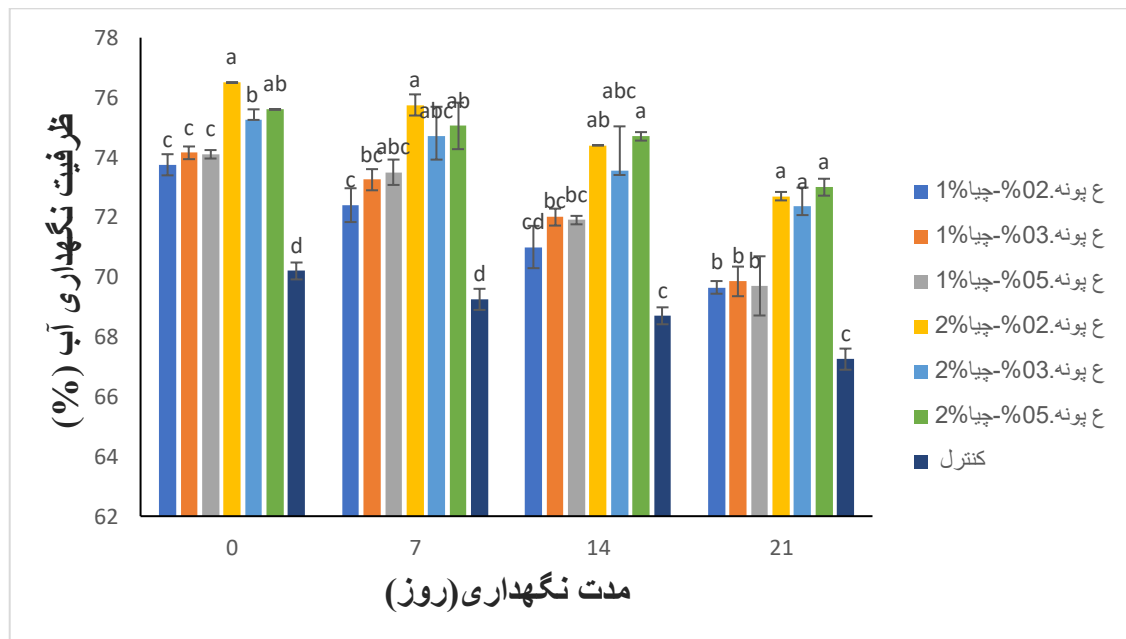
یکی از فاکتورهای مهم و موثر بر کیفیت ماست ویسکوزیته ظاهری است که ویژگی یک ماده در مقابل تغییر شکل را نشان می‌دهد ترکیب شیر و میزان ماده خشک در کنار عواملی نظیر دما، زمان حرارت دهی، نوع آغازگر مورد استفاده و شرایط نگهداری از شرایط موثر بر ویژگی‌های رئولوژیکی ماست است. با گذشت زمان نگهداری میزان ویسکوزیته نمونه‌های ماست افزایش یافته و سپس در روز پایانی پایتترین میزان ویسکوزیته به تیمار حاوی ۲ درصد موسیلاژ دانه چیا و میزان ۰/۵ درصد عصاره پونه مربوط می‌باشد. به طور کلی موسیلاژ دانه چیا باعث افزایش ویسکوزیته می‌شود. حروف متفاوت نشان دهنده معنی داری اثرات تیمارهای مختلف با یک دیگر می‌باشد.

آگاهی از مقادیر ویسکوزیته علاوه بر کمک به تعیین مناسب‌ترین فرمولاسیون در انتخاب پمپ مناسب جهت انتقال و طراحی تجهیزات مورد نیاز حائز اهمیت است. نتایج نشان داده که عصاره زنجبیل ویسکوزیته ماست را کاهش داده است و با افزایش غلظت عصاره و پس از ۲۰ روز نگهداری ماست، ویسکوزیته به طور معنی داری کاهش یافته است (مولایی و همکاران، ۱۴۰۰).

یکی از مهم‌ترین دلایل کاهش ویسکوزیته با گذشت زمان و در عصاره‌های گیاهی در فرمولاسیون ماست است که می‌تواند به روی استحکام ژل اثر نامطلوب گذارد (ترو و همکاران، ۲۰۰۳) گزارش دادند که با کاهش استحکام ژل ماست طی دوره نگهداری ویسکوزیته کاهش می‌یابد ادامه فعالیت میکروارگانیسم‌های موجود در کشت آغازگر و تغییر در ریز ساختار ماست نیز دلیلی بر کاهش ویسکوزیته است (مهدوی عادل، ۱۳۹۸).

۲-۳ ارزیابی ظرفیت نگهداری آب

نتایج ظرفیت نگهداری آب در شکل ۲ آورده شده است.



شکل ۲ میزان نگهداری آب

نمودار بالا ظرفیت نگهداری آب را در نمونه های حاوی درصد های مختلف عصاره پونه و موسیلاژ دانه چیا نشان میدهد. در طول دوره نگهداری ظرفیت نگهداری آب کاهش یافته و در تیمار های حاوی بیشترین موسیلاژ (۱، ۲ درصد) و در تیمار کنترل کمترین ظرفیت نگهداری آب مشاهده میشود که با نتایج تحقیق (دلیلی و همکاران، ۱۳۹۵) که مشاهده کردند بهترین درصد از صمغ گوار و موسیلاژ بامیه برای نگهداری آب ۰/۰۵ درصد بود به طوری که در درصدهای بالاتر و پایین تر از این مقدار قابلیت نگهداری آب ایجاد شده در نمونه های حاوی موسیلاژ بامیه با نمونه های حاوی صمغ گوار در سطح برابر اختلاف معنی داری نداشتند در نمونه هایی که از ترکیب صمغ گوار و موسیلاژ بامیه استفاده شده بود با افزایش نسبت موسیلاژ به صمغ، ظرفیت نگهداری آب افزایش پیدا کرد افزایش ظرفیت نگهداری آب با افزایش غلظت گوار و موسیلاژ بامیه با نتایج (یونال و همکاران، ۲۰۰۳) مطابقت دارد آنها مشاهده کردند که با افزایش بیشتر غلظت گالاکتومانان ها به دلیل تقویت ژل و کاهش خلل و فرج در ماست ظرفیت نگهداری آب و ویسکوزیته افزایش می یابد افزایش میزان هیدروکلوئید میزان آب محصور شده در شبکه ژلی را افزایش می دهد اما با افزایش بیشتر درصد هیدروکلنید ساختار ژلی تخریب شده قدرت نگهداری آب آن کاهش می یابد.

بحث و نتیجه گیری : نتایج نشان داد که افزودن موسیلاژ دانه چیا به ماست پروبیوتیک حاوی باکتری لاکتوباسیلوس اسیدوفیلوس باعث کاهش ویسکوزیته نمونه های ماست در طی دوره نگهداری و همچنین میزان آب اندازی با افزایش مدت زمان نگهداری افزایش یافته است و میزان نگهداری آب نیز در دوره نگهداری کاهش یافته است. استفاده همزمان عصاره پونه و موسیلاژ دانه چیا به علت وجود ترکیبات فنولی و مواد موثره عصاره پونه باعث کاهش اثر موسیلاژ دانه چیا بر خصوصیات کیفی ماست شده است.



تشکر و قدردانی

این مطالعه با حمایت دانشگاه بوعلی سینا همدان و شرکت شیر پاستوریزه پگاه گلپایگان انجام گرفته است.

منابع

- دلیلی، رضا، اصغر خسروشاهی اصل and، هادی الماسی. ۱۳۹۶. 'تاثیر موسیلاژ بامیه و صمغ گوار به عنوان جایگزین چربی بر زنده مانگی بیفیدوباکتریوم بیفیدوم و برخی خواص کیفی ماست کم چرب'.
- مولائی، سینا. و همکاران. ۱۴۰۰. تاثیر کاربرد عصاره زنجبیل بر خصوصیات آنتی اکسیدانی و فیزیکوشیمیایی ماست کم چرب'.
- Aghajani, Abdoreza, Hamid Reza Mahdavi Adeli, Mohammad Ali Davoudi, and Masomeh Amiri. 2020. 'The potential of Zataria multiflora and Mentha longifolia L. to improve the qualitative characteristics of probiotic yoghurt produced by cow - goat milk %J Journal of food science and technology(Iran)', 17: 1-15.
- Da Silva Marineli, Rafaela, Érica Aguiar Moraes, Sabrina Alves Lenquiste, Adriana Teixeira Godoy, Marcos Nogueira Eberlin, Mário Roberto & LWT-Food Science Maróstica Jr, and Technology. 2014. 'Chemical characterization and antioxidant potential of Chilean chia seeds and oil (Salvia hispanica L.)', 59: 1304-10.
- Bushway, AA, PR Belyea, and RJ %J Journal of Food Science Bushway. 1981. 'Chia seed as a source of oil, polysaccharide, and protien, 46: 1349-50
- Martínez-Cruz, Olivert, and Octavio %J Journal of Chromatography A Paredes-López. 2014. 'Phytochemical profile and nutraceutical potential of chia seeds (Salvia hispanica L.) by ultra high performance liquid chromatography', 1346: 43-48
- Timilsena, Yakindra Prasad, Jitraporn Vongsivut, Raju Adhikari, and Benu %J Food chemistry Adhikari. 2017. 'Physicochemical and thermal characteristics of Australian chia seed oil', 228: 394-402.
- Tuberoso, Carlo IG, Adam Kowalczyk, Erika Sarritzu, and Paolo %J Food Chemistry Cabras. 2007. 'Determination of antioxidant compounds and antioxidant activity in commercial oilseeds for food use', 103: 1494-501.
- Ünal, Belgin & Metin, Selami & Işıklı, Nursel. (2003). Use of response surface methodology to describe the combined effect of storage time, locust bean gum and dry matter of milk on the physical properties of low-fat set yoghurt. International Dairy Journal - INT DAIRY J. 13. 909-916. 10.1016/S0958-6946(03)00118-3.



بررسی خواص باکتریایی و آنتی اکسیدانی بتا نیکوتین آمید مونونوکلئوتید

الهام میرزا محمد^۱، سیمین نامور^{۲*}، آيسان علي پناهی^۱، علي اسکندری^۱

^{۱*} گروه زیست شناسی سلولی و مولکولی، دانشکده علوم پایه، دانشگاه شهید مدنی آذربایجان، تبریز

^۲ - گروه زیست شناسی سلولی و مولکولی، دانشکده علوم پایه، دانشگاه شهید مدنی آذربایجان، تبریز (siminnamvar2@gmail.com)

چکیده

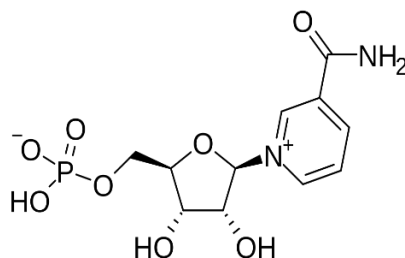
در این تحقیق، خواص باکتریایی و آنتی اکسیدانی بتا نیکوتین آمید مونونوکلئوتید (NMN) مورد بررسی قرار گرفت فعالیت آنتی اکسیدانی آن با استفاده از آزمایش های DPPH ارزیابی شد. علاوه بر این، اثرات باکتریایی NMN بر روی باکتری اشیریشیا کلی گرم منفی با استفاده از روش کشت دیسک دیفیوژن مورد سنجش قرار گرفت. و یک نوع روش سنتز وابسته به کیتوزان نیز معرفی شد. نتایج حاکی از آن بود که عصاره بتا نیکوتین آمید مونونوکلئوتید خواص آنتی اکسیدانی قابل توجهی دارد و می تواند باکتری ها را به طور موثری مهار کند. این نتایج نشان دهنده پتانسیل بالای عصاره NMN در کاربردهای درمانی و بهداشتی است و می تواند به عنوان یک ماده موثر در ساخت مکمل های غذایی و داروهای گیاهی مدنظر قرار گیرد.

واژگان کلیدی: آنتی اکسیدان، ضد باکتری، کیتوزان، بتا نیکوتین آمید مونونوکلئوتید

۱. مقدمه

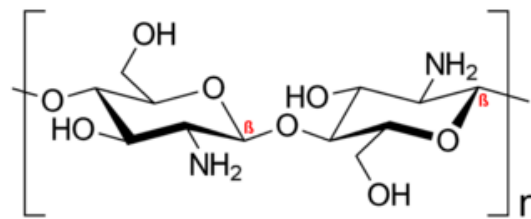
نیکوتین آمید مونونوکلئوتید (NMN) یک نوکلئوتید است که بیشتر به دلیل نقش آن به عنوان واسطه بیوسنتز نیکوتین آمید آدنین دی نوکلئوتید (NAD^+) شناخته شده است. به دلیل در دسترس نبودن یک ناقل مناسب، NMN به شکل ریبوزید نیکوتین آمید به داخل سلول پستانداران وارد می شود و سپس تبدیل به NMN و NAD^+ می شود. این مولکول خاص چندین فعالیت فارماکولوژیک مفید را در مطالعات پیش بالینی نشان داده است که استفاده درمانی بالقوه آن را نشان می دهد. فعالیت های دارویی NMN عمدتاً به واسطه دخالت آن در بیوسنتز NAD^+ شامل نقش آن در عملکردهای بیوشیمیایی سلولی، محافظت از قلب، دیابت، بیماری آلزایمر و عوارض مرتبط با چاقی است. کشفیات اخیر فعالیت های ضد پیری این ماده، جوهره ارزشمندی را در تحقیقات مربوط به این مولکول اضافه کرده است (Poddar S.K et al., 2019).

اثرات NMN بر روی نشانگرهای استرس اکسیداتیو در قلب های مسن با اندازه گیری سطح (Malondialdehyde)MDA به عنوان شاخص پراکسیداسیون و سطوح SOD و GPX به عنوان آنتی اکسیدان های آنزیمی مورد بررسی قرار گرفته است. آسیب های میوکارد به طور قابل توجهی فعالیت GPX و SOD را کاهش داده و محتوای MDA را افزایش داده است با این وجود، NMN به طور قابل توجهی سطح MDA را کاهش داده و ظرفیت دفاعی آنتی اکسیدانی آنزیمی را با تنظیم فعالیت های SOD و GPX افزایش داده است (Hosseini L et al., 2020). بنابراین بتا نیکوتین آمید مونونوکلئوتید میتواند به عنوان یک ماده آنتی اکسیدانی در سلامت انسان در نظر گرفته شود.



شکل ۱. ساختار بتا نیکوتین آمید مونونوکلئوتید

نانوذرات کیتوزان در نانوپزشکی، مهندسی زیست پزشکی، کشف و توسعه داروهای جدید از اهمیت بالایی برخوردار است. استفاده از نانوذرات مبتنی بر کیتوزان برای ایجاد سیستم های آزادسازی جدید با فراهمی زیستی بهبود یافته، افزایش ویژگی و حساسیت و کاهش سمیت دارویی داروها را مرور می کند. مطالعات پیش بالینی و بالینی از استفاده از نانوذرات مبتنی بر کیتوزان در نانوپزشکی حمایت می کند (Sharifi-Rad J et al., 2021).



شکل ۲. ساختار کیتوزان

بنابراین، تحقیقات بیشتر درباره خواص و عملکردهای NMN ضروری است تا بتوان از پتانسیل‌های درمانی آن بهره‌برداری کرده و درک عمیق‌تری از تأثیرات آن بر سلامتی انسان به دست آورد. این نتایج می‌تواند به توسعه استراتژی‌های جدید در درمان بیماری‌ها و بهبود کیفیت زندگی کمک کند.

۲. مواد و روش‌ها

2-1. سنتز نانوذره بتا نیکوتین آمید مونونوکلئوتید

ابتدا جهت تهیه بستر، نانوذره کیتوزان توسط ژلاسیون یونوتروپی تهیه شد. ۰.۱۵ گرم از کیتوزان ۳٪ در ۵ میلی لیتر اسید استیک ۱ درصد و ۱۰ میکرولیتر پلی اتیلن گلیکول در ۱۰ میلی لیتر اسید استیک ۱ درصد تهیه شده اند به مدت ۲۴ ساعت در داخل انکوباتور با دمای ۳۷ درجه سانتی گراد و با دور ۱۰۰ rpm به صورت جدا گانه شیک خوردند، بعد از ۲۴ ساعت محلول پلی اتیلن گلیکول به محلول کیتوزان اضافه شده و به مدت ۲ ساعت روی استایر با دور آرام در دمای اتاق به هم زده شدند. بعد از گذشت دو ساعت که محلول کیتوزان و پلی اتیلن گلیکول وارد واکنش شدند، ۵ میلی گرم بتا نیکوتین آمید که در ۲ میلی لیتر آب مقطر حل شده بود، به بستر ژلاتینی کیتوزان و پلی اتیلن گلیکول اضافه شد. بعد از ۳۰ دقیقه که محلول بتا نیکوتین آمید و بستر کیتوزان + پلی اتیلن گلیکول وارد واکنش شدند محلول در داخل میکرو تیوب های ۲ میلی لیتری پخش شده و در حمام اولتراسونیک گذاشته شدند به محلول ذکر شده در میکرو تیوب ۱۰۰ میکرولیتر از محلول TPP (Triphosphate) که به عنوان لینکر می باشد به آرامی و به صورت قطره قطره در حمام اولتراسونیک اضافه شد، نحوه ساخت لینکر ۰.۱ میکرو گرم در یک میلی لیتر آب مقطر می باشد.

بعد از اتمام اولتراسوند میکرو تیوب ها به داخل میکرو فیوژ منتقل شده و به مدت ۲۰ دقیقه با دور ۱۰۰۰۰ rpm رسوب مورد نظر گرفته شد برای شستشو رسوب به دست آمده دو بار هر بار یک دقیقه با استفاده از بافر فسفات pH:۷ با همان rpm ذکر شده سانتریفیوژ شد (Van Bavel N et al., 2023).

۲-۲. درصد بار گذاری دارو بر روی بستر

میزان داروی کپسوله شده در بستر با دستگاه اسپکتروفتومتر مدل i3 و با استفاده از روش طیف سنجی در ۲۶۰ نانومتر برای بتا نیکوتین آمید تعیین شد. بدین منظور میزان جذب نوری محلول رویی نانوذره سنتز شده بعد از سانتریفیوژ و میزان جذب نوری خود عصاره گرفته شد. سپس با استفاده از فرمول زیر میزان کپسوله شدن دارو در بستر کیتوزان + پلی اتیلن گلیکول مورد بررسی قرار گرفت. در فرمول زیر total drug مقدار کل داروی اضافه شده و free drug مقدار داروی آزاد موجود در فاز آبی پس از سانتریفیوژ می باشد (Fahimirad S et al., 2021).



$$\text{Entrapment efficiency \%} = \frac{\text{total Drug-free Drug}}{\text{total Drug}} \times 100$$

2-3. خاصیت آنتی اکسیدانی

DPPH (هیدرات ۲،۲-دی فنیل-۲-پیکریل هیدرازیل) برای تست آنتی اکسیدان غلظت ۰.۱Mm از نمونه تهیه شد. ۰.۰۰۳۹ گرم DPPH در ۱۰۰ میلی لیتر متانول حل شد. سپس، ۲۰ میکرولیتر نمونه تهیه شده با ۸۰ میکرولیتر محلول DPPH مخلوط شد و در جای تاریک در دمای ۲۵ درجه سانتی گراد طیف جذبی آن در طول موج ۵۱۷ نانومتر به وسیله دستگاه الیزا ریدر مدل MPRNM96 تعیین شد (Fahimirad S et al., 2021). برای محاسبه درصد آنتی اکسیدانی از رابطه زیر استفاده شد:

$$\text{Antioxidant \%} = \frac{\text{Abscontrol} - \text{Abssample}}{\text{Abscontrol}} \times 100$$

2-4. خاصیت ضد باکتریایی

ابتدا برای تهیه محیط کشت ۵ گرم Pepton، ۲/۵ گرم Yeast extrac powder، ۲/۵ گرم NaCl، ۴ گرم Agar وزن کشی شده و در ظرف ۵۰۰ میلی لیتری به حجم رسانده شد، به دلیل این که آگار قابلیت حل شدن در محلول را نداشت بعد از به حجم رساندن، آگار به محلول اضافه شده و در اتوکلاو به همراه وسایل مورد نیاز به غیر از مواد درمانی به مدت یک ساعت گذاشته شد. بعد از اتمام اتوکلاو، برای اختصاصی سازی محیط کشت ۵۰ میکرولیتر آنتی بیوتیک استرپتو مایسین اضافه شد باکتری اشیریشیا کلی با سویه ۱۰ TOP به این نوع آنتی بیوتیک مقاوم بوده و در اثر رشد باکتری می توان اطمینان حاصل کرد که باکتری مورد نظر رشد کرده است، تمام موارد مورد نیاز به داخل هود باکتری منتقل شده اند، محلول دارای آگار در پلیت ها به میزان ۲۵ میلی لیتر برای هر پتری توزیع شد برای سفت شدن محیط در پتری ۵-۱۰ دقیقه در داخل هود به صورت در باز نگه داشته شده اند، با استفاده از یک لوپ ته گرد یک کلونی از باکتری اشیریشیا کلی برداشته و در داخل پتری به صورت دوار فرش شد. دیسک های اتوکلاو شده که از جنس کاغذ نمد بودند با استفاده از یک پنس نگه داشته شده و با استفاده از یک سمپلر ۱۰-۱۰۰ به مقدار ۲۵ میکرولیتر به دیسک ها تزریق شده اند غلظت مورد استفاده شده از بتا نیکوتن آمید ۵ mg/ml حل شده در آب مقطر بود، بعد از آغشته شدن دیسک ها به نمونه بر روی پتری ها گذاشته شده اند.

یک کنترل منفی دارای دیسک های آغشته شده به آنتی بیوتیک کانامایسین و آمپلی سیلین به میزان ۱۲ میکرولیتر برای هر دیسک و یک کنترل مثبت حاوی فقط باکتری مورد استفاده، گذاشته شد تمامی پتری ها داخل انکوباتور معمولی منتقل شده و بر اساس مدت زمان رشد باکتری ها روزانه بررسی شده اند، پتری حاوی باکتری اشیریشیا کلی به دلیل سرعت بالای رشد در ۱۶ ساعت اولیه مورد بررسی قرار گرفت.



شکل ۳. آزمون خاصیت ضد باکتریایی

۳. نتایج

3-1. میزان کپسوله شدن دارو بر روی بستر

بر اساس جذب گرفته شده از نمونه دارویی قبل و بعد از سانتریفیوژ کردن، اعداد به دست آمده در معادله (۲-۲) جایگذاری و نتایج در جدول شماره ۱ آورده شد.

جدول ۱. میزان بارگذاری دارو

جذب نمونه	جذب بعد از سانتریفیوژ	درصد بارگذاری
۰/۷۲۸	۰/۰۰۸	۹۸/۹۰

در نتیجه اگر در پایان انجام مرحله سنتز جذب ماده رویی گرفته شود می توان محاسبه کرد که چه مقدار از دارو با توجه به جذب اولیه خود بتا نیکوتین آمید بر روی بستر بارگذاری شده است، که با توجه به نتایج به دست آمده میزان داروی موثر بر روی بستر ۹۸/۹۰ درصد میباشد که نشان دهنده سازگاری بالای دارو با بستر کیتوزان میباشد.

3-2. محصول حاصل شده از سنتز

در انتهای سنتز مقدار رسوب حاصل شده ۴۲ میلی گرم بود، با توجه به مقدار داروی اضافه شده اولیه (۱۰ میلی گرم) و مقدار کل حجم مورد استفاده شده (۲۴ میلی لیتر) میتوان محاسبه کرد که در هر یک میلی لیتر چقدر دارو با توجه به درصد بارگذاری وجود دارد:



$$\frac{10}{24} \approx 0.4167 \mu\text{g}$$

بنابراین اگر درصد بارگزاری را برای ۹۸/۹۰ درصد در نظر بگیریم:

$$\frac{0.4167}{100} \times 98/90 = 0.4121 \mu\text{g}$$

با توجه به این که از میکروتیوب های ۲ml استفاده شده بود و مقدار به دست آمده برای ۱ میلی لیتر می باشد، در هر

میکروتیوب ۰/۸۲۴۲ میکرو گرم داروی موثر بر روی بستر وجود دارد.

۳-۳. بررسی نتیجه خاصیت آنتی اکسیدانی

میزان آنتی اکسیدانی بودن عصاره درمانی همچنین حالت نانو این ماده به همراه فقط خود بستر کیتوزان با روش میزان مهار رادیکال های آزاد ماده DPPH بررسی شد. نتایج حاصل در معادله (۲-۳) جایگذاری و در جدول شماره ۲ آورده شد.

جدول ۲. میزان خاصیت آنتی اکسیدانی

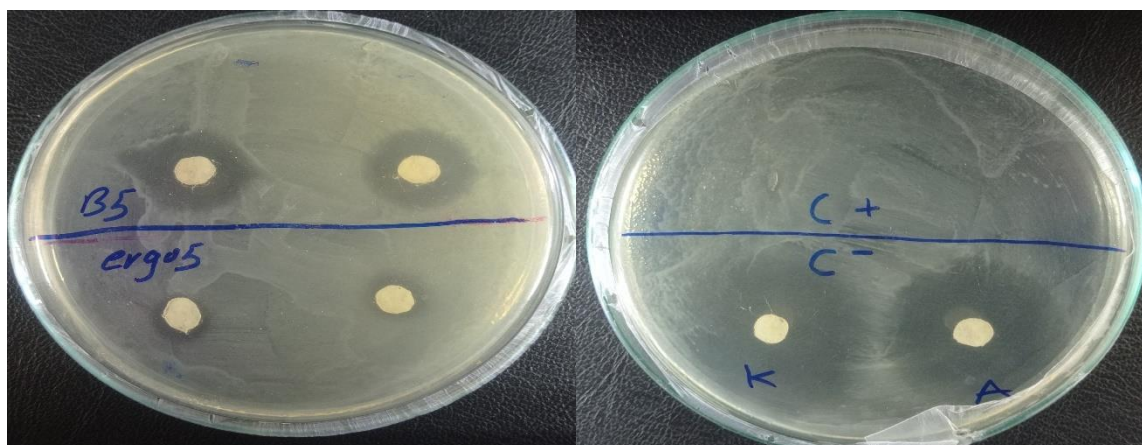
دارو	جذب پیکریل هیدرازیل	جذب دارو در پیکریل هیدرازیل	میزان درصد به دست آمده
بتا نیکوتین آمید	۰/۸۹۲	۰/۳۸۷	٪۵۶/۶۱
نانو بتا نیکوتین آمید	۰/۸۹۲	۰/۶۱۷	٪۳۰/۸
بستر کیتوزان	۰/۸۹۲	۰/۷۵	٪۱۵/۹۱

جذب خود ماده DPPH (پیکریل هیدرازیل) هم زمان با چاهک های دارای نمونه که دارای DPPH می باشند گرفته شد، اگر مواد مورد نظر دارای خاصیت آنتی اکسیدانی باشد رنگ چاهک کم رنگ تر می شود که نشان دهنده خنثی سازی رادیکال های آزاد موجود توسط نمونه مورد سنجش می باشد، با توجه به جذب های به دست آمده و جایگذاری در معادله ذکر شده، می توان به درصد آنتی اکسیدان داروها پی برد، پیشنهاد میشود برای رسیدن به نتایج بهتر رهایش دارو از بستر مورد توجه قرار گیرد تا مدت زمان رهایش کامل به دست بیاید به احتمال زیاد درصد آنتی اکسیدانی بتا نیکوتین آمید در این حالت میتواند افزایشی باشد.

3-4. بررسی خاصیت ضد باکتریایی

میزان آنتی باکتریایی بودن عصاره بتا نیکوتین آمید منونو کلوتید با آزمون دیسک دیفیوژن و باکتری E.coli بررسی شد.

نتایج نهایی در شکل (۴) آمده است.



شکل ۴. تصویر سمت چپ بتا نیکوتین آمید با غلظت ۵mg/ml، تصویر سمت راست کنترل منفی حاوی کانامایسین و آمپلی سیلین به همراه کنترل مثبت حاوی فقط باکتری E.coli

نتایج نشان دهنده این است که هاله عدم رشد بتا نیکوتین آمید مونونوکلئوتید برای باکتری ایجاد شده است که می توانند به عنوان یک عامل ضد میکروبی در صنایع مختلف، به خصوص در پزشکی و بهداشت مورد استفاده قرار گیرد، با توجه به خواص مفید این ماده، تحقیقات بیشتری برای بهینه سازی روش های سنتز و بررسی اثرات جانبی و ایمنی بلندمدت آن ضروری است.

۴. بحث و نتیجه گیری

در صد بارگذاری بر روی بستر کیتوزان ۹۸/۹۰ درصد بود این مورد نشان دهنده این است که میتوان از کیتوزان به عنوان حامل کارآمد برای بتا نیکوتین آمید مونونوکلئوتید استفاده کرد، بر اساس مطالعه انجام شده توسط (Moon H et al., 2021) که بیان میکند کیتوزان یک پلی ساکارید می باشد و بر اساس یافته های (Sun S et al., 2023) که نشان میدهند که بتا نیکوتین آمید مونونوکلئوتید سازگاری خوبی با بستر های پلی ساکاریدی میتواند داشته باشد، تاییدی بر درصد بارگذاری به دست آمده است.

خاصیت آنتی اکسیدانی که حاکی از ۵۶ درصد خنثی سازی رادیکال های آزاد موجود در DPPH برای نمونه درمانی با حالت عصاره و ۳۰ درصد برای نانو ذره و ۱۶ درصد برای بستر کیتوزان می باشد، نشان دهنده فعالیت عالی این ماده درمانی به عنوان یک عامل ضد اکسیداتیو باشد البته برای حالت نانو پیشنهاد میشود رهایش بتا نیکوتین آمید از بستر مورد توجه بیشتر قرار بگیرد که به احتمال زیاد می تواند باعث بهبود نتایج به دست آمده شود.

بر اساس نتایج به دست آمده توسط (Chang T.M et al., 2022) که نشان میدهد NMN می تواند با سرکوب فاکتور های التهابی باعث کاهش التهاب و بهبود سطح آنتی اکسیدانی در سلول ها بشود به عنوان یک عامل آنتی اکسیدانی معرفی کرد. بستر کیتوزان با روش سنتزی که بیان شده است در مطالعه حاضر به عنوان یک حامل دارو رسان توانایی آنتی اکسیدانی قابل قبولی را ارائه داده است که نشان دهنده زیست سازگاری این ماده با سلول ها می باشد طبق مطالعه ای که انجام شده است تایید کننده این موضوع می باشد (Muthu M et al., 2021). در نتیجه میتوان با ترکیب کیتوزان، با عوامل دارویی دیگر بدون ایجاد اختلال برای عوامل داخل سلولی برای مطالعات بالینی استفاده کرد.



خاصیت ضد باکتریایی سنجش شده برای بتا نیکوتین آمید مونونوکلوئید نشان دهنده عملکرد خوب این ماده در برابر باکتری های ایجاد کننده بیماری در انسان می باشد، درحالی که اغلب مطالعات انجام شده مانند (Kong L et al., 2024) بر روی NMN در مورد ساخت و تولید این ماده توسط بعضی از باکتری ها می باشد، یا در مطالعه دیگری که بر این موضوع اشاره دارد تایید کننده این مورد است (Bao T et al., 2024). در نتیجه میتوان گفت که به خاصیت ضد باکتریایی بتا نیکوتین آمید مونونوکلوئید کم توجه شده است که میتواند به انتخاب درست باکتری هدف برای سنتز این دارو کمک شایانی بکند، به این حالت که نتایج به دست آمده برای خاصیت ضد باکتریایی چندین بار صورت گرفت که در اغلب موارد میتوان گفت به دلیل ایجاد مقاومت از سوی باکتری برای بتا نیکوتین آمین مونونوکلوئید در بعضی از تکرار ها هاله عدم رشد مشاهده نمیشد، در نتیجه میتوان بیان کرد که غلظت مورد استفاده نیز باید به صورت دقیق مورد بررسی قرار بگیرد که نشان دهنده پتانسیل تحقیقاتی NMN در مطالعات آتی میباشد.

در نتیجه این مطالعه نشان داد که بتا نیکوتین آمید مونونوکلوئید (NMN)، با خواص باکتریایی و آنتی اکسیدانی خود، ممکن است نقشی کلیدی در بهبود سلامت متابولیک و دفاع از سلول ها در برابر آسیب های اکسیداتیو ایفا کند. NMN میتواند به عنوان یک مکمل غذایی ارزشمند در راستای بهبود سلامت عمومی عمل بکند و همچنین زمینه های تحقیقاتی بیشتری را برای بررسی مکانیسم های دقیق عملکرد این دارو فراهم آورد.

منابع

- Bao, T., Weng, P., Wang, J., Cui, S., Tao, Y., Huang, J., and Ke, C. (2024). Systematic engineering for high-level production of β -nicotinamide mononucleotide from NAM and ribose. Available at SSRN 5002607.
- Chang, T.M., Yang, T.Y., and Huang, H.C. (2022). Nicotinamide mononucleotide and coenzyme Q10 protects fibroblast senescence induced by particulate matter preconditioned mast cells. *International Journal of Molecular Sciences*, 23(14): 7539.
- Fahimirad, S., Abtahi, H., Satei, P., Ghaznavi-Rad, E., Moslehi, M., and Ganji, A. (2021). Wound healing performance of PCL/chitosan based electrospun nanofiber electrospayed with curcumin loaded chitosan nanoparticles. *Carbohydrate polymers*, 259: 117640.
- Hosseini, L., Vafaei, M.S., and Badalzadeh, R. (2020). Melatonin and nicotinamide mononucleotide attenuate myocardial ischemia/reperfusion injury via modulation of mitochondrial function and hemodynamic parameters in aged rats. *Journal of cardiovascular pharmacology and therapeutics*, 25(3): 240-250.
- Kong, L., Li, X., Liu, T., Yao, Q., and Qin, J. (2024). Harnessing lactic acid bacteria for nicotinamide mononucleotide biosynthesis: a review of strategies and future directions. *Frontiers in Microbiology*, 15: 1492179.
- Moon, H., Lertpatipanpong, P., Hong, Y., Kim, C.T., and Baek, S.J. (2021). Nano-encapsulated quercetin by soluble soybean polysaccharide/chitosan enhances anti-cancer, anti-inflammation, and anti-oxidant activities. *Journal of Functional Foods*, 87: 104756.
- Muthu, M., Gopal, J., Chun, S., Devadoss, A.J.P., Hasan, N., and Sivanesan, I. (2021). Crustacean waste-derived chitosan: Antioxidant properties and future perspective. *Antioxidants*, 10(2): 228.
- Poddar, S.K., Sifat, A.E., Haque, S., Nahid, N.A., Chowdhury, S., and Mehedi, I. (2019). Nicotinamide mononucleotide: exploration of diverse therapeutic applications of a potential molecule. *Biomolecules*, 9(1): 34.



- Sharifi-Rad, J., Quispe, C., Butnariu, M., Rotariu, L.S., Sytar, O., Sestito, S., and Calina, D. (2021). Chitosan nanoparticles as a promising tool in nanomedicine with particular emphasis on oncological treatment. *Cancer cell international*, 21(1): 318.
- Sun, S., Zhang, X., Li, J., Li, Y., Zhou, C., Xiang, S., and Tan, M. (2023). Preparation and evaluation of ovalbumin-fucoidan nanoparticles for nicotinamide mononucleotide encapsulation with enhanced stability and anti-aging activity. *Food Chemistry*, 418: 135982.
- Van Bavel, N., Issler, T., Pang, L., Anikovskiy, M., and Prenner, E.J. (2023). A simple method for synthesis of chitosan nanoparticles with ionic gelation and homogenization. *Molecules*, 28(11): 4328.

بررسی خواص آنتی اکسیدانی و ضد باکتریایی نانوذرات تیمول سنتز شده با کیتوزان

آیسان علی پناهی^۱، سیمین نامور^{۱*}، علی اسکندری^۱، الهام میرزا محمد^۱

^۱ گروه زیست شناسی سلولی و مولکولی، دانشکده علوم پایه، دانشگاه شهید مدنی آذربایجان، تبریز (siminnamvar2@gmail.com)

چکیده

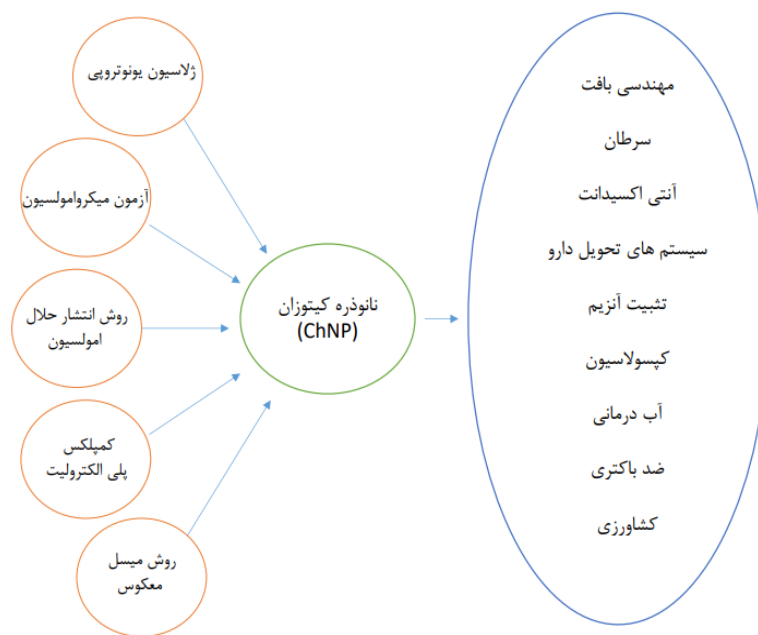
این تحقیق به سنتز نانو ذرات تیمول با استفاده از کیتوزان به عنوان حامل بیوپلیمر و بررسی خاصیت آنتی اکسیدانی و ضد باکتریایی آن می پردازد. نانو ذرات تیمول با استفاده از روش ژلاسیون یونوتروپیک در شرایط کنترل شده سنتز شدند. اندازه و توزیع ذرات با تکنیک DLS اندازه گیری شد و نتایج نشان داد که نانو ذرات دارای اندازه میانگین ۹۱ نانومتر و توزیع یکنواخت هستند. ارزیابی خاصیت آنتی اکسیدانی با آزمون DPPH نشان دهنده فعالیت آنتی اکسیدانی قابل توجه تیمول بود. همچنین آزمون ضد باکتریایی با تکنیک دیسک دیفیوژن بر روی اشیریشیا کلی مورد سنجش قرار گرفت، نتایج نشان دهنده خاصیت بالای تیمول بر ضد باکتری بود.

واژگان کلیدی: آنتی اکسیدان، تیمول، نانوذره، ضد باکتری

۱. مقدمه

تیمول، یک ترکیب طبیعی با خواص ضد باکتریایی قوی است، به عنوان جزء اصلی روغن پونه کوهی شناخته می شود. با توجه به خواص بیولوژیکی و درمانی این ترکیب، استفاده از روش های نوآورانه برای بهبود جذب و اثر درمانی آن اهمیت دارد. سنتز نانو ذرات تیمول با استفاده از کیتوزان به عنوان پلیمر طبیعی، می تواند به افزایش پایداری و کاهش دوز های مورد نیاز برای اثربخشی این ترکیب مفید باشد (Piri-Gharaghie T et al., 2022).

کیتوزان مشتق از N-استیل کیتین است، کیتوزان به طور گسترده در صنایع غذایی و مهندسی زیستی برای کپسوله کردن مواد فعال غذایی، تثبیت آنزیم، به عنوان یک حامل برای تحویل کنترل شده دارو، در کشاورزی به عنوان یک محرک رشد گیاه استفاده می شود. کیتوزان دارای خواص جالبی مانند زیست تخریب پذیری، زیست سازگاری، زیست فعالی، غیر سمی بودن و ماهیت چند کاتیونی است. کاربردهای نانو ذرات کیتوزان مورد بحث قرار گرفته است. کاربردها شامل دارورسانی، کپسولاسیون، عامل ضد میکروبی، عامل محرک رشد گیاه و محافظ گیاه است (Divya K and Jisha M.S, 2018).



شکل ۱. روش های سنتز و کاربردهای کیتوزان

در مطالعه ای بیان شده است که با توجه به افزایش مقاومت میکروارگانیسم ها در برابر آنتی بیوتیک ها، استفاده از مواد زیست فعال طبیعی برای پیشگیری از باکتری های بیماری زا در محصولات غذایی مورد توجه قرار گرفته است که می توان تیمول را نیز مورد بررسی قرار داد. (Karimi N et al., 2020).

این تحقیق به بررسی خواص آنتی اکسیدانی و ضد باکتریایی نانو ذرات تیمول سنتز شده با کیتوزان و عصاره تیمول می پردازد. هدف این مقاله معرفی و تحلیل اثرات این ماده بر کاهش استرس اکسیداتیو و مبارزه با باکتری های بیماری زا است. نتایج به دست آمده می تواند راهکارهای جدیدی برای استفاده از نانو ذرات و تیمول در عرصه های علمی و صنعتی فراهم کند.

۲. مواد و روش ها

2-1. سنتز نانوذره تیمول

ابتدا جهت تهیه بستر، نانوذره کیتوزان توسط ژلاسیون یونوتروپی تهیه شد. ۰.۰۱۵ گرم از کیتوزان ۳٪ در ۵ میلی لیتر اسید استیک ۱ درصد و ۱۰ میکرو لیتر پلی اتیلن گلیکول در ۱۰ میلی لیتر اسید استیک ۱ درصد تهیه شده اند به مدت ۲۴ ساعت در داخل انکوباتور با دمای ۳۷ درجه سانتی گراد و با دور ۱۰۰ rpm به صورت جداگانه تکان خوردند، بعد از ۲۴ ساعت محلول پلی اتیلن گلیکول به محلول کیتوزان اضافه شده و به مدت ۲ ساعت روی استایر با دور آرام در دمای اتاق به هم زده شدند. بعد از گذشت دو ساعت که محلول کیتوزان و پلی اتیلن گلیکول وارد واکنش شدند، ۱۰ میلی گرم تیمول که در ۲ میلی لیتر ۱٪ DMSO حل شده بود، به بستر ژلاتینی کیتوزان و پلی اتیلن گلیکول اضافه شد. بعد از ۳۰ دقیقه که محلول تیمول و بستر کیتوزان + پلی اتیلن گلیکول وارد واکنش شدند محلول در داخل میکرو تیوب های ۲ میلی لیتری پخش شده و در حمام اولتراسونیک گذاشته شدند به محلول ذکر شده در میکرو تیوب ۱۰۰ میکرو لیتر از محلول TPP (Trypolphosphate) که به عنوان لینکر می باشد به آرامی و به صورت قطره قطره اضافه شد، نحوه ساخت لینکر ۰.۱ میکرو گرم در یک میلی لیتر آب مقطر می باشد.

بعد از اتمام اولتراسوند میکرو تیوب ها به داخل میکرو فیوژ منتقل شده و به مدت ۲۰ دقیقه با دور ۱۰۰۰۰ rpm رسوب مورد نظر گرفته شد برای شستشو رسوب به دست آمده دو بار هر بار یک دقیقه با استفاده از بافر فسفات ۷ pH با همان rpm ذکر شده سانتریفیوژ شده اند (Van Bavel N et al., 2023).

۲-۲. میزان کپسوله شدن تیمول بر روی بستر کیتوزان

میزان داروی کپسوله شده در بستر با دستگاه اسپکتروفتومتر مدل i3 و با استفاده از روش طیف سنجی در ۲۷۰ نانومتر برای تیمول تعیین شد. بدین منظور میزان جذب نوری محلول رویی نانوذره سنتز شده بعد از سانتریفیوژ و میزان جذب نوری خود عصاره تیمول گرفته شد. سپس با استفاده از فرمول زیر میزان کپسوله شدن تیمول در بستر کیتوزان + پلی اتیلن گلیکول مورد بررسی قرار گرفت. در فرمول زیر total drug مقدار کل داروی اضافه شده و free drug مقدار داروی آزاد موجود در فاز آبی پس از سانتریفیوژ می باشد (Fahimirad S et al., 2021).

$$\text{Entrapment efficiency \%} = \frac{\text{total Drug} - \text{free Drug}}{\text{total Drug}} \times 100$$

2-3. آنالیز DLS تیمول



رسوب حاصل شده از سنتز تیمول + کیتوزان که طبق روش ژلاسیون یونوتروپیک سنتز شده بود به صورت رسوب مرطوب در یک میلی لیتر DMSO حل شد، برای اینکه احتمال داشت در اثر اولتراسوند دارو از بستر جدا شود نمونه وارد حمام اولتراسونیک نشد و بر روی استیرر هم زده شد. در نهایت برای آنالیز DLS با استفاده از دستگاه DLS مدل SZ ۱۰۰ تحویل آزمایشگاه مرکزی دانشگاه شهید مدنی آذربایجان شد.

2-4. خاصیت آنتی اکسیدانی تیمول، نانو تیمول، کیتوزان

DPPH (هیدرات ۲،۲-دی فنیل-۲-پیکریل هیدرازیل) برای تست آنتی اکسیدان غلظت ۰.۱Mm از هر نمونه تهیه شد. ۰.۰۳۹ گرم DPPH در ۱۰۰ میلی لیتر متانول حل شد. سپس، ۲۰ میکرولیتر نمونه تهیه شد با ۸۰ میکرولیتر محلول DPPH مخلوط شد و در جای تاریک در دمای ۲۵ درجه سانتی گراد طیف جذبی آن در طول موج ۵۱۷ نانومتر به وسیله دستگاه الیزا ریدر مدل MPRNM96 تعیین شد (Fahimirad S et al., 2021). برای محاسبه درصد آنتی اکسیدانی از رابطه زیر استفاده شد:

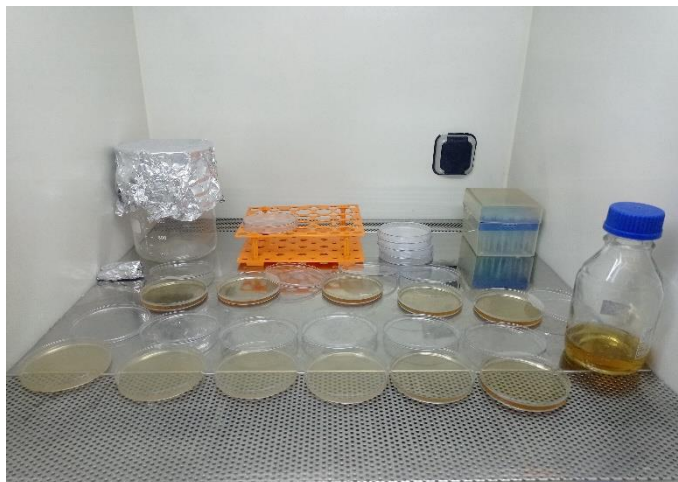
$$\text{Antioxidant\%} = \frac{\text{Abscontrol} - \text{Abssample}}{\text{Abscontrol}} \times 100$$

2-5. خاصیت ضد باکتریایی تیمول

ابتدا برای تهیه محیط کشت ۵ گرم Pepton، ۲/۵ گرم Yeast extrac powder، ۲/۵ گرم NaCl، ۴ گرم Agar وزن کشتی شده و در ظرف ۵۰۰ میلی لیتری به حجم رسانده شد، به دلیل این که آگار قابلیت حل شدن در محلول را نداشت بعد از به حجم رساندن، آگار به محلول اضافه شده و در اتوکلاو به همراه وسایل مورد نیاز به غیراز مواد درمانی به مدت یک ساعت گذاشته شد.

بعد از اتمام اتوکلاو، برای اختصاصی سازی محیط کشت ۵۰ میکرولیتر آنتی بیوتیک استرپتو مایسین اضافه شد باکتری اشیشیا کلی با سویه TOP ۱۰ به این نوع آنتی بیوتیک مقاوم بوده و در اثر رشد باکتری می توان اطمینان حاصل کرد که باکتری مورد نظر رشد کرده است، تمام موارد مورد نیاز به داخل هود باکتری منتقل شده اند، محلول دارای آگار در پلیت ها به میزان ۲۵ میلی لیتر برای هر پتری توزیع شد برای سفت شدن محیط در پتری ۵-۱۰ دقیقه در داخل هود به صورت در باز نگه داشته شده اند، با استفاده از یک لوپ ته گرد یک کلونی از باکتری اشیشیا کلی برداشته و در داخل پتری به صورت دوار فرش شد دیسک های اتوکلاو شده که از جنس کاغذ نمذ بودند با استفاده از یک پنس نگه داشته شده و با استفاده از یک سمپلر ۱۰-۱۰۰ به مقدار ۲۵ میکرولیتر به دیسک ها تزریق شده اند غلظت مورد استفاده شده از تیمول ۲۰ mg/۲ ml حل شده در ۱٪ DMSO بود بعد از آغشته شدن دیسک ها به نمونه، بر روی پتری ها گذاشته شده اند.

یک کنترل منفی دارای دیسک های آغشته شده به آنتی بیوتیک کانامایسین به میزان ۱۲ میکرولیتر برای هر دیسک و یک کنترل مثبت حاوی فقط باکتری مورد استفاده، گذاشته شد تمامی پتری ها داخل انکوباتور معمولی منتقل شده و بر اساس مدت زمان رشد باکتری ها روزانه بررسی شده اند، پتری حاوی باکتری اشیشیا کلی به دلیل سرعت بالای رشد در ۱۶ ساعت اولیه مورد بررسی قرار گرفت.



شکل ۱. آزمون خاصیت ضد باکتریایی

۳. نتایج

3-1. میزان کپسوله شدن دارو بر روی بستر

با توجه به جذب‌های به‌دست آمده و جایگذاری در معادله (۲-۲) نتایج در جدول شماره ۱ به این صورت است.

جدول ۱. میزان بارگذاری دارو

جذب	جذب بعد از	درصد
تیمول	سانتریفیوژ	بارگذاری
۰/۶۸۶	۰/۰۲۱	۹۶/۹۳

در نتیجه اگر در پایان انجام مرحله سنتز جذب ماده رویی گرفته شود می‌توان محاسبه کرد که چه مقدار از دارو با توجه به جذب اولیه خود تیمول بر روی بستر بارگذاری شده است که در اینجا ما به ۹۶/۹۳ درصد داروی مؤثر بر روی بستر کیتوزان رسیده‌ایم.

3-2. محصول حاصل شده از سنتز تیمول + کیتوزان

در انتهای سنتز مقدار رسوب حاصل شده ۳۰ میلی گرم بود، با توجه به مقدار داروی اضافه شده اولیه (۱۰ میلی گرم تیمول) و مقدار کل حجم مورد استفاده شده (۲۴ میلی لیتر) می‌توان محاسبه کرد که در هر یک میلی لیتر چقدر دارو با توجه به درصد بارگذاری وجود دارد:

$$\frac{10}{24} \approx 0.4167$$

بنابراین اگر درصد بارگذاری را ۹۶/۹۳٪ در نظر بگیریم:



$$\frac{0.4167}{100} \times 96.93 = 0.400$$

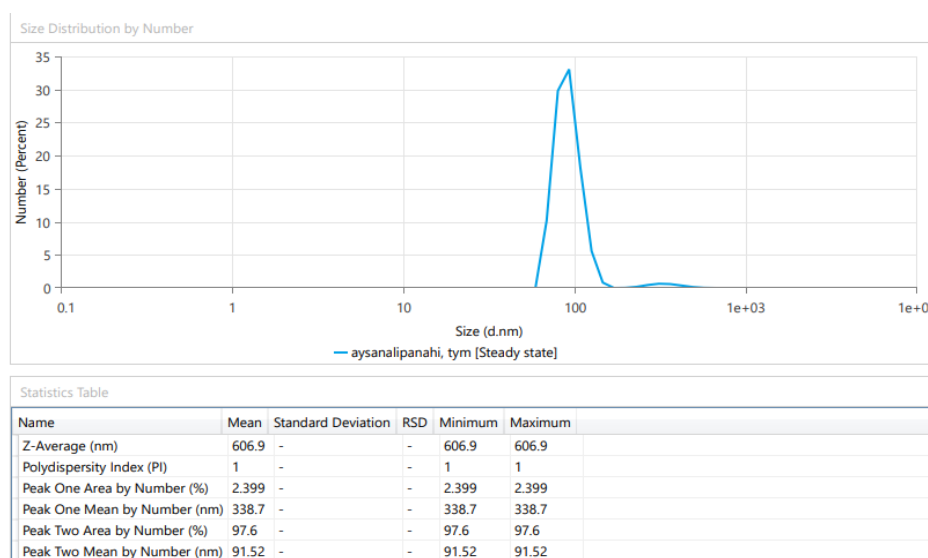
در نتیجه در هر یک میلی لیتر ۴۰۰ میکرو گرم دارو وجود دارد با توجه به این که از میکرو تیوب های ۲ml استفاده شده بود،

در هر میکرو تیوب ۸۰۰ میکرو گرم داروی بارگذاری شده وجود دارد.

۳-۳. بررسی نتیجه تست فراوانی اندازه ذرات تیمول

برای ارزیابی اندازه نانو ذرات تیمول با توجه به نقطه قرارگیری قله پیک می توان فراوانی اندازه نانو ذرات را در ناحیه

۹۱/۵۲ تا ۹۷/۶ نانومتر مشاهده کرد.



شکل ۲. آنالیز تست DLS تیمول

3-4. بررسی نتیجه خاصیت آنتی اکسیدانی

میزان آنتی اکسیدانی بودن تیمول، نانو تیمول، بستر کیتوزان با روش میزان مهار رادیکال های آزاد ماده DPPH بررسی

شد. نتایج حاصل در معادله (۲-۳) جایگذاری و در جدول شماره ۲ آورده شد.

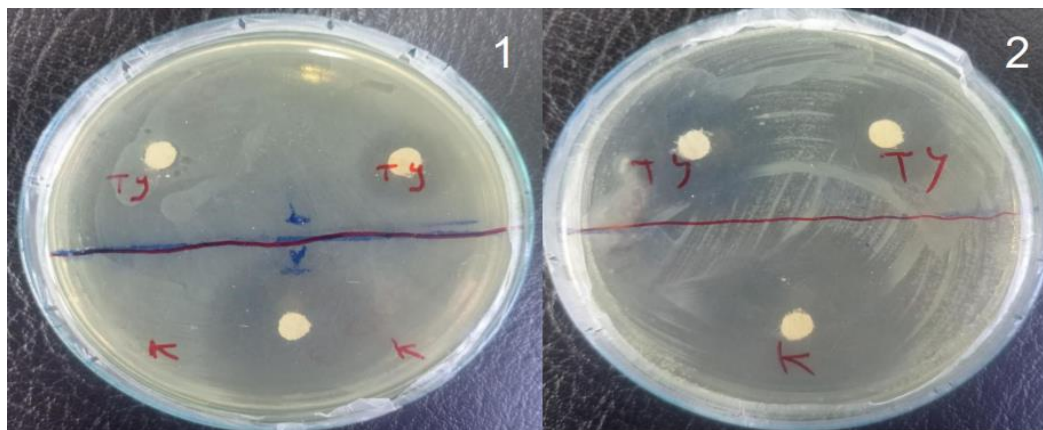
جدول ۲. میزان خاصیت آنتی اکسیدانی

دارو	جذب پیکریل هیدرازیل	جذب دارو در پیکریل هیدرازیل	میزان درصد به دست آمده
تیمول	۰/۸۹۲	۰/۳۶	٪۵۶
نانو تیمول	۰/۸۹۲	۱/۱۳۳	٪۲۷
بستر کیتوزان	۰/۸۹۲	۰/۷۵	٪۱۶

جذب خود ماده DPPH (پیکریل هیدرازیل) هم‌زمان با چاهک دارای تیمول، نانو تیمول و بستر کیتوزان که دارای DPPH می‌باشند گرفته شد، اگر مواد موردنظر دارای خاصیت آنتی‌اکسیدانی باشد رنگ چاهک کم‌رنگ‌تر می‌شود که نشان‌دهنده خنثی‌سازی رادیکال‌های آزاد موجود توسط نمونه موردسنجش می‌باشد، با توجه به جذب‌های به‌دست‌آمده و جایگذاری در معادله ذکر شده، می‌توان به درصد آنتی‌اکسیدان داروها پی برد، به دلیل اینکه احتمال دارد رهایش تیمول از بستر طولانی باشد درصد خاصیت نانو تیمول به نسبت عصاره تیمول پایین‌تر است.

3-5. بررسی خاصیت ضد باکتریایی تیمول

میزان آنتی باکتریایی بودن نانو ذرات تولیدشده به همراه بستر و خود عصاره مواد درمانی با آزمون دیسک دیفیوژن و باکتری E.coli بررسی شد. نتایج نهایی در شکل (۳) آمده است.



شکل ۳. قسمت ۱ مربوط به نانو تیمول می‌باشد، قسمت ۲ مربوط به عصاره تیمول می‌باشد

نتایج نشان‌دهنده این است که هاله عدم رشد تیمول و نانو تیمول برای باکتری ایجادشده است که می‌توانند به‌عنوان یک عامل ضد میکروبی در صنایع مختلف، به‌خصوص در پزشکی و بهداشت مورد استفاده قرار گیرد، با توجه به خواص مفید نانو تیمول، تحقیقات بیشتری برای بهینه‌سازی روش‌های سنتز و بررسی اثرات جانبی و ایمنی بلندمدت آن ضروری است.

۴. بحث و نتیجه‌گیری

خواص آنتی‌اکسیدانی نانو ذرات تیمول به ثبت ۵۶ درصد برای تیمول، ۲۷ درصد برای نانو تیمول و ۱۶ درصد برای کیتوزان رسید. این نشان‌دهنده فعالیت خوب آنتی‌اکسیدانی از ترکیب تیمول با نانو ذرات و همچنین پتانسیل تیمول برای کاهش استرس اکسیداتیو در سلول‌ها است، با توجه به نتایج به‌دست‌آمده در مطالعه (Yildiz S et al., 2021) که بیانگر خنثی‌سازی ۲۵ درصدی رادیکال‌های آزاد توسط تیمول می‌باشد مورد تأیید نتایج به‌دست‌آمده در مطالعه حاضر نمی‌باشد علاوه بر این پیشنهاد می‌شود که رهایش تیمول از بستر نیز مورد توجه قرار گیرد، که به احتمال زیاد به درصد‌های بالاتری از خاصیت آنتی‌اکسیدانی نانو تیمول بر خواهیم خورد.



در آزمایشات ضد باکتریایی، هر دو نوع تیمول و نانو تیمول با هاله عدم رشد مثبت در برابر باکتری اشیریشیا کلی مواجه شدند، که نشان دهنده اثر قوی ضد باکتریایی آن‌ها است. و به وضوح بیانگر قابلیت نانو ذرات تیمول و عصاره تیمول در مهار میکروارگانیسم‌ها می‌باشد، این نتایج با نتایج (Najafloo R et al., 2020) که نشان داده‌اند تیمول علاوه بر باکتری اشیریشیا کلی نسبت به باکتری‌های دیگر خاصیت ضد باکتریایی دارد همخوانی دارد و احتمال استفاده از آن‌ها به عنوان داروهای طبیعی ضد باکتریایی امکان پذیر می‌باشد.

برای تعیین اندازه ذرات نانو تیمول آزمون DLS انجام شد که نتایج آن نشان دهنده دامنه اندازه ۹۱ تا ۹۷ نانومتر است، بر اساس نتایج (Aljelehawy Q et al., 2023) که بیان کرده‌اند تیمول در مقیاس کوچک‌تر، از انواع خواص همچون ضد سرطان، ضد دیابت، کمک به عملکرد بهتر سلول‌ها برخوردار می‌باشد. این اندازه ذرات نه تنها به تثبیت خواص آنتی اکسیدانی و ضد باکتریایی کمک می‌کند، بلکه می‌تواند بر نفوذپذیری و تحویل مؤثر دارو در بافت‌های بیولوژیک نیز تأثیر بگذارد. اندازه کوچک نانو ذرات به افزایش سطح فعالیت و تسهیل دسترسی به سلول‌ها و به افت‌ها کمک می‌کند، که بهبودی مؤثری در نتایج درمانی به دنبال دارد.

در نهایت، نتیجه گیری از این مطالعه حاکی از آن است که پراکندگی اندازه ذرات نانو تیمول در دامن ای مورد قبولی قرار دارد. این اندازه‌ها نشان دهنده کاربرد مناسب در دستگاه‌های بیولوژیکی و دارویی هستند. با توجه به خاصیت آنتی اکسیدانی مناسبی که تیمول و نانو تیمول دارند می‌توانند به عنوان یک ماده مؤثر در مکمل‌های آنتی اکسیدانی در نظر گرفته شوند. این نتایج نشان دهنده پتانسیل بالای تیمول در محافظت از سلول در برابر استرس اکسیداتیو است و ممکن است به عنوان یک عامل مؤثر در درمان اختلالات سلولی مورد استفاده قرار گیرد. علاوه بر این تیمول و نانو ذرات تیمول سنتز شده با کیتوزان خواص ضد باکتریایی منحصربه فردی برای باکتری‌های بیماری‌زای انسانی مانند اشیریشیا کلی نشان می‌دهند، که می‌توانند به عنوان داروهای ضد باکتریایی در صنعت داروسازی مورد توجه قرار بگیرند. این نتایج به طور آشکاری زمینه‌های تحقیقاتی بیشتری را برای بررسی مکانیسم‌های دقیق عملکرد تیمول فراهم می‌آورد.

منابع

- Aljelehawy, Q.H.A., Mohammadi, S., Mohamadian, E., Raji Mal Allah, O., Mirzaei, A., and Ghahremanlou, M. (2023). Antimicrobial, anticancer, antidiabetic, antineurodegenerative, and antirheumatic activities of thymol: clarification of mechanisms. *Micro Nano Bio Aspects*, 2(1): 1-7.
- Divya, K., and Jisha, M.S. (2018). Chitosan nanoparticles preparation and applications. *Environmental chemistry letters*, 16: 101-112.
- Fahimirad, S., Abtahi, H., Satei, P., Ghaznavi-Rad, E., Moslehi, M., and Ganji, A. (2021). Wound healing performance of PCL/chitosan based electrospun nanofiber electrosprayed with curcumin loaded chitosan nanoparticles. *Carbohydrate polymers*, 259: 117640.
- Karimi, N., Jabbari, V., Nazemi, A., Ganbarov, K., Karimi, N., Tanomand, A., and Kafil, H.S. (2020). Thymol, cardamom and *Lactobacillus plantarum* nanoparticles as a functional candy with high protection against *Streptococcus mutans* and tooth decay. *Microbial pathogenesis*, 148: 104481.
- Najafloo, R., Behyari, M., Imani, R., and Nour, S. (2020). A mini-review of Thymol incorporated materials: Applications in antibacterial wound dressing. *Journal of drug delivery science and technology*, 60: 101904.



- Piri-Gharaghie, T., Beiranvand, S., Riahi, A., Shirin, N.J., Badmasti, F., Mirzaie, A., and Hajrasouliha, S. (2022). Fabrication and characterization of thymol-loaded chitosan nanogels: improved antibacterial and anti-biofilm activities with negligible cytotoxicity. *Chemistry & biodiversity*, 19(3): e202100426.
- Van Bavel, N., Issler, T., Pang, L., Anikovskiy, M., and Prenner, E.J. (2023). A simple method for synthesis of chitosan nanoparticles with ionic gelation and homogenization. *Molecules*, 28(11): 4328.
- Yildiz, S., Turan, S., Kiralan, M., and Ramadan, M.F. (2021). Antioxidant properties of thymol, carvacrol, and thymoquinone and its efficiencies on the stabilization of refined and stripped corn oils. *Journal of Food Measurement and Characterization*, 15(1): 621-632.



تأثیر خصوصیات خاک بر ترکیبات فیتوشیمیایی اسانس گیاه پولک (*Stachys inflata* Benth.) جمع آوری شده از دو منطقه واقع در روستای کوهانی نهاوند

مهتاب صالحی^{*۱}

^{۱*} گروه علوم و مهندسی باغبانی، دانشگاه بوعلی سینا، مجتمع آموزش عالی نهاوند (mahtab.salehi@basu.ac.ir)

چکیده

پولک (*Stachys inflata* Benth.) گیاه دارویی متعلق به تیره نعنائیان است که در طب سنتی و بومی، کاربرد گسترده‌ای دارد. به منظور بررسی خصوصیات خاک بر اجزای تشکیل دهنده اسانس گیاه پولک، این گیاه از دو منطقه واقع در روستای کوهانی نهاوند جمع آوری گردید. سپس نمونه‌های جمع آوری شده به مدت دو هفته در سایه خشک گردید. نمونه‌های خشک شده با دستگاه کلونجر، اسانس گیری شد و برای تعیین اجزای تشکیل دهنده اسانس، به دستگاه GC-MS تزریق گردید. تنوع زیادی در تعداد و نوع ترکیبات تشکیل دهنده اسانس مشاهده گردید. مهم ترین ترکیب تشکیل دهنده اسانس در منطقه یک عبارت بود از: بی سیکلوژرماکرن (۸/۱۳٪)، ولی مهم ترین ترکیبات تشکیل دهنده اسانس در منطقه دو، شامل ژرماکرن دی (۲۳/۰۷٪)، بی سیکلوژرماکرن (۱۴/۱۷٪)، آلفا - پینن (۹/۸۹٪)، زد - بتا - اُسیمن (۶/۷۴٪) و اسپاتولنول (۶/۵۱٪) بود.

واژگان کلیدی: اسانس، پولک، خصوصیات خاک.



۱. مقدمه

در طب سنتی، *Stachys inflata Benth.* به پولک یا گل ارغوانی مشهور بوده و سرشاخه‌های این گیاه به عنوان داروی ضد عفونت‌های ریوی، آسم و بیماری‌های التهابی استفاده می‌شود (مظفریان، ۱۳۷۵). همچنین اسانس این گیاه دارای خاصیت آنتی‌اکسیدانی، ضد باکتریایی، ضد قارچی، ضد سرفه، ضد اضطراب و ضد سرطان می‌باشد (Goren et al., 2011). گونه *S. inflata Benth.* از پراکندگی فراوانی در سراسر جهان و به‌طور خاص در منطقه مدیترانه برخوردار است و از جمله رویشگاه‌های طبیعی این گونه، کشور ایران می‌باشد. این گونه در مناطق مختلف استان همدان، پراکنش وسیعی دارد (جم‌زاد، ۱۳۹۱). تأثیر عوامل محیطی بر تولید مواد مؤثره دارویی، مسئله بسیار پیچیده‌ای است و این عوامل از جمله نور، آب و هوا، خشکی محیط، ارتفاع از سطح دریا و عوامل خاک می‌توانند بر مقدار کل ماده مؤثره، اجزای اسانس و بیوماس تولیدی گیاه تأثیرگذار باشند (امیدیگی، ۱۳۹۲).

مطالعات صورت گرفته، بیانگر وجود تنوع درون و بین گونه‌ای قابل ملاحظه اجزای اسانس این گیاه است. در مطالعه‌ای روی گیاه *S. schtschegleevii Sosn.* که از جلفا در استان آذربایجان جمع‌آوری گردید، مهم‌ترین اجزای تشکیل‌دهنده اسانس، آلفا - پینن (۲۷/۴۳٪)، بتا - فلاندرن (۱۴/۶۸٪)، ژرمارکرن دی (۱۴/۱۲٪)، بتا - پینن (۱۰/۲۵٪) و آلفا - فلاندرن (۴/۷۰٪) گزارش گردید (Norouzi-Arasi et al., 2004). در بررسی *S. inflata Benth.* جمع‌آوری شده از رویشگاه‌های مختلف استان مازندران، اصلی‌ترین اجزای تشکیل‌دهنده اسانس، بی‌سیکلو ژرمارکرن (از ۱۱/۲ تا ۱۶/۶ درصد) و ژرمارکرن دی (از ۸/۷ تا ۱۶/۹ درصد) بیان گردید (علی‌بخشی و همکاران، ۱۳۹۳).

نتایج مطالعه بر روی اسانس *S. inflata Benth.* جمع‌آوری شده از سپیدان واقع در کهکیلویه و بویراحمد، ۳۲ ترکیب را نشان داد. مهم‌ترین اجزای تشکیل‌دهنده اسانس شامل سیس - کریزانتیل استات (۲۹/۲٪)، سیس - پینوکاروئول (۱۴/۷٪)، کارواکرو (۷/۴٪)، لینالول (۷/۲٪)، کاراهانانون (۶/۵٪) و بتا - کاریوفیلولن (۴/۶٪) بود (Omidbaigi et al., 2006). هدف از این پژوهش، ارزیابی تأثیر خصوصیات خاک بر اجزای تشکیل‌دهنده اسانس گیاه پولک در دو منطقه واقع در روستای کوهانی نهانود بود.

۲. مواد و روش‌ها

پیکره رویشی گلدار گیاه پولک در مرحله گلدهی کامل در اردیبهشت‌ماه سال ۱۴۰۳ از دو منطقه واقع در روستای کوهانی نهانود در ارتفاع ۱۷۲۵ متر از سطح دریا و مختصات جغرافیایی $34^{\circ} 9'$ و $48^{\circ} 24'$ با خصوصیات فیزیکی و شیمیایی متفاوت خاک جمع‌آوری گردید. به منظور بررسی خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک، نمونه‌های خاکی تا عمق ۳۰ سانتی‌متری از هر دو منطقه، جمع‌آوری شد. نمونه خاک‌ها به آزمایشگاه منتقل شد و نتایج آنالیز خاک، در جدول ۱ آمده است. نمونه‌های گیاهی پس از جمع‌آوری در مرحله گلدهی کامل، در سایه در دمای حدود ۳۰ - ۲۵ درجه سانتی‌گراد خشک گردیدند. سپس تا زمان اندازه‌گیری صفات فیتوشیمیایی، در پاکت کاغذی در آزمایشگاه با دمای 22 ± 3 درجه سانتی‌گراد و دور از نور خورشید به مدت یک ماه نگهداری شدند.



برای اسانس گیری از نمونه‌ها، مقدار ۵۰ گرم پیکر رویشی (اندام هوایی) را آسیاب و سپس به روش تقطیر با آب و با استفاده از دستگاه کلونجر به مدت سه ساعت اسانس گیری شد (British pharmacopoeia). آنگیزی نمونه‌ها با استفاده از سولفات سدیم خشک انجام شد. جهت تجزیه نمونه‌های اسانس و اندازه گیری ترکیبات موجود در آن، از دستگاه کروماتوگراف گازی GC و کروماتوگراف گازی متصل به طیف سنج جرمی (GC/Mass) در پژوهشکده گیاهان دارویی کرج استفاده شد. دستگاه کروماتوگرافی استفاده شده از نوع Agilent 6890 با ستون به طول ۳۰ متر، قطر داخلی ۰/۲۵ میلی متر و ضخامت لایه ۰/۲۵ میکرومتر از نوع HP-5MS بود. شناسایی طیف‌ها به کمک شاخص بازداري آنها و مقایسه آن با شاخص‌های موجود در کتب مرجع و با استفاده از طیف‌های جرمی و ترکیبات استاندارد و استفاده از اطلاعات موجود در کتابخانه دیجیتال دستگاهی صورت گرفت (Khalighi-Sigaroodi *et al.*, 2012).

جدول ۱ - خصوصیات فیزیکی - شیمیایی خاک دو منطقه در روستای کوهانی

رویشگاه	اسیدیته گل اشباع (pH)	کربنات کلسیم معادل (%)	نیتروژن قابل جذب (%)	فسفر قابل دسترس (ppm)	پتاسیم قابل دسترس (ppm)	کربن آلی (%)	هدایت الکتریکی (ds.m ⁻¹)
منطقه ۱	۷/۵	۱۴/۴	۰/۱۷	۲۸/۸	۱۸۰	۱/۶	۰/۵۳
منطقه ۲	۸	۱۱	۰/۲۸	۲۶	۵۴۰	۲/۸	۱/۳

۳. نتایج

در این مطالعه، براساس نتایج GC و GC-MS، ۱۶ ترکیب در اسانس پولک جمع‌آوری شده از منطقه یک و ۳۲ ترکیب در اسانس پولک منطقه دو شناسایی شد (جداول ۲ و ۳). مهم‌ترین ترکیب تشکیل‌دهنده اسانس در منطقه یک عبارت بود از: بی‌سیکلوزرمارکرن (۸/۱۳٪)، ولی مهم‌ترین ترکیبات تشکیل‌دهنده اسانس در منطقه دو، شامل ژرمارکرن دی (۲۳/۰۷٪)، بی‌سیکلوزرمارکرن (۱۴/۱۷٪)، آلفا - پینن (۹/۸۹٪)، زد - بتا - آسیمن (۶/۷۴٪) و اسپاتولنول (۶/۵۱٪) بود. کروماتوگرام‌های اسانس پولک مناطق ۱ و ۲، در شکل‌های ۱ و ۲ آمده است.

جدول ۲ - ترکیبات تشکیل‌دهنده اسانس پولک جمع‌آوری شده از منطقه ۱ در روستای کوهانی

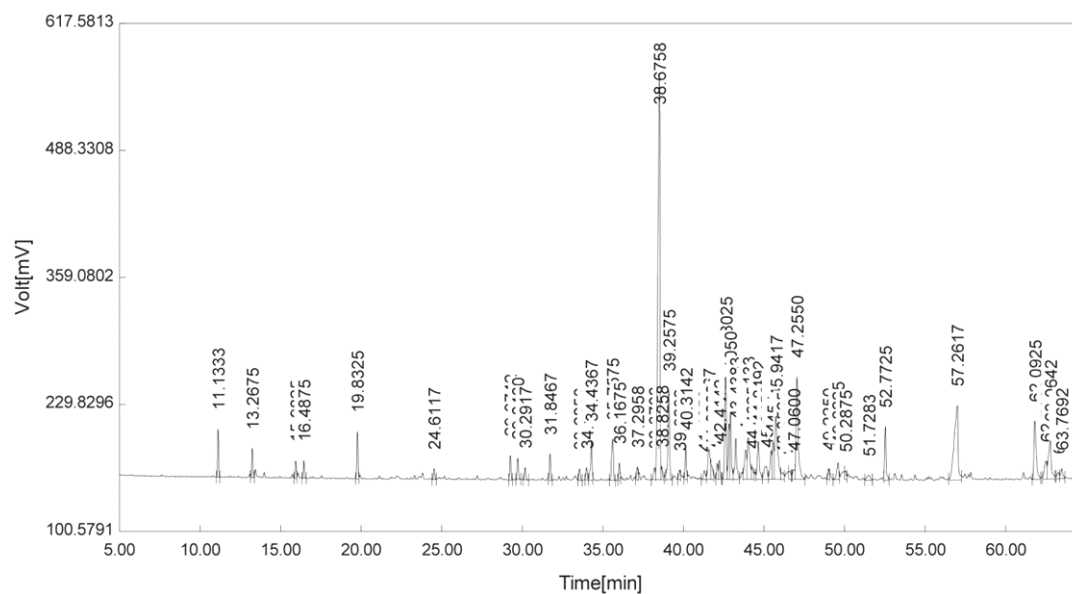
ردیف	ترکیبات تشکیل‌دهنده اسانس	درصد	زمان بازداری (RT)
۱	α -Pinene	۱/۱۲	۱۱/۶۹
۲	β -Pinene	۰/۷۳	۱۴/۰۳
۳	Limonene	۰/۵۰	۱۶/۷۵
۴	Linalool	۱/۳۳	۲۰/۵۲
۵	Octanol acetate	۰/۳۵	۲۵/۹۷
۶	2E- Decanal	۰/۷۴	۲۷/۸۱
۷	(E,E)-2,4-undecadienal	۱/۸۸	۳۵/۶۲
۸	Germacrene D	۰/۵۴	۳۸/۱۱
۹	Bicyclogermacrene	۸/۱۳	۳۸/۷۲
۱۰	Dodecanoic acid	۰/۵۸	۴۱/۴۴

۴۲/۱۵	۴/۰۷	Spathulenol	۱۱
۵۱/۴۰	۱/۹۶	Hexahydrofarnesyl acetone	۱۲
۵۵/۵۷	۳/۷۱	Hexadecanoic acid	۱۳
۶۰/۰۱	۳/۶۱	Phytol	۱۴
۶۰/۸۹	۱/۳۲	Methyl linoleate	۱۵
۶۱/۵۴	۰/۵۴	Incensole	۱۶

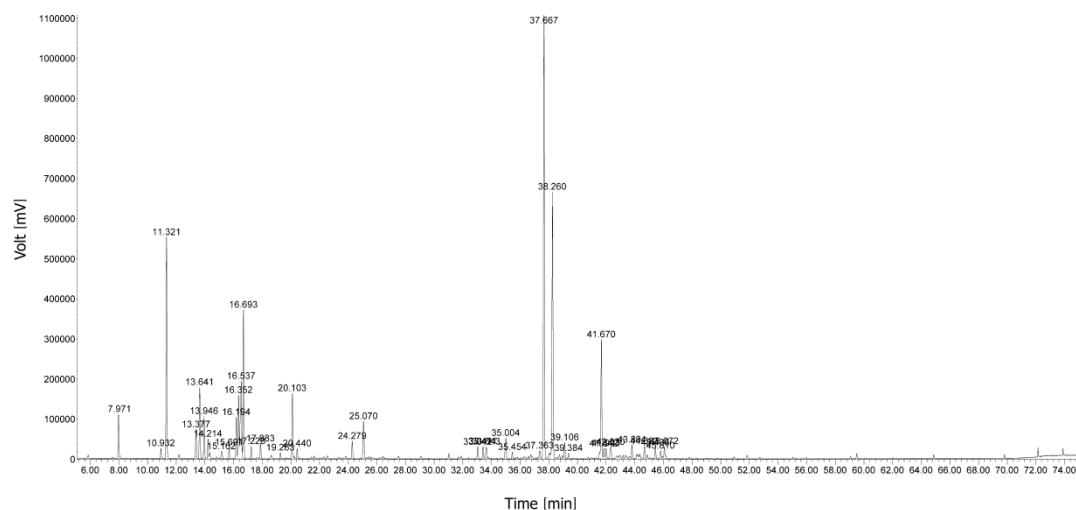
جدول ۳ - ترکیبات تشکیل دهنده اسانس پولک جمع آوری شده از منطقه ۲ در روستای کوهانی

ردیف	ترکیبات تشکیل دهنده اسانس	درصد	زمان بازداری (RT)
۱	(E)-3-Hexenal	۱/۹۳	۷/۶۹
۲	α -Thujene	۰/۴۶	۱۰/۹۳
۳	α -Pinene	۹/۸۹	۱۱/۳۲
۴	Sabinene	۱/۳۲	۱۳/۳۸
۵	β -Pinene	۳/۳۵	۱۳/۶۳
۶	1-Octen-3-ol	۱/۹۰	۱۳/۹۴
۷	β -Myrcene	۰/۷۶	۱۴/۲۱
۸	α -Phellandrene	۰/۵۴	۱۵/۱۶
۹	α -Terpinene	۰/۵۲	۱۵/۶۹
۱۰	Cymene	۱/۹۴	۱۶/۱۹
۱۱	Limonene	۳/۰۵	۱۶/۳۵
۱۲	Eucalyptol	۵/۴۱	۱۶/۵۳
۱۳	(Z)- β -Ocimene	۶/۷۴	۱۶/۶۹
۱۴	(E)- β -Ocimene	۰/۵۶	۱۷/۲۳
۱۵	γ -Terpinene	۰/۷۲	۱۷/۸۸
۱۶	Terpinolene	۰/۲۸	۱۹/۲۶
۱۷	Linalool	۲/۸۳	۲۰/۱۰
۱۸	Nonanal-n	۰/۴۹	۲۰/۴۴
۱۹	Terpinen-4-ol	۰/۸۷	۲۴/۲۸
۲۰	α -Terpineol	۲/۰۳	۲۵/۰۶
۲۱	α -Ylangene	۰/۵۶	۳۳/۰۴
۲۲	β -Bourbonene	۰/۵۹	۳۳/۴۱
۲۳	β -Elemene	۰/۷۳	۳۳/۶۴
۲۴	Caryophyllene E	۱/۲۸	۳۵/۰۰
۲۵	α -Amorphene	۰/۵۷	۳۷/۳۶
۲۶	Germacrene D	۲۳/۰۷	۳۷/۶۶
۲۷	Bicyclogermacrene	۱۴/۱۷	۳۸/۲۵
۲۸	δ -Cadinene	۰/۸۳	۳۹/۱۰
۲۹	(E)- γ -Bisabolene	۰/۳۱	۳۹/۳۸

۴۱/۶۶	۶/۵۱	Spathulenol	۳۰
۴۲/۳۳	۰/۹۲	γ -Gurjunene	۳۱
۴۵/۴۳	۰/۵۹	Valeranone	۳۲



شکل ۱ - کروماتوگرام اسانس پولک منطقه ۱



شکل ۲ - کروماتوگرام اسانس پولک منطقه ۲

۴. بحث و نتیجه گیری

ترکیبات اصلی موجود در اسانس گیاه پولک که از دو منطقه واقع در روستای کوهانی نهاوند با خصوصیات فیزیکی و شیمیایی متفاوت خاک، جمع آوری شده بودند، مورد بررسی قرار گرفت. نتایج نشان داد که تنوع و تفاوت زیادی در تعداد، نوع و درصد ترکیبات تشکیل دهنده اسانس گیاهان دو منطقه وجود دارد. این تغییر در تعداد، نوع و درصد ترکیبات تشکیل دهنده اسانس در دو منطقه با طول و عرض جغرافیایی و ارتفاع از سطح دریای یکسان، ولی با خصوصیات فیزیکی - شیمیایی متفاوت خاک، نشان دهنده تأثیر و اهمیت خصوصیات فیزیکی - شیمیایی خاک بر اجزای تشکیل دهنده اسانس گیاهان است.

منابع

- امیدیگی، ر. ۱۳۹۲. رهیافت های تولید و فرآورده های گیاهان دارویی. جلد اول، چاپ هفتم، مشهد، به نشر (وابسته به آستان قدس رضوی).
- جمزاد، ز. فلور ایران: تیره نعنا (Lamiaceae). تهران، سازمان تحقیقات و آموزش کشاورزی، مؤسسه تحقیقات جنگل ها و مراتع.
- علی بخشی، م، مهدوی، س.خ، محمودی، ج. و قلیچ نیا، ح. ۱۳۹۳. بررسی فیتوشیمیایی اسانس گیاه *Stachys inflata* در رویشگاه های مختلف استان مازندران. مجله اکوفیتوشیمی گیاهان دارویی، ۲(۲): ۵۶ - ۶۸.
- مظفریان، و. ۱۳۷۵. فرهنگ نام های گیاهان ایران. تهران، انتشارات فرهنگ معاصر.
- British pharmacopoeia. (1988). Vol. 2, London, HMSO, Pp: A137-A138.
- Goren, A.C., Piozzi, F., Akcicek, E., Kiliç, T., Çarikçi, S., Mozioğlu, E., and Setzer, W.N. (2011). Essential oil composition of twenty-two *Stachys* species (mountain tea) and their biological activities. Photochemistry Letters, 4: 448-453.
- Khalighi-Sigaroodi, F., Ahvazi, M., Yazdani, D., and Kashefi, M. (2012). Cytotoxicity and antioxidant activity of five plant species of Solanaceae family from Iran. Journal of Medicinal Plants, 11(43): 41-53.
- Norouzi-Arasi, H., Yavari, I., and Alibabaei, M. (2004). Chemical constituents of the essential oil of *Stachys schtschegleevii* Sosn. from Iran. Journal of Essential Oil Research, 16(3): 231-232.
- Omidbaigi, R., Omidbaigi, M.A., and Bastan, M.R. (2006). The Essential Oil Content and Composition of *Stachys inflata* Benth from Iran. Journal of Essential Oil Bearing Plant, 9(1): 60-64.

بررسی مروری اگزوزوم‌های گیاهی و کاربردها

عبداله رمضانی قرا^{۱*}، فرشته عزتی قادی^۱

^{۱*}گروه زیست شناسی، دانشکده علوم پایه، دانشگاه جیرفت، جیرفت (a.ramzani@ujiroft.ac.ir)

چکیده

وزیکول‌های خارج سلولی، وزیکول‌های در ابعاد نانو با غشای لیپیدی که حاوی لیپیدها، پروتئین‌ها و اسیدهای نوکلئیک هستند و توسط تقریباً تمام سلول‌های زنده ترشح می‌شوند. این وزیکول‌ها به عنوان وسیله‌ای ارتباطی بین سلول‌ها در نواحی مختلف در نظر گرفته شده‌اند. از زمان کشف آنها به طور گسترده در زمینه‌های مختلف علمی، از جمله تغذیه، نانوفناوری برای تحویل دارو و تشخیص و درمان‌های بالینی، مورد مطالعه قرار گرفته‌اند. هدف از این تحقیق بررسی مروری اگزوزوم‌های گیاهی و کاربردهای آن می‌باشد. با توجه به اهمیت این ساختار و با توجه به شناسایی ترکیبات موجود در اگزوزوم‌ها امروزه بعنوان یکی از روش‌های درمانی برای انتقال داروها و ترکیبات بصورت هدفمند می‌باشد.

واژگان کلیدی: اگزوزوم گیاهی، حامل دارو، کاربردها



۱. مقدمه

اگزوزوم‌ها وزیکول‌های خارج سلولی هستند که شامل غشاهای دو لایه فسفولیپیدی بوده و توسط سلول‌های یوکاریوتیک ترشح می‌شوند. آنها از طریق اگزوسیتوز سلولی آزاد می‌شوند، و حاوی DNA، RNA، پروتئین‌ها و سایر مواد هستند و در ارتباطات سلولی مختلف بین بافت‌ها و اندام‌ها شرکت می‌کنند. مطالعات اخیر نشان داده‌اند که نانوزیکول‌های شبه‌اگزوزوم مشتق از گیاهان اثرات بیولوژیکی معینی را نشان می‌دهند، مانند توانایی ضدالتهاب و ضد تومور، و همچنین عوارض جانبی کمی را دارا می‌باشند. به دلیل غنی بودن آنها از مولکول‌های لیپیدی فعال با اثرات دارویی معین، می‌توانند حامل‌های جدیدی برای تحویل دارو باشند.

اگزوزوم‌ها وزیکول‌های خارج سلولی هستند که توسط سلول‌های یوکاریوتی از ترکیب اجسام چندگانه وزیکولی با غشای پلاسما ترشح می‌شوند. آنها دارای ساختار دو لایه فسفولیپیدی مشابه با لیپوزوم‌ها هستند و قطر آنها بین ۵۰ تا ۱۵۰ نانومتر متغیر است. مورفولوژی آنها تحت میکروسکوپ الکترونی گذاره‌ای به شکل ساختارهای نعلبکی یا فنجان‌مانند دیده می‌شود. تقریباً همه سلول‌های زنده وزیکول‌های خارج سلولی ترشح می‌کنند. مکانیسم‌های کنترل تولید اگزوزوم و عملکردهای فیزیولوژیکی آنها مورد بررسی قرار گرفته‌اند، که شامل تنظیم بافت فیزیولوژیکی، پاسخ به آسیب پاتولوژیک و بازسازی ارگان‌ها است (Zhang and Yu, 2019). اگزوزوم‌ها، که نقش قابل توجهی در ارتباطات سلولی، تقسیم و توسعه، باروری، و پاسخ‌های ایمنی دارند، به‌طور بیولوژیکی از اندوزوم‌های هسته‌ای منشأ می‌گیرند. این اندوزوم‌ها سپس با سایر وزیکول‌ها و اندامک‌های داخل سلول تعامل می‌کنند تا اگزوزوم‌ها را تولید کنند. تفاوت در مواد مختلف، مانند اسیدهای نوکلئیک، پروتئین‌ها، لیپیدها و آمینواسیدها که در اگزوزوم‌ها و متابولیت‌های آنها وجود دارد، نشان دهنده منشأ متفاوت آنهاست. اگزوزوم‌ها به عنوان واسطه‌های ارتباطی که با فعالیت‌های ارگانسیم‌های سالم و بیمار مرتبط هستند، شناخته می‌شوند؛ مانند قابلیت انتقال پروتئین‌ها، DNA، RNA و سایر مواد به سلول‌های گیرنده را دارند (Buratta et al., 2020). سلول‌های گیاهی همانند سلول‌های پستانداران قادرند اگزوزوم‌ها را ترشح کنند، مطالعات نشان داده که در طی کشت سلول هویج وزیکول‌های جدیدی با ساختار غشایی تشکیل داده و آنها را به ناحیه خارج سلولی آزاد می‌کنند (Mu et al., 2014). محققان اگزوزوم گیاهی را از پوست آفتابگردان، زنجبیل، گریپ‌فروت، گندم، بلوبری و انواع گیاهان دارویی جداسازی کرده‌اند (Baldini et al., 2018). به دلیل ویژگی‌های منحصر به فردشان، نانوزیکول‌های شبه‌اگزوزوم گیاهی به عنوان واسطه‌ای برای انتقال بین سلولی عمل می‌کنند و به طور مؤثری داروهای نامحلول یا ترکیبات درمانی را تحویل می‌دهند. بنابراین، می‌توانند فعالیت فارماکولوژیکی داروها یا ترکیبات را تقویت یا تضعیف کرده و درمان دقیق بیماری‌ها را محقق سازند. در عین حال، لیپیدهای گیاهی موجود در اگزوزوم‌ها اثرات بالینی طبیعی نشان می‌دهند و در زمینه درمان بیماری‌ها دارای چشم‌انداز کاربرد گسترده‌ای هستند.

زمانی که سلول‌های گیاهی توسط پاتوژن‌ها مورد حمله قرار می‌گیرند، آنها به عنوان پاسخ دفاعی اجسام چندگانه وزیکولی را ترشح می‌کنند که از نظر تشکیل و عملکرد مشابه با اگزوزوم‌های منشأ حیوانی است. علاوه بر این، مورفولوژی و اندازه آنها مشابه با اگزوزوم‌های منشأ حیوانی است که با استفاده از میکروسکوپ الکترونی مشاهده شده و دارای ساختار دو لایه فسفولیپیدی



هستند. نانوزیکول‌های شبه‌اگزوزوم گیاهی قادرند سیگنال‌دهی بین سلول‌های حساس و سلول‌های نرمال را در طول واکنش‌های حساسیتی مسدود کنند و به این ترتیب آسیب سلولی را کاهش دهند. ویژگی‌های منحصر به فرد نانوزیکول‌های شبه‌اگزوزوم منشأ گیاهی، توجه جوامع پزشکی و زیست‌شناسی و سایر حوزه‌های تحقیقاتی را به خود جلب کرده است.

۲. مواد و روش‌ها

2-1. روش تحقیق

پژوهش حاضر بر اساس تحقیق و مطالعات در مقالات متعددی از پایگاه‌های اطلاعاتی و علمی Science direct، PubMed، Google scholar و مجلات جهاد دانشگاهی و علمی پژوهشی می‌باشد.

۳. نتایج

3-1. مقایسه اگزوزوم‌های گیاهی با اگزوزوم‌های حیوانی

در پستانداران، اگزوزوم‌ها وزیکول‌های خارج غشایی هستند که توسط چندین نوع سلول، از جمله سلول‌های T، B و دندریتیک آزاد می‌شوند. هر دو تسهیل‌کننده حمل و نقل مواد فعال بین سلولی و ارتباطات سیگنال‌دهی هستند و در پردازش RNA در هسته و سیتوپلاسم شرکت می‌کنند. نانوزیکول‌های شبه‌اگزوزوم مشتق شده از گیاهان خوراکی نه تنها اثرات مشابه مانند اگزوزوم‌های منشأ حیوانی نشان می‌دهند، بلکه به دلیل منشأ خاص خود دارای اثرات فارماکولوژیکی خاصی هستند. علاوه بر این، آنها توسط ارگانسیم‌های جانوری شناسایی نمی‌شوند. به دلیل ماهیت خوراکی آنها، نانوزیکول‌های استخراج شده می‌توانند به صورت خوراکی تجویز شوند تا هدف‌گیری بین گونه‌ای و تنظیم بیان ژن را محقق سازند (Li et al., 2021). اگزوزوم‌های منشأ حیوانی به ارگانسیم‌ها آسیب می‌زنند زیرا حامل پاتوژن‌های مرتبط با بیماری‌های حیوانی هستند و بنابراین ممکن است در طول سیگنالینگ آنها را به سلول‌های گیرنده منتقل کنند. به دلیل ترکیب ساختاری وزیکولی آنها ممکن است توسط سیستم ایمنی ارگانسیم شناسایی نشوند. اما اگزوزوم‌های گیاهی به دلیل عدم ایمنی زایی، سمیت کم، کارایی بالای انتقال و سازگاری زیستی خوب در تحویل و انتقال مواد داخل سلولی مانند اسیدهای نوکلئیک، لیپیدهای فعال و پروتئین‌های سلولی نقش داشته باشند. علاوه بر این، آنها می‌توانند به عنوان یک نوع جدید حامل برای تحویل داروهای خارجی و مواد فعال مانند siRNA، پروتئین‌های خارج سلولی و داروهای مولکول کوچک استفاده شوند (Zhang et al., 2017).

3-2. نحوه تشکیل اگزوزوم‌ها

ترکیب اجسام چندگانه وزیکولی و غشای پلازما منجر به آزادسازی وزیکول‌ها به فضای خارج سلولی قارچ‌ها و گیاهان عالی می‌شود و قادرند در تمایز سلولی شرکت نمایند (Zempleni et al., 2020). همچنین برخی ترکیبات ضد میکروبی را به پاتوژن‌های مهاجم منتقل کرده و پاسخ‌هایی را در سلول‌های مجاور تحریک کنند. سلول‌های گیاهی به دلیل ساختارهای دیواره سلولی تخصصی خود، پاسخ‌های ایمنی وابسته به اگزوزوم‌ها را در سلول‌های حیوانی تضعیف می‌کنند. علاوه بر مسیر تشکیل اجسام چندگانه وزیکولی، در سلول‌های توتون، یک اندامک با ساختار غشای دو لایه می‌تواند با غشای لیپیدی ترکیب شده و یک وزیکول با ساختار غشای تک لایه آزاد کند تا به دیواره سلولی متصل شود و یک اندامک برون‌سلولی تولید کند. این فرآیند به عنوان مسیر دیگری برای تولید اگزوزوم‌ها گیاهی در نظر گرفته می‌شود.



۳-۳. ویژگی های بیوشیمیایی

نانوزیکول های شبه اگزوزوم ها شامل مولکول های زیستی متعددی مانند لیپیدها، اسیدهای نوکلئیک و پروتئین ها هستند. تجزیه و تحلیل مولکول های زیستی در نانوزیکول های شبه اگزوزوم ها نشان داده است که مشابه اگزوزوم های مشتق شده از حیوانات، منشأ گیاهی و حیوانی یکسانی دارند.

مهم ترین اجزای نانوزیکول های شبه اگزوزوم ها لیپیدها هستند که به گلیسرولیپیدها و فسفولیپیدها تقسیم می شوند. اگزوزوم های مشتق شده از حیوانات نیز شامل لیپیدها هستند؛ با این حال، نانوزیکول های شبه اگزوزوم ها از آنهایی که منشأ حیوانی دارند متفاوت هستند. اگزوزوم های منشأ حیوانی عموماً دارای کلاسترون و اسفنگولیپیدهای بالا هستند، در حالی که نانوزیکول های شبه اگزوزوم ها سرشار از فسفولیپیدها (عمدتاً اسید فسفاتیدیک) و لیپیدهای گیاهی هستند. این مواد می توانند در فرآیندهای میتوزی در گیاهان دخیل باشند و اسید فسفاتیدیک به عنوان ماده اصلی دخیل در میتوز شناخته می شود. اسید فسفاتیدیک در حضور یون های کلسیم در محیط بسیار ادغام پذیر است و می تواند ادغام وزیکول ها را تحریک کند. علاوه بر تأثیرگذاری بر تشکیل و ترشح آنها، لیپیدها نقش های بیولوژیکی خاصی دارند. به عنوان مثال، اسید فسفاتیدیک در نانوزیکول های شبه اگزوزوم منشأ زنجبیل می تواند رشد مونوسیت ها را مهار کند. نسبت لیپیدهای موجود در نانوزیکول های شبه اگزوزوم از منابع گیاهی مختلف نیز متفاوت است.

3-4. ویژگی های فیزیکی بیوشیمیایی

خواص و مشخصات فیزیکی بیوشیمیایی مشابه با اگزوزوم های حیوانی دارند و اندازه ذرات آنها در محدوده ۱۰ تا ۱۰۰۰ نانومتر است. منابع مختلف نانوزیکول های شبه اگزوزوم گیاهی منجر به تفاوت در اندازه و پتانسیل ذرات آنها می شود. اندازه متوسط نانوزیکول های شبه اگزوزوم منشأ زنجبیل و گریپ فروت حدود ۲۵۰ نانومتر است، در حالی که اندازه متوسط نانوزیکول های شبه اگزوزوم منشأ گندم بین ۴۰ تا ۱۰۰ نانومتر است. بار سطحی آنها معمولاً منفی است و اندازه آن به طور کلی بین ۱۰ تا ۱۰۰ میلی ولت است.

ترکیب لیپیدی آنها به فسفولیپیدها و گلیسرول تقسیم می شود. پروتئین ها جزء دیگری از اگزوزوم ها هستند و به پروتئین های ترانس ممبران و سایر پروتئین های غشای لیپیدی تقسیم می شوند. پس از ورود به سلول های گیرنده، mRNA های خارجی و miRNA های غیر کدکننده، سطوح RNA و پروتئین های داخل سلولی را تنظیم کرده و بر بیان ژن و عملکردهای ساختاری آنها تأثیر می گذارند (Cai et al., 2018).

برخی شرایط شبیه سازی شده نشان داده که در دستگاه گوارش پایدار می مانند که می تواند از طریق سیستم های تحویل داروی خوراکی به بدن منتقل شوند. نانوزیکول های شبه اگزوزوم منشأ زنجبیل خوراکی دارای اثرات هدفمند بر روی سلول های کولون هستند. نانوزیکول های شبه اگزوزوم منشأ انگور می توانند توسط سلول های بنیادی روده جذب شده و تکثیر آنها را تقویت کنند و به این ترتیب سلول های بنیادی روده را تحریک کنند (Jin et al., 2024).



3-5. ایمنی و سم شناسی

اگزوزومها، حامل های مهم برای انتقال اطلاعات بین سلولی، دارای فعالیت ها و عملکردهای بیولوژیکی منحصر به فردی هستند. خصوصیات سم شناسی اگزوزوم های گیاهی، آزمایش هایی برای تعیین تأثیرات آنها بر عملکرد سلول های هدف انجام شده است. مطالعات نشان داد که نانوزیکول های شبه اگزوزوم ها فرآیندهای بیولوژیکی مانند تکثیر، تمایز و آپوپتوز سلول های هدف را تنظیم می کنند و به این ترتیب ارزش کاربردی بالقوه آنها در درمان بیماری ها و ترمیم بافت ها را نشان می دهند. مطالعات نشان داد که این نانوزیکول های شبه اگزوزوم های دارویی دارای ایمنی بیولوژیکی بالایی در بدن هستند و اثرات سمی قابل توجهی بر اندام های اصلی ندارند. علاوه بر این، استفاده از نانوزیکول های شبه اگزوزوم منشأ سیر در درمان زخم های عفونی استافیلوکوکوس اورئوس مورد بررسی قرار گرفت. نتایج آزمایش های سلولی نشان داد که، در مقایسه با وانکومایسین، نانوزیکول های شبه اگزوزوم منشأ سیر اثرات بالقوه ای در درمان زخم دارند (Zhou et al., 2024).

3-6. حامل های تحویل دارو

روش بارگذاری داروها به وزیکول های گیاهی بعنوان روشی موثر در انتقال داروها می باشد. در این روش نیاز به استخراج اگزوزوم و سپس ادغام با دارو می باشد. مولکول های دارو پس از انکوباسیون در دمای معین به داخل وزیکول ها نفوذ می کنند. به دلیل الکترون گاتیوی منفی سطح وزیکول، می تواند به داروهای بار مثبت مانند آدریامایسین از طریق جذب متصل شود و به داخل وزیکول وارد شود (Luan et al., 2017).

3-7. اثرهای فارماکولوژیکی

نانوزیکول های شبه اگزوزوم ها به دلیل استخراج ساده، بازده بالا و فعالیت بالا توجه فزاینده ای از محققان را به خود جلب کرده اند. برای بررسی اثرات بیولوژیکی نانوزیکول های ترشح شده توسط گیاهان، وزیکول های شبه اگزوزوم از میوه ها و سبزیجات خوراکی مختلف استخراج و جدا شدند. مطالعات نشان دادند که وزیکول های شبه اگزوزوم استخراج شده از عصاره تازه میوه ها و سبزیجات خوراکی دارای فعالیت های بیولوژیکی و اثرات فارماکولوژیکی خاصی هستند. نانوزیکول های شبه اگزوزوم گیاهی به طور گسترده در زمینه هایی مانند تحویل دارو، تشخیص بالینی، ایمنی درمانی و پزشکی ترمیمی مورد استفاده قرار گرفته اند (De Robertis et al., 2020). کاربردهای بالینی در درمان سرطان، التهاب و سایر بیماری ها، بهبود اثرات درمانی و طولانی کردن زمان بقا بیماران، استراتژی ها و جهت گیری های جدیدی برای درمان سرطان هستند. نانوزیکول های استخراج شده از کاملیا و برگ چای می توانند با افزایش سطح گونه های اکسیژن فعال در بدن، آپوپتوز سلول های 4T1 را تحریک کنند (Chen et al., 2023). نانوزیکول های شبه اگزوزوم مشتق شده از جینسینگ، قطبش ماکروفاژها را تحریک کرده و به آپوپتوز ملانوما منجر می شوند. نانوزیکول های شبه اگزوزوم را می توان از اکثر میوه ها و سبزیجات خوراکی استخراج کرد. به دلیل منابع خوراکی و ایمن آنها، در درمان التهاب گوارشی توجه زیادی را به خود جلب کرده است (Han et al., 2021). به طور کلی، به عنوان عوامل درمانی بالقوه در درمان انواع بیماری ها از جمله سرطان، التهاب و آسیب مخاط گوارشی عمل می کنند.



۴. بحث و نتیجه گیری

اگزوزوم‌های طبیعی مشتق از گیاهان به دلیل سازگاری و سمیت کم، کارایی بارگذاری بالا، هزینه استخراج پایین و امکان استخراج در مقیاس بزرگ به طور گسترده در تحقیقات حمل دارو مورد استفاده قرار گرفته‌اند. اگزوزومی مشتق از گیاهان می‌توانند با ادغام با وزیکول‌ها یا لیپوزوم‌های دیگر با استفاده از تکنولوژی ادغام غشایی اصلاح شوند. این اصلاحات عملکرد و ظرفیت حمل دارویی وزیکول‌ها را بهبود می‌بخشد و می‌تواند منجر به افزایش قابل توجهی در کارایی حمل و نقل و بارگذاری شود. اگزوزوم‌های مشتق از گیاهان دارای ترکیبات فعال طبیعی متعددی هستند و اصلاح وزیکول‌ها با استفاده از تکنولوژی ادغام غشایی اثر کشندگی نانوزیکول‌ها را افزایش می‌دهد. اگزوزوم‌های مشتق از گیاهان دارای ساختار غشای دولایه شبیه لیپوزوم‌ها هستند و توانایی نفوذ به برخی سلول‌های پوستی را دارند؛ بنابراین، تحویل دارو از طریق پوست می‌تواند یک روش ممکن برای حمل داروهای اگزوزومی باشد. علاوه بر این، به دلیل منشأ طبیعی وزیکول‌ها و خوراکی بودن آن‌ها، می‌توانند برای تحویل دارو به صورت خوراکی استفاده شود. با توجه به اینکه اگزوزوم‌های مشتق از گیاهان خوراکی و مشتقات آن‌ها به عنوان یکی از موضوعات مورد توجه محققان تبدیل شده‌اند بنابراین جهت گیری تحقیقات به سمت حامل‌های دارویی ایمن بسیار حائز اهمیت است.

منابع

- Baldini, N., Torreggiani, E., Roncuzzi, L., Perut, F., Zini, N., & Avnet, S. (2018). Exosome-like nanovesicles isolated from Citrus limon L. exert anti-oxidative effect. *Current pharmaceutical biotechnology*, 19(11): 877-885.
- Buratta, S., Tancini, B., Sagini, K., Delo, F., Chiaradia, E., Urbanelli, L., & Emiliani, C. (2020). Lysosomal exocytosis, exosome release and secretory autophagy: the autophagic-and endo-lysosomal systems go extracellular. *International journal of molecular sciences*, 21(7): 2576.
- Cai, Q., Qiao, L., Wang, M., He, B., Lin, F. M., Palmquist, J., ... & Jin, H. (2018). Plants send small RNAs in extracellular vesicles to fungal pathogen to silence virulence genes. *Science*, 360(6393): 1126-1129.
- Chen, Q., Zu, M., Gong, H., Ma, Y., Sun, J., Ran, S., ... & Xiao, B. (2023). Tea leaf-derived exosome-like nanotherapeutics retard breast tumor growth by pro-apoptosis and microbiota modulation. *Journal of nanobiotechnology*, 21(1): 6.
- De Robertis, M., Sarra, A., D'Oria, V., Mura, F., Bordini, F., Postorino, P., & Frattantonio, D. (2020). Blueberry-derived exosome-like nanoparticles counter the response to TNF- α -induced change on gene expression in EA. hy926 cells. *Biomolecules*, 10(5): 742.
- Han, J. M., Song, H. Y., Lim, S. T., Kim, K. I., Seo, H. S., & Byun, E. B. (2021). Immunostimulatory potential of extracellular vesicles isolated from an edible plant, *Petasites japonicus*, via the induction of murine dendritic cell maturation. *International journal of molecular sciences*, 22(19): 10634.
- Jin, Z., Na, J., Lin, X., Jiao, R., Liu, X., & Huang, Y. (2024). Plant-derived exosome-like nanovesicles: a novel nanotool for disease therapy. *Heliyon*.
- Li, Z., Yan-Qing, W., Xiao, Y., Shi-Yi, L., Meng-Qin, Y., Shu, X., ... & Yan-Xiang, C. (2021). Exosomes secreted by chemoresistant ovarian cancer cells promote angiogenesis. *Journal of ovarian research*, 14: 1-7.
- Liu, B., Lu, Y., Chen, X., Muthuraj, P. G., Li, X., Pattabiraman, M., ... & Yu, J. (2020). Protective role of shiitake mushroom-derived exosome-like nanoparticles in D-galactosamine and lipopolysaccharide-induced acute liver injury in mice. *Nutrients*, 12(2): 477.
- Luan, X., Sansanaphongpricha, K., Myers, I., Chen, H., Yuan, H., & Sun, D. (2017). Engineering exosomes as refined biological nanoplatfroms for drug delivery. *Acta Pharmacologica Sinica*, 38(6): 754-763.



- Zhang, L., & Yu, D. (2019). Exosomes in cancer development, metastasis, and immunity. *Biochimica et Biophysica Acta (BBA)-Reviews on Cancer*, 1871(2): 455-468.
- Zhang, M., Wang, X., Han, M. K., Collins, J. F., & Merlin, D. (2017). Oral administration of ginger-derived nanolipids loaded with siRNA as a novel approach for efficient siRNA drug delivery to treat ulcerative colitis. *Nanomedicine*, 12(16): 1927-1943.
- Zhou, S., Huang, P., Cao, Y., Hua, X., Yang, Y., & Liu, S. (2024). Garlic-derived exosome-like nanovesicles-based wound dressing for *Staphylococcus aureus* infection visualization and treatment. *ACS Applied Bio Materials*, 7(3): 1888-1898.
- Mu, J., Zhuang, X., Wang, Q., Jiang, H., Deng, Z. B., Wang, B., ... & Zhang, H. G. (2014). Interspecies communication between plant and mouse gut host cells through edible plant derived exosome-like nanoparticles. *Molecular nutrition & food research*, 58(7): 1561-1573.



برنامه ریزی سیمای سرزمین برای بهبود کیفیت خدمات محیط زیستی گیاهان دارویی در منطقه زاگرس مرکزی

عقیل کهرنگی^{۱*}، سید محمود هاشمی^۲، پویا طالبی خاکپانی^۳

^{۱*} گروه علوم و مهندسی محیط زیست، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه گیلان، صومعه سرا (Gandomaghil@gmail.com)

^۲ گروه علوم و مهندسی محیط زیست، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه گیلان، صومعه سرا

^۳ گروه علوم و مهندسی محیط زیست، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه گیلان، صومعه سرا

چکیده

منطقه زاگرس مرکزی به دلیل دارا بودن تنوع زیستی غنی، یکی از مهم ترین زیست بوم های ایران برای تولید گیاهان دارویی محسوب می شود. با این حال، بهره برداری غیراصولی، تغییرات اقلیمی، و تخریب زیستگاه ها موجب کاهش کیفیت و کمیت خدمات محیط زیستی این گیاهان شده است. برنامه ریزی سیمای سرزمین به عنوان یک رویکرد جامع و پایدار، ابزار مناسبی برای مدیریت و حفاظت از منابع طبیعی است. این مقاله مروری به بررسی مطالعات انجام شده در زمینه برنامه ریزی سیمای سرزمین و تأثیر آن بر بهبود کیفیت خدمات محیط زیستی گیاهان دارویی در منطقه زاگرس مرکزی می پردازد. همچنین، چالش ها، فرصت ها و راهکارهای اجرایی برای ارتقای خدمات اکوسیستمی در این منطقه مورد بحث قرار می گیرد.

واژگان کلیدی: ارزیابی زیست محیطی، توسعه پایدار، تنوع زیستی، حفاظت از گیاهان دارویی، زاگرس مرکزی



۱. مقدمه

منطقه زاگرس مرکزی، با مساحت گسترده و شرایط اکولوژیکی متنوع، زیستگاه بسیاری از گونه‌های گیاهان دارویی است که نقش حیاتی در چرخه‌های اکوسیستمی و معیشت جوامع محلی ایفا می‌کنند. این گیاهان به دلیل خواص دارویی و اقتصادی، توجه بسیاری از پژوهشگران و سیاست‌گذاران را به خود جلب کرده‌اند. با این حال، تخریب زیستگاه‌ها، برداشت‌های غیراصولی و فشارهای انسانی، این منابع ارزشمند را با خطرات جدی مواجه کرده است. برنامه‌ریزی سیمای سرزمین رویکردی کل‌نگر است که بر حفظ تعادل میان بهره‌برداری پایدار و حفاظت از منابع طبیعی تأکید دارد.

۱-۱. اهمیت اکولوژیکی و اقتصادی گیاهان دارویی در زاگرس

گیاهان دارویی یکی از مهم‌ترین عناصر اکوسیستم‌های طبیعی به شمار می‌روند که در تأمین خدمات محیط زیستی، حفظ تنوع زیستی، و تأمین معیشت جوامع محلی نقش کلیدی دارند. منطقه زاگرس مرکزی، به‌عنوان یکی از مهم‌ترین زیست‌بوم‌های ایران، دارای پوشش گیاهی متنوعی است که بسیاری از گونه‌های آن دارای ارزش دارویی و صنعتی هستند. این منطقه به دلیل شرایط اقلیمی، توپوگرافی خاص، و تنوع زیستی بالا، زیستگاه گونه‌های ارزشمندی از گیاهان دارویی مانند باریجه (*Ferula* gummosa)، آنغوزه (*Ferula assa-foetida*)، کتیرا (*Astragalus* spp.)، و شیرین‌بیان (*Glycyrrhiza glabra*) است که علاوه بر کاربردهای دارویی، دارای اهمیت اقتصادی و تجاری نیز هستند.

۱-۲. پیشینه تحقیق

حاجی پور و حشمتی (۱۳۹۵) در مطالعه خود بر روی گیاهان دارویی ناحیه زاگرس مجموعاً ۵۶ گونه گیاهی را شناسایی و جمع‌آوری نمودند که از این تعداد بیشترین گونه‌ها به خانواده *Laminaceae* با ۸ گونه *Papilionaceae* و پس از آن به خانواده‌های و با ۵ گونه *Rosaceae* تعلق داشت.

دولتخواهی و همکاران (۱۳۸۸) در مطالعه خود بر روی گیاهان دارویی ناحیه زاگرس مجموعاً ۹۱ گونه گیاهی دارویی را شناسایی و جمع‌آوری نمودند که از این تعداد گونه‌های خانواده *Laminaceae* با ۱۱ گونه آفتابگردان (*Asteraceae*) با ۹ گونه بیشترین تعداد گونه‌های دارویی را دارا می‌باشد. بارهنگ (*Plantago*) با ۳ گونه بزرگترین جنس می‌باشد. پس از آن به خانواده‌های و با ۵ گونه *Rosaceae* متعلق بود.

حمزه علی شیرمردی و همکاران (۱۳۹۰) در منطقه مورد مطالعه تعداد ۶۵ خانواده با ۳۰۱ جنس و ۴۸۷ گونه وجود دارد. از بین ۴۸۷ گونه ذکر شده در منطقه حدود ۱۷۹ گونه آن (یعنی حدود ۳۶/۷۶٪ گونه‌ها) دارویی هستند. نام این گونه‌ها در منابع و متون معتبر گیاهان دارویی کشور به ثبت رسیده و یا این که به طور سنتی اهالی منطقه و یا استان، آن‌ها را جهت مصارف گوناگون دارویی و موارد مشابه به کار می‌گیرند. ۸۶ گونه در خطر انقراض در این منطقه شناسایی شد که همه آن‌ها متعلق به ایران-تورانی می‌باشد. از ۸۶ گونه فوق، ۶۷ گونه در طبقه کمتر در خطر، ۳ گونه در طبقه آسیب‌پذیر، ۲ گونه در طبقه در معرض خطر و ۱۴ گونه اطلاعات در باره آن‌ها ناکافی است. از ۸۶ گونه در خطر انقراض، ۳۳ گونه آن به نوعی دارویی می‌باشد.



باشند که از این ۳۳ عدد، ۲۵ گونه آن متعلق به گونه های با خطر کمتر، پنج گونه آن متعلق به گونه های با کمبود اطلاعات، یک گونه آن از گونه های آسیب پذیر و دو گونه آن متعلق به گونه های در معرض خطر می باشد.

(Turner et al., ۲۰۰۱) بر اهمیت کاربرد GIS و سنجش از دور در برنامه ریزی سیمای سرزمین تأکید کرده و نشان داده اند که مدل سازی اکولوژیکی می تواند به شناسایی مناطق حساس و ارائه راهکارهای حفاظتی کمک کند.

Opdam et al (۲۰۰۶) در مطالعه ای، نقش اتصال زیستگاه ها و ایجاد کریدورهای اکولوژیکی را در حفاظت از تنوع زیستی بررسی کرده اند.

Zhang et al. (۲۰۱۸) در پژوهشی در چین، اثرات تخریب زیستگاه و تغییرات کاربری اراضی بر کاهش تنوع گیاهان دارویی را بررسی کردند و به ضرورت مدیریت پایدار این گونه ها تأکید کردند.

Mendoza & Martins (۲۰۰۶) نشان دادند که مشارکت جوامع محلی در حفاظت از گیاهان دارویی، نقش کلیدی در بهره برداری پایدار از این منابع دارد.

۳-۱. ضرورت انجام تحقیق

۳-۱-۱. اهمیت حفاظت از گیاهان دارویی و نقش آن در سلامت و اقتصاد

گیاهان دارویی به عنوان یکی از مهم ترین منابع طبیعی، دارای ارزش اقتصادی، زیست محیطی و دارویی بالا هستند. در سال های اخیر، افزایش تقاضای جهانی برای محصولات گیاهی و داروهای طبیعی، منجر به بهره برداری بی رویه از این منابع شده است (Zhang et al., ۲۰۱۸). این امر ضرورت اجرای راهکارهای مدیریتی مبتنی بر برنامه ریزی سیمای سرزمین را برای حفظ این منابع ارزشمند افزایش داده است.

۳-۱-۲. تخریب زیستگاه ها و کاهش تنوع زیستی در زاگرس

جنگل های زاگرس یکی از مهم ترین اکوسیستم های ایران محسوب می شوند که تحت تأثیر عوامل مختلفی مانند تغییرات اقلیمی، بهره برداری ناپایدار، آتش سوزی های گسترده، چرای دام و تغییر کاربری اراضی قرار دارند (حسینی و همکاران، ۱۳۹۵). این روند منجر به کاهش تنوع زیستی و کاهش پوشش گیاهی به ویژه گیاهان دارویی شده است. برنامه ریزی سیمای سرزمین می تواند با شناسایی مناطق حساس و تدوین استراتژی های حفاظتی، به بهبود شرایط زیست محیطی این منطقه کمک کند (Turner et al., ۲۰۰۱).

۳-۱-۳. اهمیت خدمات اکوسیستمی گیاهان دارویی در پایداری محیط زیست

گیاهان دارویی علاوه بر ارزش اقتصادی، دارای خدمات اکوسیستمی مهمی همچون حفظ تنوع زیستی، تثبیت خاک، تنظیم چرخه های آبی و بهبود کیفیت هوای منطقه هستند (Nelson et al., ۲۰۰۹). تخریب این گونه های ارزشمند باعث اختلال در خدمات اکوسیستمی شده و زیستگاه های طبیعی را با چالش های جدی مواجه می کند. بنابراین، ضروری است که یک مدل مدیریتی جامع برای حفظ و بهره برداری پایدار از این گیاهان تدوین شود.

۱-۴. اهداف تحقیق

۱-۴-۱. شناسایی و ارزیابی سیمای سرزمین منطقه زاگرس مرکزی

هدف اصلی این تحقیق، شناسایی و ارزیابی تغییرات سیمای سرزمین در منطقه زاگرس مرکزی است. این هدف با استفاده از تکنیک‌های GIS و سنجش از دور و مدل‌های اکولوژیکی صورت خواهد گرفت. بررسی الگوهای استفاده از زمین و تغییرات آن، به‌ویژه در مناطقی که گیاهان دارویی در آن‌ها رشد می‌کنند، به ما این امکان را می‌دهد تا نقاط حساس و آسیب‌پذیر را شناسایی کرده و مدیریت بهینه منابع طبیعی را پیشنهاد دهیم.

۱-۴-۲. بهبود کیفیت خدمات اکوسیستمی در مناطق گیاهان دارویی

یکی دیگر از اهداف مهم این تحقیق، ارزیابی و بهبود کیفیت خدمات اکوسیستمی در مناطق زاگرس مرکزی است که گیاهان دارویی در آن‌ها رشد می‌کنند. این خدمات شامل تنظیم چرخه‌های آبی، حفظ خاک، تولید اکسیژن، بهبود کیفیت هوا و محافظت از تنوع زیستی است. تحقیق به دنبال شناسایی راهکارهایی است که بتوانند خدمات اکوسیستمی این مناطق را بهبود بخشند و تأثیرات منفی تغییرات کاربری اراضی و تخریب زیستگاه‌ها را کاهش دهند.

۲. مواد و روش‌ها

۲-۱. منطقه مورد مطالعه

۲-۱-۱. موقعیت جغرافیایی

رشته کوه زاگرس بزرگترین رشته کوه ایران ماست. این مجموعه از مناطق مرزی شرق ترکیه و شمال عراق تا تنگه هرمز امتداد دارد. کوه‌های زاگرس بخش مهمی از زنجیره کوه‌های آلپ-همالیا را تشکیل می‌دهند که بیشتر جنوب غرب آسیا و خاورمیانه را در بر می‌گیرد. این رشته کوه با شکوه قدمت فوق العاده ای دارد، از نظر تاریخی، کوه‌های زاگرس به عنوان یک سد طبیعی بین چندین فرهنگ و امپراتوری‌های جهان باستان و مدرن عمل کرده اند. به طور خاص، آنها بخشهایی از پادشاهی و مرزهای ملی امپراتوری‌های بومی ایران و عثمانی و امپراتوری‌های خارجی اشکانی و رومی را تعیین کرده اند. شواهدی از سکونت و کشاورزی انسان در زیستگاه‌های این کوه کشف شده است که قدمت آنها به ۹۰۰۰ سال قبل از میلاد می‌رسد. قدیمی ترین صخره‌های محدوده زاگرس مربوط به زمان پر کامبرین (یعنی قبل از ۵۴۱ میلیون سال پیش) است و سنگ‌های دوران پالئوزوئیک که قدمت آنها بین ۵۴۱ میلیون تا ۲۵۲ میلیون سال قبل است در بلندترین قله‌ها یا نزدیک آنها یافت می‌شوند شکل (۱).



شکل (۱). سایت موج کوه

۲-۱-۲. پوشش گیاهی و تنوع زیستی

قدمت جنگل‌های رشته کوه زاگرس به حدود ۵۵۰۰ سال پیش برمی گردد. درخت غالب این جنگل‌ها بلوط است. جنگل‌های زاگرس به‌طور کلی به دو بخش زاگرس شمالی و زاگرس جنوبی تقسیم می‌شوند. پوشش گیاهی در نواحی غربی شامل گیاهان سردسیری و در نواحی شرقی شامل گیاهان گرمسیری است. بخش عمده پوشش گیاهی زیستگاه جنگلی زاگرس را درختان بلوط تشکیل می‌دهند. در ارتفاعات بالاتر از مرز جنگل (حدود ۲,۳۰۰ متر) علفزارها و بوته‌زارهای انبوه مشاهده می‌شود. منطقه حفاظت شده دنا، نمونه‌ای از زیستگاه جنگلی زاگرس است. جنگل‌های زاگرس با گستردگی در ۱۱ استان کشور با ۶ میلیون هکتار مساحت، ۴۰ درصد جنگل‌های ایران را تشکیل می‌دهند که حدود ۷۰ درصد تیپ گونه‌های جنگلی زاگرس را بلوط‌ها شامل می‌شوند. اقلیم منطقه نیز مدیترانه‌ای نیمه خشک با زمستان‌های سرد است. از سایر گونه‌های درختی این جنگل‌ها می‌توان به فرا، کیکم، بنه، زبان گنجشک، گل‌ابی وحشی، ولیک، ارغوان، نام برد. به‌طور کلی می‌توان گفت جوامع بلوط در ارتفاع ۶۵۰ تا ۲۴۰۰ متر از سطح دریا حضور دارند که بالاتر از این ارتفاع جوامع ارس و پایین آن جوامع بنه - بادام ظاهر می‌شوند. فرم غالب جنگل شناسی، جنگل‌های شاخه زاد بوده و این دلالت بر تخریب ناشی از حضور طولانی مدت جوامع انسانی دارد.

۳. نتایج

زاگرس مرکزی به‌عنوان یکی از مراکز غنی تنوع گیاهی در ایران، تعداد زیادی گونه گیاهان دارویی را در خود جای داده است. این گیاهان در سال‌های اخیر به دلیل استفاده‌های دارویی، بهداشتی، غذایی و تجاری توجه زیادی را به خود جلب کرده‌اند. برخی از گیاهان دارویی مهم این منطقه عبارتند از:

۱-۳. آویشن (*Thymus vulgaris*)

آویشن یکی از گیاهان دارویی معروف است که در مناطق مختلف زاگرس به ویژه در دامنه‌های کوهستانی و مناطق خشک و سنگلاخی رشد می‌کند. این گیاه دارای خواص ضد باکتریایی، ضد قارچی، ضد التهابی و آنتی اکسیدانی است. شکل (۲)



شکل (۲). سایت دکتر تو

۲-۳. مرزه (*Satureja hortensis*)

مرزه گیاهی است که در مناطق کوهستانی و مراتع زاگرس یافت می‌شود. از این گیاه به‌عنوان ضد اسپاسم، ضد درد، و ضد باکتری استفاده می‌شود. شکل (۳)



شکل (۳). سایت ghafaridiet

۳-۳. زعفران (*Crocus sativus*)

زعفران یکی از گیاهان دارویی ارزشمند است که به دلیل خواص درمانی و کاربرد در صنایع غذایی و دارویی اهمیت فراوانی دارد. این گیاه در منطقه‌ای با خاک‌های خاص و آب‌وهوای معتدل به‌ویژه در ارتفاعات زاگرس مرکزی رشد می‌کند.

شکل (۴)



شکل (۴). سایت ماه چین

۳-۴. کاسنی (*Cichorium intybus*)

کاسنی در مناطقی از زاگرس که دارای خاک‌های خشک و سنگی هستند، رشد می‌کند. این گیاه به‌عنوان یک محصول دارویی برای درمان مشکلات کبد و سیستم گوارشی معروف است. شکل (۵)



شکل (۵). سایت grow.edenbrothers

۳-۵. گل گاوزبان (*Echium amoenum*)

این گیاه به‌ویژه در مناطق رطوبتی و دره‌های زاگرس به‌طور گسترده‌ای یافت می‌شود. گل گاوزبان خواص ضد استرس، آرام‌بخش و تقویت‌کننده قلب دارد. شکل (۶)



شکل (۶). سایت ماه چین

۴. بحث و نتیجه گیری

۴-۱. تهدیدات زیست محیطی و لزوم مدیریت پایدار

با این حال، فشارهای انسانی از جمله تغییر کاربری اراضی، برداشت بی رویه، چرای بیش از حد دام، جنگل زدایی، و تغییرات اقلیمی، موجب کاهش تنوع زیستی و افت کیفیت خدمات اکوسیستمی در زاگرس شده است. این روند نه تنها موجب تخریب زیستگاه های طبیعی شده، بلکه تعادل اکولوژیکی منطقه را به خطر انداخته و پایداری منابع طبیعی را تهدید کرده است. کاهش سطح پوشش گیاهی، افزایش فرسایش خاک، کاهش ذخایر آب زیرزمینی، و افزایش دمای متوسط سالانه، از جمله پیامدهای منفی این فرایندها هستند که ضرورت اتخاذ سیاست های مدیریت پایدار را بیش از پیش نمایان می سازد.

۴-۲. بهره برداری غیرقانونی از منابع طبیعی و گیاهان دارویی

بهره برداری بی رویه از جنگل ها و مراتع برای کشاورزی، دامداری و گیاهان دارویی یکی از مشکلات اصلی در منطقه زاگرس است.

۴-۳. آلودگی

آلودگی منابع طبیعی و گیاهان به واسطه فعالیت های صنعتی و کشاورزی، سلامت اکوسیستم ها را تهدید می کند.

۴-۴. راهکارها

۴-۴-۱. آموزش و افزایش آگاهی:

مردم محلی و جوامع باید در مورد اهمیت حفاظت از محیط زیست آموزش ببینند.

۴-۴-۲. ایجاد مناطق حفاظت شده:

تأسیس مناطق طبیعی حفاظت شده می تواند به حفظ تنوع زیستی کمک کند.

۴-۵. نتیجه گیری:

برنامه ریزی سیمای سرزمین ابزاری کلیدی برای مدیریت پایدار منابع طبیعی و ارتقای کیفیت خدمات محیط زیستی در منطقه زاگرس مرکزی است. با توجه به اهمیت زیست بوم زاگرس و نقش حیاتی گیاهان دارویی در تأمین معیشت و خدمات



اکوسیستمی، اتخاذ رویکردهای جامع مدیریتی ضروری است. انجام مطالعات بیشتر و مشارکت جوامع محلی می تواند به حفظ و ارتقای این منابع ارزشمند کمک کند.

منابع

- حاجی پور، سمیرا، و حشمتی، غلامعلی. (۱۳۹۵). مروری بر گیاهان دارویی ناحیه زاگرس. همایش ملی گیاهان دارویی معطر و ادویه ای. سایت grow.edenbrothers به آدرس (<https://grow.edenbrothers.com/customer-photos/chicory-flowers>)
- سایت دکتر تو به آدرس (<https://doctoreto.com/blog/thyme>)
- سایت ماه چین به آدرس (<https://mahchin.net/blog/cultivation-of-profitable-medicinal-plants>)
- سایت ماه چین به آدرس (<https://mahchin.net/blog/saffron-photo>)
- سایت موج کوه به آدرس (<https://mojekoooh.com/zagros-range>)
- مطالعه فلور منطقه استان چهارمحال و بختیاری با ۱۷۹ گونه گیاه دارویی (https://elmnet.ir/doc/۱۳۵۴۴۸-۱۸۱۱۶?elm_num=۳)
- Ghahreman, A. (2018). Flora of Iran: Medicinal plants of the Zagros region. Tehran University Press.
- Mendoza, G. A., & Martins, H. (2006). Multi-criteria decision analysis in natural resource management: A critical review of methods and new modeling paradigms. Forest Ecology and Management, 230(1-3), 1-22. DOI:10.1016/j.foreco.2006.03.023.
- Nelson, E., Mendoza, G., Regetz, J., Polasky, S., Tallis, H., Cameron, D. R., ... & Shaw, M. R. (2009). Modeling multiple ecosystem services, biodiversity conservation, commodity production, and trade-offs at landscape scales. Frontiers in Ecology and the Environment, 7(1), 4-11. DOI:10.1890/080023.
- OPDAM, P., VERBOOM, J., & POUWELS, R.. (2003). LANDSCAPE COHESION: AN INDEX FOR THE CONSERVATION POTENTIAL OF LANDSCAPES FOR BIODIVERSITY. LANDSCAPE ECOLOGY, 18(-), 113-126. SID. <https://sid.ir/paper/632753/en>
- Turner, M. G., Gardner, R. H., & O'Neill, R. V. (2001). Landscape ecology in theory and practice Pattern and process. Springer.
- Turner, M. G., Gardner, R. H., & O'Neill, R. V. (2015). Landscape ecology in theory and practice: Pattern and process. Springer.
- Zhang, W., Ricketts, T. H., Kremen, C., Carney, K., & Swinton, S. M. (2018). Ecosystem services and dis-services to agriculture. Ecological Economics, 64(2), 253-260.
- Zhang, W., Ricketts, T. H., Kremen, C., Carney, K., & Swinton, S. M. (2007). Ecosystem services and dis-services to agriculture. Ecological Economics, 64(2), 253-260-DOI:10.1016/j.ecolecon.2007.02.024.



بهینه سازی کشت سوسپانسیون سلولی با هدف تولید رنگ های طبیعی در گیاه روناس (*Rubia tinctorum* L.)

المیرا نظیری^{۱*}، آینور گورل^۲، پینار نارتوپ^۳، شرف آکای^۲

^{۱*} گروه بیوتکنولوژی، دانشکده تحصیلات تکمیلی علوم زیستی، دانشگاه اژه، از میر، ترکیه (elmira.naziri@gmail.com)

^۲ گروه بیومهندسی، دانشکده بیومهندسی، دانشگاه اژه، از میر، ترکیه

^۳ گروه بیومدیکال، دانشکده مهندسی، دانشگاه نامیک کمال، چورلو، ترکیه

چکیده

در این مطالعه، تاثیر ترکیب و غلظت نمکهای معدنی و ویتامین های موجود در محیط کشت بر روی بیومس سلولی و تولید متابولیت های ثانویه در کشت سوسپانسیون سلولی گیاه روناس (*Rubia tinctorum* L.) و همچنین بررسی قابلیت رنگزایی سلول های به دست آمده از کشت درون شیشه ای به عنوان ماده خام رنگ طبیعی مورد بررسی قرار گرفت. به منظور بهینه سازی رشد سلولی و همچنین افزایش تولید متابولیت های آلیزارین و پورپورین در محیط کشت MS حاوی ترکیب ۱ میلی گرم در لیتر نفتالین استیک اسید، ۰/۵ میلی گرم در لیتر بنزیل آمینوپورین و ۰/۵ میلی گرم در لیتر کینتین تیمارهای مختلفی از نسبتهای متفاوت نیترات به آمونیوم، غلظتهای مختلف فسفر و ویتامین ها اعمال گردید. بیشترین وزن تر و وزن خشک به دست آمده در محیط کشت حاوی دو برابر غلظت ویتامین های MS پایه (۵۷/۴۵ گرم در لیتر وزن تر و ۲/۷۸ گرم در لیتر وزن خشک) و بیشترین مقدار متابولیت های آنتراکینونی تولید شده شامل آلیزارین ۷۱۸/۴۲ میکروگرم در گرم در محیط کشت با ترکیب نسبت ۱ به ۳ نیترات به آمونیوم و پورپورین ۱۱۲۳ میکروگرم در گرم در محیط کشت با نسبت ۱ به ۲ نیترات به آمونیوم به دست آمد. رنگ آمیزی نمونه های پارچه پشمی با رنگ استخراج شده از سلول های حاصل از کشت سوسپانسیون سلولی به عنوان ماده خام رنگ نشان داد که در شاخصه های قدرت رنگ (K/S)، ثبات رنگ و مولفه های روشنایی (L*)، قرمزی (a*) و زردی (b*) نتایج در محدوده مطلوب و بازارپسند قرار دارند.

واژگان کلیدی: آلیزارین، پورپورین، رنگ طبیعی، روناس، کشت سوسپانسیون سلولی



۱. مقدمه

گیاهان دارویی به خاطر داشتن منابع غنی و متنوعی از متابولیت‌های ثانویه علاوه بر پزشکی و داروسازی در سایر صنایع مهم بشری از جمله رنگرزی و نساجی دارای اهمیت ویژه ای می باشند. در جوامع بشری رنگ و رنگرزی از اهمیت ویژه ای از نظر اجتماعی و اقتصادی برخوردار است. با در نظر گرفتن مشکلات ناشی از تولید پساب حاصل از فرایند‌های مراحل پایانی رنگرزی، بسیاری از رنگ‌های مصنوعی و روش‌های رنگرزی رایج می توانند برای محیط زیست و سلامت انسان مضر باشند. بنابراین با توجه به خاصیت زیست تخریب پذیری رنگ‌های طبیعی و سازگاری بیشتر آنها با محیط زیست و اکوسیستم، امروزه تقاضا برای رنگ‌های طبیعی در حال افزایش است (Carvalho et al., 2015). گیاهان مهمترین منابع رنگ‌های طبیعی می باشند. تحقیقات بسیاری برای بررسی جنبه‌های تکنولوژیکی و اقتصادی استفاده از رنگ‌های طبیعی در گیاهانی همچون حنا حاوی آلفانفتاکینون ها (Yusuf et al., 2015)، گیاه اسپرک حاوی فلاوونها (Mikropoulou et al., 2009)، زرد چوبه حاوی کورکومینوئیدها (Mathur and Gupta, 2003) و روناس حاوی آنتراکینونها (De Santis and Moresi, 2007) انجام شده است.

روناس (*Rubia tinctorum* L.) گونه ای علفی و پایا از خانواده *Rubiaceae* است که از منطقه خاورمیانه منشأ گرفته و در مناطق مدیترانه ای، برخی نقاط آسیایی، آفریقایی و اروپایی رشد می کند. از دیرباز برخی خواص دارویی گیاه روناس از جمله خاصیت‌های ضد باکتری، ضد قارچ، ضد سرطان و آنتی اکسیدانت آن شناسایی شده است. ریشه گیاه سه ساله روناس از نظر محتوای متابولیت‌های رنگی بسیار غنی و با ارزش می باشد. ماده رنگی اصلی موجود در گیاه روناس آنتراکینون‌ها هستند که مهمترین آنها آلنزارین (1,2-ihydroxy - anthraquinone) و پورپورین (1,2,4- trihydroxyanthraquinone) می باشند (Baghalian, 2007). آنچه که این متابولیت‌های ثانویه را از نظر صنعت رنگرزی و نساجی متمایز و مهم میکند خصوصیات منحصر به فرد آنها در مقاومت به نور و دما می باشد (Clementi et al., 2007).

با در نظر گرفتن این موضوع که تغییرات فصلی و محیطی میتواند بر کیفیت و مقدار متابولیت‌های ثانویه موجود در گیاهان تاثیرگذار باشد امکان تولید طیف رنگی ثابت و استاندارد با روش‌های سنتی از گیاهان بسیار دشوار می باشد. همچنین استخراج رنگ از مواد خام گیاهی و انهدام باقیمانده‌های جامد میتواند بسیار زمان بر و پرهزینه باشد (Saxena and Raja, 2014). از طرفی معمولاً مقدار متابولیت‌های ثانویه رنگ زای موجود در گیاهان بسیار پایین است. در گیاه روناس برای رنگ کردن ۱۰۰ گرم پارچه در حدود پانصد الی هزار گرم ریشه گیاه که معادل ۱۲۰ الی ۲۴۰ گرم وزن خشک می باشد مورد نیاز است. این موضوع به این معنی می باشد که صنعت نساجی باید با حجم عظیمی از پسماند خیس مواجه شود. بنابراین برای رنگرزی‌های صنعتی جایگزینی قطعات ریشه گیاه روناس با رنگدانه‌های استخراج شده بسیار کاربردی تر خواهد بود (Kechi et al., 2013). به دلیل تقاضای روز افزونی که برای رنگ‌های طبیعی به وجود آمده است یافتن جایگزین جدید با کمترین آسیب به محیط زیست و ذخایر ژنتیکی گیاهی بسیار مهم می باشد. در این راستا روش‌های نوین زیست فناوری می توانند جایگزین مقرون به صرفه ای برای روش‌های سنتی تولید متابولیت‌های ثانویه گیاهی باشند. در مقایسه با سالهای طولانی کشت در گیاهان مزرعه ای، تولید در یک سیستم کنترل شده و مستقل از فصل با سرعت رشد سلولی بیشتر و دوره‌های کوتاه رشدی، مقدار محدود ماده گیاهی مورد نیاز، بیوسنتز بیشتر مواد دارویی، سهولت بیشتر و هزینه‌های کمتر در مراحل استخراج متابولیت‌ها، به اهمیت روش‌های زیست

فناوری افزوده است (Gonçalves and Romano, 2018). کشت سوسپانسیون سلول های گیاهی دارای ظرفیت بسیار بالا برای تولید اقتصادی متابولیت های ثانویه با کیفیت و خلوص بیشتری است. سازوکارهای افزایش تولید مواد دارویی در روش های کشت سلول های گیاهی شامل بهینه سازی محیط کشت، استفاده از مهندسی ژنتیک، انتخاب لاین های سلولی با ظرفیت بالای تولید و کاربرد بیوراکتورها می باشند (Rao and Ravishankar, 2002). ترکیب غذایی مورد نیاز گیاهان با توجه به گونه آنها بسیار متفاوت است و بهینه سازی اختصاصی ترکیب غذایی محیط کشت چه در افزایش بیومس و چه افزایش سطح متابولیت های ثانویه بسیار تاثیر گذار است (George et al., 2008). مطالعات پیشین نشان داد که نوع و غلظت ترکیبات موجود در محیط کشت همچون نیتروژن (Lee et al., 2010)، فسفر (Smetanska, 2008) و ویتامین ها (Abrahamian and Kantharajah, 2011) نقش بسیار مهمی در افزایش بیومس و متابولیت های ثانویه داشته است.

مطالعه حاضر به عنوان یک تحقیق بین رشته ای با هدف تلفیق علوم زیستی و مهندسی به بررسی کاربرد کشت سوسپانسیون سلول های گیاهی در صنعت رنگ و نساجی پرداخته است. با توجه به قدرت وفق پذیری بالای گیاه روناس با شرایط کشت درون شیشه ای به عنوان یک سیستم مدل گیاهی می تواند برای تولید رنگ های طبیعی با استفاده از روش های کشت سوسپانسیون مورد استفاده قرار گیرد. در این راستا تاثیر ترکیب غذایی محیط کشت (نسبت نیترات به آمونیوم، غلظت فسفر و غلظت ویتامین های محیط کشت) بر تولید رنگدانه ها از طریق کشت سوسپانسیون سلولی روناس مورد بررسی قرار گرفت. همچنین برای بررسی کیفیت رنگ و امکان استفاده صنعتی از رنگدانه های استخراج شده از سلول های کشت شده نمونه های پارچه ای با استفاده از این سلول ها رنگ شده و مورد بررسی قرار گرفتند.

۲. مواد و روش ها

۲-۱. کشت کالوس

برای کالوس زایی ریزنمونه ها از بخش میان گره ای گیاهچه های چهار هفته ای کشت شده در شرایط درون شیشه ای حاوی محیط غذایی MS (Murashige and Skoog, 1962) تهیه شدند. قطعات نیم سانتی متری ریزنمونه بر روی محیط غذایی MS حاوی ۰/۱ میلی گرم در لیتر ۲ و ۴-دی کلوروفنوکسی اسید (2,4-D)، ۰/۵ میلی گرم در لیتر بنزیل آمینوپورین (BAP)، ۰/۵ میلی گرم در لیتر کینتین (Kin) به همراه ۳۰ گرم در لیتر ساکاروز که توسط ۷ گرم در لیتر آگار جامد شده است قرار داده شدند. محیط های کشت در دمای ۲۵ درجه سانتی گراد و شرایط تاریکی قرار گرفته و عمل واکشت در فواصل چهار هفته ای انجام شد.

۲-۲. کشت سوسپانسیون سلولی و بهینه سازی ترکیب محیط کشت

برای شروع کشت سوسپانسیون سلولی، ۰/۵ گرم از کالوس های چهار هفته ای و ترد و شکننده به ارلن هایی با حجم ۲۵۰ میلی لیتر حاوی ۵۰ میلی لیتر از محیط غذایی MS مایع دارای ترکیب ۱ میلی گرم در لیتر نفتالین استیک اسید (NAA)، ۰/۵



میلی گرم در لیتر BAP، ۰/۵ میلی گرم در لیتر Kin و ۳۰ گرم در لیتر ساکاروز منتقل شدند. ارلن ها بر روی شیکرهای اوربیتال با دور 100 دور در دقیقه، دمای ۲۵ درجه سانتی گراد و شرایط تاریکی مطلق به مدت یک ماه نگهداری شدند. پس از یک ماه، با هدف حذف قطعات بزرگ کالوس، محیط های کشت از صافی ضد زنگ استریل در اندازه ۳۰ مش عبور داده شدند. برای ایجاد یک کشت سوسپانسیون همگن و همچنین تشکیل بانک سلولی برای مطالعات آینده سلولهای صاف شده با ضریب یک به یک در محیط کشت تازه با فواصل ۲ هفته ای واکشت شدند. پس از تکثیر سلول ها به مقدار کافی با هدف بررسی تاثیر ترکیب محیط غذایی در بهینه سازی رشد سلولی و افزایش تولید آنتراکینون ها تیمارهای مختلفی از نسبتهای متفاوت نیترا ت به آمونیوم، غلظتهای مختلف فسفر (دو برابر و سه برابر غلظت فسفر موجود در محیط غذایی MS پایه) و غلظت های مختلفی از ویتامین های محیط کشت MS شامل میواینوزیتول، تیامین، پیریدوکسین، نیکوتینیک اسید و گلیسین (نصف غلظت، دو برابر و سه برابر غلظت ویتامینها) مورد بررسی قرار گرفت (جدول ۱).

جدول ۱. غلظت نمکهای معدنی و ویتامین های مورد استفاده در بهینه سازی محیط کشت سوسپانسیون سلولی

شماره محیط	محیط کشت پایه	ترکیب محیط کشت
۱ (کنترل)	MS	محیط غذایی MS پایه
۲	MS	فقط نیترا ت
۳	MS	نسبت ۱ به ۲ نیترا ت به آمونیوم
۴	MS	نسبت ۲ به ۱ نیترا ت به آمونیوم
۵	MS	نسبت ۱ به ۳ نیترا ت به آمونیوم
۶	MS	نسبت ۳ به ۱ نیترا ت به آمونیوم
۷	MS	فقط آمونیوم
۸	MS	دو برابر غلظت فسفات پتاسیم
۹	MS	سه برابر غلظت فسفات پتاسیم
۱۰	MS	نصف غلظت ویتامین های MS
۱۱	MS	دو برابر غلظت ویتامین های MS
۱۲	MS	سه برابر غلظت ویتامین های MS

۳-۲. الگوی رشد سلول

برای تهیه الگوی رشد سلولی هر هفت روز یکبار به مدت ۲ ماه، شاخصهای رشد سلولی شامل حجم سلول ساکن (SCV)، حجم سلول فشرده شده (PCV) و تعداد سلول زنده مورد بررسی قرار گرفت و در طول این مدت عمل واکشت انجام نشد. به این منظور برای اندازه گیری حجم سلول فشرده ۱/۵ میلی لیتر از سوسپانسیون سلولی در ظروف سانتریفوژ درجه بندی شده ریخته



شده و در ۱۵۰۰ دور در دقیقه به مدت ده دقیقه سانتریفوژ شدند و نتایج به صورت درصد حجم سلول ته نشین شده بیان گردید. حجم سلول ساکن با ته نشین شدن سوسپانسیون سلولی در لوله های آزمایش درجه بندی شده به مدت ۴۵ دقیقه انجام و نتایج به صورت درصد حجم سلولها به حجم کل بیان شد (Nickell and Maretzki, 1996). تست زنده مانى سلول ها با شمارش تعداد سلولهای زنده موجود در سوسپانسیون سلولی با استفاده از روش رنگ آمیزی با رنگ تریپان بلو انجام و نتایج به صورت درصد سلول های زنده گزارش گردید (Fernandez-Da Silva and Menéndez-Yuffá, 2006).

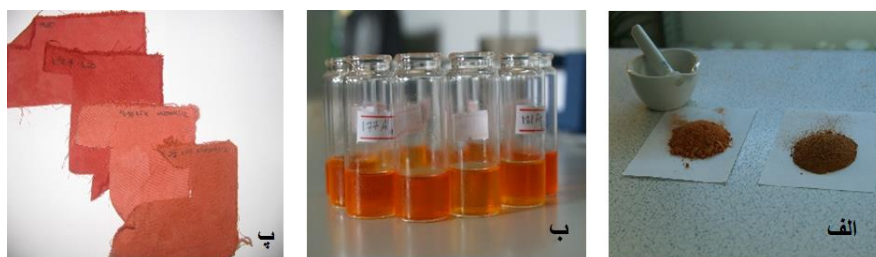
۲-۴. آنالیزهای HPLC برای تعیین مقدار متابولیت های ثانویه

برای آماده سازی نمونه ها در ابتدا محیطهای کشت با عبور از کاغذ صافی از سلول ها جدا شدند و برای جذب آب اضافی سلول ها ی هر تیمار به طور جداگانه روی دستمال کاغذی جمع آوری و وزن تر آنها اندازه گیری شدند. سپس با استفاده از دستگاه لیوفیلیزاتو (Christ Alpha 1-4 LD, Braun, Melsungen, Germany) نمونه ها خشک و پس از اندازه گیری وزن خشک تا زمان آنالیز در جای خشک و تاریک نگهداری شدند.

عمل استخراج متابولیتها در نمونه های خشک و پودر شده چهار بار با استفاده از ۱۰ میلی لیتر متانول و هر بار به مدت ۱۰ دقیقه با استفاده از دستگاه اولتراسونیک (Ultrasonic LC 30) انجام شد. محلول استخراج شده با استفاده از دستگاه سانتریفوژ تحت خلاء (SpeedVac Concentrator, Savant SPD 121P, Thermo Scientific) در دمای ۶۰ درجه سانتیگراد به طور کامل خشک گردید. محصول به دست آمده با استفاده از ۱۰ میلی لیتر اسید هیدروکلریک ۵٪ برای یک ساعت هیدرولیز شد. پس از عمل خنثی سازی نمونه ها با استفاده از کربنات سدیم یک مولار، چهار بار استخراج متابولیتها با ۱۰ میلی لیتر اتیل استات انجام شده و محلول به دست آمده جمع آوری شد. برای تعیین سطح متابولیت های آلزارین و پورپورین، نمونه ها بار دیگر با استفاده از ۱۰ میلی لیتر متانول و در دستگاه اولتراسونیک به مدت ۱۰ دقیقه حل شدند و آنالیز متابولیتها با استفاده از دستگاه کروماتوگرافی مایع با کارایی بالا (Thermo Fisher Scientific Inc., Massachusetts, USA) انجام شد.

۲-۵. مطالعات رنگرزی و تعیین مشخصه های رنگی

برای مطالعات رنگرزی ریشه سه ساله گیاه روناس که از اطراف شهر مانيسا واقع در کشور ترکیه جمع آوری شده بود به عنوان کنترل مورد استفاده قرار گرفت. ریشه های خشک شده با استفاده از یک آسیاب برقی به حالت پودر در آمدند. همچنین کشت سوسپانسیون سلولی پس از عبور محیط کشت از کاغذ صافی در دستگاه سلول های به دست آمده از تیمارهای مختلف لیوفیلیزاتور خشک شدند و به عنوان ماده خام رنگی مورد استفاده قرار گرفتند. استخراج رنگ با استفاده از ۰.۱۵ گرم از پودر رنگ حل شده در ۱۲۵ میلی لیتر آب مقطر و در دمای ۱۰۰ درجه سانتی گراد به مدت ۶۰ دقیقه انجام شد. برای حذف مواد غیر محلول، مایع به دست آمده پس از عبور از کاغذ صافی به عنوان رنگ استفاده شد (شکل ۱).



شکل ۱. الف- سلول های خشک شده، ب- رنگ استخراج شده از کشت سوسپانسیون سلولی، پ- پارچه های رنگ شده برای رنگرزی با استفاده از روش حمام رنگ، نمونه های پارچه پشمی با بافت کارخانه ای و وزن ۲.۵ گرم با استفاده از مایع رنگ استخراج شده به روش بالا به مدت یک ساعت در دمای ۶۰ درجه سانتی گراد رنگ شدند. رنگ آمیزی با حمام رنگ با نسبت ماده به محلول ۵۰:۱ (یک قسمت رنگینه در حمام رنگی که ۵۰ برابر وزن خود حل شده است) در ماشین نوع آزمایشگاهی متعلق به شرکت آتاج کشور ترکیه انجام شد. دمای حمام رنگ مرحله به مرحله (۱ درجه سانتی R رنگرزی گراد در هر دقیقه) تا دمای ۱۰۰ درجه سانتی گراد افزایش یافت و سپس به مدت یک ساعت در این دما ثابت ماند. برای مقایسه مولفه هایی همچون قدرت رنگ و ثبات رنگ، تمامی نمونه های رنگ شده توسط آب شسته شده و در دمای محیط خشک شدند.

بررسی مشخصه های رنگی نمونه های رنگ شده با استفاده از دستگاه اسپکتروفوتومتری مدل انعکاسی مجهز به نرم (برای هر نمونه انجام شد. در K/S و همچنین تعیین مولفه قدرت رنگ ($CIE L^*a^*b^*$) افزاز سنجش رنگ با استفاده از رابطه (زردی در صورت b در صورت مثبت بودن و سبزی در صورت منفی بودن) و قرمزی (a مولفه روشنایی، L این معادله مثبت بودن و آبی در صورت منفی بودن) نمونه ها می باشد. آزمونهای ثبات رنگ با استفاده از روش آزمایش ایزو منسوجات (در دمای ۴۰ درجه سانتی گراد به مدت نیم ساعت) و همچنین برای تعیین ISO105C06 برای تعیین ثبات شستشو آزمون انجام شد و نتایج آزمون به صورت ۱ ضعیفترین و ۵ بهترین گزارش شد. ISO 105 BO2 ثبات نور آزمون

۲-۶. تجزیه و تحلیل آماری

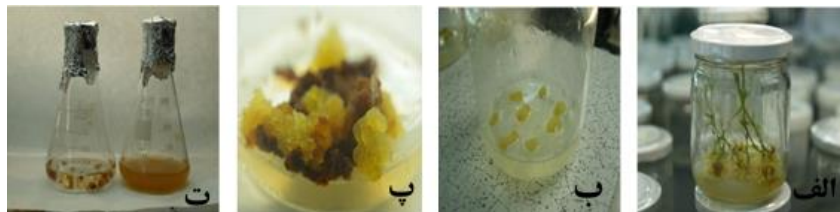
تیمارهای آزمایش سوسپانسیون سلولی به صورت طرح کاملاً تصادفی با سه تکرار انجام گرفت. داده ها به صورت میانگین سه تکرار و مقایسه میانگین داده ها با استفاده از آزمون دانکن در سطح احتمال ۵٪ انجام شد.

۳. نتایج

۳-۱. کالوس زایی و آغاز کشت سوسپانسیون

ریز نمونه ها پس از یک هفته متورم شده و تولید کالوس از ناحیه برش آغاز و سپس در سرتاسر ریزنمونه تشکیل کالوس مشاهده شد. در پایان هفته دوم، رنگ سبز ریزنمونه ها به تدریج کم رنگ تر شده و تشکیل کالوس در ۱۰۰٪ ریز نمونه ها مشاهده شد. همزمان با رشد کالوس ها رنگ آنها از زرد کم رنگ به زرد متمایل به نارنجی تغییر پیدا کرد. کالوس های ترد و

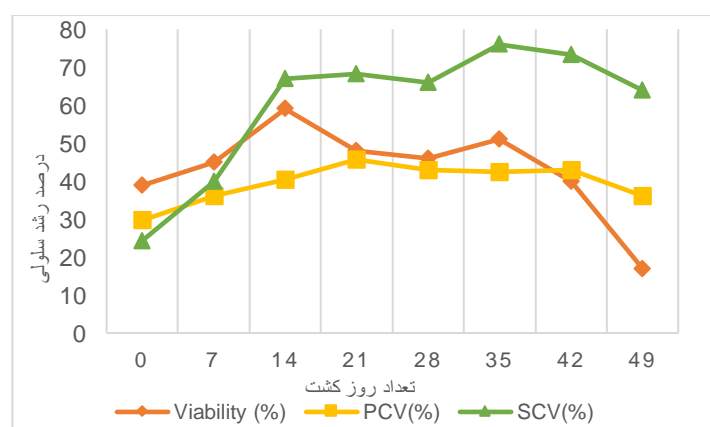
شکندنده پس از چهار هفته برای شروع کشت سوسپانسیون به محیط کشت مایع منتقل شدند (شکل ۲). چهار هفته پس از تکانه‌های مداوم در محیط کشت مایع، محیط کشت اولیه شامل توده‌های بزرگ و به هم چسبیده سلولی و همچنین سلولهای منفرد و مجزا بود که پس از عبور دادن از صافی استریل، قطعات بزرگ کالوس و همچنین توده‌های سلولی از محیط کشت حذف و یک کشت سلولی یکنواخت به دست آمد (شکل ۲).



شکل ۲. الف) گیاهچه‌های چهار هفته‌ای رشد کرده در محیط کشت درون شیشه‌ای، ب) کالوس زایی از ریزنمونه‌ها، پ) کالوس‌های ترد و شکندنده چهار هفته‌ای، ت) انتقال کالوس به محیط کشت مایع و شروع کشت سوسپانسیون

۲-۳. نمودارهای رشد سلولی

در شکل ۳ نمودارهای رشد سلولی برای PCV، SCV و درصد سلول‌های زنده در طول هفت هفته دیده می‌شود. همانگونه که مشاهده می‌شود، سلولها دارای الگوی رشد کلیشه‌ای سه مرحله‌ای بوده و هر سه نمودار الگوی مشابه و موازی با هم دارند. در این مطالعه مراحل رشد سلولی گیاه *R. tinctorum* L. در ابتدا شامل مرحله افزایش تصاعدی تعداد سلول‌ها و یا مرحله Log است. نمودار پس از آن با عبور از یک نقطه بیشینه وارد مرحله کاهش رشد سلول می‌شود که این مرحله به ویژه برای درصد سلول‌های زنده با در نظر گرفتن شروع مرگ سلولی دارای شیب تندتری است.



شکل ۳. منحنی‌های رشد کشت سوسپانسیون سلولی گیاه روناس شامل حجم سلول فشرده (PCV)، حجم سلول ساکن (SCV) و درصد سلول‌های زنده (Viability)



۳-۳. نتایج بهینه سازی محیط کشت سلولی و آنالیز متابولیت‌های ثانویه

همانطور که در جدول شماره ۲ مشاهده می شود از بین تیمارهای اعمال شده در مقایسه با تیمار کنترل بیشترین افزایش بیومس در محیط کشت شماره ۱۱ با ترکیب دو برابر غلظت ویتامین های MS پایه به صورت ۵۷/۴۵ گرم در لیتر وزن تر و ۲/۷۸ گرم در لیتر وزن خشک می باشد. ولی در بررسی جداگانه تاثیر غلظت نمکهای محیط کشت سوسپانسیون سلولی در مورد اثر منبع نیتروژن موجود در محیط کشت از بین تیمارهای اعمال شده از نسبتهای مختلف نیترات به آمونیوم بیشترین بیومس متعلق به محیط کشت شماره ۲ (حاوی فقط یونهای نیترات) به مقدار ۵۲/۳۶ گرم در لیتر وزن تر و ۲/۵۹ گرم در لیتر وزن خشک است. از طرف دیگر، بالاترین سطح متابولیت های آنتراکینونی برای آلیزارین ۷۱۸ میکروگرم در گرم در محیط کشت شماره ۵ حاوی نسبت ۱ به ۳ نیترات به آمونیوم و برای پورپورین ۱۱۲۳ میکروگرم در گرم در محیط کشت شماره ۳ حاوی نسبت ۱ به ۲ نیترات به آمونیوم بوده است.

در بررسی تاثیرمنع فسفر موجود در محیط کشت از بین دو تیمار اعمال شده در مقایسه با تیمار کنترل مشاهده شد که در حالت کلی افزایش مقدار فسفر در محیط کشت منجر به کاهش بیومس سلولی گردیده است. به طوری که محیط کشت شماره ۸ که حاوی ۲ برابر غلظت فسفر محیط MS پایه می باشد با وزن تر ۲۴/۶۲ گرم بر لیتر و وزن خشک ۱/۳۴ گرم بر لیتر بیشترین بیومس را داشته است. در مقایسه دو تیمار فسفر با تیمار کنترل بیشترین سطح متابولیت‌های ثانویه برای آلیزارین با مقدار ۴۸۶ میکروگرم بر گرم متعلق به محیط کشت شماره ۹ با محتوای ۳ برابر غلظت فسفر و برای پورپورین با مقدار ۷۴۹ میکروگرم بر گرم در محیط کشت شماره ۸ با دو برابر غلظت فسفر می باشد.

بررسی تاثیر غلظت های مختلف ویتامین های محیط غذایی MS نشان داد که از بین غلظتهای مختلف ویتامین اعمال شده در محیط کشت، بیشترین وزن تر و وزن خشک در محیط کشت حاوی دو برابر ویتامین های MS پایه (به ترتیب ۵۷/۴۵ گرم و ۲/۷۸ گرم) به دست آمدند. هرچند که غلظت ویتامین موجود در محیط کشت تاثیر متفاوتی بر مقدار تجمع متابولیت‌های ثانویه دارد ولی بیشترین مقدار متابولیت‌های ثانویه در محیط کشت شماره ۱۲ با سه برابر غلظت ویتامین های MS پایه به مقدارهای ۳۲۳/۶۸ میکروگرم بر گرم برای آلیزارین و ۶۸۱/۲ میکروگرم بر گرم برای پورپورین به دست آمد.

جدول ۲. جدول مقایسه میانگین تاثیر ترکیب های مختلف محیط کشت بر وزن تر و وزن خشک (گرم در لیتر) و مقدار متابولیت‌های آلیزارین (میکروگرم در لیتر) و پورپورین (میکروگرم در لیتر)

شماره محیط	وزن تر	وزن خشک	آلیزارین	پورپورین
۱ (کنترل)	۴۶/۰۱±۲/۹۶abc	۱/۸۳±۰/۱۱cde	۵۲/۹۸±۴۷/۶e	۶۶/۳±۲۳/۳۱f
۲	۵۲/۳۶±۲/۱۸ab	۲/۵۹±۰/۳۴abc	۸۱/۸۱±۲۳/۳۸de	۱۰۹۵/۱۶±۸۸/۵۵ab
۳	۴۴/۸۴±۴/۹۶abc	۲/۴۷±۰/۲۱abc	۲۸۹/۷۷±۱۱۸/۸۴bcde	۱۱۲۲/۴۹±۵۳۵/۶۲a
۴	۴۹/۱۲±۰/۷۷ab	۲/۵۴±۰/۰۸abc	۱۵۲/۵۸±۱۴/۴۷cde	۶۵۳±۲۰۲/۹۸ bcde
۵	۲۲/۷۵±۳/۳۴ef	۲/۲۹±۰/۱۷abc	۷۱۸/۴۲±۵۴/۴۷a	۸۶۹/۹۸±۲۷۶/۹۲bc
۶	۲۹/۴۴±۰/۹۴def	۱/۹۶±۰/۴bcde	۴۴۱/۹۷±۱۲/۵۸bc	۶۸۱/۷۳±۳۵/۳۲bcd



۸۳۵/۸۲±۶۶/۸۶bc	۱۵۵/۷۱±۴۰/۸cde	۱/۹۵±۰/۱۶bcde	۳۱/۸±۱/۶۲cde	۷
۷۹۴/۴۵±۳۶۰/۷۲bcd	۳۶۰/۱±۱۳۴/۲۳bcd	۱/۳۴±۰/۷ef	۲۴/۶۲±۰/۷ef	۸
۶۳۵/۲۴±۲۱۰/۵bcde	۴۸۶/۸±۶۹/۵۲ab	۰/۷۶±۰/۱f	۱۵/۱۰±۰/۴۳f	۹
۴۴۷/۶۶±۱۸۴/۲cde	۱۶۰/۹۸±۵۵/۶۱cde	۲/۸±۰/۶abcde	۴۱/۵۱±۵/۹bcd	۱۰
۳۴۴/۱۳±۱۹۳/۱de	۶۶/۷۵±۳۹/۳de	۲/۷۸±۰/۲۶a	۵۷/۴۵±۳/۸۱a	۱۱
۶۸۱/۲۹±۱۷۱/۷bcd	۳۲۳±۱۴۵/۳cde	۱/۴۲±۰/۵def	۲۸/۳۸±۳/۱def	۱۲

بر اساس آزمون چند دامنه ای دانکن اعداد با حروف مشابه در هر ستون اختلاف معنی داری ندارند.

۳-۴. نتایج مطالعات رنگریزی

مولفه قدرت رنگ (K/S) نشانگر جذب رنگ را به ذرات پشم در نمونه های رنگ شده می باشد. همانطور که در جدول شماره ۳ مشاهده می شود با وجود اینکه، بیشترین مقدار K/S در نمونه های رنگ شده توسط ریشه گیاه مزرعه ای (تیمار کنترل) به مقدار ۲/۱۴ مشاهده شده است، اما در نمونه های رنگ شده توسط سلولهای به دست آمده از محیط کشت درون شیشه ای نیز همه نتایج عددی به دست آمده بزرگتر از ۰/۵ بوده و در بازه عددی قابل قبول برای رنگهای طبیعی می باشند. از نمونه های حاصل از محیط کشت سوسپانسیون سلولی بهترین نتیجه برای قدرت رنگ در محیط کشت شماره ۶ با مقدار ۱/۳۹ بود. همچنین در نتایج مولفه درجه روشنایی (L) کمترین مقدار برای نمونه های رنگ شده با ریشه های به دست آمده از مزرعه ۶۰ و بیشترین مقدار برای نمونه های رنگ شده توسط سلول های حاصل از محیط شماره ۱۱ به مقدار ۸۲/۷۶ بوده است. از بین تیمارهای به دست آمده از محیط کشت سوسپانسیون سلولی بالاترین مقدار قرمزی (a) در محیط کشت شماره ۲ و بیشترین مقدار زردی (b) در محیط کشت شماره ۶ مشاهده شد.

درمورد مشخصه ثبات رنگ در مقابل شستشو، تمامی نمونه ها در مولفه لکه گذاری با عدد ۵ در سطح عالی و در مولفه تغییر رنگ نتایج به دست آمده در اکثر نمونه ها از نظر بازارپسندی در محدوده قابل قبول بین اعداد ۳ الی ۵ می باشند (جدول ۴).

با وجود اینکه در شاخص ثبات نور مقاومت در برابر نور در نمونه های رنگ شده توسط سلول های حاصل از کشت سوسپانسیون سلولی کمتر از نمونه رنگ شده توسط ریشه گیاه مزرعه ای بود، ولی نتایج حاصل در رنج مورد قبول ۲ الی ۳ برای رنگهای طبیعی می باشد. با در نظر گرفتن چسبندگی پایین رنگهای طبیعی نتایج حاصل از این مطالعه نشان داد که رنگیزه های بدست آمده از کشت درون شیشه ای در محدوده قابل قبول و خوب می باشند.

جدول ۳. قدرت رنگ و مولفه های رنگی نمونه های رنگریزی شده

شماره محیط	K/S	L*	a*	b*
ریشه گیاه (کنترل)	۲/۱۴۰۸	۶۰/۱۳	۳۳/۹	۱۸/۳۸
۱	۰/۶۷	۷۹/۸۵	۵/۴۵	۱۳/۸۹
۲	۱/۱۶۲۱	۷۰/۲۵	۲۵/۹۴	۱۸/۶۲



۱۴/۱	۲۲/۰۶	۷۴/۰۲	۰/۸۰۵۸	۳
۱۷/۹۳	۱۳/۳۱	۷۲/۹۱	۱/۳۸۷۴	۴
۱۵/۳۰	۱۱/۳۴	۷۴/۶۵	۰/۹۶	۵
۲۳/۱۸	۱۷/۷۴	۷۳/۳۴	۱/۳۹	۶
۱۷/۱۶	۷/۹۳	۷۷/۸۴	۱/۰۸	۷
۱۶/۷۷	۷/۶۴	۷۵/۳۲	۱/۰۲	۸
۱۵/۰۹	۲۰/۸۵	۷۴/۹۹	۰/۸۱۹۲	۹
۱۵/۵۸	۱۲/۶۲	۷۹/۵۹	۰/۶۰۸	۱۰
۱۶/۵۶	۷/۰۸	۸۲/۷۶	۰/۶۴۴۳	۱۱
۱۵/۱۱	۲۰/۱۵	۷۵/۰۶	۰/۸۱۲۷	۱۲

۴. بحث و نتیجه گیری

۴-۱. نمودار رشد سلولی

در ارتباط با رشد سلولی در محیط کشت به خوبی روشن شده است که تراکم سلولی با تاثیر گذاری بر پارامترهایی همچون میزان اکسیژن موجود در محیط کشت، تغییر فعالیتهای آنزیمی و یا حتی تاثیر بر ارتباطهای سلول به سلول، به طور مستقیم و یا غیر مستقیم می تواند بر بیومس و تجمع متابولیتهای ثانویه تاثیر داشته باشد (Yang et al., 2009). در این مطالعه با در نظر گرفتن این موضوع که نقطه بیشینه نمودار و به تبعیت از آن بیشترین تعداد سلول در روز ۱۴ ام کشت مشاهده شده است، با هدف دست یافتن به سرعت رشد سریع و سلول های یکنواخت عمل واکشت و نمونه برداری ها در روز ۱۴ ام و قبل از ورود سلول ها به مرحله کاهشی انجام گرفت.

جدول ۴. ثبات رنگ و ثبات شستشو در نمونه های رنگریزی شده

شماره محیط	ثبات شستشو		ثبات نور
	لکه گذاری	تغییر رنگ	
ریشه گیاه	۵	۴-۳	۴-۳
۱	۵	۲	۲
۲	۵	۴-۳	۲
۳	۵	۵-۴	۲
۴	۵	۵	۳-۲
۵	۵	۴-۳	۳-۲
۶	۵	۴	۳-۲
۷	۵	۴	۲
۸	۵	۴	۳-۲
۹	۵	۴-۳	۳
۱۰	۵	۵-۴	۲
۱۱	۵	۵-۴	۲
۱۲	۵	۴	۲



۲-۴. بهینه سازی محیط کشت و آنالیز متابولیت‌های ثانویه

در محیط کشت MS پایه، نیتروژن به دو شکل یونی نترات (۳۹/۴ میلی مول) و آمونیوم (۲۰/۶ میلی مول) در مجموع ۶۰ میلی مول نیتروژن غیرآلی مورد نیاز برای رشد ریزنمونه ها را تامین میکند. در کشت بافت گیاهی تاثیر نیتروژن بر رشد سلولی و ریخت زایی در ریزنمونه ها یک امر اثبات شده می باشد (Sathyanarayana and Blake, 1994). در کشت سوسپانسیون سلولی معمولاً یونهای نترات متداولترین منبع تامین نیتروژن سلول ها می باشد و حضور این یونها با تاثیر بر سنتز پروتئین ها و اسیدهای آمینه نقش بسیار مهمی بر روی سوخت و ساز سلولی دارد. به طوری که افزایش مقدار نترات در محیط کشت و ثابت ماندن مقدار آمونیوم می تواند باعث افزایش بیومس و تولید متابولیت‌های ثانویه می شود (Prakash et al., 2008). ولی باید توجه کرد که آمونیوم به آسانی در سلول ها ذخیره می شود و در صورت افزایش سطح آمونیوم در محیط کشت و عدم مصرف آن میتواند برای سلول ها بسیار سمی بوده و منجر به کاهش بیومس شود (Bensaddek et al., 2001). در کشت سوسپانسیون سلولی گیاه *Vitis vinifera* غلظت بالای نترات آمونیوم منجر به توقف رشد سلولی در محیط کشت شد. از جمله عوامل کاهش بیومس پس از افزایش رشد سلولی ممکن است کمبود مواد غذایی و محدودیت هوادهی محیط کشت می باشد که خود میتواند منجر به مرگ سلولی و کاهش تولید شود (Sae-Lee et al., 2014). هرچند کاهش نیتروژن به ویژه کاهش نترات در محیط کشت واکنشهای زیستی منتهی به تولید محصولات فاقد نیتروژن همچون آنتراکینون ها را تسریع میکند ولی علاوه بر مقدار نیتروژن نسبت نترات به آمونیوم موجود در محیط کشت نیز میتواند در تولید این متابولیتها بسیار موثر باشد (Hagendoorn et al., 1994). در تحقیق حاضر نیز مشاهده شد که افزایش نسبت آمونیوم در محیط کشت می تواند منجر به کاهش مقدار بیومس شود و مقادیر بالای بیوماس در تیمارهایی که حاوی نسبتهای متناسبی از آمونیوم به نترات هستند مشاهده شده است. از طفی به نظر می رسد علاوه بر مقدار نیتروژن، نسبت آمونیوم به نترات موجود در محیط کشت بر تولید آلکیزارین و پورپورین موثر بوده است.

از دیگر فاکتورهای مهم غذایی که تولید متابولیت‌های ثانویه و رشد سلولی را تحت تاثیر قرار می دهد فسفر می باشد. مطالعات مختلف نشان داده است که غلظتهای پایین فسفر برای رشد سلولی بهینه ناکارآمد بوده است ولی با توجه به اینکه در غلظتهای بالا یونهای فسفر ممکن است با یونهای کلسیم ترکیب و تشکیل ترکیب غیر محلول فسفات کلسیم را بدهند، بیشتر محیط های کشت حاوی غلظتهای پایین فسفات می باشند (George et al., 2008). مشابه نتایج تحقیق ما، در کشت بافت گیاه *Bacopa monnieri* L. با وجود اینکه افزایش غلظت دو برابری فسفات پتاسیم در مقایسه با محیط کشت پایه در افزایش بیومس موثر بوده است ولی حداکثر مقدار تولید متابولیت بکوسید آ در غلظتهای پایتتر فسفات پتاسیم مشاهده شده است (Madhava et al., 2011). در کشت بافت گیاه لوئی نیز کالوسها با افزایش غلظت فسفر در محیط کشت رشد بهتری را نشان دادند (Estime et al., 2003). در کشت سوسپانسیون سلولی گیاه *Withania somnifera* نیز افزایش بیومس و تولید متابولیت ویتانولید آ در محیط کشت با غلظتهای بالاتر فسفات پتاسیم مشاهده شد (Nagella and Murthy, 2010). در کشت سوسپانسیون سلولی *Azadirachta indica* تاثیر معکوس مقدار سطح فسفات محیط کشت و تولید متابولیت های ثانویه مشاهده گردید (Sujanya et al., 2008).



در سلول های گیاهی تاثیر مستقیم ویتامین ها در سنتز برخی اسید های آمینه گزارش شده است. علاوه بر آن ویتامین ها در بیشتر مواقع به عنوان واسطه های مهم در واکنشهای بیوشیمیایی و یا به عنوان کاتالیزر در مسیرهای متابولیکی نقش دارند (George et al., 2008). در گیاهان تیره *Rubiaceae* حضور تیامین پیروفسفات که فرم فعال تیامین هیدروکلراید است برای سنتز او-سوکسینیل بنزویک اسید که حلقه A و B ترکیبات آنتراکینونی تیپ رویا از آنها استخراج می شود مورد نیاز است (Han et al., 2001). در نتیجه مشابه با مطالعه حاضر در گیاه *Rheum ribes* نیز تولید آنتراکینون با افزایش غلظت ویتامین در محیط کشت افزایش یافته است (Farzami-Sepehr and Ghorbanli, 2002). در بررسی انجام شده در کشت بافت آناناس نیز هرچند افزایش غلظت ویتامین تاثیر منفی بر روی ساقه زایی گیاه داشته ولی مقدار پروتئین موجود در بافت را افزایش داده است (Pérez et al., 2004).

۳-۴. مطالعات رنگریزی

هرچند پارامتر قدرت رنگ (K/S) ماده رنگزا معیار بسیار مهمی در تعیین کیفیت رنگ پارچه ها است ولی در معیار بازارپسندی رنگ ها، نتایج نسبت (CIE L*a*b*) نیز برای رتبه بندی نمونه ها باید مورد توجه قرار بگیرد (Clementi et al., 2007). در رنگهای طبیعی کیفیت رنگ نمونه های پارچه بسیار تحت تاثیر ترکیب متابولیت های ثانویه محلول رنگزای طبیعی به دست آمده از گیاه قرار میگیرد (Erkan, 2014). طبق گزارشات انجام شده پورپورین یکی از ترکیبات اصلی ایجاد کننده طیف رنگی در محلول رنگ به دست آمده از روناس می باشد (Kechi et al., 2013). به طوری که در محلول استخراج شده از ریشه گیاهان مزرعه ای عمق رنگ در نمونه های پارچه با افزایش مقدار پورپورین افزایش و در مقابل افزایش آلزارین منجر به کاهش شدت رنگ در نمونه ها شده است. است (Karadag et al., 2013). از طرفی مقادیر بالای شدت روشنایی (L) نشانگر روشن بودن رنگها می باشد. در مطالعه حاضر کاهش چشمگیر در مقدار L در نمونه هایی که سطح آلزارین و پورپورین در آنها بالاتر است، نشانگر تیره تر شدن رنگها می باشد. همچنین مقدار زردی رنگ (b) و مقدار قرمزی رنگ (a) نمونه ها نیز بسیار تحت تاثیر ترکیب آلزارین و پورپورین قرار گرفته است و به طور کلی مقادیر قرمزی بالاتر (a) در تیمارهای با مقادیر بالاتر پورپورین مشاهده شده است در مقابل افزایش آلزارین منجر به افزایش مقادیر زردی (b) در نمونه های شده است. در پارامتر ثبات رنگ در مقایسه با رنگهای سنتتیک معمولا رنگهای طبیعی ثبات کمتری در برابر نور و شستشو دارند. بنابراین رنگهای طبیعی با درجه ثبات ۳ و بیشتر میتوانند از نظر بازارپسندی مورد قبول باشد (Kechi et al., 2013). بنابراین در مطالعه حاضر با در نظر گرفتن مدت زمان کشت دوهفته ای در محیط درون شیشه ای در مقایسه با دوره کشت سه ساله گیاهان مزرعه ای، نتایج به دست آمده بسیار امیدوار کننده می باشند.

۴-۴. نتیجه گیری

همزمان با افزایش آگاهی و حساسیت نسبت به محیط زیست و سلامت انسانها، یک دوره پر چالش برای صنعت نساجی آغاز شده است. با توجه به مقدار کم متابولیت های رنگی در گیاهان، روشهای پیشرفته زیست فناوری همچون کشت سوسپانسیون سلول های گیاهی به عنوان راهکار مناسبی برای تامین نیازهای روز افزون منابع رنگ دیده میشود. این تحقیق تاثیر ترکیب و غلظت منبع نیتروژن، فسفر و ویتامین های محیط کشت بر روی تولید بیومس سلولی و رنگدانه ها از کشت سوسپانسیون سلولی



گیاه روناس و در نهایت امکان استفاده از متابولیت‌های ثانویه به دست آمده از کشت درون شیشه ای در صنعت نساجی را مورد بررسی قرار داده است. با در نظر گرفتن مدت زمان کشت دوهفته ای در محیط کشت درون شیشه ای در مقایسه با سه سال زمان کشت مزرعه ای، نتایج به دست آمده بسیار امیدوارکننده و از نظر تجاری قابل قبول می باشند. این مطالعه اولین مطالعه انجام شده در زمینه استفاده از سلول های کشت شده گیاه روناس در محیط کشت درون شیشه ای می باشد. هر چند مطالعات و بررسی های بیشتر برای بهینه سازی و افزایش بیومس و سطح متابولیت‌های رنگزا، استخراج و همچنین بهینه سازی روش های رنگری مورد نیاز است.

منابع

- Abrahamian, P. and Kantharajah, A. (2011) Effect of Vitamins on *In Vitro* Organogenesis of Plant. American Journal of Plant Sciences, 2:669-674.
- Baghalian, K., Maghsodi, M. and Naghavi, M.R. (2010) Genetic diversity of Iranian madder (*Rubia tinctorum* L.) populations based on agro-morphological traits, phytochemical content and RAPD markers. Industrial Crops and Products, 31:557-562.
- Bensaddek, L., Gillet, F., Saucedo, J.E.N. and Fliniaux, M.A. (2001) The effect of nitrate and ammonium concentrations on growth and alkaloid accumulation of *Atropa belladonna* hairy roots. J Biotechnol, 85:35-40.
- Carvalho, C., Santos, G. (2015) Global communities, biotechnology and sustainable design –natural / bio dyes in textiles. Procedia Manufacturing, 3:6557-6564.
- Clementi, C., Nowik, W., Romani, A., Cibi, F., Favaro, G. (2007) A spectrometric and chromatographic approach to the study of ageing of madder (*Rubia tinctorum* L.) dyestuff on wool. Analytica Chimica Acta, 596:46-54.
- De Santis, D. and Moresi, M. (2007) Production of alizarin extracts from *Rubia tinctorum* and assessment of their dyeing properties. Industrial Crops and Products, 26:151-162.
- Erkan, G., Sengul, K., Kaya, S. (2014) Dyeing of white and indigo dyed cotton fabrics with *Mimosa tenuiflora* extract. Journal of Saudi Chemical Society, 18:139-148.
- Estime, L., O'Shea, M., Borst, M., Gerrity, J. and Liao, S.L. (2003) Effect of Phosphorus Concentration on the Growth of Cattail Callus Cells. Journal of Plant Nutrition, 26:691-707.
- Farzami-Sepehr, M. and Ghorbanli, M. (2002) Effects of nutritional factors on the formation of Anthraquinones in callus cultures of *Rheum ribes*. Plant Cell, Tissue and Organ Culture, 68:171-175.
- Fernandez-Da Silva, R. and Menéndez-Yuffá, A. (2006) Viability in protoplasts and cell suspensions of *Coffea Arabica* cv. Catimor. Electronic Journal of Biotechnology, 9:593-597.
- George, E.F., Hall, M.A. and De Klerk, G.J. (2008) The components of plant tissue culture media I (macro and micro nutrients). In: George, E.F., Hall, M.A. and De Klerk, G.J. (Ed.). Plant propagation by tissue culture, Springer Publishers.
- Gonçalves, S. and Romano, A. (2018) Production of Plant Secondary Metabolites by Using Biotechnological Tools. In: Vijayakumar, R. and Raja, S.S. (Ed.). Secondary Metabolites - Sources and Applications. Intech Open Publishers.



- Hagendoorn, M.J.M., Plas L.H.W.V. and Segers, G.J. (1994) Accumulation of anthraquinones in *Morinda citrifoliacell* suspensions. A model system for the study of the interaction between secondary and primary metabolisms. *Plant Cell, Tissue and Organ Culture*, 38:227–237.
- Han, Y.Sh., Van der Heijden. R. and Verpoorte, R. (2001) Biosynthesis of anthraquinones in cell cultures of the *Rubiaceae*. *Plant Cell, Tissue and Organ Culture*, 67:201–220.
- Karadag, R., Torgan, E. and Erkan, G. (2014) Dyeing properties and analysis by Rp-Hplc-Dad of silk fabrics dyed with Madder (*Rubia tinctorum* L.). *J Textile Sci Eng*, 4:1-5.
- Kechi, A., Chavan, R.B., Moeckel, R. (2013) Dye yield, color strength and dyeing properties of natural dyes extracted from Ethiopian dye plants. *Textiles and Light Industrial Science and Technology*, 2:137-145.
- Madhava, P.N., Manohar, S.H. and Murthy, H.N. (2011) Effects of macro elements and nitrogen source on biomass accumulation and bacoside A production from adventitious shoot cultures of *Bacopa monnieri* (L.). *Acta Physiol Plant*, 33:1553-1557.
- Mathur, J.P. and Gupta, N.P. (2003) Use of natural mordant in dyeing of wool. *Indian Journal of Fiber and Textile research*, 28:90-93.
- Mikropoulou, E., Tsatsaroni, E. and Varella, E.A. (2009) Revival of traditional European dyeing techniques yellow and red colorants. *Journal of Cultural Heritage*, 10:447-457.
- Murashige, T. and Skoog, F. (1962) A revised medium for rapid growth and bioassays with tobacco tissue cultures. *Physiologia Plantarum*, 15:473-497.
- Nagella, P. and Murthy, H.N. (2010) Establishment of cell suspension cultures of *Withania somnifera* for the production of withanolide A. *Bioresour Technol*, 101:6735-6739.
- Nickell, L.G. and Maretzki, A. (1996) Growth of suspension cultures of sugarcane cells in chemically defined media. *Physiol Plant*, 22:117-125.
- Pérez, A., Nápoles, L., Carvajal, C., Hernandez, M. and Lorenzo, J.C. (2004) Effect of sucrose, inorganic salts, inositol, and thiamine on protease excretion during pineapple culture in temporary immersion bioreactors. *In Vitro Cellular & Developmental Biology-Plant*, 40:311-316.
- Prakash, G. and Srivastava, A.K. (2005) Statistical media optimization for cell growth and azadirachtin production in *Azadirachta indica* (A. Juss.) suspension cultures. *Process Biochemistry*, 40:3795-3800.
- Rao, S.R. and Ravishankar, G.A. (2002) Plant cell cultures: chemical factories of secondary metabolites. *Biotech Adv*, 20:101-153.
- Sae-Lee, N., Kerdchoechuen, O. and Laohakunjit, N. (2014) Enhancement of phenolics, resveratrol and antioxidant activity by nitrogen enrichment in cell suspension culture of *Vitis vinifera*. *Molecules*, 19(6):7901-7912.
- Sathyanarayana, B.N. and Blake, J. (1994) The effect of nitrogen sources and initial pH of the media with or without buffer on *in vitro* rooting of jackfruit (*Artocarpus heterophyllus* Lam.). In: Lumsden, P.J., Nicholas, J.R., Davies, W.J. (Ed.). *Physiology, Growth and Development of Plants in Culture*. Springer Publishers.
- Saxena, S. and Raja, A.S.M. (2014) Natural dyes: sources, chemistry, application and sustainability issues. In: Senthilkannan Muthu, S. (Ed.). *Roadmap to sustainable textiles and clothing*. Springer Publishers.
- Smetanska, I. (2008) Production of secondary metabolites using plant cell cultures. *Adv Biochem Eng Biotechnol*, 111:197–228.
- Sujanya, S., Poornasri Devi, B. and Sai, I. (2008) *In vitro* production of azadirachtin from cell suspension cultures of *Azadirachta indica*. *J Biosci*, 33:113-120.



- Yang, Y., He, F., Yu, L., Ji, J. and Wang, Y. (2009) Flavonoid accumulation in cell suspension cultures of *Glycyrrhiza inflata Batal* under optimizing conditions. Z. Naturforsch C. Biosci, 64(1-2):68-72.
- Yusuf, M., Shahid, M., Khan, M.I., Khan, S.A., Khan, M.A. and Mohammad, F. (2015) Dyeing studies with henna and madder: A research on effect of tin (II) chloride mordant. Journal of Saudi Chemical Society, 19:64–72.

سنت های بومی و استفاده از گیاهان دارویی در طب قوم کردی ایران

مهرداد پویانمهر^{*۱}

^{*۱} گروه علوم پایه و پاتوبیولوژی، بخش ایمنولوژی و ویروس شناسی، دانشکده دامپزشکی، دانشگاه رازی، کرمانشاه، ایران.

(m.pooyanmehr@razi.ac.ir)

چکیده

طب سنتی کردی ایران، به ویژه در زمینه استفاده از گیاهان دارویی، نقشی اساسی در درمان بیماری ها و حفظ سلامت در جامعه کردی ایفا کرده است. این طب با ترکیب دانش بومی و تجربه نسل های گذشته، بخش مهمی از میراث فرهنگی این قوم به شمار می آید. اهداف این تحقیق بررسی سنت های بومی و کاربرد گیاهان دارویی در طب بومی کردها است. این مطالعه به شناسایی گیاهان دارویی متداول در منطقه کرد نشین ایران و ارزیابی کاربردهای درمانی آنها می پردازد. داده های این تحقیق به صورت توصیفی-تحلیلی انجام شد و با استفاده از منابع کتابخانه ای، مصاحبه با طبیبان بومی و بررسی گزارش های میدانی از گیاهان دارویی رایج و شیوه های مصرف آنها در درمان بیماری ها انجام شد. نتایج نشان داد که بیش از ۵۰ نوع گیاه دارویی در طب بومی کردی ایران از جمله تشنه داری، آویشن، گل گاوزبان و زردچوبه به طور گسترده برای درمان بیماری های گوارشی، تنفسی و پوستی به کار می روند. این گیاهان دارای خواص ضد التهابی، آنتی اکسیدانی و تسکین دهنده هستند. طب سنتی کردی ایران با استفاده از گیاهان دارویی، نه تنها در درمان بیماری ها، بلکه برای حفظ و ارتقای سلامت عمومی به شمار می رود. این سنت ها می توانند در کنار روش های نوین پزشکی، به عنوان مکملی ارزشمند در بهبود سلامت جامعه مورد استفاده قرار گیرند. تحقیق بیشتر در این زمینه می تواند به حفظ این میراث و ارتقای کارایی گیاهان دارویی کمک کند.

واژگان کلیدی: ایران، سنت های بومی، گیاهان دارویی، طب قوم کردی



۱. مقدمه

طب سنتی، به عنوان یکی از گنجینه‌های ارزشمند و بی نظیر بشری، نقش حیاتی در حفظ و ارتقای سلامت جوامع ایفا کرده است. از آغاز تاریخ بشر، انسان‌ها برای درمان بیماری‌ها و بهبود وضعیت جسمانی و روانی خود به طب سنتی تکیه کرده‌اند. این طب، که ریشه در دانش‌های بومی و تجارب نسل‌های گذشته دارد، در کنار علم و فرهنگ هر منطقه، به عنوان یک میراث فرهنگی ارزشمند محسوب می‌شود (Ghorbani and Linstädter, 2017). در این میان، مردم ایران به‌ویژه اقوام کرد، با پیشینه‌ای تاریخی و جغرافیایی خاص، سنت‌های پزشکی ویژه‌ای را توسعه داده‌اند که به‌طور عمده بر مبنای استفاده از منابع طبیعی و گیاهان دارویی شکل گرفته است. طب سنتی کردی ایران به عنوان یک سیستم درمانی خاص، به‌طور گسترده‌ای در درمان بیماری‌ها و مشکلات مختلف جسمی و روانی مورد استفاده قرار می‌گیرد و همچنان در بسیاری از مناطق کردنشین ایران کاربرد دارد (Khan and Malik, 2024).

کردها با ویژگی‌های فرهنگی و تاریخی منحصر به فرد خود، با بهره‌برداری از گیاهان دارویی محلی و استفاده از روش‌های سنتی در درمان بیماری‌ها، تجربه‌ای عمیق از استفاده از طبیعت برای حفظ تندرستی دارند. در واقع، در این منطقه که با اقلیمی متنوع و پوشش گیاهی غنی مواجه است، بستر مناسبی برای رشد و استفاده از گیاهان دارویی فراهم شده است.

گیاهان دارویی موجود در کردنشین ایران شامل استانهای کردستان، کرمانشاه و ایلام نه تنها در درمان بیماری‌های جسمی مؤثر هستند، بلکه در حفظ تعادل روانی و عاطفی افراد نیز نقش مهمی دارند (Mousavi and Javid, 2018). در این راستا، بسیاری از خانواده‌های کرد به‌طور غیررسمی و بر پایه‌ی تجربیات نسل‌های گذشته، دانش خود را در مورد گیاهان دارویی و خواص درمانی آن‌ها به نسل‌های جدید انتقال می‌دهند. این انتقال دانش به‌صورت شفاهی و تجربی از مادران به دختران صورت می‌گیرد و در برخی موارد درمانگران سنتی این دانش را در قالب آموزش‌های عملی به دیگران منتقل می‌کنند (Ahmadi and Nouri, 2016). چنین دانش‌های بومی، که از قرن‌ها پیش بر اساس مشاهدات و آزمایش‌های عملی به دست آمده، توانسته است در کنار آگاهی‌های علمی مدرن، جایگاه خود را در درمان بیماری‌ها و مشکلات مختلف در این مناطق حفظ کند (Ghanbari and Jafari, 2022). یکی از ویژگی‌های قابل توجه این طب سنتی، توجه آن به جنبه‌های فیزیکی و غیر فیزیکی بیماری‌ها است. درمان در این طب نه تنها بر جنبه‌های فیزیکی بیماری‌ها تمرکز دارد، بلکه با نگاهی عمیق‌تر به جنبه‌های روحی و روانی نیز توجه می‌شود. از این رو، در بسیاری از درمان‌ها، به‌ویژه در بیماری‌های مزمن و روانی، روش‌های درمانی شامل استفاده از گیاهان دارویی، گیاه‌شناسی، تغذیه‌ی خاص، استفاده از روغن‌ها، و حتی فرآیندهای آیینی و فرهنگی نقش بسیار مهمی دارند. برای مثال، بسیاری از درمان‌های طبیعی در طب سنتی کردی نه تنها از گیاهان دارویی استفاده می‌کنند، بلکه باورهای فرهنگی و آیینی نیز در این فرآیند دخیل هستند و به‌طور غیرمستقیم، بر بهبود وضعیت روانی و عاطفی فرد تأثیر می‌گذارند (Sharif and Tavakkol, 2021).

یکی از ویژگی‌های برجسته‌ی طب سنتی کردستان، نقش محوری زنان در حفظ و انتقال این دانش است. زنان در جوامع کردی، به‌ویژه در زمینه‌های درمانی، تجربه‌ها و دانشی شگرف از گیاهان دارویی دارند و این دانش را در غالب‌های مختلفی مانند قصه‌ها، آداب و رسوم، و تجربیات شفاهی به نسل‌های آینده منتقل کرده‌اند. زنان نه تنها در درمان‌های خانوادگی و محلی از گیاهان دارویی استفاده می‌کنند، بلکه در برخی از جوامع، آن‌ها به عنوان درمانگران محلی شناخته شده و مسئولیت آموزش این علم به دیگران را نیز بر عهده دارند (Ahmadi and Nouri, 2016).



در حقیقت، این شیوه‌های درمانی که از درون فرهنگ کردی نشأت گرفته، به‌طور مؤثری در جامعه زندگی می‌کند و به‌عنوان یکی از روش‌های درمانی اصلی در مناطق روستایی و کوهستانی مناطق کردنشین شناخته می‌شود. این دانش، که به‌طور عمده از منابع طبیعی و گیاهان بومی به‌دست آمده، موجب حفظ و ارتقای سلامت جوامع شده است. در طی قرون متمادی، این سنت‌ها نه تنها به‌عنوان راهکارهای درمانی، بلکه به‌عنوان نمادهای فرهنگی نیز اهمیت یافته‌اند و از این رو می‌توان آن‌ها را به‌عنوان یکی از میراث‌های فرهنگی ارزشمند بشری تلقی کرد (Farahani and Salehi, 2017).

در این مسیر، ارتباط بین طب سنتی و فرهنگ بومی کردها همواره نقش حیاتی ایفا کرده است. در واقع، این ارتباط نزدیک نه تنها باعث ارتقای کیفیت درمان‌ها شده بلکه به‌طور غیرمستقیم به حفظ فرهنگ، آداب و رسوم سنتی و بومی این منطقه نیز کمک کرده است (Zeynali and Fakhari, 2020). از این رو، حفظ و ترویج این دانش‌های بومی و سنتی نه تنها برای بهبود وضعیت سلامت جوامع امروزی، بلکه برای حفظ هویت فرهنگی و تاریخی ملت‌های مختلف امری ضروری است (Mousavi and Javid, 2018). لذا با توجه به روش‌های موثر طب سنتی و بهره‌برداری از گیاهان دارویی به‌عنوان یک راهکار مکمل در کنار پزشکی مدرن در بهبود وضعیت سلامت جوامع امروزی، اهداف این پژوهش بررسی سنت‌های بومی در استفاده از منابع غنی گیاهان دارویی و انتقال این دانش به نسل‌های آینده بود.

۲. مواد و روش

این پژوهش به روش توصیفی-تحلیلی انجام شد.

اطلاعات مورد نیاز از طریق مطالعات کتابخانه‌ای با محوریت طب سنتی، مصاحبه‌های نیمه‌ساختاریافته با درمانگران سنتی و مردم محلی و مشاهده‌ی میدانی جمع‌آوری شد.

همچنین، برخی از گیاهان دارویی پرکاربرد، از نظر خواص درمانی و ترکیبات شیمیایی مورد بررسی قرار گرفتند (Ghorbani and Linstädter, 2017).

داده‌های به دست آمده با استفاده از تحلیل محتوا مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفتند (داده‌ها نشان داده نشده). در کنار این روش‌ها، به بررسی مقایسه‌ای با دیگر اقوام ایرانی و تأثیر روندهایی بر کاهش یا تغییر استفاده از طب سنتی کردی پرداخته شده است.

۳. نتایج

نتایج این تحقیق نشان می‌دهد که طب سنتی کردی به شدت وابسته به منابع گیاهی بوده و بیش از ۵۰ نوع گیاه دارویی در این طب کاربرد دارد (Maleki et al., 2025). برخی از مهم‌ترین گیاهان مورد استفاده (جدول ۱) عبارتند از:

جدول ۱- مهمترین و پرمصرف ترین گیاهان طب سنتی کردی

نام	خواص	منبع علمی
تشنه داری (<i>Scrophularia striata</i>)	تسکین دردهای روماتیسمی و درمان عفونت‌ها	(Zadeh et al., 2020)
گل گاوزبان (<i>Echium amoenum</i>)	آرام بخش و تقویت کننده سیستم ایمنی	(Rahimi et al., 2015)
بابونه (<i>Matricaria chamomilla</i>)	ضد التهاب و درمان کننده مشکلات گوارشی	(Miraj et al., 2016)
مرزنجوش (<i>Origanum vulgare</i>)	تقویت کننده دستگاه تنفسی	(Zheng et al., 2020)



کندر (<i>Boswellia serrata</i>)	بهبود حافظه و ضد التهاب (Rahimi et al., 2015)
زرشک (<i>Berberis vulgaris</i>)	تنظیم کننده ی قند خون و کبد (Ghorbani., 2005)
زعفران (<i>Crocus sativus</i>)	ضد سرطان، آرامبخش و ضد التهاب (Zadeh et al., 2020)
آویشن (<i>Thymus vulgaris</i>)	ضد التهاب و عفونت (Zadeh et al., 2020)

۴. بحث و نتیجه گیری

طب سنتی کردی، همچون سایر شیوه های طب سنتی جهان، ریشه در تجربیات هزاران ساله و دانش بومی جوامع دارد. کردها از دیرباز با استفاده از گیاهان بومی، عصاره ها و ترکیبات طبیعی به درمان بیماری ها پرداخته اند. این روش ها به طور عمده به وسیله شفادهندگان محلی و طبیبان بومی از نسلی به نسل دیگر منتقل شده اند (Farahani and Salehi, 2017). تاریخ نگاری های باستان شناسی و منابع کتبی از تمدن های باستانی کردستان نشان می دهد که این علم و دانش در درمان بیماری های مختلف، از جمله بیماری های عصبی، گوارشی و التهابی، به کار گرفته می شده است (Heinrich et al., 2006). این طب مبتنی بر استفاده از گیاهان دارویی، مواد طبیعی و روش های درمانی خاص برای درمان بیماری ها و حفظ سلامتی است. در این میان، گیاهان دارویی خاصی در طب سنتی کردی برای درمان بیماری های مختلف و بهبود عملکرد بدن مورد استفاده قرار می گیرند.

از سوی دیگر، بررسی ها نشان داده اند که برخی از گیاهان دارویی که در طب سنتی قومکردی بیشتر استفاده می شود دارای ترکیباتی با خواص دارویی اثبات شده هستند. بعنوان مثال، پژوهش های انجام شده نشان داده تشنه داری (*Scrophularia striata*) و کندر (*Boswellia serrata*) از گیاهان مهم در طب سنتی کردی می باشند (Maleki et al., 2025). تحقیقات علمی نشان داده اند این گیاه ها دارای ترکیبات ضد التهابی قوی بوده و در درمان بیماری های التهابی، دردهای مفصلی و بیماری های عصبی مؤثرند. این گیاه ها به ویژه برای درمان آرتрит روماتوئید و آرتروز به کار می روند (Rahimi et al., 2015).

تحقیقات دیگر تأیید کرده اند که بابونه (*Matricaria chamomilla*) یکی دیگر از گیاهان پرکاربرد در طب سنتی کردی است که خواص متعددی از جمله آرام بخش، ضد اضطراب و ضد التهابی دارد. تحقیقات علمی نشان داده اند که بابونه می تواند به طور مؤثری در کاهش اضطراب، بهبود کیفیت خواب و تسکین مشکلات گوارشی مانند نفخ و التهاب معده نقش داشته باشد. علاوه بر این، اثرات ضد التهابی این گیاه می تواند در درمان بیماری های گوارشی التهابی نیز مؤثر باشد. دارای ترکیباتی است که به بهبود عملکرد دستگاه گوارش و کاهش اضطراب کمک می کند (Miraj et al., 2016).

همچنین برخی از گیاهان دارویی دارای خواص ضد سرطان، عفونت و التهاب هستند از جمله زعفران (*Crocus sativus*) و آویشن (*Thymus vulgaris*) در طب سنتی قومی در مناطق کردنشین به طور گسترده ای برای درمان بیماری های مختلف از جمله سرطان های دستگاه گوارش و پوست استفاده می شوند. پژوهش ها نشان داده اند که ترکیبات موجود در این گیاهان می توانند اثرات ضد سرطانی از خود نشان دهند (Zadeh et al., 2020).

این طب بومی با وجود تأثیر گذاری بالای آن در درمان برخی بیماری ها، امروزه با چالش های متعددی روبه رو است. یکی با این حال، با گذشت زمان و به ویژه در دوران معاصر، این دانش با چالش های زیادی روبه رو شده است. یکی از مهم ترین چالش ها، از دست رفتن و



کاهش انتقال این دانش به نسل های جدید است. این مشکل به ویژه در مناطق مختلف از جمله در کردستان، بیشتر مشهود است. بنابراین، مستندسازی و بررسی علمی این دانش در قالب پژوهش های جدید و آموزش به نسل های جوان از اهمیت ویژه ای برخوردار است. همچنین با گسترش علم و تکنولوژی های پزشکی جدید، طب سنتی کردی مانند دیگر انواع طب سنتی در معرض چالش های مختلفی قرار گرفته است. یکی از مهم ترین این چالش ها، از دست رفتن این دانش به دلیل عدم مستندسازی و انتقال آن به نسل های جدید است. در پژوهش های اخیر بر لزوم مستندسازی علمی طب سنتی تأکید شده است، چرا که این کار نه تنها برای حفظ این دانش مفید است، بلکه می تواند به پیشرفت های علمی جدید در زمینه داروسازی و درمان بیماری ها نیز منجر شود (Miraj et al., 2016).

براین اساس چالش ها و تهدیدها طب قوم کردی به مانند سایر طب های سنتی شامل موارد زیر است:

یکی از مهم ترین چالش هایی که طب سنتی کردی با آن مواجه است، کاهش انتقال دانش بومی به نسل های جدید است. این دانش معمولاً از طریق شفادهندگان محلی، روستاها و آشنایان منتقل می شود و در این فرآیند، هر نسل برخی از جنبه های آن را فراموش کرده یا تغییرات جزئی در آن ایجاد می کرد. به دلیل تأثیرات فرآیندهای جهانی شدن، توسعه فن آوری های پزشکی جدید و تغییرات اجتماعی، این روند انتقال در حال کند شدن است (Heinrich et al., 2006).

با وجود اینکه بسیاری از گیاهان دارویی کردی و روش های درمانی آن به طور غیررسمی توسط مردم در طول تاریخ استفاده شده اند، مستندات علمی کمی در این زمینه وجود دارد. بدون مستندسازی دقیق این دانش، احتمال از دست دادن یا تغییر نادرست آن در آینده افزایش می یابد. در پژوهش های اخیر بر لزوم مستندسازی علمی طب سنتی تأکید شده است، چرا که این کار نه تنها برای حفظ این دانش مفید است، بلکه می تواند به پیشرفت های علمی جدید در زمینه داروسازی و درمان بیماری ها نیز منجر شود (Miraj et al., 2016).

یکی دیگر از چالش ها، بی اعتمادی برخی از جوامع به طب سنتی است. با گسترش علم پزشکی مدرن، بسیاری از افراد به طب سنتی و گیاهان دارویی به چشم یک روش درمانی کم اثر یا غیربهداشتی نگاه می کنند. این بی اعتمادی می تواند منجر به کاهش استفاده از درمان های سنتی و در نهایت فراموشی آن ها شود (Rahimi et al., 2015).

بنابراین، برای حفظ و انتقال طب سنتی کردی به نسل های آینده، مستندسازی علمی و پژوهش های گسترده در این زمینه ضروری است. تحقیقات باید بر روی گیاهان دارویی و روش های درمانی خاص این منطقه متمرکز شوند تا بتوان از خواص درمانی این گیاهان در درمان بیماری های مختلف استفاده کرد. به ویژه، بررسی های بالینی و آزمایشگاهی می توانند به اعتبار علمی این روش ها کمک کنند. پژوهش ها باید در زمینه های مختلفی مانند فیتوشیمی، داروسازی گیاهی، و تأثیرات درمانی این گیاهان بر بیماری های مختلف صورت گیرند. استفاده از تکنولوژی های نوین مانند زیست شناسی مولکولی و شیمی دارویی می تواند به شناخت دقیق تری از ترکیبات شیمیایی موجود در گیاهان دارویی کردی منجر شود.

گیاهان دارویی کردی که به طور سنتی برای درمان بیماری ها استفاده می شده اند، خواص درمانی اثبات شده ای دارند که می تواند به طور مؤثری در پزشکی مدرن نیز به کار رود. طب سنتی کردی، با وجود تمام چالش ها و تهدیدات، همچنان می تواند نقشی حیاتی در بهبود سلامت جوامع ایفا کند. مستندسازی علمی و پژوهش های جدید در زمینه این طب می تواند به حفظ و تقویت این دانش در آینده کمک کند. در مجموع، یافته های این پژوهش نشان می دهد که طب سنتی کردی، با وجود چالش های متعدد، همچنان ظرفیت بالایی در درمان بیماری ها دارد. مستندسازی دانش بومی، پژوهش های علمی بیشتر، ترویج کشت پایدار گیاهان دارویی و افزایش آگاهی عمومی، از راهکارهای کلیدی برای حفظ و گسترش این سنت ارزشمند هستند. تحقیقات آینده می توانند بر روی استخراج ترکیبات دارویی از گیاهان بومی و بررسی اثرات آن ها در چارچوب پزشکی مدرن تمرکز کنند.



منابع

- Ahmadi, A., and Nouri, Z. (2016). The role of women in the transmission of traditional medicinal knowledge in Kurdish culture. *Women's Health and Traditional Medicine*, 5(2): 122–130.
- Farahani, M., and Salehi, B. (2017). The traditional use of medicinal plants in the Kurdistan region of Iran: A cultural and ecological approach. *Journal of Herbal Pharmacotherapy*, 7(3): 215–223.
- Ghanbari, A., and Jafari, H. (2022). A review of traditional Kurdish medicinal plants used for treating common ailments. *Phytotherapy Research*, 36(8): 2589–2598.
- Ghorbani, A. (2005). Studies on pharmaceutical ethnobotany in the region of Turkmen Sahra, North of Iran. *Journal of Ethnopharmacology*, 102(1): 58–68.
- Ghorbani, A., and Linstädter, A. (2017). Herbal medicine in Iran: Integrating traditional herbal knowledge and modern scientific approaches. *Journal of Ethnopharmacology*, 196: 37–59.
- Heinrich, M., Edwards, S., Moerman, D. E., and Leonti, M. (2006). Ethnopharmacology in the 21st century: From ethnopharmacology to ethnobiology and the transformation of traditional knowledge. *Journal of Ethnopharmacology*, 100(1–2): 5–17.
- Khan, M. S., and Malik, M. I. (2024). Traditional medicine and herbal therapy in Kurdish communities: Cultural implications and health impact. *Journal of Ethnopharmacology*, 283: 114–127.
- Maleki, T., and Leonti, M. (2025). Kurdish ethnomedicine in the context of historic migration. *Journal of Ethnopharmacology*. Jan 13;339:119132.
- Miraj, S., Alesaeidi, S., and Kiani, S. (2016). A systematic review of the pharmacology and medical applications of *Matricaria recutita* (chamomile). *Der Pharmacia Lettre*, 8(6): 72–80.
- Mousavi, S. M., and Javid, S. (2018). Medicinal plant use and ethnopharmacology in the Kurdistan region of Iran. *Phytomedicine*, 45: 77–84.
- Rahimi, R., Ardekani, M. R. S., and Farjadmand, F. (2015). A review on medicinal plants used for the treatment of learning and memory impairments. *Asian Pacific Journal of Tropical Biomedicine*, 5(10): 780–789.
- Rahimi, R., Gohari, A. R., and Valiollah, A. (2015). *Boswellia serrata*: A review of its phytochemistry, pharmacology, and medicinal properties. *Phytotherapy Research*, 29(3): 283–292.
- Sharif, A., and Tavakkol, M. (2021). Ethnobotanical survey of medicinal plants in Kurdistan region, Iran: A systematic review. *Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine*, 17(1): 32–46.
- Zadeh, M., Fakhari, A., and Moshiri, F. (2020). Anticancer properties of saffron (*Crocus sativus*) and thyme (*Thymus vulgaris*): A review of recent studies. *Journal of Cancer Research*, 5(4): 123–134.
- Zadeh, M., Fakhari, A., and Moshiri, F. (2020). Medicinal properties and therapeutic potential of *Scrophularia striata*: A review of recent studies. *Journal of Herbal Medicine*, 8(2): 145–158.
- Zeynali, B., and Fakhari, A. (2020). Herbal medicine and healing practices in Kurdish society: A synthesis of ethnopharmacological studies. *Medicinal Plant Research Journal*, 15(4): 315–329.

مروری بر ضرورت توسعه کشت گیاهان دارویی در استان اردبیل

مهناز محمدزاده نصیرآبادی^{۱*}، مهدی پناهیان^۲

^{۱*} گروه مهندسی آب و مدیریت کشاورزی، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل. (nasirabadi55@uma.ac.ir)

^۲ گروه علوم کشاورزی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه پیام نور، تهران

چکیده

جایگاه گیاهان دارویی در توسعه اقتصادی، به حدی است که کشت و احیای آنها جهت افزایش صادرات غیرنفتی به عنوان یکی از شاخه‌های اصلی توسعه اقتصاد ملی در ایران مدنظر است. مراتع سبلان یکی از شاخص‌ترین مراتع ایران محسوب می‌شوند و این منطقه با وجود غالب بودن اقلیم نیمه‌خشک سرد تا نیمه مرطوب و شرایط اکولوژیکی متنوع؛ از تنوع و غنای بسیار بالایی از فلور گیاهان دارویی برخوردار است. لذا این پژوهش با هدف بررسی ضرورت و اهمیت توسعه کشت گیاهان دارویی در استان اردبیل به روش اسنادی و مرور ادبیات انجام گرفته است. زمینه‌های گسترش کشت گیاهان دارویی در حیطه‌های مختلف قابل بحث است که عبارت‌اند از: تغییر الگوی کشت گیاهان دارویی، سازگاری و عملکرد گیاهان دارویی، اشتغال‌زایی و کاهش مهاجرت، حفظ تنوع ژنتیکی گونه‌های گیاهی، تجارت گیاهان دارویی، جلوگیری از فرسایش و حفظ حاصلخیزی خاک، کاربرد گیاهان دارویی در طب سنتی، گیاهان دارویی در مدیریت ارگانیک علف‌های هرز، تجاری‌سازی گیاهان دارویی و کاربرد گیاهان دارویی در صنایع غذایی. با این حال این صنعت نوپا در استان اردبیل با چالش‌هایی روبرو است که در حال حاضر بزرگ‌ترین چالشی که در پیش روی تولیدکنندگان گیاهان دارویی استان وجود دارد، نبود صنایع تبدیلی و تکمیلی مناسب برای فرآوری گیاهان دارویی است.

واژگان کلیدی: اردبیل، توسعه، کشت، گیاهان دارویی



۱. مقدمه

امروزه اهمیت گیاهان دارویی و شناساندن نقش حیاتی آن‌ها در پیشبرد اهداف ملی، منطقه‌ای و جهانی برای تحقق سلامت، حفظ محیط‌زیست، خودکفایی دارویی، ایجاد اشتغال، کارآفرینی و توسعه اقتصادی بر کسی پوشیده نیست. گیاهان دارویی به‌عنوان ذخایر ژنتیکی می‌توانند بزرگ‌ترین ثروت ملی برای هر کشوری، به‌عنوان یکی از تولیدات مهم در بخش کشاورزی محسوب شوند (آل ابراهیم، دهکردی و آزاده قهفرخی، ۱۴۰۰). اغلب گیاهان بومی و انحصاری منابع طبیعی ایران، دارای خواص دارویی، صنعتی، عطری، ادویه‌ای، آرایشی، بهداشتی می‌باشند که می‌توانند به‌عنوان یک ظرفیت بالقوه در راستای ساماندهی بهره‌برداری و کاهش دام موجود در عرصه‌های منابع طبیعی کشور، جایگزین مناسبی برای فعالیت‌های دامداری در مراتع باشند و با ایجاد پوشش گیاهی، بهره‌وری چندین برابر دام، ارزش خواهد داشت و یکی از منابع مهم صادرات غیرنفتی و تأمین ارز و به‌خصوص در علوم دانش‌بنیان و ایجاد زیرساخت‌های علم و فناوری کشور نقش آفرینی نمایند (سازمان منابع طبیعی و آبخیزداری کشور، ۱۴۰۰). توجیه اقتصادی بالا، اشتغال‌زایی در روستاها و مهاجرت معکوس از مزایای کشت گیاهان دارویی است (مقصود لو، ۱۴۰۳). به گزارش سازمان خواربار جهانی (FAO)، ارزش تجارت جهانی گیاهان دارویی که در حال حاضر حدود ۱۲۳ میلیارد دلار در سال است^۱، و در سال ۲۰۵۰ میلادی به رقم پنج تریلیون دلار خواهد رسید. در این میان ایران با داشتن شرایط اقلیمی و تنوع گیاهی به مراتب بهتر از حتی کشورهای اروپایی، در حال حاضر با احتساب صادرات زعفران و گیاهان دارویی، مجموعاً سهمی کمتر از ۳۰۰ میلیون دلار را از تبادلات جهانی گیاهان دارویی به خود اختصاص داده است (درزی، ۱۴۰۱). درواقع یک درصد از مجموع سهم تجارت جهانی در حوزه گیاهان دارویی مربوط به ایران است (ژیان، ۱۴۰۱). بااین حال ارزش دارویی، تقاضای بازار و سطح فراوری از مهم‌ترین شاخص‌های سنجش اقتصادی یک گیاه دارویی محسوب می‌شود (درزی، ۱۴۰۱). ایران با داشتن یازده اقلیم از ۱۳ اقلیم جهان، یکی از بهترین خاستگاه‌ها برای رشد و تکثیر گیاهان دارویی به شمار می‌رود (ژیان، ۱۴۰۱). تعداد گونه‌های گیاهی ایران در حدود ۸۰۰۰ گونه است که بیش از ۲۳۰۰ گونه از این گونه‌ها دارای خواص دارویی، عطری، ادویه‌ای و آرایشی بهداشتی هستند و از این تعداد نیز حدود ۴۶۰ گونه در عرصه طبیعی (جنگلی و مرتعی) استان اردبیل پراکنش دارند (سفید کن، ۱۳۹۹).

۲. مواد و روش

این پژوهش بصورت مطالعه اسنادی و با تکیه بر منابع کتابخانه‌ای و پایگاه‌های اطلاعاتی مجلات و وب سایت‌های نمایه شده انجام گرفته است؛ بطوریکه در بازه زمانی بیش از یک ماه ابعاد، زمینه‌ها، پتانسیل‌های توسعه صنعت گیاهان دارویی در استان اردبیل مورد واکاوی و بررسی قرار گرفته و نتایج پژوهش‌ها در قالب زیر ارائه می‌گردد.

۳. نتایج

۱-۳. اهمیت توسعه صنعت گیاهان دارویی در استان اردبیل



در شرایط فعلی کشور، تغییر الگوی کشت محصولات زراعی آب بر به سمت گیاهان دارویی، برای حفظ منابع پایه و ارزش افزوده بالا از اهمیت بالایی برخوردار است. از آنجاکه گیاهان دارویی از پتانسیل تحمل به خشکی بالایی برخوردارند، گزینه مناسبی برای کاشت در شرایط کم آبی محسوب می شوند و کاشت این گیاهان در عرصه های کم بازده و حاشیه ای، ضمن تأمین نیازهای اقتصادی روستاییان و صنایع مختلف غذایی و دارویی، حفاظت از منابع، بهبود کارایی مصرف آب و جلوگیری از خطر نابودی این گونه ها نقش مؤثری در بهبود معیشت مردم این مناطق ایفاء خواهد نمود (شهبازی، ۱۴۰۲). استان اردبیل در ناحیه شرقی فلات آذربایجان مستقر شده و تقریباً یک درصد از خاک ایران را به خود اختصاص داده است. این استان دارای اقلیم های متنوع سرد و خشک، گرم و خشک، معتدل و نیمه مرطوب است. ۷۱۳ هزار هکتار از زمین های استان به عنوان اراضی کشاورزی به ثبت رسیده که از این مقدار ۵۱۵۰۰۰ هکتار اراضی دیم، ۲۲۵۰۰۰ هکتار اراضی غیر دیم و ۴۰۰۰۰ هکتار نیز مخصوص کشت محصولات باغی است (سازمان جهاد کشاورزی استان اردبیل، ۱۴۰۲). با این حال در برخی از مناطق استان اردبیل به لحاظ عدم رعایت صحیح شیوه های دیم کاری و یا نامناسب بودن زمین، این گونه اراضی از سیستم کشت و کار خارج شده و به صورت اراضی مخروبه و یا فرسایش یافته با توان تولید کم درآمده اند. بنابراین، به نظر می رسد که یکی از راه های مناسب برای استفاده بهینه از اراضی دیم کم بازده و رها شده، اجرای عملیات بیولوژیک باشد که پروژه تبدیل دیم زار به عرصه های طبیعی نیز جزو آن است. انتخاب و کشت گیاهان دارویی چند ساله بومی و سازگار با شرایط دیم هر منطقه که نیاز آبی کمتری دارند می تواند بهترین جایگزین در دیم زارهای کم بازده باشد (کربلایی خیای، ۱۴۰۰). مراتع سبلان یکی از شاخص ترین مراتع ایران محسوب می شوند. این منطقه با وجود غالب بودن اقلیم نیمه خشک سرد تا نیمه مرطوب و شرایط اکولوژیکی متنوع از تنوع و غنای بسیار بالایی از فلور گیاهان دارویی برخوردار است. همچنین، تاکنون ۴۳۰ گونه گیاهان دارویی در استان اردبیل شناسایی شده است. شرایط اقلیمی و آب و هوایی استان اردبیل به ویژه اراضی مستعد خلخال، گیوی، مشکین شهر و نمین مناسب برای کشت و پرورش انواع گیاهان دارویی است. گونه های کشت شده شامل ۹۰ جنس و ۳۵ تیره شامل خانواده نعنائیان، کاسنیان و چتریان و بیشتر علفی، یک ساله، چند ساله و دائمی بوده سطح زیر کشت گیاهان دارویی استان در سال های اخیر در حدود ۸۵۰ هکتار بوده است که از این سطح، ۲۲۰ هکتار آن گل محمدی و زعفران و بقیه آن را گیاهانی از قبیل همیشه بهار، کدوی طبی، نعنا، فلفلی، آویشن، گل راعی، گل گاوزبان، زوفا، سرخارگل، ماریتیغال، مریم گلی، اسطوخودوس تشکیل می دهد (شهبازی، ۱۴۰۲ و سبزی نوجه ده و همکاران، ۱۴۰۰). در حال حاضر با افزایش حدود ۸۰۰ هکتاری سطح زیر کشت گیاهان دارویی در استان اردبیل، تولید این محصولات ارزشمند به طور قابل توجهی افزایش یافته است و طرح جهش تولید دیمزار نیز با اختصاص ۴ هزار هکتار به کشت گیاهان دارویی، به این روند شتاب بخشیده است (یوسفی، ۱۴۰۳).

۳-۲. زمینه های گسترش کشت گیاهان دارویی

۳-۲-۱. تغییر الگوی کشت گیاهان دارویی

کاشت گیاهان دارویی به دلیل نیاز آبی کم در شرایط خشک سالی و قابلیت تولید در زمین ها کم بازده می تواند در افزایش بهره وری از منابع آب و خاک مؤثر واقع گردد. بر این اساس در شرایط فعلی کشور، تغییر الگوی کشت محصولات زراعی آب بر به سمت گیاهان دارویی و در نتیجه حفظ منابع پایه محیطی و ارزش افزوده بالاتر، از اهمیت بالایی برخوردار است (کدوری و



همکاران، ۱۴۰۳). درواقع به علت گستردگی پهنه مرزی کشورمان و تنوع اقلیمی مناطق گوناگون، رسیدن به الگوی کشت مناسب که از آن بتوان حداکثر بهره‌برداری را از عوامل و نهاده‌های تولید به‌ویژه عامل محدودکننده‌ی آب به دست آورد ضرورتی انکارناپذیر است. گزینش محصولاتی که از نظر اقلیمی با شرایط منطقه سازگاری کامل داشته و از نظر اقتصادی نیز دارای مزیت بوده و نسبت به محدودیت‌ها و امکانات موجود نیز قابلیت مدیریت آسان‌تری داشته باشد می‌تواند به کشاورزان در جایگزین کردن گیاهان مقاوم به خشکی با نیاز آبی کمک کند. همچنین برای مصرف کمتر آب، اولویت‌دهی به گیاهان دارویی به‌منظور استفاده بهینه می‌تواند مفید باشد و در موفقیت اجرای برنامه الگوی کشت نقش مؤثری داشته و فعالیت‌های بخش کشاورزی را در جهت به حداکثر رساندن بهره‌وری و بازدهی تولید هدایت کند. برای دستیابی به عملکرد بهینه در مناطق خشک و نیمه‌خشک، تغییر الگوی کشت و جایگزین کردن گیاهان مقاوم به خشکی با نیاز آبی کم می‌تواند نقش بسزایی بر کاهش مصرف آب داشته باشد و گامی مؤثر در جهت رسیدن به توسعه کشاورزی پایدار باشد (آل ابراهیم دهکردی و آزاده قهفرخی، ۱۴۰۰). با توجه به خشکسالی و تغییر اقلیم استان اردبیل و همچنین شرایط خاک و آب‌وهوایی استان در کوهپایه و کوهستان می‌توان گونه‌های چندساله متحمل و مقاوم به خشکی نظیر زعفران، گل محمدی را جایگزین برخی کشت‌های معمول آب برنمود که علاوه بر نیاز آبی کم ارزش افزوده بالایی برای کشاورزان دارد (کربلایی خیوی، ۱۴۰۰). شایان‌ذکر است بر اساس نقشه پهنه‌های مستعد برای کشت گل محمدی، مشکین‌شهر جزو مناطق بسیار مناسب در استان اردبیل است (سبحانی و وطن‌پرست قلعه جوق، ۱۴۰۲).

۲-۳. سازگاری و عملکرد گیاهان دارویی

بسیاری از گونه‌های گیاهان دارویی به دلیل برگ‌های کوچک و سوزنی و ضخیم، شاخص سطح برگ محدود، ریشه‌های عمیق و گسترده، رنگ روشن، از جمله خصوصیات گیاهان مقاوم به خشکی می‌باشند. یکی از ویژگی‌های اغلب گیاهان دارویی، دارا بودن بالاترین مواد مؤثر در هنگام اوایل گلدهی است. معمولاً این زمان مصادف با شروع گرما و خشکی است. همچنین این گیاهان قادرند از منابع موجود، به‌رغم محدود بودن آن‌ها در محیط، به‌ویژه آب به نحو مؤثری استفاده نموده و رشد نمایند (محمدی گلرنگ، ۱۴۰۳). این گیاهان با سیستم‌های ریشه ویژه قادرند رطوبت موجود در خاک را جذب نموده و آب را در اندام‌های خود ذخیره نمایند و به هنگام حاکم شدن خشکی شدید فیزیکی در رویشگاه، با اندام‌های ویژه خود مانند کرک و کوتیکول ضخیم در سطح برگ‌ها و ساقه‌ها، وجود تیغ در سطح ساقه‌ها و برگ‌های گوشتی استفاده نمایند و از اتلاف بیش‌ازحد آب جلوگیری کنند، این ویژگی‌ها گیاه را قادر می‌سازد تا در اقلیم خشک بدون نیاز به آبیاری بقا یافته و شادابی و سرسبزی خود را حفظ کند. این گیاهان بیشتر به‌صورت دیم و یا با آبیاری محدود، تولید می‌شوند که این پدیده مزیت‌های اقتصادی مناسبی را در پی دارد (Mengel and Kirby, 2001).

۳-۲-۳. اشتغال‌زایی و کاهش مهاجرت

پتانسیل گیاهان دارویی و معطر به‌عنوان یک کاتالیزور برای توسعه روستایی، افزایش درآمد نقدی خانوار و بهبود معیشت در میان جوامع فقیر و به‌ویژه در میان زنان، جوانان فقیر و به حاشیه رانده‌شده و کشاورزان بی‌زمین به‌طور فزاینده‌ای به رسمیت شناخته شده است، زیرا به‌طور معمول کشت این محصولات، بازده اقتصادی دو تا سه برابر بیشتر از بازده محصولات غذایی اساسی



را به دنبال داشته است. بدیهی است که با تلاش‌های مؤثر در زمینه توسعه گیاهان دارویی علاوه بر کمک به توسعه صنعتی شدن گیاهان دارویی و ارتقا آن، کاهش مهاجرت از دستاوردهای دیگر آن می‌باشد. از منظر اجتماعی توسعه زراعت گیاهان دارویی با افزایش اشتغال و کاهش مهاجرت روستاییان به شهر به دلیل فراهم کردن بازار و سرمایه‌گذاری لازم در زمینه کشت گیاهان دارویی همراه می‌باشد. کشت این محصولات با حداقل هزینه ممکن حاشیه امنی را در زمان رکود بازار محصولات غذایی اساسی و سایر دوره‌های بحران اقتصادی خانوار فراهم می‌کند و می‌تواند به اقتصاد محلی کمک کند (کرانی، ۱۴۰۱). لذا در نواحی روستایی استان اردبیل و با توجه به ویژگی‌های خاص آن توسعه کشت گیاهان دارویی می‌تواند به عنوان یک مزیت در راستای اشتغال روستایی مورد توجه قرار گیرد.

۴-۲-۳. حفظ تنوع ژنتیکی گونه‌های گیاهی

استقرار گیاهان دارویی چندساله و استفاده از گیاهان دارویی اندمیک و بومی برای دیم‌کاری در شرایط اقلیمی دیم‌زارهای استان اردبیل از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است؛ زیرا گیاهان دارویی و ژنوتیپ‌های مختلف آن‌ها، بخشی از منابع ژنتیکی و غنای تنوع زیستی اکوسیستم‌های مراتع و جنگل می‌باشند که می‌توانند برای تولید به عنوان منبع اصلی تأمین بذر اولیه جهت تکثیر و تولید در دیم‌زارهای کم بازده مورد استفاده قرار گیرند (کربلایی خیای، ۱۴۰۰).

۵-۲-۳. تجارت گیاهان دارویی

حجم تجارت جهانی گیاهان دارویی از ۶۰ میلیارد دلار در سال ۱۹۹۶ به بیش از ۱۵۰ میلیارد دلار در سال ۲۰۱۹ افزایش یافته است و بر اساس پیش‌بینی بانک جهانی، گردش مالی و تجارت جهانی متمرکز و مبتنی بر گیاهان دارویی و داروهای گیاهی تا سال ۲۰۲۵ به ۴۵۰ میلیارد دلار و تا سال ۲۰۵۰ به حدود ۵۰۰۰ میلیارد دلار خواهد رسید. افزایش سهم ایران از تجارت جهانی جز با تکیه بر ظرفیت گیاهان دارویی بومی، توسعه کشت و فراآوری آن‌ها ممکن نیست (سفید کن، ۱۳۹۹).

۴-۲-۳. جلوگیری از فرسایش و حفظ حاصلخیزی خاک

هدف اصلی در دیم‌کاری، استفاده صحیح از نزولات آسمانی و برنامه‌ریزی تولید گیاهان دارویی دیم سازگار و باارزش است که معمولاً این نوع کشت در اراضی شیب‌دار صورت می‌گیرد. در دیم‌زارهای کم بازده که کاشت گندم و جو به دلیل محدودیت منابع آب و خاک توجیه اقتصادی ندارند و نیز برای جلوگیری از فرسایش زمین‌های کشاورزی که اکنون به دلیل کمبود آب، کشت نمی‌شوند، کشت گیاهان دارویی توصیه می‌شود. گیاهان دارویی چندساله یا دائمی با ایجاد پوشش گیاهی و گسترش سیستم ریشه دوانی خود، از فرسایش خاک جلوگیری می‌کند و ضمن افزایش ماده آلی، طی چندین سال، در اقلیم‌های مناسب تولید مناسب خواهند داشت. از طرفی دیگر استفاده از گیاهان دارویی چندساله، لزوم رهاسازی زمین برای یک سال به عنوان آیش و فقدان بهره‌وری اقتصادی زمین‌های دیم را منتفی می‌کند. در این راستا با استفاده دائمی از اراضی دیم و بهره‌گیری از گیاهان سازگار و مفید، ضمن حفظ رطوبت خاک و جلوگیری از تبخیر سطحی با ایجاد پوشش گیاهی، هر ساله ماده آلی خاک و ظرفیت جذب آب نیز افزایش می‌یابد. بر این اساس، انتخاب مناسب‌ترین گونه گیاه دارویی برای دیم‌کاری در شرایط اقلیمی دیم‌زارهای استان، از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است (کربلایی خیای، ۱۴۰۰).



۷-۲-۳. کاربرد گیاهان دارویی در طب سنتی

برای قرن‌های متمادی، گیاهان دارویی به عنوان بخشی از فرهنگ و سنت جوامع انسانی برای درمان بیماری‌ها به کار گرفته شده‌اند. هم‌اکنون، ۸۰ درصد از جمعیت جهان از حدود ۵۰ تا ۸۰ هزار گونه گیاهی گل‌دار به عنوان دارو استفاده می‌کنند (Chen et al. 2016). در واقع استفاده از گیاهان دارویی به منظور درمان با تاریخ زندگی انسان هم‌زمان بوده است. در سال‌های اخیر، به علت اثرات سوء داروهای شیمیایی، استفاده از داروهای گیاهی رونق مجدد یافته و تقاضای جهانی برای این مواد گیاهی افزایش چشمگیری پیدا کرده است. فراورده‌های گیاهی برای حفظ سلامت و تغذیه انسان، درمان بیماری‌ها به شکل داروها، آنتی‌اکسیدان‌ها، چاشنی‌ها، خوش‌بوکننده‌ها، رنگ‌ها و حشره‌کش‌ها استفاده می‌شوند. راه‌های متعددی وجود دارد که بتوان از خواص گیاهان دارویی بهره جست (البرزی، ۱۴۰۲). حداقل ۲۵ درصد از داروهایی که در دارو نامه‌های معتبر جهان ذکر شده‌اند، منشأ گیاهی دارند و در حال حاضر ۱۲۱ نوع ماده مؤثره گیاهی در صنعت داروسازی جهان مورداستفاده قرار می‌گیرد. انواع گیاهان دارویی عطاری شامل اشکال مختلفی از این گیاهان همچون پوست، میوه، چوب، ریشه، انواع گل گیاهان دارویی، برگ گیاهان دارویی، انواع گیاهان دارویی خشک شده در قالب ادویه، عرقیات، دمنوش، اسانس رنگ و طعم و غیره است. به عنوان مثال، ریشه، ساقه، برگ، گل و انواع توت‌ها ممکن است به شکل طبیعی استفاده شوند یا به صورت کپسول، پودر، عصاره، کرم یا محصولات روغنی فرآوری شوند (پارسا مطلق و همکاران، ۱۳۹۸).

۸-۲-۳. گیاهان دارویی در مدیریت ارگانیک علف‌های هرز

امروزه یکی از روش‌های پیشنهادی به منظور کاهش مصرف سموم شیمیایی استفاده از خاصیت آلوپاتی موجود در برخی گونه‌های گیاهی هستند در این راستا مطالعات آلوپاتی گیاهان دارویی می‌تواند باعث کشف علف‌کش‌های طبیعی جدید و بازدارنده‌های رشد شود علف‌های هرز تهدیدی جدی برای کشاورزی محسوب می‌شوند زیرا برای دستیابی به آب‌نور و مواد غذایی با گیاهان زراعی رقابت کرده و باعث کاهش کمی و کیفی محصولات زراعی می‌شوند بطوریکه خسارت ناشی از علف‌های هرز، گاهی به ۷۰ الی ۸۰ درصد می‌رسد آلوپاتی به اثرات مثبت منفی مستقیم یا غیرمستقیم یک گیاه روی گیاه دیگر از طریق رهاسازی ترکیبات شیمیایی به محیط اطراف آن‌ها گفته می‌شود آلودگی‌های زیست محیطی توسط علف‌کش‌ها متخصصین را بر آن داشت تا با به کارگیری روش‌های غیر شیمیایی همانند آلوپاتی به مدیریت علف‌های هرز بپردازند مثلاً مریم‌گلی و گل‌راعی اثر آلوپاتی بر علف‌هرز تاج‌خروس دارند مشخص شده است که عصاره آبی الکلی گل‌راعی و اسانس اکالیپتوس و زیره سیاه و مریم‌گلی دارای پتانسیل آلوپاتیک هستند همچنین اسانس رزماری تاثیر معنی‌داری بر تاج‌خروس و جوانه‌زنی علف‌های هرز تلخه و خرفه داشته است. نتایج پژوهش نشان داده اثر منفی عصاره برگ اکالیپتوس بر طول گیاهچه درصد جوانه‌زنی سرعت جوانه‌زنی بینه بذر نسبت ریشه به ساقه و زمان زنده‌مانی سلمه تره معنی‌دار گردیده است (اسفندیاری و فهادان، ۱۳۹۲).

۹-۲-۳. تجاری‌سازی گیاهان دارویی

تجاری‌سازی، فرایند تبدیل فن‌آوری‌های جدید به محصولات موفق تجاری است. گیاهان دارویی ظرفیت صادراتی زیادی دارند، اما به دلیل آماده نبودن بسترهای مناسب و عدم استفاده از روش‌های موفق تجاری، سهمی کمتر از دو درصد، از تجارت



جهانی گیاهان دارویی به ایران اختصاص دارد. ایران بزرگ‌ترین صادرکننده و تولیدکننده زعفران جهان است اما به علت صادرات فله‌ای این محصول سود زیادی نصیب ایران نمی‌شود ولی در عوض کشوری چون اسپانیا که واردکننده عمده زعفران ایران است از طریق تجاری‌سازی و بسته‌بندی و بندسازی، زعفران فله‌ای ایران را با قیمتی حدود دو برابر به بازارهای جهانی عرضه می‌کند، همچنین باینکه ایران بیشترین سطح زیر کشت گل محمدی در جهان را دارا است اما سهم ناچیزی از بازار جهانی اسانس و سایر فرآورده‌های گل محمدی نصیب ایران می‌شود، این در حالی می‌باشد که کشوری مثل بلغارستان با داشتن سطح زیر کشتی حدود یک‌ششم سطح زیر کشت گل محمدی در ایران، به دلیل استفاده از روش‌های موفق تجاری، تقریباً ۶۵ درصد اسانس گل محمدی دنیا را تأمین می‌کند (یاور و جهان آرائیان، ۱۴۰۰). درمجموع با شناسایی پایه‌های ژنتیکی، پراکنش جغرافیایی و پتانسیل‌ها در ارتباط با گونه‌های دارویی و ایجاد چهارچوب نظام‌مند برای کاشت، داشت و برداشت آن‌ها در جهت حفظ منابع طبیعی، درمان بیماری‌ها و تهیه مواد اولیه جهت صنایع مرتبط، زمینه مناسب برای اشتغال و تأمین منبع مناسب جهت صادرات میسر می‌گردد (قربانی و همکاران، ۱۳۹۵).

۱۰-۲-۳. کاربرد گیاهان دارویی در صنایع غذایی

گیاهان دارویی از زمان‌های گذشته نقش مهمی در توسعه فرهنگ بشری داشته و در صنایع گوناگون به کاررفته‌اند. از مهم‌ترین کاربردهای گیاهان دارویی، استفاده از آن‌ها در صنایع غذایی مواد افزودنی و نیز مواد نگهدارنده در بسته‌بندی‌های مواد غذایی است. افزایش روزافزون تقاضای مصرف‌کنندگان برای محصولات سالم و بدون افزودنی‌های مصنوعی و مضر، منجر به پژوهش‌های زیادی به منظور جستجوی جایگزین‌های طبیعی شده است. وجود ترکیبات زیست فعال با خواص ضد میکروبی و آنتی‌اکسیدانی در گیاهان دارویی، آن‌ها را به جایگزین‌های مناسبی تبدیل کرده که علاوه بر کاربرد به عنوان مواد افزودنی و مکمل‌های غذایی، در بسته‌بندی‌های مواد غذایی نیز برای جلوگیری از اکسیداسیون و فاسدشدن غذا، حفظ کیفیت و افزایش مدت‌زمان ماندگاری غذاها به کار می‌روند (البرزی، ۱۴۰۲).

۳-۳. چالش‌ها و فرصت‌های توسعه صنعت گیاهان دارویی در استان اردبیل

سه محور اصلی تأمین گیاهان دارویی، فرآوری گیاهان دارویی و بازاریابی گیاهان دارویی زنجیره ارزش گیاهان دارویی را شکل می‌دهند (نقوی و اثنی عسری، ۱۴۰۲ و عصاره و همکاران، ۱۴۰۲) و در حال حاضر بزرگ‌ترین چالشی که در پیش روی تولیدکنندگان گیاهان دارویی استان وجود دارد، نبود صنایع تبدیلی و تکمیلی مناسب برای فرآوری گیاهان دارویی است. درواقع، در تولید این محصولات در استان اردبیل به‌طور موفق عمل شده است اما در مرحله بعد، یعنی فرآوری و بسته‌بندی، مشکلات جدی وجود دارد (یوسفی، ۱۴۰۳). درواقع بسیاری از گیاهان دارویی به‌صورت خام صادر می‌شود و فناوری فرآوری آن‌ها در داخل کشور محدود است (ژیان، ۱۴۰۱). باوجود ۲۰ واحد فرآوری در استان، بخش قابل توجهی از محصولات گیاهی همچون نسترن، همیشه‌بهار و گل‌گندم به‌صورت خام به کشورهای همسایه مانند ترکیه و عراق صادر می‌شود. این در حالی است که تنها دو واحد فرآوری به‌صورت صنعتی فعالیت می‌کنند و مابقی به روش سنتی و نیمه‌صنعتی مشغول فرآوری محصولاتی مانند گل محمدی هستند. باوجود ظرفیت‌های موجود، صادرات محصولات گیاهی بیشتر به‌صورت خام انجام می‌شود. یکی از دلایل اصلی این مسئله، سنتی بودن روش‌های فرآوری در بسیاری از واحدهای موجود است. همچنین، نبود واحدهای فرآوری



صنعتی با ظرفیت بالا مانع از فرآوری بیشتر محصولات می شود (یوسفی، ۱۴۰۳). از جمله چالش های دیگری که در برابر این صنعت مهم وجود دارد می توان به بهره برداری بیش از حد از گیاهان دارویی طبیعی، به خطر انداختن تنوع زیستی گونه های نادر، دشواری پرورش برخی از گونه های گیاهان دارویی، جنگل زدایی، مشخص نبودن دوز مناسب برخی از داروهای گیاهی، فقدان استاندارد مناسب، دانش کم روستاییان و عدم آموزش مناسب، عدم برنامه ها و استراتژی های حفاظتی از جمله عدم پوشش مناسب نظام حمایتی بیمه (مولا دوست و شاهمرادی، ۱۳۹۹) اشاره نمود. با این حال فرصت هایی نیز پیش روی این صنعت وجود دارد که می توان به مواردی چون ایجاد درآمد در داخل و خارج از کشور در راستای صادرات و ارزآوری (ملک آرا، ۱۳۹۹ و راسخ جهرمی و نورانی آزاد، ۱۴۰۲)، تولید ماده اولیه در ساخت بسیاری از داروهای گیاهی، فرصتی برای زیر کشت بردن بعضی اراضی به صورت ترکیب کشت گیاهان دارویی با زراعت چوب و نیز زیر کشت بردن اراضی دیمی که حاصلخیزی مناسبی برای کشت گیاهان زراعی دیم ندارد؛ اشاره کرد (احمدی و همکاران، ۱۳۹۹). از طرفی بررسی ساختار بازار و اولویت بندی بازارهای هدف صادرات گیاهان دارویی منتخب ایران نشان می دهد که کشورهای پاکستان، عربستان، امارات و قطر با توجه به سهم بین ۴ تا ۹۲ درصدی از صادرات ایران، شرکای تجاری ایران بوده اند. در ضمن کشورهای ویتنام، قرقیزستان، زیمبابوه، ازبکستان، گرجستان، کامرون، جامائیکا، ارمنستان، بنگلادش، هند و لیبی به عنوان بازارهای هدف صادرات گیاهان دارویی ایران مطرح هستند (خداوردی زاده و محمدی، ۱۳۹۵). به طور کلی جهت غلبه بر چالش ها و استفاده از فرصت های پیش روی صنعت گیاهان دارویی، تمرکز بر یک راهبرد مدیریتی می تواند راهگشا باشد. بطوریکه در ابعاد سه گانه افزایش حمایت های علمی، پژوهشی و اجرایی از توسعه گیاهان دارویی، توسعه زمین های تحت کاشت گیاهان دارویی و افزایش تمرکز مدیریت ترویج در سازمان جهاد کشاورزی بر گیاهان دارویی و بهبود ارزش افزوده فراورده های حاصل از این گیاهان دنبال شود (حیدری و همکاران، ۱۴۰۲).

۴. بحث و نتیجه گیری

جایگاه گیاهان دارویی در توسعه اقتصادی، به حدی است که کشت و احیای آن ها جهت افزایش صادرات غیرنفتی به عنوان یکی از شاخه های اصلی توسعه اقتصاد ملی در ایران مدنظر است. جایگزین شدن مواد شیمیایی با ترکیبات طبیعی توسط سازمان بهداشت جهانی تأیید و تأکید شده است. به همین دلیل کشورهای مختلف از جمله ایران جهت کشت و تولید انبوه گیاهان دارویی به جهت استفاده در سطوح صنعتی، صنایع دارویی، بهداشتی و غذایی سرمایه گذاری و برنامه ریزی کرده اند. استان اردبیل نیز شرایط بسیار مطلوبی نسبت به بسیاری از استان ها دیگر برای رشد انواع گیاهان به ویژه گیاهان دارویی دارد. این استان با دارا بودن آب و هوای چهار فصل می تواند در توسعه صنعت گیاهان دارویی پیشتاز باشد. لذا پیشنهاد های زیر می تواند در تحقق این مهم مؤثر واقع شود:

۴-۱- یکی از مشکلات بخش کشاورزی و به خصوص گیاهان دارویی، وجود نداشتن اطلاعات کافی در زمینه هایی نظیر سطح زیر کشت، میزان تولید، میزان مصرف داخلی و صادرات این گیاهان است. ایجاد یک بانک اطلاعاتی به روز و صحیح از اطلاعات موجود در زمینه گیاهان دارویی منجر به برنامه مناسب مدیران در استان اردبیل خواهد شد.



- ۴-۲- دستگاه‌های اجرایی باید در امر حفاظت از عرصه‌های منابع طبیعی نظارت بیشتری در فرایند بهره‌برداری از این گونه گیاهان را اعمال نمایند تا فرصت تجدید حیات، زادآوری و بقا رستنی‌های منطقه تداوم پیدا کند.
- ۴-۳- با توجه به غنی بودن منطقه مورد مطالعه از گونه‌های گیاهی باارزش دارویی در درمان بیماری‌های مختلف، لازم است که مطالعات بیشتری از لحاظ فیتو شیمیایی و داروشناسی گیاهی در رابطه با این گیاهان صورت گیرد تا زمینه مناسبی جهت زراعی کردن این گیاهان فراهم شود و به دنبال آن سبب اشتغال‌زایی در منطقه و پیشبرد صنعت داروسازی کشور شود.
- ۴-۴- تولید داروهای جدید با استفاده از گیاهان بومی و انحصاری استان اردبیل مورد تأکید و حمایت قرار گیرد.
- ۴-۵- آزمایشگاه‌های معتبر برای آزمایش‌های فارماکولوژی و سم‌شناسی، حیوانی و بالینی راه‌اندازی و حمایت شود.
- ۴-۶- توسعه طرح‌های اشتغال‌زایی بر مبنای کشت گیاهان مورد نیاز در فرآورده‌های دارویی در استان اردبیل در اولویت برنامه‌های ترویجی سازمان جهاد کشاورزی استان قرار گیرد.
- ۴-۷- راه‌اندازی و مداومت فعالیت واحدهای فراوری گیاهان دارویی در استان اردبیل مورد توجه و پیگیری قرار گیرد.

منابع

- آل ابراهیم دهکردی، ا.، آزاده قهفرخی، س. ز. ۱۴۰۰. تغییر الگوی کشت گیاهان دارویی، راهکاری برای رسیدن به توسعه پایدار و بهره‌برداری بهینه در مناطق خشک و نیمه‌خشک. فصلنامه علمی تخصصی مطالعات محیط‌زیست، منابع طبیعی و توسعه پایدار. ۵۳-۶۵: (۱۵)۱.
- اسفندیاری، ح.، فهادان، ا. ۱۳۹۲. بررسی اثر عصاره گیاهان دارویی در مدیریت ارگانیک علف‌های هرز. همایش ملی کاربرد گیاهان دارویی در سبک زندگی و طب سنتی، تربت‌حیدریه، ایران.
- احمدی، ا.، شعبانی، س.، زوار، س. ۱۳۹۹. چالش‌ها و فرصت‌های پیش روی گیاهان دارویی معطر. اولین همایش ملی چالش‌های فراوری زنجیره ارزش گیاهان دارویی و معطر، موسسه آموزش عالی آفاق ارومیه، ایران.
- البرزی، م. ۱۴۰۲. مروری بر کاربرد گیاهان دارویی در صنایع غذایی. دومین همایش ملی گیاهان دارویی، کارآفرینی و تجاری‌سازی، دانشگاه جیرفت، ایران.
- پارسا مطلق، ب.، یزدانی بیوکی، ر.، دهنوی، ز. ۱۳۹۸. مروری بر پیشینه گیاهان دارویی و وضعیت آن در ایران و جهان. ششمین کنفرانس بین‌المللی پژوهش‌های کاربردی در علوم کشاورزی، وزارت علوم تحقیقات و فناوری، تهران.
- سازمان جهاد کشاورزی استان اردبیل. ۱۴۰۲. خلاصه سیمای بخش کشاورزی استان اردبیل. قابل‌دسترس در: https://araj.ir/Portals/0/%20%20%20%2098_12_29.pdf
- حیدری، م.، عباس زاده، ب.، خسروی، ش.، رستگار، ا. ۱۴۰۲. ظرفیت‌ها، چالش‌ها و راهبردهای مدیریتی برای توسعه صنعت گیاهان دارویی در استان کردستان. نشریه حفاظت زیست‌بوم گیاهان. ۱۲ (۲۴): ۱۷-۱۰.
- خداوردیزاده، م.، محمدی، س. ۱۳۹۵. بررسی ساختار بازار و اولویت‌بندی بازارهای هدف صادرات گیاهان دارویی منتخب ایران. فصلنامه علمی پژوهشی مطالعات اقتصادی کاربردی ایران. ۵ (۲۰): ۲۰۱-۲۲۰.
- درزی، م. (۱۴۰۱). گیاهان دارویی گامی به سوی اقتصاد دانش‌بنیان. قابل‌دسترس در: <https://www.isna.ir/>



راسخ جهرمی، ع.، نورانی آزاد. ۱۴۰۲. بررسی ساختار بازار و مزیت نسبی صادرات گیاهان دارویی در ایران و کشورهای منتخب جهان. فصلنامه علمی پژوهشی تحقیقات اقتصاد کشاورزی. ۱۵(۱): ۷۲-۵۶.

ژیان، م. ۱۴۰۱. دهکده گیاهان دارویی تکمیل کننده زنجیره تولید و رونق بخش اقتصاد. قابل دسترس: <https://www.irna.ir>. سازمان منابع طبیعی و آبخیزداری کشور. ۱۴۰۰. حفاظت، احیا، توسعه، بهره برداری و صادرات گیاهان دارویی در مراتع. انتشارات عصر نوین.

سبحانی، ب.، وطن پرست قلعه جوق، ف. ۱۴۰۲. تحلیل سازگاری اقلیمی برای کشت گل محمدی در استان اردبیل. نشریه پژوهش های اقلیم شناسی. ۱۴(۵۵): ۱۱۴-۱۰۵.

سبزی نوجه ده، م.، امانی، م.، یونسی حمزه خانلو، م.، بدری، ل.، فتحی زاده، ا.، شیدای کرکج، ا. ۱۴۰۰. گیاهان دارویی دارای کاربردهای درمانی در جوامع بومی مستقر در دامنه سبلان (مطالعه موردی: شهرستان مشکین شهر، استان اردبیل). مجله منابع طبیعی ایران. ۷۴(۳): ۵۲۹-۵۴۲.

سفید کن، ف. ۱۳۹۹. حفاظت از ذخایر ژنتیکی گیاهان دارویی ایران. مجله طبیعت ایران. ۵(۲۴): ۲۷. شهبازی، ک. ۱۴۰۲. کاشت گیاهان دارویی از راهکارهای مقابله با بحران کم آبی. قابل دسترس در: <https://agronic.ir>. عصاره، م. ح.، باستانی، م.، ر.، ییگدلی، م.، زینلی، ح.، سفید کن، ف. ۱۴۰۲. بررسی ابعاد مختلف فرآوری گیاهان دارویی در ایران. مجله طبیعت ایران. ۸(۵): ۶۴-۴۵.

قربانی، ا.، غفاری، س.، ستاریان، ع.، اکبر لو، م.، بیدار لرد، م. ۱۳۹۵. گیاهان دارویی زیست بوم مرتعی سبلان در استان اردبیل. نشریه حفاظت زیست بوم گیاهان. ۴(۹): ۹۷-۷۷.

کدوری، م.، عباس زاده، ب.، تشکری زاده، م.، دریجانی، ف. ۱۴۰۳. بررسی وضعیت گیاهان دارویی و ادویه ای کشت شده در استان کرمان (به غیر از جنوب). مجله ترویجی حفظ و بهره وری آب. ۱(۹): ۵۰-۶۳.

کرانی، ز. ۱۴۰۱. ایجاد اشتغال و کارآفرینی روستایی با تکیه بر توسعه گیاهان دارویی. مجله اکو فیزیولوژی و فیتوشیمی گیاهان دارویی و معطر. ۹(۲): ۹۵-۹۹.

کربلایی خیابوی، م. ۱۴۰۰. احیاء دیم زارهای کم بازده استان با توسعه و کشت گیاهان دارویی اندمیک و بومی. قابل دسترس در: <http://ardabil.areeo.ac.ir>

مقصود لو، ا. ۱۴۰۳. اشتغال پایدار و مهاجرت معکوس به روستاها با کشت گیاهان دارویی. قابل دسترس در: <https://www.isna.ir>

محمدی گل رنگ، ب. ۱۴۰۳. معرفی گونه های گیاهی مناسب جهت کشت اطراف مسیل ها. قابل دسترس در: <https://vista.ir/>. ملک آرا، م. ۱۳۹۹. بررسی ارزآوری صادرات گیاهان دارویی ایران در تجارت جهانی. فصلنامه رویکردهای پژوهشی نوین در مدیریت و حسابداری. ۴۸(۳): ۹۲-۹۸.

مولا دوست، ک.، شاهمرادی، م. ۱۳۹۹. شناسایی چالش های پیش روی توسعه بخش گیاهان دارویی ایران. نشریه علمی تحقیقات گیاهان دارویی و معطر ایران. ۳۶(۵): ۷۴۸-۷۶۲.

یوسفی، ر. (۱۴۰۳). روایتی از فرصت های جدید؛ کشت گیاهان دارویی در ۸۰۰ هکتار از اراضی اردبیل. قابل دسترس در: <https://farsnews.ir/>

نقوی، س.، اثنی عشری، ه. ۱۴۰۲. بررسی وضعیت کشت گیاهان دارویی در ایران و نقش آن در کارآفرینی. دومین همایش ملی گیاهان دارویی، کارآفرینی و تجاری سازی، دانشگاه جیرفت، ایران.



ورنیاکان، ا.، عباسی، م. ۱۴۰۰. مروری بر نقش زنان روستایی در توسعه کشت گیاهان دارویی (مورد واکاوی: دهستان قره‌سو). اولین همایش ملی گیاهان دارویی، کارآفرینی و تجاری‌سازی، جیرفت، ایران.

یاوری، ج.، جهان آرائیان، ف. ۱۴۰۰. گیاهان دارویی و اهمیت تجاری‌سازی آنها. اولین همایش ملی گیاهان دارویی، کارآفرینی و تجاری‌سازی، جیرفت، ایران

Chen, S.L., Yu, H., Luo, H.M., Wu, Q., Li, C.F., and Steinmetz, A. 2016. Conservation and sustainable use of medicinal plants: problems, progress, and prospects. Chinese medicine, 11: 37

Mengel, K., and Kirkby, E.A. 2001. Principles of Plant Nutrition. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, 849 p. <http://dx.doi.org/10.1007/978-94-010-1009-2>

گیاهان دارویی موثر در درمان بیماری آلزایمر

ریحانه محمدی^۱، زینب راست رو^۱، ابراهیم چراغی^{*۱}

^{*۱} گروه زیست شناسی، دانشکده علوم پایه، دانشگاه قم، قم، ایران. (e.cheraghi@qom.ac.ir)

چکیده

بیماری آلزایمر یک اختلال پیشرونده مغزی است که به تدریج حافظه، توانایی یادگیری، استدلال، قضاوت، برقراری ارتباط و انجام فعالیت‌های روزانه را مختل می‌کند. این بیماری شایع‌ترین شکل زوال عقل است و بیش از ۲۰ میلیون نفر را در سراسر جهان تحت تأثیر قرار داده است. خطر ابتلا به آلزایمر ۶۰ تا ۸۰ درصد به عوامل وراثتی وابسته است و تاکنون بیش از ۴۰ مکان ژنتیکی مرتبط با این بیماری شناسایی شده‌اند. گیاهان دارویی به‌طور سنتی در درمان بسیاری از بیماری‌ها، از جمله آلزایمر، مورد استفاده قرار گرفته‌اند. خواص درمانی این گیاهان به ترکیبات شیمیایی موجود در عصاره‌های آن‌ها نسبت داده می‌شود. بر اساس نتایج این مطالعه، طب سنتی ایرانی روش‌های درمانی متعددی را برای آلزایمر معرفی کرده است که اثبات یا رد اثربخشی و ایمنی آن‌ها نیازمند انجام مطالعات بالینی بیشتر است.

واژه های کلیدی: آلزایمر، بیپتیدبتا آمیلوئید، گیاهان دارویی



۱. مقدمه

بیماری آلزایمر شایع‌ترین بیماری تحلیل‌برنده عصبی است که تاکنون درمان قطعی برای آن یافت نشده است. پلاک‌های پیری و کلاف‌های نوروفیبریلاری دو نشانه مهم بافتی در این بیماری هستند که هر دو برای سلول‌های عصبی سمی محسوب می‌شوند. عنصر اصلی پلاک‌های پیری، پپتید بتا آمیلوئید^۱ است که به صورت تجمع یافته در مغز بیماران مشاهده می‌شود. بررسی‌های میکروسکوپی بافت مغز این بیماران پس از مرگ نشان می‌دهد که تجمع فزاینده پپتید بتا آمیلوئید، ویژگی اصلی بیماری آلزایمر است (سودی و همکاران، ۱۳۹۰). پپتید بتا آمیلوئید از شکسته شدن پروتئین پیش‌ساز بتا آمیلوئید (APP) توسط آنزیم‌های بتا سکریتاز و گاما سکریتاز ایجاد می‌شود. متابولیسم غیرطبیعی این پروتئین و تولید بیش از حد پپتید بتا آمیلوئید، منجر به تجمع و رسوب آن در مغز شده و در نهایت باعث مرگ سلول‌های عصبی می‌شود. مطالعات نشان داده‌اند که افزودن پپتید بتا آمیلوئید تجمع یافته به کشت سلول‌های عصبی، باعث مرگ آن‌ها می‌شود (بیگدلی و همکاران، ۱۳۹۳) (Hardy & Selkoe, 2002).

مکانیسم‌های آسیب عصبی ناشی از پپتید بتا آمیلوئید شامل تولید گونه‌های فعال اکسیژن و ایجاد استرس اکسیداتیو، افزایش کلسیم داخل سلولی، آسیب میتوکندری و تخلیه انرژی سلول، تغییرات اسکلت سلولی از طریق فسفریلاسیون پروتئین‌ها و القای پاسخ‌های التهابی است. این مکانیسم‌ها منجر به تخریب سیناپس‌ها و در نهایت از بین رفتن نورون‌ها از طریق فعال‌سازی مسیرهای مرگ سلولی آپوپتوز یا نکروز می‌شوند. درمان اصلی بیماران مبتلا به آلزایمر به صورت فارماکولوژیک است (سودی و همکاران، ۱۳۹۱).

شناخت بهتر بیماری و بهبود آزمون‌های بالینی، گامی مهم در جهت پیشرفت درمان‌های مرتبط با علائم شناختی و غیرشناختی آلزایمر بوده است. استراتژی‌های درمان فارماکولوژیک در این بیماری شامل سه دسته اصلی داروها می‌شود: ۱. داروهایی مانند ویتامین E و سلزیلین که بر پایه اصلاح بیماری عمل می‌کنند. ۲. درمان‌هایی که بر پایه جبران نوروترانسمیترها (مانند مهارکننده‌های کولین استراز) استوار هستند. ۳. عوامل سایکوتراپیک که برای کنترل علائم رفتاری بیماری تجویز می‌شوند. اگرچه اخیراً داروهای سنتتیک جدیدی برای درمان اختلالات حافظه و یادگیری معرفی شده‌اند، اما اثرات درمانی آن‌ها محدود و عوارض جانبی آن‌ها اغلب غیرقابل قبول است (نادری و همکاران، ۱۳۹۷). به همین دلیل، امروزه تمایل به استفاده از طب سنتی و گیاهان دارویی در درمان بیماری‌هایی مانند آلزایمر افزایش یافته است (Keyvan et al., 2007).

تحقیقات اخیر نتایج مثبتی از اثرات داروهای گیاهی در درمان یا پیشگیری بیماری‌های مختلف، از جمله مشکلات حافظه، سکه‌های مغزی و مشکلات گوارشی، ارائه داده‌اند. این اثرات عمدتاً به خواص آنتی‌اکسیدانی گیاهان نسبت داده می‌شود (Balu et al., 2005).

در این مطالعه، گیاهان دارویی که نشانه‌های اولیه امیدوارکننده‌ای از اثربخشی بالینی در درمان علائم بیماری آلزایمر نشان داده‌اند، مورد بررسی قرار گرفته‌اند.

۲. مواد و روش‌ها

در این مطالعه مروری، اطلاعات مربوط به گیاهان دارویی مؤثر در درمان بیماری آلزایمر از جمله گل راعی، گل سرخ، اگیر ترکی، گز روغنی و دیگر گیاهان مرتبط، از معتبرترین منابع علمی جمع‌آوری شد. پایگاه‌های اطلاعاتی مورد جست‌وجو شامل PubMed، Google Scholar، ScienceDirect و Scopus بودند. در فرایند جست‌وجو، از کلیدواژه‌های مرتبطی مانند بیماری آلزایمر، گیاهان دارویی،

¹ Beta-Amyloid Peptide



پیتید بتا آمیلوئید و خواص درمانی استفاده شد. پس از جمع آوری اطلاعات، تمامی منابع به دقت بررسی و تجزیه و تحلیل شدند. در نهایت، با استناد به یافته‌های معتبر و موثق، خلاصه‌ای جامع و بی‌طرفانه از خواص درمانی و کاربردهای گیاهان مورد مطالعه ارائه شد.

۳. نتایج

۳-۱. گل راعی *Hypericum perforatum*

گل راعی گیاهی علفی و چندساله با ارتفاع ۳۰ تا ۹۰ سانتیمتر است. این گیاه دارای ساقه‌ای بدون کرک و تا حدودی خرنده است. برگ‌های آن قاشقی‌شکل و بدون دم‌برگ هستند و حفرات فراوانی از اسانس دارند. سرشاخه‌های گلدار و برگ‌های این گیاه حاوی ترکیباتی مانند اسانس، تانن‌ها، هیپرسیسین، هیپرین، کولین و فلاونوئیدها هستند. گل راعی به دلیل خواص ضدافسردگی، ضدالتهاب، ضداضطراب و ضد درد شناخته شده است و همچنین در ترمیم زخم‌ها مؤثر است. مطالعات نشان داده‌اند که تجویز مکرر عصاره گل راعی و ماده مؤثره آن (هیپرفورین) باعث بهبود حافظه اجتنابی غیرفعال در موش‌های سوری می‌شود (Trofimiuk et al., 2005).

۳-۲. گل سرخ *Rosa damascena*

نتایج مطالعات نشان می‌دهند که عصاره گل سرخ به طور قابل توجهی حافظه فضایی و بلندمدت را در گروه‌های تحت درمان بهبود بخشیده است. این اثرات در دوزهای متوسط و بالا بیشتر مشهود بوده‌اند. بر این اساس، گل سرخ می‌تواند اختلالات رفتاری ناشی از پیتید بتا آمیلوئید را معکوس کند و به عنوان یک گزینه بالقوه برای پیشگیری و درمان اختلالات شناختی در بیماری آلزایمر مطرح شود. این گیاه دارای خواص محافظت عصبی، ضدالتهاب و بهبود حافظه و یادگیری است. فلاونوئیدهای موجود در گل سرخ با مهار آپوپتوز، افزایش بقای نورون‌ها و بهبود پلاستیسیته سیناپسی، این اثرات را اعمال می‌کنند (Esfandiary et al., 2015).

۳-۳. آگیر ترکی *Acorus calmus*

آگیر ترکی گیاهی وحشی است که در کنار رودخانه‌ها رشد می‌کند. در طب سنتی ایران، جوشانده ریشه آن به عنوان تقویت کننده حافظه استفاده می‌شود. عصاره این گیاه حاوی ترکیباتی مانند فلاونوئیدها، آلفا-آزارون، بتا-آزارون، آلکالوئیدها و ساپونین‌ها است. مطالعات نشان داده‌اند که این عصاره فعالیت مهارکنندگی قوی در برابر آنزیم‌های استیل کولین استراز (AChE) و بوتیریل کولین استراز (BChE) دارد. با این حال، هیچ اثر محافظت عصبی در برابر سمیت ناشی از بتا آمیلوئید در سلول‌های PC12 مشاهده نشده است (Esfandiary et al., 2018).

۳-۴. گز روغنی *Moringa olifera*

مورینگا اولیفر، به طور سنتی در مدیریت بیماری آلزایمر استفاده می‌شود. این گیاه سرشار از ترکیبات زیست فعالی مانند فلاونوئیدها، آلکالوئیدها و ساپونین‌ها است که با افزایش تولید آنزیم‌های آنتی اکسیدانی مانند کاتالاز و سوپراکسید دیسموتاز (SOD)، سطح پراکسیدهای لیپیدی را کاهش داده و بهبود شناخت را در مغز تسهیل می‌کنند. همچنین، این ترکیبات باعث تثبیت سطح مونوآمین‌ها و کاهش هیپرفسفروریلاسیون تاو در موش‌های آزمایشگاهی می‌شوند (John et al., 2022).

۳-۵. عناب *Zizyphus jujube*



میوه عناب در ابتدا سبز رنگ است و پس از رسیدن به رنگ قرمز و چروک خورده تبدیل می شود. این گیاه حاوی ترکیبات فعالی است که اثرات مهاری بر آزادسازی هیستامین و مهار آنزیم استیل کولین استراز دارند. همچنین، فلاونوئیدهای استخراج شده از عناب دارای خواص آنتی اکسیدانی قوی هستند. عصاره عناب در بین ۵۰ گیاه مورد بررسی، بالاترین اثر را بر فعال سازی آنزیم استیل کولین ترانسفراز (۳۴/۱ درصد) در محیط *in vitro* داشته است. ترکیب Cis-9-Octadecenoamid موجود در عصاره عناب، ممکن است با افزایش سطح استیل کولین در پایانه های کولینرژیک، در بهبود علائم آلزایمر نقش داشته باشد (Zhao et al., 2006).

۳-۶. اسطوخودوس *Lavandula officinalis*

اسطوخودوس گیاهی با گل های بنفش و بوی مطبوع است که در عطرسازی نیز کاربرد دارد. ترکیبات اصلی آن شامل لینالول، لینالیل استات و فلاونوئیدهایی مانند لوتنولین هستند. این ترکیبات با تأثیر بر سیستم عصبی مرکزی (CNS)، اثرات آرام بخشی و تسکینی ایجاد می کنند. عصاره اسطوخودوس همچنین فعالیت مهارکنندگی قوی در برابر آنزیم استیل کولین استراز نشان داده است. مطالعات نشان می دهند که این عصاره می تواند حافظه فضایی و یادگیری را در موش های مبتلا به آلزایمر بهبود بخشد. آروماتراپی با روغن اسطوخودوس نیز در کاهش پریشانی های ناشی از دمانس مؤثر بوده است (Wang et al., 2012).

۳-۷. شیرین بیان چینی *Glycyrrhiza uralensis*

شیرین بیان چینی دارای فعالیت های آنتی اکسیدانی و ضد التهابی است. عصاره این گیاه باعث افزایش ۳۰۰ درصدی در فعالیت آنتی اکسیدانی (EA) شده است. همچنین، جوشانده GegenQinlian حاوی شیرین بیان، در کاهش قند خون و افزایش انسولین سرم در موش های دیابتی نوع II مؤثر بوده است. این اثرات ممکن است خطر ابتلا به آلزایمر را در افراد مستعد به دیابت کاهش دهد (John et al., 2022).

۳-۸. فندق برزلی *Bertholletia excelsa*

فندق برزلی حاوی غلظت بالایی از لسیتین است که منبع کولین، پیش ساز استیل کولین، محسوب می شود. این ترکیب می تواند سطح استیل کولین را در بیماران آلزایمر افزایش دهد. سایر گیاهان غنی از لسیتین شامل گل قاصدک، سویا و جینسینگ هستند (Singhal et al., 2012).

۳-۹. توت هندی *Morinda citrifolia*

توت هندی یا نونی، به طور گسترده در مناطق گرمسیری استفاده می شود. عصاره اتیل استاتی این گیاه از اختلالات حافظه و استرس اکسیداتیو ناشی از پپتید بتا آمیلوئید در موش های سوری جلوگیری می کند. همچنین، عصاره های کلروفرمی و بوتانولی آن فعالیت آنزیم استیل کولین استراز را در مغز موش ها کاهش می دهند (Singhal et al., 2012).

۳-۱۰. گزنه دوپایه *Urtica dioca*

گزنه برای قرن ها برای درمان علائم آلرژی، به ویژه تب یونجه، که شایع ترین مشکل آلرژی است، استفاده شده است. این گیاه حاوی ترکیبات فعال زیستی است که التهاب را کاهش می دهند. این گیاه حاوی عنصر بور است که گزارش شده است سطح استروژن را افزایش



می‌دهد، که یک هورمون در بدن است و می‌تواند در حافظه کوتاه مدت مفید باشد. همچنین نشان داده شده است که گزنه خلق و خوی برخی از بیماران آلزایمر را بالا می‌برد (Singhal et al., 2012).

۱۱-۳. جینکو *Ginkgo biloba*

جینکو یکی از معروف‌ترین گیاهان دارویی برای درمان دمانس است. مطالعات متعدد نشان داده‌اند که جینکو در بهبود علائم دمانس مؤثر است. یکی از بزرگترین مطالعات انجام شده، مطالعه‌ای در ایالات متحده بود که روی بیش از ۳۰۰ فرد مبتلا به آلزایمر یا دمانس غیر آلزایمر صورت گرفت. طی این مطالعه به بیماران ۳ مرتبه در روز ۱۰ میلی گرم از عصاره جینکو ییلوبا با دارونما داده می‌شد. نتایج حاصل بهبودی حایز اهمیتی را در گروه تحت درمان دربرداشت. با این حال، برخی مطالعات نیز نتایج متناقضی گزارش کرده‌اند. به‌طور کلی، جینکو به‌عنوان یک گزینه درمانی مکمل در مدیریت آلزایمر مطرح است (آخوندزاده و همکاران، ۱۳۸۳).

در این مطالعه، گیاهان دارویی متعددی با پتانسیل درمانی در بهبود اختلالات حافظه و بیماری آلزایمر مورد بررسی قرار گرفتند. برای جمع‌بندی اطلاعات کلیدی، جدول ۱ طراحی شد که در آن نام گیاه، نام سنتی، نام علمی، نام خانواده و اندام دارویی هر یک از گیاهان پرکاربرد ارائه شده است. این جدول به‌طور خلاصه مهم‌ترین گیاهان مؤثر در درمان اختلالات شناختی را معرفی می‌کند و مرجعی سریع برای دسترسی به اطلاعات پایه‌ای هر گیاه فراهم می‌آورد (Blennow et al., 2006).

جدول ۱. گیاهان پرکاربرد برای درمان اختلال حافظه

نام گیاه	نام سنتی	اندام دارویی	نام علمی	نام خانواده
گل راعی	گل راعی	گل و برگ	<i>Hypericum perforatum</i>	Hypericaceae
گل سرخ	گل سرخ	گلبرگ	<i>Rosa damascena</i>	Rosaceae
اگیر ترکی	وج	ریزوم	<i>Acorus calmus</i>	Acoraceae
گز روغنی	درخت معجزه	دانه	<i>Moringa Olifera</i>	Moringaceae
عنانب	زیتون سرخ	میوه	<i>Zizyphus jujube</i>	Rhamnaceae
اسطوخودوس	اسطوخودوس	سرشاخه هوایی	<i>Lavandula angustifolia</i>	Lamiaceae
شیرین بیان	مهک	ریشه	<i>Glycyrrhiza uralensis</i>	Fabaceae
فندق برزلی	کوکودمونا	دانه	<i>Bertholettia excelsa</i>	Lecythidaceae
توت هندی	نونی	میوه	<i>Morinda Citrifolia</i>	Rubiaceae
گزنه دوپایه	قریص	ساقه	<i>Urtica dioica</i>	Urticaceae
جینکو	کهن دار	برگ	<i>Ginkgo biloba</i>	Ginkgoaceae

۴. بحث و نتیجه گیری

پیشرفت در درک مکانیسم‌های مولکولی ترکیبات استروژنی مشتق از گیاهان، می‌تواند به کشف درمان‌های جدید برای جلوگیری از اثرات نامطلوب کمبود هورمون‌ها در بافت‌هایی مانند مغز و استخوان کمک کند. این درمان‌ها نه تنها احتمال بیماری را افزایش نمی‌دهند، بلکه از پیامدهای اجتناب‌ناپذیر کاهش غلظت هورمون‌های جنسی نیز جلوگیری می‌کنند. برای مقابله با اثرات منفی کمبود هورمون‌ها بر سلامتی، اتخاذ یک رویکرد جامع شامل افزودن گیاهان دارویی طبیعی به رژیم غذایی و بهبود فعالیت‌های ذهنی، اجتماعی و معنوی ضروری است. این رویکرد می‌تواند به کاهش استرس، به عنوان یکی از عوامل مستعدکننده بیماری آلزایمر، کمک کند (Singhal et al., 2012).

استفاده از داروهای ترکیبی در فناوری دارویی مورد توجه قرار گرفته است. ترکیب درمان‌های گیاهی با فعالیت‌های محافظت‌کننده عصبی می‌تواند اثربخشی داروها را افزایش داده و انطباق بیمار با درمان را بهبود بخشد. با این حال، انجام تحقیقات بیشتر برای غلبه بر چالش‌های روش‌شناختی در این زمینه ضروری است (John et al., 2022).

گیاهان دارویی ممکن است نقش امیدوارکننده‌ای در درمان زود هنگام آلزایمر و سایر اختلالات مرتبط با ضعف حافظه و زوال عقل داشته باشند. یکی از مزایای اصلی این گیاهان، سمیت کمتر آن‌ها در مقایسه با داروهای شیمیایی است. استفاده از گیاهان دارویی به همراه روش‌های مکمل مانند SAME، روغن ماهی و ویتامین‌های آنتی‌اکسیدان می‌تواند نتایج بهتری به همراه داشته باشد. بررسی ادبیات علمی نشان می‌دهد که شروع زود هنگام درمان، نتایج مطلوب‌تری را به دنبال دارد. بنابراین، افراد با سابقه خانوادگی آلزایمر یا اختلالات حافظه می‌توانند با مصرف به موقع این گیاهان، شروع علائم را به تأخیر انداخته یا حتی از بروز آن‌ها جلوگیری کنند. فرمول‌های ترکیبی مانند آکوروس/جینکو (همراه با مریم‌گلی و جینکو) و وینپوکتین همراه با هوپرزین A، دو گزینه امیدوارکننده برای درمان بلندمدت افراد مبتلا به زوال عقل و حافظه، زوال عقل و بیماری آلزایمر هستند. با این حال، استفاده از داروهای گیاهی در درمان آلزایمر باید در مطالعات بالینی با درمان‌های دارویی فعلی مقایسه شود. چنین مطالعاتی باید شامل شناسایی مواد مؤثر و بهبود فرمولاسیون‌های گیاهی باشد (Singhal et al., 2012).

منابع

آخوندزاده، ش.، بطحایی، ف.، س.، و سیدیان، م. (۱۳۸۳). گیاهان دارویی و فرآورده‌های طبیعی در درمان دمانس. فصلنامه گیاهان دارویی، ۱۰(۲)، ۲-۳.

بیگدلی، م.، اصغرزاده، س.، و ربیعی، ز. (۱۳۹۳). گیاهان مؤثر در درمان بیماری آلزایمر. مجله علوم پزشکی، ۱۹(۳)، ۵۱-۵۹.

سودی، م.، سپند، م.، سلیمانی، م.، و حاجی مهدی‌پور، ه. (۱۳۹۱). بررسی اثر گیاهی بادرنجبویه بر استرس اکسایشی ایجاد شده توسط پپتید بتا آمیلوئید (۲۵-۳۵) در سلول‌های PC12. فصلنامه گیاهان دارویی، ۲(۴۲)، ۱-۳.

نادری، م.، اسدزاده، ع.، و حیدریان نایینی، ف. (۱۳۹۷). بررسی اثر گیاه آویشن باغی در مهار آنزیم استیل کولین استراز به منظور درمان بیماری آلزایمر. نوزدهمین کنگره پژوهشی سالانه دانشجویان علوم پزشکی.

Balu, M., Sangeetha, P., Murali, G., & Panneerselvam, C. (2005). Age-related oxidative protein damages in central nervous system of rats: Modulatory role of grape seed extract. *International Journal of Developmental Neuroscience*, 23(6), 507-517. <https://doi.org/10.1016/j.ijdevneu.2005.06.001>



- Blennow, K., de Leon, M. J., & Zetterberg, H. (2006). Alzheimer's disease. *The Lancet*, 368(9533), 387-403. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(06\)69113-7](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(06)69113-7)
- Esfandiari, E., Ghanadian, M., Rashidi, B., Mokhtarian, A., & Vatankhah, A. M. (2018). The effects of *Acorus calamus* L. in preventing memory loss, anxiety, and oxidative stress on lipopolysaccharide-induced neuroinflammation rat models. *International Journal of Preventive Medicine*, 9, 85. https://doi.org/10.4103/ijpvm.IJPVM_2_18
- Esfandiary, E., Karimipour, M., Mardani, M., Ghanadian, M., Alaei, H. A., Mohammadnejad, D., & Esmaeili, A. (2015). Neuroprotective effects of *Rosa damascena* extract on learning and memory in a rat model of amyloid- β -induced Alzheimer's disease. *Advanced Biomedical Research*, 4, 131. <https://doi.org/10.4103/2277-9175.161512>
- Hardy, J., & Selkoe, D. J. (2002). The amyloid hypothesis of Alzheimer's disease: Progress and problems on the road to therapeutics. *Science*, 297(5580), 353-356. <https://doi.org/10.1126/science.1072994>
- John, O. O., Amarachi, I. S., Chinazom, A. P., Adaeze, E., Kale, M. B., Umare, M. D., & Upananlawar, A. B. (2022). Phytotherapy: A promising approach for the treatment of Alzheimer's disease. *Pharmacological Research-Modern Chinese Medicine*, 2, 100030. <https://doi.org/10.1016/j.prmcm.2022.100030>
- Keyvan, D., Damien, D. H. J., Heikki, V., & Raimo, H. (2007). Plants as potential sources for drug development against Alzheimer's disease. *International Journal of Biomedical and Pharmaceutical Sciences*, 1(1), 83-104.
- Singhal, A. K., Naithani, V., & Bangar, O. P. (2012). Medicinal plants with a potential to treat Alzheimer and associated symptoms. *International Journal of Nutrition, Pharmacology, Neurological Diseases*, 2(2), 84-91. <https://doi.org/10.4103/2231-0738.95927>
- Trofimiuk, E., Walesiuk, A., & Braszko, J. J. (2005). St John's wort (*Hypericum perforatum*) diminishes cognitive impairment caused by the chronic restraint stress in rats. *Pharmacological Research*, 51(3), 239-246. <https://doi.org/10.1016/j.phrs.2004.08.007>
- Wang, D., Yuan, X., Liu, T., Liu, L., Hu, Y., Wang, Z., ... & Zheng, Q. (2012). Neuroprotective activity of lavender oil on transient focal cerebral ischemia in mice. *Molecules*, 17(8), 9803-9817. <https://doi.org/10.3390/molecules17089803>
- Zhao, J., Li, S. P., Yang, F. Q., Li, P., & Wang, Y. T. (2006). Simultaneous determination of saponins and fatty acids in *Ziziphus jujuba* (Suanzaoren) by high performance liquid chromatography-evaporative light scattering detection and pressurized liquid extraction. *Journal of Chromatography A*, 1108(2), 188-194. <https://doi.org/10.1016/j.chroma.2006.01.018>



نانوحامل‌های نوین برای انتقال هدفمند ترکیبات فعال گیاهان دارویی: پیشرفت‌ها و

چالش‌ها

الهام کریمی^۱، محدثه خوش اندام^۲، مرتضی یوسف زادی^۳، آيسان امینی خانوندی^۴

^۱ گروه نانوبیوتکنولوژی، دانشکده علوم زیستی، دانشگاه تربیت مدرس، تهران، ایران

^۲ گروه پزشکی مولکولی، پژوهشکده بیوتکنولوژی پزشکی، پژوهشکده مهندسی ژنتیک و بیوتکنولوژی، تهران، ایران

^۳ گروه زیست شناسی گیاهی، دانشکده علوم پایه، دانشگاه قم، قم، ایران (morteza110110@gmail.com)

^۴ گروه بیوتکنولوژی، دانشکده علوم پایه، دانشگاه آزاد اسلامی واحد قم، ایران

چکیده

گیاهان دارویی به عنوان منابع غنی از ترکیبات فعال زیستی مانند فلاونوئیدها، آلکالوئیدها و پلی فنول‌ها، نقش مهمی در درمان بیماری‌ها و بهبود سلامت ایفا می‌کنند. با این حال، محدودیت‌هایی از جمله پایداری کم، انحلال‌پذیری ضعیف و هدفمندی ناکافی این ترکیبات، اثربخشی درمانی آن‌ها را به شدت کاهش داده است. در این میان، فناوری نانو با ارائه نانوحامل‌های پیشرفته، تحولی در استفاده بهینه از ترکیبات فعال گیاهی ایجاد کرده است. این مقاله به بررسی چالش‌های موجود در استفاده از گیاهان دارویی پرداخته و ضرورت بهره‌گیری از نانوحامل‌ها برای غلبه بر این محدودیت‌ها را به ویژه معرفی نانوحامل لیپیدی حاوی رزوراترول و متیل گالات به منظور درمان عفونت‌های پوستی را برجسته می‌کند. علاوه بر این، سنتز سبز نانوذرات با استفاده از گیاهان دارویی، نه تنها روشی زیست‌سازگار و اقتصادی برای تولید نانوذرات ارائه می‌دهد، بلکه موجب افزایش کارایی و ایمنی آن‌ها نیز می‌شود. این نانوذرات به طور مؤثر در درمان بیماری‌های التهابی، سرطان و بیماری‌های مزمن دیگر به کار گرفته شده‌اند. نانوحامل‌های مدرن مانند لیپوزوم‌ها، نانوذرات پلیمری و سیستم‌های پروتئینی با بهبود خواص فارماکولوژیکی ترکیبات گیاهی، مسیرهای جدیدی را برای درمان‌های مبتنی بر داروهای گیاهی گشوده‌اند. این پیشرفت‌ها نه تنها پتانسیل داروهای گیاهی را در درمان‌های پزشکی مدرن افزایش داده، بلکه باعث کاهش عوارض جانبی و بهبود کیفیت درمان شده است. این مقاله، با تأکید بر اهمیت نانوحامل‌ها، کاربردهای نوین آن‌ها در ارتقای اثربخشی ترکیبات گیاهی و ارائه راهکارهای عملی برای غلبه بر چالش‌های موجود، افق‌های جدیدی را برای پژوهش‌های آتی و استفاده بالینی از نانوحامل‌های گیاهی ترسیم می‌کند.

واژگان کلیدی: زخم پوش، کریسپر، گیاهان دارویی، نانو حامل، ویرایش ژن



۱. مقدمه

اهمیت و جایگاه گیاهان دارویی در سلامت و درمان گیاهان دارویی از دیرباز نقشی محوری در حفظ سلامت انسان و درمان بیماری‌ها ایفا کرده‌اند. شواهد تاریخی نشان می‌دهد که انسان‌ها از هزاران سال پیش با مشاهده و آزمایش خواص گیاهان مختلف، از آنها برای درمان بیماری‌ها و بهبود وضعیت سلامت خود استفاده کرده‌اند. متون باستانی پزشکی، از جمله آثار بقراط در یونان، پزشکی آورو در هند و طب سنتی ایران، مملو از دانش ارزشمند در مورد گیاهانی است که خواص درمانی گسترده‌ای دارند. این دانش، نسل به نسل منتقل شده و همچنان بخش مهمی از سیستم‌های درمانی مدرن و سنتی در سراسر جهان است. گیاهان دارویی به دلیل داشتن ترکیبات فعال زیستی مانند آلکالوئیدها، فلاونوئیدها، گلیکوزیدها، ترپن‌ها، فنول‌ها و ساپونین‌ها، در پیشگیری و درمان طیف گسترده‌ای از بیماری‌ها مؤثر هستند (Kamboj 2000). به عنوان نمونه، ترکیب کورکومین موجود در زردچوبه خواص ضدالتهابی و آنتی‌اکسیدانی دارد و یا آلوئه‌ورا که در ترمیم زخم‌ها و کاهش التهابات پوستی کاربرد دارد. این ترکیبات، که معمولاً از متابولیت‌های ثانویه گیاهان حاصل می‌شوند، اثرات درمانی خود را از طریق سازوکارهای پیچیده‌ای همچون مهار رادیکال‌های آزاد، تقویت سیستم ایمنی، و اثرات ضدالتهابی اعمال می‌کنند (Huang, Luo et al. 2024). به وجود ارزش بی‌بدیل گیاهان دارویی، چالش‌هایی همچون کاهش تنوع زیستی، استخراج ناکارآمد مواد مؤثره، و محدودیت‌های زیست‌محیطی در تولید انبوه این ترکیبات وجود دارد. همچنین، کیفیت و اثربخشی ترکیبات گیاهان دارویی تحت تأثیر عواملی مانند شرایط کشت، نوع خاک، و تغییرات اقلیمی قرار دارد. این چالش‌ها ضرورت استفاده از فناوری‌های مدرن برای بهبود کیفیت، کمیت، و پایداری گیاهان دارویی را بیش از پیش آشکار کرده است (Chen, Zou et al. 2015).

استفاده از گیاهان دارویی برای درمان بیماری‌ها و حفظ سلامت انسان از دیرباز رواج داشته است، اما چالش‌های متعددی در بهره‌برداری مؤثر از این ترکیبات طبیعی وجود دارد. یکی از مهم‌ترین این چالش‌ها، پایداری کم ترکیبات فعال گیاهان دارویی است. بسیاری از این ترکیبات، مانند فلاونوئیدها، آلکالوئیدها و ترپن‌ها، به عوامل محیطی حساس هستند و در برابر نور، اکسیژن، دما و pH ناپایدارند. این حساسیت باعث می‌شود که خواص درمانی این ترکیبات در طول ذخیره‌سازی، فرآوری یا حتی پس از تجویز کاهش یابد. به عنوان مثال، کورکومین، ترکیب فعال زردچوبه، در برابر نور و اکسیژن ناپایدار بوده و به سرعت تخریب می‌شود، که این موضوع اثرگذاری آن را محدود می‌کند (Chen, Zou et al. 2015). یکی دیگر از مشکلات مهم در استفاده از گیاهان دارویی، انحلال‌پذیری ضعیف بسیاری از ترکیبات فعال آنها در آب است. از آنجا که سیستم زیستی انسان عمدتاً آبی است، ترکیباتی که انحلال‌پذیری پایینی دارند، نمی‌توانند به‌طور مؤثر جذب شوند و در نتیجه، غلظت درمانی کافی در بدن حاصل نمی‌شود. برای مثال، رزوراترول و کورکومین، علی‌رغم داشتن خواص زیستی متعدد مانند فعالیت‌های آنتی‌اکسیدانی و ضدسرطانی، به دلیل انحلال‌پذیری پایین در آب، جذب محدودی دارند که این امر کارایی آنها را در درمان بیماری‌ها کاهش می‌دهد (Bonifacio, da Silva et al. 2014). هدفمندی ناکافی یکی دیگر از محدودیت‌های عمده در استفاده از گیاهان دارویی است. بسیاری از ترکیبات فعال گیاهان دارویی، پس از ورود به بدن، به‌طور غیراختصاصی در سراسر بدن توزیع می‌شوند. این توزیع غیراختصاصی می‌تواند منجر به کاهش اثربخشی درمانی، افزایش دوز مورد نیاز، و ایجاد عوارض جانبی ناخواسته شود. به عنوان مثال، در درمان سرطان، بسیاری از ترکیبات فعال گیاهی مانند اپی‌گالوکاتچین گالات (EGCG) و تاکسول به‌طور غیرانتخابی به سلول‌های سالم و سرطانی توزیع می‌شوند، که این موضوع اثربخشی درمان را کاهش داده و آسیب به بافت‌های سالم را افزایش می‌دهد (Huang, Luo et al. 2024). یکی دیگر از چالش‌ها در استفاده از گیاهان دارویی، متابولیسم سریع



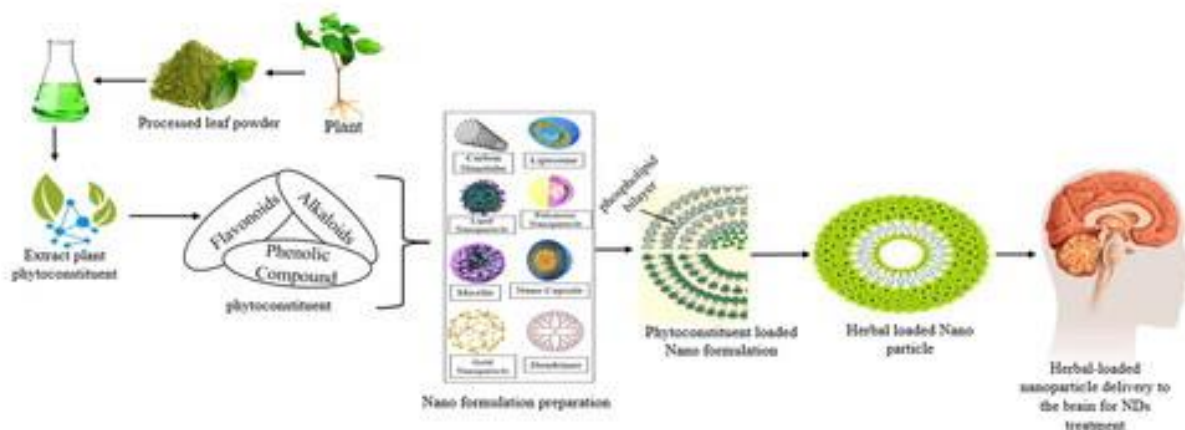
این ترکیبات در بدن است. بسیاری از ترکیبات فعال گیاهی توسط آنزیم‌های کبدی به سرعت متابولیزه شده و از بدن دفع می‌شوند، که این موضوع زمان حضور مؤثر آنها در بدن را محدود می‌کند. برای مثال، کورکومین و کاتچین‌ها به سرعت متابولیزه شده و نیمه‌عمر کوتاهی دارند، که این امر استفاده از آنها را به عنوان عوامل درمانی محدود می‌کند. علاوه بر این، در دسترس‌زیستی پایین بسیاری از ترکیبات فعال گیاهی مانعی دیگر در بهره‌برداری کامل از این منابع طبیعی است. به دلیل جذب محدود در دستگاه گوارش، بسیاری از ترکیبات گیاهی نمی‌توانند به‌طور مؤثر وارد جریان خون شوند و به بافت‌های هدف برسند. این مشکل باعث می‌شود که دوزهای بالایی از داروهای گیاهی مورد نیاز باشد، که می‌تواند خطر عوارض جانبی را افزایش دهد. در مجموع، چالش‌های مذکور نیازمند راهکارهای فناورانه و نوین برای غلبه بر محدودیت‌های گیاهان دارویی است. فناوری‌های نو ظهور مانند نانوحامل‌ها، اصلاح شیمیایی ترکیبات فعال و استفاده از سیستم‌های دارورسانی هدفمند می‌توانند به بهبود پایداری، انحلال‌پذیری و هدفمندی ترکیبات گیاهی کمک کرده و کاربردهای آنها را در درمان بیماری‌ها افزایش دهند (Yap, Sekar et al. 2021).

۲. مواد و روش‌ها

۲-۱. ضرورت استفاده از نانوحامل‌ها برای بهبود انتقال ترکیبات فعال

ضرورت استفاده از نانوحامل‌ها برای بهبود انتقال ترکیبات فعال گیاهان دارویی از چالش‌های ذاتی این ترکیبات نشأت می‌گیرد. بسیاری از ترکیبات فعال گیاهان دارویی، به‌رغم خواص بیولوژیکی قابل توجه، محدودیت‌هایی مانند زیست‌فراهمی پایین، پایداری کم، انحلال‌پذیری ضعیف و عدم هدفمندی مؤثر دارند. این محدودیت‌ها مانع از آن می‌شود که این ترکیبات به‌طور کامل پتانسیل درمانی خود را نشان دهند. نانوحامل‌ها به‌عنوان فناوری‌های پیشرفته، راه‌حلی نوآورانه برای غلبه بر این موانع ارائه می‌دهند. یکی از مهم‌ترین دلایل استفاده از نانوحامل‌ها، بهبود زیست‌فراهمی ترکیبات فعال گیاهان دارویی است (Solanki, Jodha et al. 2022). بسیاری از این ترکیبات به دلیل حلالیت پایین در آب یا سایر مایعات زیستی، نمی‌توانند به‌طور مؤثر جذب بدن شوند. نانوحامل‌ها مانند نانوذرات لیپیدی، پلیمرهای زیست‌تخریب‌پذیر و نانوامولسیون‌ها می‌توانند این ترکیبات را در خود محصور کنند و قابلیت انحلال آنها را افزایش دهند. این ویژگی باعث می‌شود که ترکیبات فعال در دسترس بیشتری برای جذب و ورود به جریان خون قرار بگیرند. علاوه بر این، نانوحامل‌ها می‌توانند پایداری ترکیبات گیاهی را در برابر عوامل محیطی بهبود بخشند. به‌عنوان مثال، نانوذرات می‌توانند از ترکیبات حساس به نور، حرارت یا اکسیژن در برابر تخریب محافظت کنند (Bonifacio, da Silva et al. 2014). این ویژگی به افزایش طول عمر و کارایی این ترکیبات کمک می‌کند و استفاده از آنها را در فرمولاسیون‌های دارویی ممکن‌تر می‌سازد. یکی دیگر از مزایای کلیدی نانوحامل‌ها، فراهم کردن امکان هدفمندی رهایش ترکیبات فعال است. نانوحامل‌ها می‌توانند به‌گونه‌ای طراحی شوند که ترکیبات دارویی را به‌صورت انتخابی به سلول‌ها یا بافت‌های خاص منتقل کنند. این ویژگی نه تنها اثربخشی درمان را افزایش می‌دهد، بلکه خطر بروز عوارض جانبی در سایر بافت‌های بدن را نیز کاهش می‌دهد (Chen, Zou et al. 2015). برای مثال، استفاده از نانوذرات پوشش‌دار با لیگاندهای زیستی می‌تواند امکان اتصال اختصاصی به گیرنده‌های سطح سلول‌های هدف را فراهم کند. از جمله لیگاندهای زیستی مورد استفاده در هدفمندسازی نانوحامل‌های می‌توان به آنتی‌بادی Trastuzumab برای هدفمندسازی نانوحامل‌ها به گیرنده HER2 در سرطان پستان، پپتید RGD برای اتصال به گیرنده‌های اینترگرین $\alpha_v\beta_3$ ، آپتامر AS1411 (این آپتامر قادر است به گیرنده نوکلئولین که در سطح سلول‌های سرطانی بیان می‌شود)، هیالورونیک اسید (HA) برای هدفمندسازی به گیرنده‌های CD44

که در بسیاری از انواع سرطان‌ها و سلول‌های بنیادی سرطانی بیان می‌شوند و فولات برای اتصال به گیرنده‌های فولات که در سلول‌های سرطانی مختلف، به‌ویژه سرطان تخمدان و روده، بیش‌بیان می‌شوند اشاره نمود (Srinivasarao and Low 2017, Yan, Na et al. 2024). همچنین، نانوحامل‌ها قابلیت رهایش کنترل‌شده ترکیبات فعال را دارند. این ویژگی به تنظیم سرعت و میزان آزادسازی ترکیبات در بدن کمک می‌کند، به‌طوری که غلظت مطلوبی از دارو در مدت زمان طولانی‌تری در محل هدف حفظ شود. این قابلیت به‌ویژه در درمان بیماری‌های مزمن که نیاز به دارودرمانی طولانی‌مدت دارند، اهمیت ویژه‌ای دارد. در نهایت، استفاده از نانوحامل‌ها می‌تواند مشکلات مربوط به سمیت و تداخلات شیمیایی ترکیبات گیاهی را نیز کاهش دهد. با محصور کردن ترکیبات فعال در نانوحامل‌ها، اثرات جانبی و واکنش‌های ناخواسته با سایر ترکیبات موجود در بدن به حداقل می‌رسد. با توجه به این ویژگی‌ها، نانوحامل‌ها یک ابزار حیاتی برای افزایش کارایی، پایداری و ایمنی ترکیبات فعال گیاهان دارویی هستند و نقش مهمی در توسعه درمان‌های نوین مبتنی بر منابع طبیعی ایفا می‌کنند (Chopra, Bibi et al. 2022, Gayathri, Bhaskaran et al. 2023).



شکل ۱- نانوحامل‌های انتقال داروهای گیاهی (Solanki, Jodha et al. 2022)

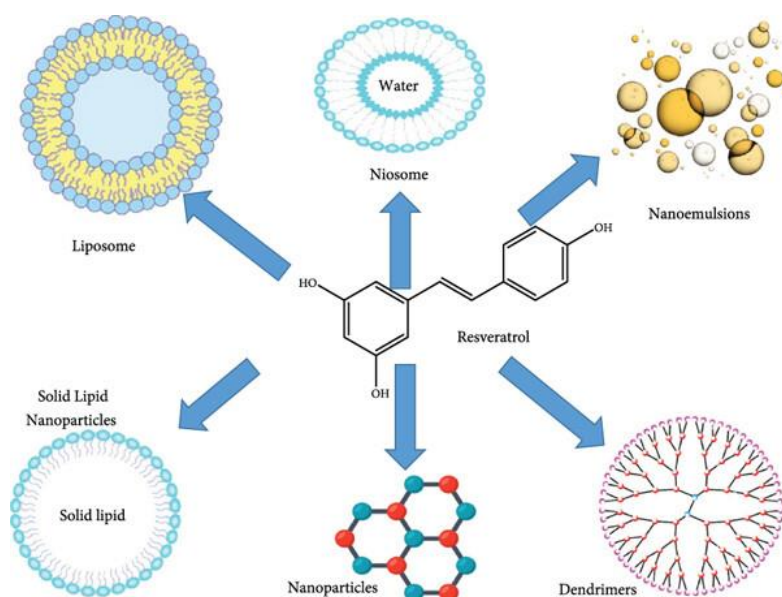
۲-۲. نانوحامل‌های لیپیدی برای انتقال دارو

نانوذرات لیپیدی به‌عنوان یکی از پرکاربردترین سیستم‌های دارورسانی در حوزه‌های مختلف پزشکی و داروسازی شناخته شده‌اند و نقش ویژه‌ای در انتقال ترکیبات فعال داروهای گیاهی ایفا می‌کنند. این نانوذرات شامل ساختارهای لیپیدی متنوعی مانند لیپوزوم‌ها، نانوذرات لیپیدی جامد (SLNs) و نانوحامل‌های لیپیدی نوظهور (NLCs) هستند که به دلیل ویژگی‌های منحصر به فرد خود، ظرفیت بالایی برای بهبود اثربخشی داروهای گیاهی دارند (Gupta, Pathak et al. 2024). گیاهان دارویی، مانند آلکالوئیدها، فلاونوئیدها، ترپن‌ها و پلی‌فنول‌ها، به دلیل محدودیت‌هایی نظیر پایداری کم، انحلال‌پذیری ضعیف، و هدفمندی ناکافی، نیازمند سیستم‌های پیشرفته‌ای برای بهبود انتقال و رهاسازی در بدن هستند که نانوذرات لیپیدی این نیاز را برآورده می‌کنند. لیپوزوم‌ها، یکی از انواع نانوذرات لیپیدی، حاوی یک یا چند لایه لیپیدی دوگانه هستند که می‌توانند ترکیبات محلول در آب و چربی را به‌طور همزمان حمل کنند. این ساختار منحصر به فرد امکان کپسوله کردن ترکیبات مختلف گیاهان دارویی را فراهم می‌کند و باعث می‌شود داروها به‌صورت کنترل‌شده و هدفمند آزاد شوند. به‌عنوان مثال، لیپوزوم‌های

حاوی عصاره کورکومین (ترکیب فعال زردچوبه) توانسته اند خواص ضدسرطانی این ترکیب را در مطالعات پیش بالینی تقویت کنند (Chen, Zou et al. 2015).

نانوذرات لیپیدی جامد (SLNs) نیز یکی دیگر از سیستم های پیشرفته برای انتقال داروهای گیاهی هستند. این نانوذرات از لیپیدهای جامد تشکیل شده و مزایایی نظیر پایداری فیزیکی بالا، کنترل بهتر در آزادسازی دارو و ظرفیت بارگیری بیشتر را ارائه می دهند. SLNs توانسته اند انحلال پذیری ترکیبات گیاهان دارویی کم محلول در آب، مانند فلاونوئیدها و ترپن ها، را بهبود بخشیده و اثرات درمانی آنها را افزایش دهند. برای مثال، استفاده از SLNs برای انتقال رزوراترول (ترکیب فعال انگور) نشان داده است که می توان خواص آنتی اکسیدانی و ضدالتهابی آن را به طور قابل توجهی افزایش داد (Chopra, Bibi et al. 2022). علاوه بر این، نانوذرات لیپیدی قابلیت استفاده در روش های مختلف تجویز مانند خوراکی، تزریقی، موضعی و استنشاقی را دارند. این انعطاف پذیری در روش های تجویز، امکان کاربرد گسترده تر آنها را در درمان بیماری های مختلف فراهم می کند. برای مثال، نانوذرات لیپیدی حاوی اسانس های گیاهی مانند اوژنول (از میخک) به صورت موضعی در درمان عفونت های پوستی و بیماری های مفصلی استفاده شده اند (Pereira, Gomes-da-Silva et al. 2023).

رزوراترول، یک ترکیب پلی فنولی طبیعی است که عمدتاً در انگور و سایر گیاهان یافت می شود. این ترکیب به دلیل خواص آنتی اکسیدانی، ضدالتهابی، و ضد میکروبی خود مورد توجه قرار گرفته و پتانسیل بالایی برای درمان عفونت های پوستی دارد (Chopra, Bibi et al. 2022). در مطالعه ای، از ژل حاوی نانوذرات لیپیدی جامد بارگذاری شده با رزوراترول برای درمان درماتیت تماسی تحریکی ناشی از مواد شیمیایی استفاده شده است. فرمولاسیون توسعه یافته به منظور بهبود نفوذ رزوراترول به پوست و افزایش پایداری آن طراحی شده است. نتایج نشان داده که این سیستم تحویلی به کاهش التهاب، ترمیم زخم، و بهبود علائم درماتیت کمک می کند و می تواند به عنوان یک روش مؤثر و ایمن برای درمان عفونت ها و اختلالات پوستی ناشی از التهاب استفاده شود (Shrotriya, Ranpise et al. 2017) (شکل ۲).



شکل ۲- مروری بر نانوحامل های انتقال رزوراترول (Chopra, Bibi et al. 2022)

آرتریت التهابی یک نوع از بیماری‌های مفصلی است که با التهاب در مفاصل مشخص می‌شود و می‌تواند منجر به درد، تورم، گرمی، سفتی و کاهش عملکرد مفاصل شود. این نوع آرتریت برخلاف آرتروز که بیشتر به دلیل تخریب مفصل ناشی از سایش است، به دلیل پاسخ‌های غیرطبیعی سیستم ایمنی یا وجود عوامل التهابی در بدن ایجاد می‌شود. متیل گالات، یک ترکیب طبیعی موجود در گیاهان، دارای خواص آنتی‌اکسیدانی و ضدالتهابی است. با این حال، انحلال‌پذیری ضعیف و دسترسی زیستی محدود این ترکیب مانع از استفاده مؤثر آن در درمان‌های بالینی شده است. محققان با استفاده از نانومیسل‌ها به عنوان حامل، به بررسی اثربخشی و بهبود خواص متیل گالات در کاهش التهاب پرداخته‌اند (شکل ۳) (Pereira, Gomes-da-Silva et al. 2023).



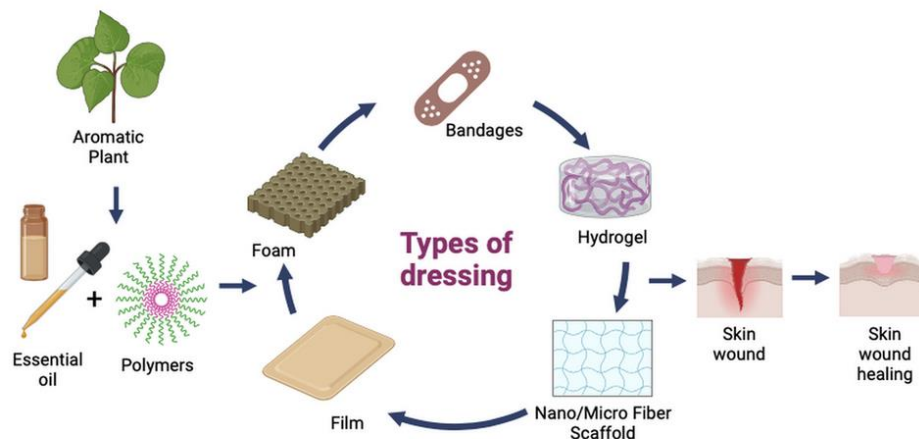
شکل ۳- نانومیسل انتقال داروی گیاهی متیل گالات برای درمان بیماری آرتریت التهابی (Pereira, Gomes-da-Silva et al. 2023)

۳. نتایج

۳-۱. زخم پوش‌های نوین: نقش هم‌افزایی نانوذرات و گیاهان دارویی در کنترل عفونت و بازسازی بافت

زخم‌پوش‌های حاوی داروهای گیاهی آنتی‌باکتریال و نانوذرات نقره ترکیبی نوآورانه برای بهبود زخم‌ها و پیشگیری از عفونت‌های میکروبی هستند. این فناوری با استفاده از خواص ضدباکتریایی قوی نانوذرات نقره و ترکیبات فعال موجود در داروهای گیاهی، محیطی استریل و مناسب برای ترمیم زخم ایجاد می‌کند. نانوذرات نقره از طریق تخریب غشای سلولی باکتری‌ها، تولید گونه‌های فعال اکسیژن (ROS) و مهار آنزیم‌های حیاتی میکروبی، اثر ضد میکروبی قوی‌ای نشان می‌دهند. از طرفی، داروهای گیاهی با خواص ضدالتهابی، آنتی‌اکسیدانی و تسریع در ترمیم بافت، نقش مهمی در کاهش التهاب و بهبود زخم دارند (Sharma, Khanna et al. 2021). زخم‌پوش‌های مبتنی بر این فناوری معمولاً به صورت فیلم، هیدروژل، یا نانوکامپوزیت طراحی می‌شوند که امکان آزادسازی کنترل‌شده ترکیبات فعال را فراهم می‌کنند. این ویژگی باعث می‌شود که غلظت مناسب مواد ضد میکروبی در محل زخم حفظ شود، درحالی‌که خطر بروز مقاومت میکروبی نیز کاهش می‌یابد. ترکیب نانوذرات نقره و داروهای گیاهی می‌تواند عملکرد سینرژیک داشته باشد؛ به طوری که خواص ضدباکتریایی نانوذرات نقره با اثرات ترمیمی داروهای گیاهی تقویت شود (Vasile, Birca et al. 2020). کاربرد این زخم‌پوش‌ها در درمان زخم‌های مزمن مانند زخم دیابتی، زخم بستر، و سوختگی‌های عفونی بسیار مؤثر است. خواص آنتی‌باکتریالی این فناوری به ویژه در برابر باکتری‌های مقاوم به آنتی‌بیوتیک، مانند استافیلوکوکوس اورئوس مقاوم به متی‌سیلین (MRSA)، اهمیت ویژه‌ای دارد. علاوه بر این، این زخم‌پوش‌ها با کاهش درد، تسریع در بسته‌شدن زخم، و جلوگیری از تشکیل اسکار، کیفیت زندگی بیماران را بهبود

می‌بخشند. فرآیند تولید این زخم پوش ها معمولاً شامل بارگذاری نانوذرات نقره و عصاره های گیاهی در یک ماتریکس پلیمری است. انتخاب پلیمر مناسب (طبیعی یا مصنوعی) برای بهبود خواص مکانیکی، چسبندگی، و زیست سازگاری زخم پوش اهمیت دارد. بررسی های آزمایشگاهی و بالینی این محصولات نشان داده اند که آن ها علاوه بر کاهش بار میکروبی، به کاهش زمان بهبود زخم و افزایش بازسازی بافت کمک می کنند. با توجه به نیاز روزافزون به درمان های مؤثر و ایمن در زمینه مدیریت زخم، این فناوری به عنوان یک گزینه پیشرفته و کارآمد مطرح است (Maghimaa and Alharbi 2020). (شکل ۴)

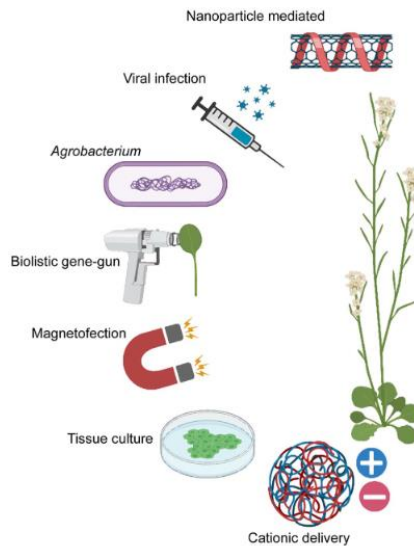


شکل ۴- زخم پوش های نوین و نقش هم افزایی نانوذرات و ترکیبات فعال گیاهان دارویی (Vasile, Birca et al. 2020)

۲-۳. نانوحامل های انتقال اجزای کمپلکس CRISPR/Cas: کاربرد در اصلاح ژنتیکی گیاهان دارویی

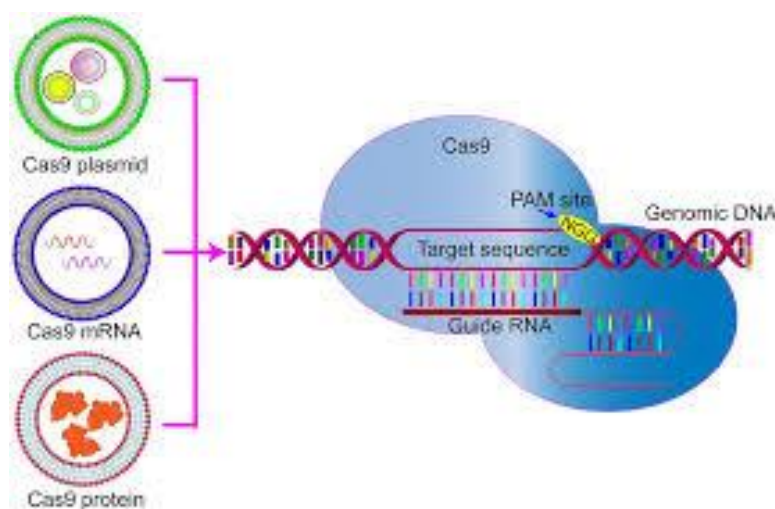
کمپلکس کریسپر Cas/ به عنوان ابزاری مؤثر و دقیق برای ویرایش ژنوم شناخته شده است. این سیستم قادر است به طور هدفمند DNA را برش داده و با استفاده از مکانیزم های ترمیمی سلول، تغییرات خاصی در آن ایجاد کند. اجزای اصلی کمپلکس کریسپر شامل gRNA (رهنمود RNA) و آنزیم Cas (مانند Cas9) هستند که نیاز به انتقال مؤثر و ایمن به سلول های گیاهی دارند. اینجاست که نانوحامل ها وارد می شوند و با فراهم آوردن یک روش امن و کارآمد برای انتقال این اجزا، می توانند کارایی و دقت ویرایش ژنی را افزایش دهند. (Duan, Ouyang et al. 2021). یکی از مزایای عمده ویرایش ژنوم در گیاهان دارویی، افزایش تولید ترکیبات فعال دارویی است. با ویرایش ژن هایی که مسیرهای متابولیکی تولید ترکیبات دارویی را کنترل می کنند، می توان میزان تولید این ترکیبات را افزایش داد و کیفیت گیاهان را بهبود بخشید. به عنوان مثال، در گیاهان مانند زردچوبه، که حاوی کورکومین است، ویرایش ژنوم می تواند تولید این ماده مؤثر را افزایش دهد و اثرات ضدالتهابی و ضدسرطانی آن را تقویت کند (Chen and Gao 2014). علاوه بر افزایش تولید ترکیبات دارویی، ویرایش ژنوم می تواند مقاومت گیاهان دارویی را در برابر بیماری ها و شرایط محیطی سخت بهبود بخشد. با اصلاح ژن هایی که مسئول مقاومت به آفات، خشکی، شوری خاک یا تغییرات دما هستند، می توان گیاهان را برای رشد در محیط های نامساعد بهینه سازی کرد. این امر نه تنها بازدهی کشاورزی را افزایش می دهد، بلکه به کاهش استفاده از آفت کش ها و کودهای شیمیایی نیز کمک می کند که از نظر زیست محیطی مطلوب تر است (Zaidi, Mahas et al. 2020). در سال های اخیر نانوحامل ها برای انتقال اجزای سیستم CRISPR/Cas9 به سلول ها به دلیل ویژگی های منحصر به فردشان، مورد توجه زیادی قرار گرفته اند. این نانوذرات قادرند مولکول های حساس مانند پروتئین Cas9 و RNA راهنما (gRNAs) را به طور مؤثر و ایمن به سلول های هدف منتقل کنند.

هدف اصلی استفاده از نانوحامل‌ها در سیستم CRISPR/Cas9، غلبه بر محدودیت‌های روش‌های سنتی انتقال ژن مانند بمباران ذرات یا استفاده از ناقل‌های ویروسی است که می‌توانند عوارض جانبی مانند سمیت یا تحریک پاسخ ایمنی داشته باشند. نانوذرات به دلیل اندازه کوچک، سطح قابل تنظیم و قابلیت‌های عملکردی مختلف، ابزار ایده‌آلی برای انتقال اجزای کریسپر به شمار می‌روند (شکل ۵) (Sharma and Lew 2022).



شکل روش‌های انتقال ژن به گیاهان (Sharma and Lew 2022)

این نانوحامل‌ها می‌توانند از مواد متنوعی مانند نانوذرات لیپیدی، پلیمری، نانولوله‌های کربنی، نانوذرات سیلیکا و نانوذرات فلزی ساخته شوند. هر یک از این نانوذرات ویژگی‌های خاصی دارند که برای کاربردهای متفاوت مناسب هستند. برای مثال، نانوذرات لیپیدی مانند لیپوزوم‌ها و نانوذرات لیپید جامد می‌توانند اجزای CRISPR را با کارایی بالا به سلول‌های هدف منتقل کنند. این نانوذرات به دلیل داشتن لایه‌های چربی، توانایی تعامل با غشای سلول را دارند و ورود به سلول را تسهیل می‌کنند. نانوذرات پلیمری مانند پلی اتیلن ایمین (PEI) به دلیل بار مثبت خود قادر به تشکیل کمپلکس‌های پایدار با RNA یا DNA هستند و از مولکول‌ها در برابر تخریب محافظت می‌کنند. ویژگی مهم دیگر نانوذرات، امکان عملکردپذیری سطح آن‌هاست (Laforest and Nadakuduti 2022). با اصلاح سطح نانوذرات، می‌توان ویژگی‌هایی مانند هدف‌گیری اختصاصی به سلول‌های خاص یا رهایش کنترل‌شده را به آن‌ها اضافه کرد. به عنوان مثال، اتصال لیگاند‌های خاص به سطح نانوذرات می‌تواند منجر به شناسایی دقیق سلول‌های هدف شود. استفاده از نانوذرات همچنین می‌تواند مشکلات مربوط به ورود به سلول‌های سخت مانند سلول‌های گیاهی یا باکتری‌ها را حل کند. این نانوذرات به دلیل ابعاد کوچک، می‌توانند از سدهای طبیعی مانند دیواره سلولی عبور کرده و به درون سلول نفوذ کنند. در نهایت، نانوحامل‌ها برای انتقال اجزای CRISPR/Cas9 نه تنها کارایی و ایمنی را افزایش می‌دهند، بلکه امکان انتقال همزمان چندین مولکول مختلف، مانند Cas9 و sgRNA، را فراهم می‌کنند (شکل ۶). این ویژگی‌ها نانوذرات را به ابزاری قدرتمند برای مهندسی ژنتیک، به‌ویژه در کاربردهای حساس مانند ویرایش ژنوم گیاهان یا درمان‌های پزشکی، تبدیل کرده است (Prestwich, Cardi et al. 2023).



نانوحامل های انتقال اجزای کمپلکس CRISPR/Cas (Duan, Ouyang et al. 2021)

۴. بحث و نتیجه گیری

در این مطالعه، نقش نانوحامل های نوین در بهبود انتقال هدفمند ترکیبات فعال گیاهان دارویی به عنوان یک راهکار مؤثر برای غلبه بر محدودیت های ذاتی این ترکیبات بررسی شد. نتایج نشان می دهد که فناوری نانو با ارائه سیستم های پیشرفته ای مانند لیپوزوم ها، نانوذرات پلیمری، نانوذرات لیپیدی، و میسل ها، توانسته است چالش هایی مانند انحلال پذیری ضعیف، پایداری کم، و هدفمندی ناکافی ترکیبات گیاهی را تا حد زیادی برطرف کند. همچنین، استفاده از لیگاندهای زیستی نظیر پپتیدها، آنتاگرها، و آنتی بادی ها در این نانوحامل ها، منجر به بهبود اثربخشی درمانی، کاهش عوارض جانبی و افزایش تمرکز دارو در بافت های هدف شده است. علاوه بر این، سنتز سبز نانوذرات با استفاده از گیاهان دارویی، رویکردی زیست سازگار و اقتصادی ارائه می دهد که نه تنها به کاهش اثرات زیست محیطی کمک کرده، بلکه با ترکیب خواص درمانی گیاهان و ویژگی های منحصر به فرد نانوذرات، پتانسیل قابل توجهی در درمان بیماری های مختلف از جمله سرطان، التهاب و بیماری های مزمن نشان داده است. با این حال، چالش هایی همچنان باقی است، از جمله کنترل دقیق بر اندازه، شکل و پایداری نانوذرات، بهبود روش های هدفمندسازی در سطح مولکولی، و ارزیابی ایمنی در بلندمدت. مطالعات آینده باید بر توسعه نانوحامل هایی متمرکز شوند که علاوه بر بهینه سازی ویژگی های فارماکولوژیکی، از نظر هزینه و تولید در مقیاس صنعتی نیز مقرون به صرفه باشند. در مجموع، نانوحامل های نوین یک ابزار امیدوارکننده برای افزایش بهره وری درمان های گیاهی ارائه می دهند و ادغام فناوری نانو با طب گیاهی می تواند افق های تازه ای را برای درمان های پیشرفته در پزشکی باز کند.

منابع

- Bonifacio, B. V., P. B. da Silva, M. A. d. S. Ramos, K. M. S. Negri, T. M. Bauab and M. Chorilli (2014). "Nanotechnology-based drug delivery systems and herbal medicines: a review." *International journal of nanomedicine*: 1-15.
- Targeted genome modification technologies and their applications in crop "Chen, K. and C. Gao (2014). improvements." *Plant cell reports* **33**: 575-583.
- Chen, X., L.-Q. Zou, J. Niu, W. Liu, S.-F. Peng and C.-M. Liu (2015). "The stability, sustained release and cellular antioxidant activity of curcumin nanoliposomes." *Molecules* **20**(8): 14293-14311.



- Chopra, H., S. Bibi, F. Islam, S. U. Ahmad, O. A. Olawale, F. A. Alhumaydhi, R. Marzouki, A. A. Baig and T. B. Emran (2022). "Emerging trends in the delivery of resveratrol by nanostructures: applications of nanotechnology in life sciences." *Journal of Nanomaterials* **2022**(1): 3083728.
- Duan, L., K. Ouyang, X. Xu, L. Xu, C. Wen, X. Zhou, Z. Qin, Z. Xu, W. Sun and Y. Liang (2021). *in Genetics* **12**: 673286. "Nanoparticle delivery of CRISPR/Cas9 for genome editing." *Frontiers*
- Gayathri, K., M. Bhaskaran, C. Selvam and R. Thilagavathi (2023). "Nano formulation approaches for curcumin delivery-a review." *Journal of Drug Delivery Science and Technology* **82**: 104326.
- Challenges and Future of Nanotechnology in Global Herbal .(*Gupta, A. P., A. Pathak and P. Pandey (202 Medicine Practices. *Herbal Medicine Phytochemistry: Applications and Trends*, Springer: 1-27.
- Huang, L., S. Luo, S. Tong, Z. Lv and J. Wu (2024). "The development of nanocarriers for natural products." *Wiley Interdisciplinary Reviews: Nanomedicine and Nanobiotechnology* **16**(3): e1967.
- Kamboj, V. P. (2000). "Herbal medicine." *Current science* **78**(1): 35-39.
- Laforest, L. C. and S. S. Nadakuduti (2022). "Advances in delivery mechanisms of CRISPR gene-editing reagents in plants." *Frontiers in Genome Editing* **4**: 830178.
- Maghimaa, M. and S. A. Alharbi (2020). "Green synthesis of silver nanoparticles from *Curcuma longa* L. and coating on the cotton fabrics for antimicrobial applications and wound healing activity." *Journal of Photochemistry and Photobiology B: Biology* **204**: 111806.
- Pereira, L. M., N. C. Gomes-da-Silva, M. S. O. Pijera, F. L. Portilho, A. S. Cordeiro, L. M. R. Alencar, L. B. Methyl gallate" .(Corrêa, M. das Graças Henriques, R. Santos-Oliveira and E. C. Rosas (nanomicelles impairs neutrophil accumulated in zymosan-induced arthritis." *Colloids and Surfaces B: Biointerfaces* **227**: 113351.
- Prestwich, B. D., T. Cardi, A. Bakhsh, A. Nicolai and K. K. Bhati (2023). Novel Delivery Methods for CRISPR-Based Plant Genome Editing. *A Roadmap for Plant Genome Editing*, Springer Nature Switzerland Cham: 41-67.
- Sharma, A., S. Khanna, G. Kaur and I. Singh (2021). "Medicinal plants and their components for wound healing applications." *Future Journal of Pharmaceutical Sciences* **7**(1): 1-13.
- Sharma, P. and T. T. S. Lew (2022). "Principles of nanoparticle design for genome editing in plants." *Frontiers in Genome Editing* **4**: 846624.
- Shrotriya, S., N. Ranpise and B. Vidhate (2017). "Skin targeting of resveratrol utilizing solid lipid nanoparticle-engrossed gel for chemically induced irritant contact dermatitis." *Drug delivery and translational research* **7**: 37-52.
- Solanki, R., B. Jodha, K. E. Prabina, N. Aggarwal and S. Patel (2022). "Recent advances in phytochemical based nano-drug delivery systems to combat breast cancer: A review." *Journal of Drug Delivery Science and Technology* **77**: 103832.
- Srinivasarao, M. and P. S. Low (2017). "Ligand-targeted drug delivery." *Chemical reviews* **117**(19): 12133-12164.
- Vasile, B. S., A. C. Birca, M. C. Musat and A. M. Holban (2020). "Wound dressings coated with silver nanoparticles and essential oils for the management of wound infections." *Materials* **13**(7): 1682.
- Yan, S., J. Na, X. Liu and P. Wu (2024). "Different Targeting Ligands-Mediated Drug Delivery Systems for Tumor Therapy." *Pharmaceutics* **16**(2): 248.
- Yap, K. M., M. Sekar, S. Fuloria, Y. S. Wu, S. H. Gan, N. N. I. Mat Rani, V. Subramaniyan, C. Kokare, P. T. Lum and M. Y. Begum (2021). "Drug delivery of natural products through nanocarriers for effective breast cancer therapy: A comprehensive review of literature." *International Journal of Nanomedicine*: 7891-7941.
- Zaidi, S. S.-e.-A., A. Mahas, H. Vanderschuren and M. M. Mahfouz (2020). "Engineering crops of the future: CRISPR approaches to develop climate-resilient and disease-resistant plants." *Genome biology* **21**(1): 289.

مطالعه اتنوبوتانی (Ethnobotany) گیاه دارویی فرفیون (Euphorbia helioscopia)،**دلفان استان لرستان، روستای مختار آباد**افسانه جمشید زاده^۲، حامد خدایاری^{*۱}^۲ گروه زیست شناسی گیاهی گرایش سیستماتیک گیاهی، دانشکده علوم پایه، دانشگاه لرستان^{*۱} گروه زیست شناسی، دانشکده علوم پایه، دانشگاه لرستان، خرم آباد، ایران Email: khodayari.h@lu.ac.ir**چکیده**

هدف: علم اتنوبوتانی بخشی از سرمایه ملی هر قوم و گروه می باشد که اعتقادات و آگاهی های محلی و بومی آنان از گیاهان و خواص آنها را در برمیگیرد، و حاصل صدها سال آزمون و خطا در محیط های طبیعی می باشد که به دلیل مکتوب نبودن در خطر نابودی است. در مواقع می توان گفت این علم مطالعه روابط و واکنش های متقابل بین گیاهان و انسان است که لازمه آن داشتن دانش گیاه شناسی و مردم شناسی است.

مواد روش ها: این پژوهش مطالعه موردی گیاه دارویی فرفیون در روستای مختار آباد از توابع شهرستان دلفان استان لرستان می باشد. گیاه فرفیون یا شیر سگ در مناطق مختلف با نام های محلی متفاوتی شناخته می شود که در این منطقه با توجه به اطلاعات جمع آوری شده از ده نفر از افراد بومی این گیاه با نام خشیل معروف است.

نتایج: گیاهان دارویی مشابه در مناطق مختلف با نام های محلی متفاوت ولی مورد مصرف یکسانی مورد استفاده قرار می گیرند. یکی از ویژگی های بارز گیاه فرفیون وجود شیرابه سفید رنگ لاتکس در ساقه و برگ های آن است. همچنین در طب سنتی به عنوان دارویی طبیعی شناخته شده و از قدیم الایام برای درمان زخم ها، تومورها و زگیل های پوستی به کار می رود. نتیجه تحقیق در خصوص نحوه مصرف، اندام های مورد استفاده و خواص گونه های دارویی، نشان داد که تعدادی از گیاهان دارویی مورد بررسی علی رغم اسامی فارسی یکسان، نام محلی آنها در مناطق مختلف و نیز طریقه مصرفشان با هم متفاوت است.

واژگان کلیدی: اتنوبوتانی، زگیل، فرفیون، مردم گیاه شناسی



۱. مقدمه

۱-۱. تاریخچه استفاده از گیاهان دارویی

طی سالیان گذشته، مردم مناطق کوهستانی و سردسیر به دلیل وجود مسیرهای طولانی و شرایط سخت آب و هوایی و جغرافیایی، به مراکز بهداشتی و درمانی دسترسی ضعیفی داشته اند و همین امر منجر به وابستگی آنها به درمان های تجربی و سنتی، به خصوص استفاده از گیاهان دارویی و ایجاد سنت های درمانی بی نظیر در این مناطق شده است. فرهنگ گیاه درمانی منحصر به فرد موجود در بین ساکنان این مناطق، زمینه مناسب و چراغ راهی برای مطالعات اتنوبوتانیک و تحقیقات بیشتر در مورد گونه های دارویی فراهم کرده است (Chinsembu *et al.*, 2011). منظور از مصرف گیاهان دارویی همان مصرف بخش هایی از گیاه است که پس از خشکاندن، بدون ایجاد هرگونه تغییری در عطاری ها به فروش می رسد. حدود ۱۰۰ تا ۲۰۰ گونه گیاه موجود در ایران نیز به عنوان گیاه دارویی برجسته شناخته شده و توسط وزارت بهداشت، درمان و آموزش پزشکی برای تهیه و تولید داروهای گیاهی معرفی شده اند. (Ganjali *et al.*, ۲۰۱۸). حدود صد و هفتاد سال پیش در عصر قاجار، پس از تأسیس دارالفنون (۱۲۳۰ ه.ش)، اولین دوره های داروسازی در ایران بنا نهاده شد. در آن زمان، داروخانه های نوین به شیوه امروزی، همانند سایر نقاط کشور هنوز در لرستان مرسوم نبود (Shafizadeh, 2002). طب سنتی هنوز هم به عنوان مقرون به صرفه ترین و در دسترس ترین منبع درمانی در سیستم مراقبت های بهداشتی اولیه در جوامع فقیرنشین باقی مانده است و درمان های محلی نقش پررنگی در چنین جوامعی دارا است (Yineger & Yewhalaw, ۲۰۰۷). به دلیل کمبود وسایل ارتباطی، فقر، ناآگاهی و در دسترس نبودن امکانات بهداشتی مدرن، اکثر مردم به ویژه روستاییان، هنوز مجبور به استفاده از داروهای سنتی برای بیماری های روزمره خود هستند. درمانگران سنتی اغلب بخشی از یک جامعه محلی، فرهنگ و سنت هستند و هنوز هم در بسیاری مناطق، از موقعیت اجتماعی بالایی برخوردارند و بر روی شیوه های سلامت محلی تأثیر گذارند (Cheikhyoussef *et al.*, ۲۰۱۱). استان لرستان با پیشینه تاریخی - فرهنگی و پتانسیل عظیم رویشگاهی، از دیرباز در استفاده از گیاهان دارویی و ظرفیت های درمانی آنها، قدمت دیرینه دارد. ساکنین مناطق شهری و روستایی، با وجود داروها و خدمات پزشکی مدرن، هنوز از گیاهان دارویی به عنوان یک درمان سنتی استفاده می کنند. امروزه مردم بخش عمده ای از گیاهان دارویی مورد استفاده خود را از عطاری های سطح شهر تأمین می کنند.

در سالیان اخیر نتایج مطالعات اتنوبوتانی نقش شایانی در تحقیقات گیاهان دارویی و گیاه درمانی در دنیا داشته است. در بعضی از کشورها، مطالعات اتنوبوتانیکی برای کشف داروهای جدید و بهبود توسعه داروهای جدید، استفاده شده است (Hayat *et al.*, 2008).

۲-۱. سنت ها و باورهای بومی درباره گیاهان دارویی

یکی از راه های شناسایی و معرفی گیاهان دارویی استفاده از دانش تجربی یا سنتی گذشتگان یا درمان گران هر قوم و منطقه است. بهره جویی از تجربیات تقریباً بکر و تاریخی بهره برداران، دامداران و روستاییان محلی که به اصطلاح به آن دانش بومی گفته می شود (Barani *et al.*, 2012). دانش بومی گیاهان دارویی معادل دانش بومی استفاده از گیاهان یا گیاه مردم شناسی (Ethnobotany)، داروشناسی بومی (Ethnopharmacology) و دانش درمان های بومی (Ethnomedicine) است.



(Farhadi, 2006). گیاه مردم شناسی شاخه‌ای از علم اتنواکولوژی است که مربوط به گیاهان می‌باشد (سجادی و همکاران، ۱۳۹۰). اصطلاح اتنوبوتانی برای اولین بار توسط گیاه‌شناس آمریکایی دکتر جان ویلیام هرشبرگر، در یک سخنرانی در فیلادلفیا آمریکا در سال ۱۸۹۵ میلادی، برای توصیف پژوهش‌های خود با عنوان "گیاهان تولید شده توسط مردم بومی" استفاده شد. علم اتنوبوتانی بخشی از سرمایه‌ی ملی هر قوم و گروه می‌باشد که اعتقادات و آگاهی‌های محلی و بومی آنان از گیاهان و خواص آنها را در برمی‌گیرد، و حاصل صدها سال آزمون و خطا در محیط‌های طبیعی می‌باشد که به دلیل مکتوب نبودن در خطر نابودی است (Abtahi, 2019). سنت استفاده از گیاهان وحشی به دلایل دارویی در روستاهای کوچک امروزی به ویژه در میان جوامعی که پل فرهنگی بین گذشته و حال را حفظ میکنند ادامه دارد. در حالیکه فناوری‌های ارتباط سریع اخیراً توسعه یافته افراد را در چند ثانیه و داده‌ها را در فواصل بسیار گسترده پخش می‌کند، دانش سنتی هنوز در زندگی روزمره اهمیت ویژه‌ای داشته و تلاش‌ها برای حفظ دانش سنتی در سراسر جهان به ویژه در کشورهای اروپایی و مدیترانه‌ای افزایش یافته است (Emre ۲۰۲۱, *et al.*). دانش سنتی مرتبط با گیاهان و استفاده از آنها نتیجه تجربه هزاران ساله بشر از طریق کوشش و خطا، آموختن از تجربه و آموزش است. نگاهی به مقالات و تحقیقات انجام و ثبت شده در پایگاه‌های معتبر علمی و بین‌المللی با موضوع مردم گیاهشناسی، روشن می‌سازد که به صورتی بسیار واضح و ملموس، بعد از سال ۲۰۰۵ رویکرد فزاینده و شتابانی در تولید محتوای دانشگاهی و مطالعات گیاهان داروئی مورد استفاده در قومیت‌های گوناگون، در مراکز علمی معتبر بین‌المللی بنا نهاده شده است (Asase *et al.*, 2005). پژوهش‌های فراوانی در باره اتنوبوتانی گیاهان مورد مصرف در مناطق مختلف صورت گرفته است. مطالعه اتنوبوتانی گیاهان داروئی شهرستان ابهر استان زنجان (Vafadar & Toghranegar, 2020) و بررسی اتنوبوتانی گیاهان داروئی جنوب کرمان (Hosseini Kohnouj *et al.*, 2019) اشاره نمود. دلفان و همکاران (۱۳۹۸) به بررسی گیاه مردم‌نگاری گیاهان داروئی در منطقه زاغه و بیرانشهر از استان لرستان پرداخته‌اند جمع‌آوری و شناسایی گیاهان داروئی مناطق مورد مطالعه به شناسایی ۲۱۸ گونه گیاه داروئی که به طور خودرو در عرصه‌های منابع طبیعی رویش دارند، منجر شد. بیشترین موارد مصرف گیاهان داروئی در مناطق زاغه و بیرانشهر به ترتیب در زمینه رفع مشکلات گوارشی، تنفسی، کاهش قند و چربی خون مشاهده شده است.

(Jeruto & Lukhob, 2008) مطالعه مردم گیاه شناسی گیاهان داروئی مورد استفاده مردم ناندی در کنیا را به انجام رسانده‌اند، (Akerreta *et al.*, 2010) عادات و رسوم قومی در ناوارا (شبه جزیره ایبری) را مطالعه نموده‌اند. نتایج بررسی ریشه شناسی نام‌های محلی گیاهان با بررسی فروزه و همکاران (۱۳۹۳) که در استان کهگیلویه و بویراحمد انجام داده‌اند هم‌خوانی دارد، محققین در مورد نام‌گذاری چند گونه گیاهی اشاره کرده‌اند نام‌گذاری بر اساس دانش بومی است و خواص و خصوصیات ظاهری گیاهان در نام‌گذاری آنها تأثیرگذار بوده است، به عنوان نمونه نام‌گذاری گیاه جاشیر را بر اساس خصوصیت و تأثیر این گیاه در زیاد کردن شیر دام دانسته‌اند.

۳-۱. گیاه شناسی فرفیون

خانواده فرفیون یا شیر سگ (Euphorbiaceae) خانواده بزرگی از گیاهان می‌باشند که شامل ۳۰۰ جنس و بیش از ۸۰۰ گونه می‌باشد (Al-Younis & Abdullah, 2009). فرفیون، گیاهی است یکساله که ساقه‌های آن متعدد و بلند و



راست است که از طریق بذر تکثیر می‌یابند؛ گیاه دولپه می‌باشد. طول ساقه ۱۵ تا ۵۰ سانتیمتر و رنگ آن سبز تیره است. برگهای متناوب و با آرایش مارپیچی روی ساقه قرار گرفته اند، یکی از علف‌های هرز محسوب می‌شود ولی خاصیت دارویی نیز دارد. از خصوصیات دیگر این گیاه، داشتن لاتکس یا شیرابه در ساقه و رگبرگ‌های آن است که بسیار سمی می‌باشد. گیاه فریون در فصل سرما بخش هوایی خشک، و از بین رفته و در شروع فصل بعد از محل ریشه گیاه فریون جدید رشد می‌نماید. گل دهی گیاه از اواسط بهار تا اواخر تابستان به طول می‌انجامد. حدود ۱۰۰ گونه از جنس افوربیا در سرتاسر ایران گسترش دارند. گیاه *Euphorbia helioscopia*.L به عنوان گیاه دارویی در نظر گرفته شده است و در بعضی از کشورهای مختلف در سراسر جهان بعنوان دارو مورد استفاده قرار گرفته است (Barla et al., 2006, Lai et al., 2004).

جدول ۱- مشخصات گیاه دارویی فریون (شیر سگ)

نام فارسی	نام محلی	نام علمی	خانواده	اندام مورد استفاده	نحوه استفاده	مورد مصرف
فریون یا شیر سگ	خُشیل	<i>Euphorbia L. helioscopia</i>	<i>Euphorbia</i>	شیرابه ساقه	خوراکی و رزین	درمان یخچه و زگیل، مسهل

۲. مواد و روش ها

اجرای این پژوهش به روش میدانی با استفاده از ابزار مشاهده همراه با مشارکت و مصاحبه و استفاده از اسناد و کتاب‌ها بوده است، هم‌چنین به وسیلهٔ مراجعه و مصاحبه با ده نفر از افراد بومی با سطح سواد ابتدایی، نام محلی گیاهان، نوع مصرف این گیاهان، نسبت به تکمیل اطلاعات اقدام شد. هدف این تحقیق بررسی شناخت میزان اطلاعات و آگاهی مردم منطقه از گیاهان دارویی و روش‌های طب سنتی، حفظ و احیا دانش بومی مربوط به استفاده از گیاهان دارویی در درمان بیماری‌ها می‌باشد. طبق پرسش و پاسخ‌های صورت گرفته از اهالی محلی روستای مختار آباد این گیاه که با نام محلی خشیل نیز در این منطق شناخته شده است در برخی دیگر از تعابیر، این نام ممکن است به بافت خاص گیاهان اشاره باشد. به عبارتی، «خشیل» ممکن است اشاره به نرم بودن یا لطافت بافت گیاه داشته باشد، که این نام محلی می‌تواند به نحوه‌ی مصرف یا ویژگی‌های ظاهری آن گیاه مرتبط باشد. خشیل در این منطقه برای درمان میخچه و زگیل‌های پوستی استفاده می‌شود و به این صورت که شیرابه گیاه را دو یا سه بار در روز روی موضع اثر می‌دهند ولی به دلیل سمیت مصرف خوراکی ندارد.

۲-۱. مشخصات جغرافیایی شهرستان دلفان-روستای مختار آباد

شهرستان دلفان به مرکزیت نورآباد با مساحت ۲ هزار و ۷۴۰ کیلومتر مربع و ارتفاع ۲ هزار و ۱۸۰ متر از سطح دریا و جمعیتی حدود ۱۵۰ هزار نفر و بارشد جمعیت ۰.۹ و تراکم جمعیت ۴.۵ نفر بر کیلومتر دارای سه بخش مرکزی است. این شهرستان در شمال غربی استان لرستان قرار



دارد و قدمت آن به نیمه نخست هزاره پیش از میلاد میرسد. محدوده جغرافیایی این شهرستان بین ۳۳ درجه و ۴۸ دقیقه تا ۳۴ درجه و ۲۲ دقیقه عرض شمالی و ۴۷ درجه و ۲۱ دقیقه تا ۴۸ درجه و ۱۹ دقیقه طول شرقی واقع شده است. گستردگی جغرافیایی این شهرستان در طول ۵۲ دقیقه و عرض ۲۸ دقیقه نشان می دهد که این شهرستان در طول جغرافیایی بیشتری کشیده شده است. روستای مورد مطالعه مختار آباد از توابع شهرستان دلفان با طول جغرافیایی ۳۴ و عرض جغرافیایی ۴۷ درجه و ارتفاع از سطح دریا ۲۱۱۵ متر می باشد (مرکز آمار ایران).

۲-۲. تنوع گیاهان دارویی در شهرستان دلفان

تعداد بالای گیاهان دارویی مورد استفاده مردم در استان لرستان (۹۱ گونه) دال بر دانش نسبتاً بالای اهالی این استان است. ولیکن با این وجود این رقم از تعداد گونه های دارویی گزارش شده در پژوهش های پیشین (۱۵۱ گونه) کمتر است بنابراین شناساندن بیشتر گیاهان موجود در استان می تواند در جهت استفاده کمتر مردم از داروهای شیمیایی حائز اهمیت باشد و مؤثر واقع شود (اوستا و عباسی، ۱۴۰۱). طبق پژوهش های اوستا و عباسی (۱۴۰۱) بیشترین نحوه استفاده دارویی مردم لرستان به ترتیب شکل های پودر، جوشانده و دم کرده است اما در سایر مطالعات استان های هم جوار فرم استفاده جوشانده بیشترین نحوه مصرف را دارد.

۳. نتایج

نتایج از طریق مصاحبه با ساکنین بومی، منابع معتبر علمی و مشاهدات شخصی به دست آمد. برداشت گیاهان دارویی خودرو در این مناطق از اواخر فروردین ماه شروع می شود، در اردیبهشت ماه و خرداد ماه به اوج خود می رسد، قسمت های مورد استفاده اکثراً ساقه های جوان آن می باشد. گونه های دارویی دارای ارزش قابل توجه در بین اهالی محلی هر منطقه می باشند، که علیرغم کاربرد سنتی و درمانی این گونه ها، آنها را در معرض تهاجم و خطر انقراض قرار می دهد. مردم محلی علاوه بر دانستن خواص گیاهان و نحوه مصرف آن با توجه به خصوصیات و شرایط خاصی نام محلی مخصوصی برای گیاه مورد نظر انتخاب می کردند. گیاه فرفیون در درمان بیماری ها و ناراحتی های پوستی در طب سنتی توسط مردم منطقه مورد استفاده قرار می گیرد.

۴. بحث و نتیجه گیری

تجزیه و تحلیل اسامی توصیفی بومی یا نام گذاری های مشهور معمولاً بیانگر اطلاعات مهمی می باشد، زیرا این اسامی معمولاً شرح دهنده نقش های ویژه گیاهان در زندگی سنتی روستایی می باشد نام های بومی جذاب یا زننده هستند، نام های جذاب بیانگر مزه شیرین و عطر و طعم مناسب آن گیاه است یک نام تحسین برانگیز نشان دهنده مفید بودن یا حداقل بی ضرر بودن آن گیاه است، نام های سرزنش کننده از خطرناک بودن آن گیاه حکایت دارند و نام هایی با مزه تلخ و تند احتمالاً مشکلات فیزیکی برای انسان در پی دارند (Zemede & Mesfin, 2001). تنوع گسترده های از گیاهان دارویی در استان لرستان وجود دارد که مردم این مناطق شماری از گیاهان را برای درمان بیماری هایی به کار می برند که ویژه این منطقه است. پژوهش پیرامون این گیاهان دارویی می تواند آغازگر راهی برای کشف داروهای جدید در عرصه درمان باشد. با توجه به حجم زیاد گیاهان از نظر کمی و کیفی و گسترش جغرافیایی، هیچ شخص نمی تواند همه گیاهان یک استان یا کشور را شناسایی، جمع آوری و مورد مطالعه قرار دهد. اما کار مداوم در مناطق جغرافیایی کوچک تر می تواند

شناخت مناسبی از این دانش و گنجینه بزرگ را برای ما و آیندگان فراهم نماید (قاسمی دهکردی و همکاران، ۱۳۹۱). گنجینه ارزشمند گیاه مردم شناسی سنتی به عنوان میراث فرهنگی و دانش نانوشته مردم این سرزمین است که حاصل ارتباط تناتنگ و جدایی ناپذیر بین انسان و طبیعت است (جعفری، ۱۳۸۴).

منابع

اوستا، و.م. عباسی. ش. (۱۴۰۱). گیاه مردم شناسی گیاهان دارویی استان لرستان. فصلنامه اکوسیستم های طبیعی ایران، سال سیزدهم، شماره یک، پیاپی ۴۷، بهار، صفحات ۷۶-۹۲.

جعفری، عزیزالله. ۱۳۸۴. طب سنتی در ایل بزرگ قشقایی. همایش ملی توسعه پایدار گیاهان دارویی. مشهد.

دلفان، اسماعیل؛ خدایاری، حامد و عزیزی، خسرو. (۱۳۹۸)، «اتنوبوتانی گیاهان دارویی بومی در مناطق زاغه و بیرانشهر، استان لرستان»، ایران، فصل نامه اکوفیتوشیمی گیاهان دارویی، شماره ۴: ۶۴-۸۲.

سجادی، سید ابراهیم؛ بتولی، حسین و قنبری، علی. (۱۳۹۰)، «جمع آوری و بررسی مصارف سنتی منتخبی از گیاهان شهرستان کاشان»، مجله طب سنتی اسلام و ایران، شماره ۱: ۳۶-۲۹.

فروزه، محمدرحیم؛ حشمتی، غلامعلی و بارانی، حسین. (۱۳۹۳)، «گیاه مردم نگاری گونه های خوراکی و دارویی مرتع دیلگان، استان کهگیلویه و بویراحمد»، پژوهشهای انسان شناسی ایران، دوره ۴، شماره ۱: ۱۰۹-۱۲۹.

قاسمی دهکردی، نصرت اله؛ نوروزی، مصطفی و صفایی عزیز، علی. (۱۳۹۱)، «جمع آوری و بررسی مصارف سنتی منتخبی از گیاهان شهر جندق»، مجله طب سنتی اسلام و ایران، شماره ۱: ۱۱۲-۱۰۵.

قربانی، عبدالباسط. (۱۳۸۴). گیاهان دارویی ترکمن صحرا. چاپ اول. مرکز تحقیقات طب سنتی و مفردات پزشکی.

مرکز آمار ایران. سالنامه آماری استان لرستان ۱۴۰۰. فصل اول، سرزمین و آب و هوا. صفحه ۷.

Abtahi, F. (2019). Ethnobotanical study of some medicinal plants of Shazand, Central Province. Journal of Medicinal Plants, 18(70), 197- 211. (in Persian).

Akerreta, S., Calvo, M.I., & Caverro, R.Y. (2010). Ethnoveterinary knowledge in Navarra (Iberian Peninsula). Journal of Ethnopharmacology. 130(2), 369-378.

Al-Younis, N.K. & Abdullah, A.F. 2009. Isolation and antibacterial evaluation of plant extracts from some medicinal plants in Kurdistan region. J. Duhok Univ. 12(1): 250- 255 (Special issue).

Asase, A., Oteng-Yeboah, A. A., Odamtten, G. T., & Simmonds, M. S. (2005). Ethnobotanical study of some Ghanaian anti-malarial plants. Journal of ethnopharmacology, 99(2), 273-279.

Barani H, Behmanesh B, Shahraki MR. Daneshe boomi giahshenasi giahane darooi mantaghe Chaharbagh az marate ostane Golestan. Semiannual Journal of Indigenous Knowledge. 2012; 2(2): 61-86.

Barla, A., Birman, H. Kultur, S. and Oksuz, S. 2006. Secondary metabolites from Euphorbia helioscopia and their vasodepressor activity. Turk. J. Chem. 30: 325-332.

- Cheikhoussef, A., Shapi, M., Matengu, K. and Ashekele, H.M., 2011. Ethnobotanical study of indigenous knowledge on medicinal plant use by traditional healers in Oshikoto region, Namibia. *Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine*, 7, pp.1-11.
- Chinsembu KC, Hedimbi M, Mukaru WC. Putative medicinal properties of plants from the Kavango region, Namibia. *Journal of Medicinal Plants Research*. 2011;5(31):6787-6797.
- Emre, G., Dogan, A., Haznedaroglu, M. Z., Senkardes, I., Ulger, M., Satioglu, A., & Tugay, O. (2021). An ethnobotanical study of medicinal plants in Mersin (Turkey). *Frontiers in Pharmacology*, 12, 664500.
- Farhadi M. Ethnography or examples of ethnographically of wild plants of Kamareh. *Social Sciences*. 2006; 13(34, 35): 41-96.
- Ganjali, A., Miri, A., Bahreh, M., Heydari, F., Fakheri, H., Survey of Professional features and knowledge levels of apothecaries in Sistan Iranian Medicinal Plants Technology. Vol 01, No. 01, 2018. Page 6: 57- 69(in Persian)
- Hayat, M.Q., Khan, M. A., Ahmad, M., Shaheen, N., Yasmin, Gh. and Akhter, S. 2008. Ethnotaxonomical approach in the identification of useful medicinal flora of Tehsil Pindigheb (District attock) Pakistan. *Ethnobotany Research and Application*, 6: 35-62.
- Hosseini Kohnouj, S.H., Bibak, H. and Ramezani Qara, A., 2019. Ethnobotanical survey of medicinal plants in southern Kerman region. *Ecophytochemistry of Medicinal Plants*, 8(1), pp.30-63. [in Persian].
- Jeruto, P., & Lukhoba, C. (2008). An ethnobotanical study of medicinal plants used by the Nandi people in Kenya. *Journal of Ethnopharmacology*. 116(2), 370-376.
- Lai, X. Z., Yang, Y.B. & Shan, X. L. 2004. The investigation of Euphorbiaceous medicinal plants in Southern China. *Economic Botany* 58 (1): 307-320.
- Shafizadeh, F., 2002. *Giahan e darooi e Lorestan. (Popular medicinal plants of Lorestan). Volume1*, pp: 223.
- Vafadar, M. & Toghranegar, Z., 2020. Ethnobotanical study of some medicinal plants of Abhar county, Zanzan Province. *Jornal of Medicinal Plants*, 19(75), pp.30-54. [in Persian].
- Yineger, H. & Yewhalaw, D., 2007. Traditional medicinal plant knowledge and use by local healers in Sekoru District, Jimma Zone, Southwestern Ethiopia. *Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine*. 3(1), pp.1-7.
- Zemedet A, Mesfin T. Prospects for Sustainable Use and Development of Wild Food Plants in Ethiopia. *Economic Botany* 2001;55(1):47-62.

تغییرات فیتوشیمیایی رازیانه (*Foeniculum vulgare* Mill.) با کاربرد علفکش‌های

پندیمتالین و اکسی فلورفن

فاطمه کرمی^۱، عبدالرضا احمدی^{۲*}، علی اصغر چیت بند^۱، شیرین تقی پور^۳^۱ گروه گیاه پزشکی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه لرستان، شهر خرم آباد.^{۲*} گروه مهندسی تولید و ژنتیک گیاهی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه لرستان، شهر خرم آباد. (ahmadi.a@lu.ac.ir)^۳ گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه لرستان، شهر خرم آباد.

چکیده

در تولید گیاهان دارویی ارزش واقعی به کیفیت محصول و پایداری تولید داده می‌شود و کمیت محصول در درجه دوم، اهمیت قرار می‌گیرد. بعد از کاشت رازیانه، اگر گیاه به موقع از زمین خارج نشوند، علف‌های هرز بر بوته‌های جوان رازیانه غلبه کرده و گیاه یا به کلی از بین می‌رود و یا باعث عدم رشد آن می‌شود. به همین منظور، آزمایش به صورت بلوک‌های کامل تصادفی در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه لرستان در چهار تکرار انجام شد. تیمارهای آزمایش شامل کاربرد علف‌کش‌های پندیمتالین و اکسی فلورفن در دو سطح به همراه دو تیمار وجین دستی و شاهد بود. بررسی نتایج مقایسه میانگین نشان داد که تیمار علفکش پندیمتالین در غلظت ۵۰ میلی گرم در لیتر، بیش‌ترین میزان اسانس (۲/۱۷۹ درصد) را به خود اختصاص داد. همچنین، بالاترین میزان درصد آنتی اکسیدانی اسانس (۷۲/۲۹ درصد) در تیمار وجین مشاهده گردید. نتایج مقایسه میانگین نشان داد که بیش‌ترین و کم‌ترین میزان برای ترکیبات α -Pinene (۱/۶۵ و ۰/۵۸۱ درصد)، Camphene (۰/۳۰۶ و ۰/۱۲۲ درصد)، به ترتیب در دو تیمار وجین و اکسی فلورفن ۱۰۰ پی پی ام به دست آمد و تیمار اکسی فلورفن، ترکیباتی مانند Limonen و trans- β -Ocimene را افزایش داد. براساس نتایج، بطور کلی برای بهبود کمیت و کیفیت گیاه رازیانه، کاربرد علفکش‌ها به علت افزایش کیفیت اسانس گیاه رازیانه می‌تواند قابل توصیه باشد.

واژگان کلیدی: اسانس، رازیانه، علفکش



۱. مقدمه

رازیانه (*Foeniculum vulgar* Mill.) از خانواده چتریان (Apiaceae) گیاهی افرشته، دائمی که دارای گونه‌های یکساله، دوساله و چندساله، معطر، به ارتفاع ۷۵ سانتی متر، با میانگین وزن هزار دانه ۹ گرم است. رشد کند در مراحل اولیه رشد رازیانه، موجب شده که رقیب بسیار ضعیفی در برابر علف‌های هرز باشد. بنابراین، حفاظت از آن در برابر علف‌های هرز برای مدت طولانی در فصل رشد ضروری است (Baghbani *et al.*, 2022). اولین روش برای مقابله با علف هرز، کنترل است که وجین دستی رایج‌ترین روش کنترل میان کشاورزان می‌باشد، اما هزینه بالای این روش، عدم دسترسی به کارگر و ... صرفه اقتصادی تولید محصول را تحت شعاع قرار می‌دهد و تمایل به استفاده از علفکش‌ها را افزایش داده است. علفکش‌ها نقش محوری در مدیریت علف‌های هرز به دلیل کارایی و صرفه اقتصادی ایفا می‌کنند. علفکش پندیمتالین ($C_3H_{19}N_3O_4$) از خانواده دی‌نیتروآنیلین‌ها و بازدارنده تقسیم سلولی از طریق اثر بر میکروتوبول‌ها است و به صورت پیش کاشت، پیش رویشی و پس رویشی استفاده می‌شود (Haji Rezaei *et al.*, 2019). علفکش اکسی فلورفن ($C_{15}H_{11}ClF_3NO_4$) متعلق به خانواده شیمیایی اکسیدازول‌هاست، که نحوه عمل آن، بازدارنده پروتوپرفیرینوزن اکسیداز است و به صورت پیش رویشی و پس رویشی در مزارع کاربرد دارد (Younesabadi *et al.*, 2014). مشخص شده که کاربرد علفکش‌های تریفلورالین و پندیمتالین (به ترتیب ۲/۵ و ۴/۵ لیتر در هکتار) و ۵۰ درصد توصیه شده آن‌ها به تنهایی و به همراه مالچ کلشی تاثیر بیش تری در کنترل علف‌های هرز علف‌های هرز گیاه بادرشویه (*Dracocephalum moldavica*) داشت (Ebrahimi *et al.*, 2018). همچنین، مطالعه‌ای با هدف بررسی تاثیر اقدامات کنترلی علف‌های هرز (بدون علف‌های هرز، پندیمتالین ۰/۷۵ کیلوگرم در هکتار)، اکسی فلورفن ۵۰ گرم در هکتار و بررسی علف‌های هرز) بر رشد و عملکرد محصول رازیانه انجام شد، نشان داد که تیمار پندیمتالین و اکسی فلورفن، تاثیر مثبتی بر ویژگی‌های محصول نشان داد (Kumari Meena *et al.*, 2023). لذا مطالعه حاضر، جهت کنترل علف‌های هرز برای ارزیابی اثر علفکش‌های پندیمتالین و اکسی فلورفن بر محتوا و کیفیت اسانس رازیانه انجام شد.

۲. مواد و روش‌ها

۲-۱. منطقه مورد مطالعه

آزمایش به صورت بلوک‌های کامل تصادفی در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه لرستان در سال زراعی ۱۴۰۲ - ۱۴۰۱ در چهار تکرار انجام شد.

۲-۲. روش تحقیق

تیمارهای آزمایش شامل کاربرد علفکش پندیمتالین و اکسی فلورفن در دو غلظت ۵۰ و ۱۰۰ میلی گرم بر لیتر، به همراه دو تیمار وجین دستی و شاهد بود. پس از کاشت بذور رازیانه، به مدت ۵ روز آبیاری انجام شد و سپس علفکش پندیمتالین در دزهای مورد نظر (برای سطح ۵۰ درصد به میزان ۲۰ سی سی در ۲ لیتر آب و برای سطح ۱۰۰ درصد به میزان ۴۰ سی سی در ۲ لیتر آب) اعمال گردید. برای کاربرد علفکش اکسی فلورفن در مرحله چندبرگی، برای سطح ۵۰ درصد به میزان ۱۰ سی سی در ۲ لیتر آب و برای سطح ۱۰۰ درصد به میزان ۲۰ سی سی در ۲ لیتر آب استفاده شد. وجین علف‌های هرز نیز به صورت دستی در دو مرحله ۲۵ و ۵۰ روز پس از کاشت انجام شد. به منظور استخراج اسانس از روش تقطیر با آب و دستگاه کلونجر استفاده شد.



بدین صورت که مقدار ۱۰۰ گرم از دانه رازیانه را ابتدا آسیاب کرده سپس همراه با یک لیتر آب مقطر درون بالون ریخته و به مدت ۲ ساعت بر روی گرمکن قرار داده شد تا بجوشد بعد از دو ساعت اسانس حاصله در لوله مدرج، به دلیل سبک تر بودن نسبت به آب در روی آن قرار گرفت و در نهایت با باز نمودن شیر تخلیه آب خارج و اسانس در درون میکروتیوب های مخصوص جمع آوری شد (یزدانی و همکاران، ۱۳۸۳). تجزیه و شناسایی ترکیبات اسانس به روش GC/MS انجام شد. جهت محاسبات آماری داده ها وضعیت نرمال بودن تمامی داده ها توسط نرم افزار MiniTab (21.3.1) بررسی و تجزیه واریانس داده های به دست آمده توسط نرم افزار SAS 9.4 انجام شد و مقایسه میانگین ها با استفاده از آزمون چند دامنه ای LSD در سطح احتمال پنج درصد و رسم نمودارها نیز از نرم افزار Excel صورت گرفت.

۳. نتایج

3-1. درصد آنتی اکسیدانی

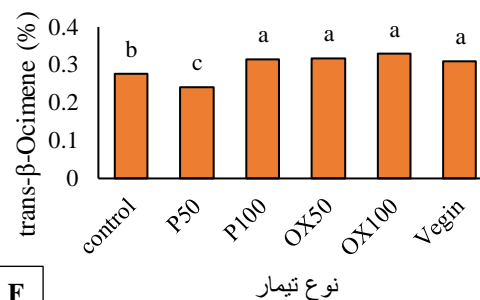
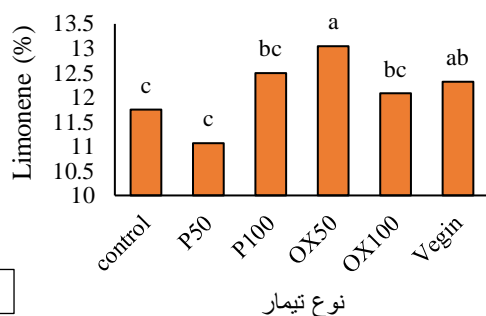
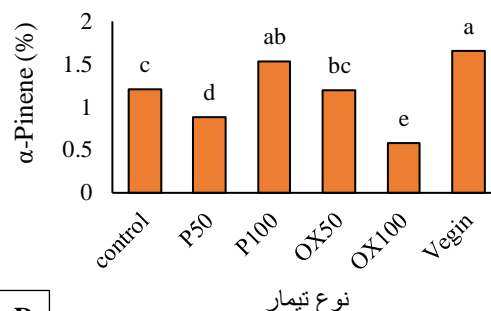
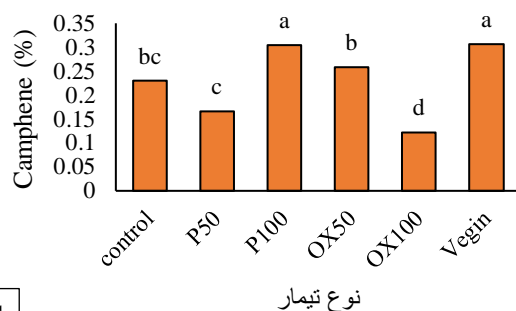
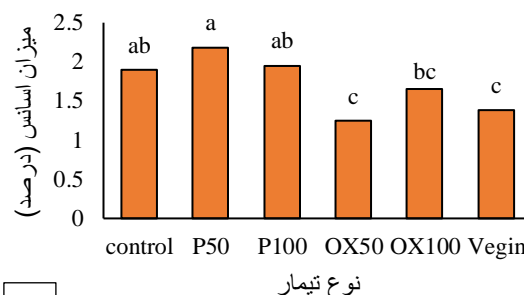
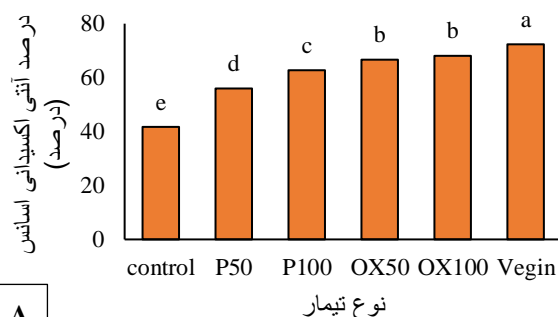
بر اساس نتایج تجزیه واریانس، اثر تیمار علفکش و وجین در سطح احتمال یک درصد بر درصد آنتی اکسیدانی اسانس معنی دار شد (جدول ۱) در تیمارهای علفکش و وجین روند آنتی اکسیدان اسانس نسبت به تیمار شاهد افزایشی بود (شکل ۱). تیمار وجین بیش ترین درصد آنتی اکسیدانی اسانس (۷۲/۲۹ درصد) را ثبت کرد و در تیمار شاهد کم ترین مقدار (۴۱/۵۶ درصد) مشاهده شد (شکل ۱).

جدول ۱. تجزیه واریانس اثر علفکش بر میزان و اجزای اسانس گیاه رازیانه

منبع تغییرات	درجه آزادی	درصد آنتی اکسیدانی اسانس	میزان اسانس	α -Pinene	Camphene	Limonene	trans- β -Ocimene
بلوک	۲	۰/۰۳ ^{ns}	۰/۰۰۰۴۹ ^{ns}	۰/۰۴۳ ^{ns}	۰/۰۰۰۳۸ ^{ns}	۰/۱۷۴ ^{ns}	۰/۰۰۰۰۲۴ ^{ns}
تیمار	۵	۱۹۰۵/۴۳ ^{**}	۱/۱۶۳ ^{**}	۱/۴۴۶ ^{**}	۰/۰۵۵۲ ^{**}	۵/۱۲۲ ^{**}	۰/۰۰۹۰ ^{**}
خطا	۱۰	۱۶/۳۷	۰/۳۰۲	۰/۰۷۱	۰/۰۰۴۴	۱/۳۱۱	۰/۰۰۰۷۹
ضریب تغییرات	-	۶/۶۰	۳۱/۹۳	۲۱/۶۴	۲۸/۱۰	۹/۳۵۷	۹/۴۶

*, **, ns: وجود اختلاف معنی دار در سطح احتمال ۰/۰۵ و ۰/۰۱ درصد و عدم اختلاف معنی دار.

*, **, and ns: Significant at 5% and 1% levels of probability and non-significant, respectively.



شکل ۱. اثر تیمار علفکش و وجین بر محتوای اسانس در گیاه رازیانه

(P: علفکش پندیمتالین، OX: علفکش اکسی فلورفن)

3-2. میزان اسانس

طبق نتایج تجزیه واریانس، میزان اسانس در گیاه رازیانه تحت تاثیر معنی دار اثر تیمار علفکش و وجین در سطح احتمال یک درصد قرار گرفت (جدول ۱) نتایج اثرات تیمار بر این ویژگی نشان داد که تیمار پندیمتالین میزان اسانس را افزایش و تیمارهای اکسی فلورفن و وجین، میزان اسانس را کاهش دادند (شکل ۱). بطور کلی، بیشترین میزان اسانس (۲/۱۷۹ درصد) در تیمار پندیمتالین ۵۰ پی ام ثبت گردید و کمترین میزان (۱/۲۴۶ درصد) نیز متعلق به تیمار اکسی فلورفن در غلظت ۵۰ پی ام بود (شکل ۱).

۳-۳. اجزای اسانس

نتایج تجزیه واریانس بررسی جی سی اجزای اسانس رازیانه نشان داد که اثر تیمار علفکش و وجین برای تمام ترکیبات اسانس معنی دار شد (جدول ۱). نتایج مقایسه میانگین نشان داد که بیشترین و کمترین میزان برای ترکیبات α-Pinene (۱/۶۵)



و ۵۸۱/۰ درصد)، Camphene (۳۰۶/۰ و ۱۲۲/۰ درصد)، به ترتیب در دو تیمار وجین و اکسی فلورفن ۱۰۰ پی پی ام به دست آمد (شکل ۱). بررسی مقایسه میانگین برای ترکیب Limonen نیز نشان داد که بیشترین (۱۳/۰۴ درصد) و کمترین (۱۱/۰۶ درصد) میزان برای این ترکیب به ترتیب در تیمارهای اکسی فلورفن ۵۰ پی پی ام و پندیمتالین ۵۰ پی پی ام مشاهده شد (شکل ۱). مقایسه میانگین ترکیب trans-β-Ocimene نشان داد که بین تیمارهای پندیمتالین ۱۰۰ پی پی ام، اکسی فلورفن ۵۰ و ۱۰۰ پی پی ام و وجین برای این ترکیب تفاوت معنی داری وجود نداشت، اما بطور کلی در تیمار اکسی فلورفن ۱۰۰ پی پی ام، بیشترین میزان (۳۲۸/۰ درصد) و در تیمار پندیمتالین ۵۰ پی پی ام، کمترین میزان (۲۴/۰ درصد) مشاهده شد (شکل ۱).

۴. بحث و نتیجه گیری

تفاوت در میزان فعالیت آنتی اکسیدانی اسانس رازیانه ممکن است ناشی از اختلاف در ترکیبات فنولی و فلاونوئیدی و اجزای تشکیل دهنده اسانس باشد، بطوریکه گزارش شده که estragole و anethole ترکیبات اصلی مسئول فعالیت آنتی-اکسیدانی اسانس های گیاهی حاوی آن ها باشد. کاربرد علفکش پندیمتالین و اکسی فلورفن در گیاه زیره سبز نیز به ترتیب منجر به افزایش و کاهش میزان اسانس در دانه گردید که با نتایج پژوهش حاضر همخوانی دارد (Rathod et al., 2021). نتایج پژوهش نشان داد کاربرد علفکش پندیمتالین موجب افزایش میزان اسانس، درصد آنتی اکسیدانی اسانس و برخی اجزای اسانس از جمله در تیمار علفکش اکسی فلورفن، افزایش معنی داری در ترکیبات نشان دادند.

منابع

یزدانی، د.، شهنازی، س. و سیفی، ح. ۱۳۸۳. کاشت، داشت و برداشت گیاهان دارویی. جلد اول. انتشارات جهاد دانشگاهی واحد شهید بهشتی. ۱۸۰ صفحه.

- Baghbani, M.R., Siahpoosh, A., Shafeinia, A.R., and Elahi Fard, A. (2022). Investigating the effect of plant density, trifluralin herbicide, and mechanical control on weed control and fennel yield in Khuzestan. *Agronomy*, 25 (3): 702-685.
- Ebrahimi, A., Amini, R., and Dabagh Mohammadi Nasab, A. (2018). Integrated management of *Dracocephalum Moldavia* weeds using reduced herbicide and stubble mulch. *Agriculture and sustainable knowledge journal*, 29 (4): 144-129.
- Haji Rezaei, T., Eslami, S.V., Mahmoudi, S., and Min Bashi Moini, M. (2019). Investigating the possibility of chemical control of weeds in cumin cultivation. *Journal of Plant Protection (Agricultural Sciences and Industries)*: 472-457.
- Kumari Meena, P., Chand Bairwa, R., Yadav, A., and Sharma, C. (2023). Influence of weed control measures and nutrient management on growth of fennel (*Foeniculum vulgare* Mill.). *The Pharma Innovation Journal*, 12 (10): 2011-2015.
- Rathod, S., Jat, R.K., Prajapati, S., Solanki, N., and Brahmbhatt, J. (2021). Integrated Weed Management in Coriander (*Coriandrum sativum* L.). *International Journal of Curr.Microbiol. Application Science*, 10 (05): 160-169.
- Yunusabadi, M., Nuralizadeh Otaqsara, M., Habibian, L., and Saveri Nejad, A. (2021). Investigating the effect of imazethapyr, pendimethalin, and oxyfluorfen herbicides in controlling soybean weeds in Golestan province. *Journal of Plant Protection (Agricultural Sciences and Industries)*, 35 (1): 115-103.



مروری بر گیاهان دارویی حاوی آنتی اکسیدان ها و اثرات آنها بر اختلالات ناشی از مواجهه با بنزن

*^۱بابک حسن خان

^۱ گروه فیزیولوژی، دانشگاه علوم پزشکی آزاد اسلامی، تهران، ایران * Email: hassankhan_babak@yahoo.com

چکیده

بنزن یکی از هیدروکربن هایی است که در تولید بنزین کاربرد دارد و از آلاینده های محیط زیست محسوب می شود. تماس طولانی با بنزن با افزایش استرس های اکسیداتیو و ایجاد تغییرات ژنتیک و اپی ژنتیک در ژنوم، منجر به کاهش عملکرد مغز استخوان و افزایش احتمال بروز سرطان خون می شود. این مطالعه مروری با هدف بررسی تحقیقات انجام شده بر روی آلودگی های محیطی و اختلالات ناشی از تماس با بنزن و همچنین مروری بر اثرات برخی از گیاهان حاوی ترکیبات مهار کننده استرس های اکسیداتیو بر این اختلالات، انجام شد. در این مطالعه با استفاده از موتورهای جستجوی Scopus, Web of sciences, Pub med, Benzen, Oxidative stress, Antioxidant, Leukemia در دوره زمانی سال های ۲۰۰۰ تا ۲۰۲۲ بر اساس مدل های انجام شده جستجو و از ۲۰ منبع به دست آمده، ۱۴ مقاله مورد بررسی قرار گرفت. مطالعات در دو دسته به شکل مطالعات حیوانی و مدل انسانی انجام شده است و نتایج آنها نشان می دهد، استفاده از ترکیباتی که موجب تقویت عملکرد سیستم آنتی اکسیدانی داخلی می شوند همچنین مصرف ترکیبات طبیعی خوراکی دارای خاصیت آنتی اکسیدانی، با کاهش سطح رادیکال های آزاد موجب بهبود نشانه های استرس های اکسیداتیو و کاهش اثرات سمی ناشی از تماس با بنزن می گردند. به دلیل استفاده از بنزن در صنایع و مشاغل مختلف از جمله تهیه بنزین و به دلیل تماس افراد شاغل در این صنایع با بنزن بویژه در جایگاه های سوخت، با مشکلات بهداشتی و افزایش احتمال بروز سرطان خون مواجه هستیم. به نظر می رسد استفاده از مواد طبیعی خوراکی با اثرات آنتی اکسیدانی و همچنین تقویت سیستم آنتی اکسیدانی داخلی در کنار رعایت مسایل ایمنی و فنی، در کاهش عوارض و اختلالات ناشی از تماس طولانی افراد شاغل در صنایع با بنزن سودمند باشد. با اینحال تعیین دقیق اثرات آنتی اکسیدان ها در این زمینه نیاز به انجام مطالعات بیشتری دارد.

واژگان کلیدی: بنزن، لوسمی، استرس اکسیداتیو، آنتی اکسیدان



۱. مقدمه

حفاظت در برابر مواد شیمیایی خطرناک برای افراد شاغل در صنایع مختلف در حفظ بهداشت و سلامتی کارکنان نقش بسیار مهمی دارد. یکی از این مواد شیمیایی خطرناک بنزن است. بنزن ترکیبی است که موجب آلودگی محیط زیست شده و با ایجاد اثرات سمی در خون و ژنوم در طولانی مدت، احتمال بروز سرطان خون را افزایش می دهد (Northa, 2020). ساز و کار ایجاد سرطان توسط بنزن پیچیده و شامل ایجاد تغییرات ژنتیک و اپی ژنتیک است (Spatari, 2021).

بنزن یکی از هیدروکربن های معطر و یک مایع بی رنگ است که از پالایش نفت به دست می آید. بنزن در صنایع مختلفی از جمله صنایع پتروشیمی، چاپ و تولید چسب و همچنین در تهیه سوخت اتومبیل و بهینه سازی آن مورد استفاده قرار گرفته و یکی از آلاینده های مهم هوا بویژه در محیط های شغلی محسوب می شود. این ترکیب شیمیایی از راه تنفس، گوارش و تماس پوستی وارد بدن انسان می گردد. بیشترین راه تماس افراد با بنزن بویژه در جایگاه های سوخت گیری، از طریق تنفس است. تماس کوتاه مدت با بنزن می تواند بر روی سیستم اعصاب مرکزی تاثیر بگذارد (Rastkari, 2015).

بنزن توسط آژانس بین المللی تحقیقات سرطان (IARC) به عنوان یک عامل سرطانزا برای انسان معرفی شده است. این ترکیب از طریق تاثیر بر سلول های خونساز در مغز استخوان موجب کم خونی (Aplastic anemia) و یا بروز سرطان خون (Leukemia) می شود (Negahban, 2014).

بیماری لوسمی شامل گروهی از انواع سرطان خون است که به اشکال مختلفی از جمله لوسمی میلوئیدی حاد و مزمن همچنین لوسمی لنفوسیتی حاد و مزمن تقسیم بندی و موجب تشکیل تعداد زیادی از گلبول های سفید غیرطبیعی در بدن می گردد. مطالعات نشان می دهد که یکی از علت های افزایش شیوع لوسمی میلوئیدی حاد و لوسمی لنفوسیتی مزمن، مواجهه با بنزن با الگوی تماس و پاسخ (dose-response pattern) در افراد است (Linnet, 2015).

بنزن در بدن طی واکنش های سوخت و ساز ترکیبات واسطه مختلفی را تولید می کند. این ترکیبات یا موجب تولید رادیکال های آزاد مانند گونه های فعال اکسیژن (ROS) شده و یا بر سلول تاثیر گذاشته باعث اکسیداسیون رشته های DNA، مهار آنزیم توپوایزومراز ۲ و اختلال در عملکرد مغز استخوان می گردند. نتیجه این اختلالات ایجاد اثرات سمی بر خون (Hematotoxicity) و یا ژنوم (Genetic toxicity) می باشد (Northa, 2020).

رشد و توسعه صنایع و استفاده زیاد از ترکیبات آلی مانند بنزن همچنین کاربرد آن در تهیه سوخت خودرو می تواند میزان تماس افراد شاغل در این بخش ها بویژه جایگاه های سوخت خودرو را افزایش داده و منجر به بروز عوارض متعددی گردد (Soares da Poca, 2021) [۶]. با توجه اثرات زیان بار بنزن و اینکه این ترکیب به عنوان یک ماده سرطان زای قطعی برای انسان شناخته شده و به منظور حفاظت از بهداشت و سلامت افراد جامعه همچنین کاهش هزینه های درمانی در کشور، لازم است که به خطرات این تماس توجه شده و راهکار های کاهش این مشکلات بررسی گردد (Zare Jeddi, 2015).

مطالعات زیادی بر روی حیوانات آزمایشگاهی و انسان در ارتباط با اثرات نامطلوب بنزن انجام شده است. پژوهش ها نشان می دهند بخشی از اثرات سمی بنزن به دلیل تولید ترکیبات فعال است. این ترکیبات با تولید گونه های فعال اکسیژن (ROS) و ایجاد استرس های اکسیداتیو، بخشی از اثرات سمی بنزن را ایجاد می کنند لذا ممکن است در این راستا استفاده از ترکیبات با خاصیت آنتی اکسیدانی بواسطه خنثی سازی این رادیکال ها در کاهش عوارض ناشی از تماس طولانی با بنزن سودمند باشند که بر این اساس مطالعات مختلفی انجام شده است (Mean, 2017).

پژوهش حاضر با هدف مروری بر مطالعات انجام شده بر اختلالات ناشی از مواجهه با بنزن و اثرات آنتی اکسیدان ها در راستای مقابله با اثرات سمی بنزن انجام شده است.

**۱-۱. سوخت و ساز (متابولیسم) بنزن**

اگر چه مطالعات نشان داده اند که غلظت های بسیار بالای بنزن، سطح گونه های فعال اکسیژن (ROS) را افزایش داده و باعث بروز اثرات سمی در سلول ها می گردد، ولی تصور می شود که یک عامل مهم در بروز اثرات سمی بنزن، ترکیبات واسطه یا متابولیت های تولید شده ناشی از سوخت و ساز بنزن است. مطالعات نشان می دهند به دنبال هپاتکتومی و یا در موش های ناک اوت شده که در آنها ژن سیتوکروم P450 2E1 (CYP2E1) حذف گردیده، سوخت و ساز و اثرات سمی بنزن در موش ها کاهش می یابد. علاوه بر این پس از تجویز همزمان یک بازدارنده رقابتی بنزن مانند تولوئن، کاهش در سوخت و ساز بنزن و میزان اثرات سمی آن در موش ها دیده شده است. سوخت و ساز بنزن پیچیده و به طور عمده در کبد، ریه و مغز استخوان اتفاق می افتد (Fenga, 2016).

در جمعیت های انسانی، نسبت ترکیبات واسطه یا متابولیت های تولید شده ناشی از سوخت و ساز بنزن در سطح فردی و با توجه به تنوع ژنتیکی افراد، متفاوت است. عوامل گوناگونی مانند سبک زندگی، رژیم غذایی و مصرف سیگار می توانند نسبت متابولیت ها را در افراد مختلف تعدیل کنند (Mansia, 2012).

اثرات سمی بنزن ناشی از تولید ترکیبات واسطه ای است که توسط گروهی از واکنش شیمیایی ایجاد می شوند. این واسطه ها پیوندهای کووالانسی با ماکرومولکول های حیاتی مختلف مانند پروتئین ها و اسیدهای نوکلئیک در کبد، کلیه، طحال و خون ایجاد می کنند. اکسیداسیون بنزن در سلول های کبد توسط سیتوکروم P450 2E1 (CYP2E1) به اکسید بنزن و سایر واسطه های شیمیایی، گام اولیه در سوخت و ساز بنزن است اگر چه سیتوکروم های CYP2F1 و CYP2A13 نیز در ریه ها بسیار فعال هستند. در مرحله بعدی از این فرایند، اکسید بنزن یا می تواند توسط آنزیم اپوکسید هیدرولاز میکروزومی Microsomal epoxide hydrolase (mEH) به بنزن دی هیدرو دیول هیدرولیز و سپس به یک کاتکول تبدیل شود، یا برای تولید ترانس- ترانس موکون آلدئید مورد استفاده قرار گیرد و یا می تواند فنل (Phenol) تولید کند. فنل در کبد هیدروکسیله و به ترکیب هیدروکینون (Hydroquinone) تبدیل می شود. بر این اساس به نظر می رسد که ترکیب هیدروکینون و همچنین کاتکول در مغز استخوان توسط آنزیم میلوپراکسیداز (Myeloperoxidase) به ترکیبات بنزوکینون (Benzoquinone) شامل ۱،۴- بنزوکینون و ۱،۲- بنزوکینون تبدیل می شوند که این مواد نیز سم زدایی از طریق آنزیم NAD(P)H: quinone oxidoreductase-1 (NQO1) می شوند (Fenga, 2016) و (Ibrahim Elsayed, 2015).

به نظر می رسد تشکیل بنزوکینون از هیدروکینون در مغز استخوان از طریق آنزیم میلوپراکسیداز، دلیل خاصیت سرطان زایی توسط بنزن باشد. در این راستا شواهد نشان می دهد، آنزیم سم زدایی بنزوکینون (NQO1) از موش ها در برابر ناهنجاری های تقسیم سلول های مغز استخوان یا میلودیسپلازی و از انسان در برابر اثرات سمی بر خون ناشی از بنزن محافظت می کند با اینحال روشن شدن نقش متابولیت ها در بروز اثرات سمی بنزن و مسیرهایی که منجر به آن می شود نیاز به مطالعات بیشتری دارد (Fenga, 2016).

۲-۱. ترکیبات واسطه (متابولیت های) سوخت و ساز بنزن

ترکیبات واسطه یا متابولیت های ناشی از سوخت و ساز بنزن می توانند از طریق سازوکارهای مختلف، اثرات گوناگونی را در سلول و یا ژنوم آن اعمال کنند. در حقیقت یک روش کلیدی در شناسایی اثرات سمی بنزن، شناخت متابولیت های آن است. این ترکیبات با تولید گونه های فعال اکسیژن (ROS) و اتصال به پروتئین ها و ایجاد تغییر در وضعیت پروتئین های سلول موجب



اختلال در عملکرد و در نهایت مرگ سلول می گردند. در بین ترکیبات واسط ناشی از سوخت و ساز بنزن، ۱،۴- بنزوکینون و موکون آلدهید بیشتر مورد توجه هستند. هر دوی این ترکیبات بسیار واکنش پذیر بوده و توانایی اتصال به پروتئین ها را دارند (Northa, 2020).

بنزوکینون ها می توانند از طریق تولید رادیکال های آزاد مانند گونه های اکسیژن فعال (ROS) موجب ایجاد آسیب اکسیداتیو به DNA، پراکسیداسیون لیپیدی، تشکیل باقی مانده های هیدروکسیله دی اکسی گوانوزین و شکستن رشته های DNA در سلول های مغز استخوان شوند. تشکیل شکستگی های دو رشته ای (DSB) در رشته DNA توسط ROS در کنار سازوکار های دیگر می تواند منجر به افزایش نوترکیبی میتوزی، جابه جایی های کروموزومی و آنوپلوئیدی گردد. چنین پیامدهای ژنتیکی ممکن است موجب فعال شدن پروتئین کوژن، غیرفعال شدن ژن سرکوبگر تومور، همجوشی ژن و سایر تغییرات مضر در سلول های بنیادی مغز استخوان گردد که در نتیجه می تواند احتمال بروز سرطان خون یا لوسمی را افزایش دهد (Ibrahim Elsayed, 2015).

ترکیب دیگر متابولیت های مسیر سوخت و ساز بنزن، ترانس موکون آلدهید (MUC) Trans-muconaldehyde یک دی آلدهید واکنش پذیر و متابولیت آن ترانس، ترانس موکونیک اسید (MA) Trans,transmuconic acid است که در ادرار حیوانات تحت تیمار و یا افراد در معرض بنزن دیده می شود. مطالعات نشان می دهد استفاده از ترانس موکون آلدهید در موش ها منجر به بروز اثرات سمی مشابه بنزن و همچنین موجب دفع ترانس، ترانس موکونیک اسید می گردد. این ترکیب در مغز استخوان نیز شناسایی شده است. مطالعات نشان می دهد، موکون آلدهید (MUC) در موش های CD-1 دارای اثرات سمی بر خون بوده و در سطح سلولی می تواند بلوغ سلول های اریتروئیدی در مغز استخوان را مهار کرده و در ارتباط بین سلول ها از طریق اتصالات شکافی (Gap-junction) تداخل ایجاد کند. این ترکیب به عنوان یک کربونیل غیر اشباع، بسیار واکنش پذیر است و با پروتئین و DNA واکنش می دهد. اگر چه براساس سنجش های انجام شده MUC در سلول به شدت جهش زا نیست اما نشان داده شده است که این ترکیب موجب آسیب به DNA در انواع رده های سلولی می شود. در همین حال، موکون آلدهید با گروه های سولفیدریل واکنش داده و موجب آسیب به پروتئین ها و آنزیم ها می شود. علاوه بر اثرات سمی قوی این ترکیب در موش، موکون آلدهید اثرات سمی محصولات هیدروکسیله بنزن (هیدروکینون و بنزوکینون) را نیز تشدید می کند (Ibrahim Elsayed, 2015).

آنزیم های موثر در سوخت و ساز و سم زدایی بنزن، عوامل مهم و موثری در بروز اثرات سمی سلولی و ژنی ناشی از ترکیبات واسط ناشی از سوخت و ساز بنزن هستند. مطالعات با استفاده از مدل های حیوانی نشان داده اند که CYP2E1 یک آنزیم کلیدی است که در مراحل اولیه تولید متابولیت های سیتوتوکسیک و ژنوتوکسیک بنزن مشارکت دارد. همچنین دو آنزیم دیگر که در مراحل مختلف سوخت و ساز (mEH) و سم زدایی (NQO1) بنزن شرکت دارند نیز مورد بررسی قرار گرفته اند (Ibrahim Elsayed, 2015).

۱-۳. اثرات بنزن در بروز استرس های اکسیداتیو

استرس اکسیداتیو زمانی رخ می دهد که تعادل بین تشکیل و حذف گونه های فعال اکسیژن (ROS) به نفع افزایش سطح ROS باشد. رادیکال های آزاد با واسطه ساز و کارهای گوناگونی باعث بروز اختلال در عملکرد سلول ها می گردند (Sies, 2017) [۱۲]. آنتی اکسیدان ها مواد احیا کننده ای هستند که توانایی واکنش با گونه های فعال اکسیژن (ROS) را دارند. آنتی اکسیدان ها به دو شکل، آنتی اکسیدان های آنزیمی مانند گلوکوتاتیون پراکسیداز، سوپر اکسید دیسموتاز، کاتالاز و همچنین آنتی



اکسیدان های غیر آنزیمی مانند گلوکاتینون، ویتامین های محلول در آب و چربی همچنین مواد معدنی مانند سلیوم و پروتئین هایی مانند آلبومین، تقسیم بندی می شوند (Nocella, 2019) و (Sadiq, 2023).

بخشی از اثرات سمی بنزن ناشی از تولید متابولیت های مختلف و گونه های اکسیژن فعال (ROS) است. در میان متابولیت های بنزن، کاتکول و هیدروکینون ممکن است بواسطه تولید ترکیبات مختلفی مانند 1,2-benzoquinone و همچنین 1,4-benzoquinone موجب تولید رادیکال های آنیون سوپراکسید گردند (Northa, 2020).

مطالعات نشان می دهد اثرات سمی بنزن با تولید عواملی چون رادیکال های آنیون سوپراکسید، هیدروپروکسید و پراکسید هیدروژن (H_2O_2) ارتباط دارد. این عوامل می توانند در سلول به عنوان پیام رسان عمل کرده و بر تنظیم بیان ژن همچنین رشد و مرگ سلولی تاثیر بگذارند. در شرایط فیزیولوژیک طبیعی، سامانه های مهار کننده به شدت غلظت انواع رادیکال های آزادی را که توسط بسیاری از فرآیندهای فیزیولوژیکی در سلول ها و بافت ها تشکیل می شوند، کنترل می کنند. این رادیکال ها می توانند با تغییر در فعالیت برخی پروتئین کینازها و فاکتورهای رونویسی، بر آبخارهای انتقال پیام تأثیر بگذارند (Reynoso-Noveron, 2024).

به منظور حفظ پیام دهی مناسب سلول، این احتمال وجود دارد که تعدادی از آنزیم های مهار کننده، سطح آستانه ای از ROS را در داخل آن حفظ کنند. با این حال، زمانی که سطح ROS از این آستانه فراتر رود، افزایش تولید ROS ممکن است منجر به تغییر در پیام رسانی سلول شود. علاوه بر این، رادیکال های آزاد اکسیژن ممکن است موجب آسیب مستقیم به اجزای کلیدی در مسیرهای پیام رسانی شوند. در همین حال این عوامل می توانند به طور غیر قابل برگشتی به ماکرومولکول های مهمی در سلول مانند رشته DNA، پروتئین ها و لیپیدها آسیب برسانند که این اتفاق ممکن است باعث بروز بیماری سرطان گردد (Ibrahim Elsayed, 2015).

شواهدی که از نقش ROS در بروز اثرات سمی ناشی از بنزن حمایت می کند شامل مطالعاتی است که نشان می دهند موش های تحت تیمار با بنزن، فنل، کاتکول یا هیدروکینون دارای سطوح بالایی از DNA اکسید شده هستند. علاوه بر این، سلول های مغز استخوان در موش های تیمار شده با بنزن دارای DNA با میل ترکیبی زیاد برای فاکتور نسخه برداری پروتئین فعال کننده - ۱ (Transcription factor activator protein-1 (AP-1) به عنوان یک هدف شناخته شده در استرس اکسیداتیو هستند. مطالعات انجام شده نشان می دهد که متابولیت های بنزن موجب افزایش رشد سلول های میلوئیدی در شرایط آزمایشگاهی بواسطه ROS می گردند (Ibrahim Elsayed, 2015).

مطالعات نشان داده اند که متابولیت های ناشی از سوخت و ساز بنزن شامل فنل، هیدروکینون، کاتکول و بنزوکینون می توانند فرکانس نوترکیبی همولوگ را در شرایط آزمایشگاهی افزایش دهند که این فرایند به طور کامل توسط آنزیم آنتی اکسیدانی کاتالاز خنثی می گردد. این داده ها از اهمیت و نقش گونه های فعال اکسیژن (ROS) در بروز اثرات سمی ناشی از بنزن پشتیبانی می کنند. گونه های فعال اکسیژن به ماکرومولکول های سلول آسیب رسانده، باعث پراکسیداسیون لیپیدی و بروز تغییر در اسیدهای نوکلئیک و پروتئین ها می شوند. تشکیل آنها به عنوان یک سازوکار پاتوبیوشیمیایی در گیر در مرحله شروع یا پیشرفت بیماری های مختلفی مانند تصلب شراین، بیماری های ایسکمیک قلبی، دیابت، شروع سرطان و بیماری های کبدی در نظر گرفته می شود. یافته ها نشاندهنده افزایش سطح گونه های فعال اکسیژن ناشی از بنزن در سلول های هدف در بیماری لوسمی است با این حال نقش بنزن در بروز لوسمی هنوز بطور کامل شناخته نشده است (Ibrahim Elsayed, 2015).

غلظت گونه های فعال اکسیژن توسط چندین سازوکار دفاعی شامل تعدادی از آنزیم ها با خاصیت آنتی اکسیدانی، کنترل می شود. آنزیم های آنتی اکسیدان نقش مهمی در حفظ هموستاز سلولی دارند و القای آنها نشاندهنده پاسخ به وجود آلاینده ها



است. آنزیم سوپراکسید دیسموتاز (SOD) یک خنثی کننده رادیکال های سوپراکسید است. آنزیم گلوکوتایون پراکسیداز (GPx) در کاهش پراکسید هیدروژن، هیدروپراکسیدهای لیپیدی سایر هیدروپراکسیدهای آلی نقش دارد. گلوکوتایون-S-ترانسفرازها (GST) یک گروه عمده از آنزیم های سم زدا را هستند که خانواده ای از پروتئین های چند عملکردی را تشکیل داده و در سم زدایی سلولی ترکیبات سیتوتوکسیک و ژنوتوکسیک همچنین محافظت از بافت ها در برابر آسیب اکسیداتیو نقش دارند. این دسته از آنزیم ها علاوه بر نقش های خاص در سوخت و سازهای درون زای سلولی، با سم زدایی ترکیبات مختلفی مانند داروها، مواد سرطان زا و برخی از آلاینده های محیطی در انسان و حیوانات نیز مرتبط هستند (Ibrahim Elsayed, 2015).

مطالعات انجام شده نشان می دهند تنفس تحت مزمن با مخلوطی از هیدروکربن های حلقوی متشکل از بنزن، سیکلو هگزان و سیکلو هگزانون توسط موش های صحرایی منجر به کاهش قابل توجهی در فعالیت گلوکوتایون پراکسیداز و گلوکوتایون-S-ترانسفراز در کبد می شود (Mean, 2017).

۴-۱. اثرات سمی بنزن بر سلول های خون

قرار گرفتن در معرض بنزن به طور مزمن منجر به کاهش پیشرونده عملکرد مغز استخوان و کاهش تعداد گلبول های قرمز و سفید خون می شود. مطالعات اپیدمیولوژیک نشان می دهد که قرار گرفتن در معرض سطح بالای بنزن در شرایط شغلی منجر به افزایش خطر کم خونی آپلاستیک، لوسمی میلوئید حاد و لوسمی لنفوسیتی مزمن می شود. مطالعات مختلف نشان داده اند که سلول های بنیادی خونساز Hematopoietic stem cells (HSC) سلول های هدف در تغییرات ناشی از بنزن هستند. در مغز استخوان، HSC یک جمعیت کوچک از سلول های خود تجدید شونده و پرتوان هستند که همه سلول های خونی را ایجاد می کنند (Lu, 2020).

مطالعات Zhao و همکاران (2021) شکل جدیدی از دیسپلازی (Dysplasia) یا رشد غیر طبیعی سلول های مغز استخوان را در ۲۳ کارگر در معرض غلظت بالای بنزن، توصیف کرد. ویژگی های متمایز دیسپلازی ناشی از بنزن عبارتند از دیس آریتروپوئیزیس مشخص، دیسپلازی انوزینوفیلیک و دانه بندی غیر طبیعی سیتوپلاسمی پیش سازهای نوتروفیل. بعلاوه هماتوفاگوسیتوز، دژنراسیون استرومایی و هیپوپلازی مغز استخوان نیز دیده می شود. دیسپلازی مغز استخوان اغلب با گسترش سلول های T کلونال و تغییرات در زیر مجموعه های لنفوسیت T همراه است. آنها پیشنهاد کردند که آسیب مغز استخوان با واسطه خودایمنی یک رویداد اولیه یا مستعد کننده در پاتوژنز بیماری خونی ناشی از بنزن است (Zhao, 2021).

اثرات تجویز فنل یا هیدروکینون بر لکوسیت های تک هسته ای در سلول های بنیادی در مغز استخوان و در مراحل بلوغ و تکثیر بررسی شده است. کاهش تعداد و فعالیت لنفوسیت های B و T در سرطان خون و اثرات سرکوب کننده سیستم ایمنی تاثیر می گذارد. برعکس، فنل یا هیدروکینون ممکن است تولید گرانولوسیت را تحریک کند. مطالعات افزایش تعداد سلول های پیش ساز گرانولوسیت-ماکروفاژ را در مغز استخوان موش هایی که از قبل با هیدروکینون درمان شده بودند و افزایش تکثیر سلول های پیش ساز خونساز چند توان موش در شرایط آزمایشگاهی را نشان می دهد (Ibrahim Elsayed, 2015).

مطالعه Macedo و همکاران (۲۰۰۶) نشان داد که قرار گرفتن در معرض هیدروکینون باعث نوتروفیلی می شود. در موش های در معرض هیدروکینون، کاهش قابل توجهی در تعداد سلول های پلی مورفونوکلر در آخرین مرحله بلوغ در داخل مغز استخوان و افزایش تعداد نوتروفیل ها در بخش محیطی تشخیص داده شد. در مقابل، قرار گرفتن در معرض فنل هیچ مرحله ای از بلوغ سلولی در داخل مغز استخوان و تعداد لکوسیت های در گردش را تغییر نداد (Macedo, 2006).



۵-۱. سازوکار اثرات سمی بنزن بر سلول های خون

در تلاش برای درک سازوکار مواردی که بنزن بواسطه متابولیت های خود موجب آسیب به مغز استخوان می شود، چندین تغییر شناسایی شده است. این تغییرات شامل مهار تشکیل دوک به عنوان مکانیزمی برای مهار میتوز، مهار سنتز اینترلوکین ۱ (یک عامل ضروری در عملکرد طبیعی مغز استخوان)، اتصال کووالانسی متابولیت ها به پروتئین ها و DNA، مهار DNA پلیمرز و آسیب به کروموزوم ها می باشد. اگر چه تأثیر این موارد و سایر اثرات احتمالی ممکن است اهمیت متفاوتی در ایجاد اثرات سمی بنزن داشته باشد، به نظر می رسد همگی آنها در شرایط بروز آسیب های ناشی از بنزن رخ می دهند. آسیب به کروموزوم موضوع تحقیقات قابل توجهی بوده است و از یک سری مطالعات بر روی کارگرانی که در شرایط شغلی در معرض بنزن قرار گرفته بودند انجام شده است. تحقیقات Forni و همکاران (۱۹۷۱) انحراف کروموزومی شدید را در کارگران در معرض بنزن نشان داد. در مطالعه Sasiadek (1992) بر روی کارگرانی که در معرض بنزن قرار داشتند، نقاط شکست کروموزومی عمده در کروموزوم های ۲،۴ و ۷ مشاهده شد. بر اساس مشاهدات Zhang و همکاران، (۲۰۰۲) حذف بازوی بلند کروموزوم های ۵ و ۷ در کارگران چینی در معرض بنزن دیده شد. اسمیت و همکاران (۲۰۰۰) نیز جابه جایی در کروموزوم های ۸ و ۲۱ را در این کارگران مشاهده کردند (Ibrahim Elsayed, 2015).

به نظر می رسد که سندرم میلودیسپلاستیک (Myelodysplastic) یا ناهنجاری در تقسیم سلول های بنیادی خونساز عامل مهمی در ابتلا به لوسمی ناشی از بنزن باشد. سازوکارهای مختلفی وجود دارد که متابولیت های بنزن بواسطه آنها می توانند واکنش های سرطان زا را آغاز کنند. اتصال کووالانسی به DNA بواسطه واکنش هیدروکینون با بازهای گوانین، آدنین و سیتوزین یکی از این موارد است. سازوکار دیگری که می تواند ساختار DNA را دچار تغییر کند واکنش گونه های فعال اکسیژن (ROS) است که باعث هیدروکسیله شدن بازهای خاص در رشته DNA می شود. رایج ترین این واکنش ها تشکیل ۸-هیدروکسی گوانین است، اما هیدروکسیلاسیون آدنین، تیمین و سیتوزین نیز گزارش شده است. در مسیر مطالعات نشان داده اند افزودن Hydroquinone P-benzoquinone و یا ترکیب 1,2,4-benzenetriol به سلول های HL-60 منجر به تولید رادیکال های سوپراکسید و پراکسید هیدروژن می شود. علاوه بر این تیمار با بنزن منجر به آزادسازی آهن از فریتین می شود. آهن آزاد با ترکیبات هیدروکینون یا بنزنتریول و اکسیژن واکنش می دهد و می تواند موجب تولید گونه های فعال اکسیژن گردد (Ibrahim Elsayed, 2015).

مطالعات در سطح ملکولی نشان می دهد متابولیت های بنزن به شکل وابسته به دوز با تولید رادیکال های آزاد اکسیژن موجب فسفریلاسیون پروتئین های مجموعه BLC2 و BLClin 1 در سلول ها و بروز آپوپتوز و اثرات سمی بر خون می گردند (Chen, 2019).

مطالعات انجام شده پیشنهاد کردند که p-benzoquinone توپوایزوپراز II را مهار می کند، این نشان می دهد که وقتی ترمیم DNA مهار می شود، تغییرات در رشته DNA ممکن است بیشتر دیده شود. هیدروکینون همچنین می تواند آپوپتوز را مهار کرده در نتیجه منجر به گسترش کلون میلوپیت ها شود. هر سلول جهش یافته در این جمعیت، که تحت ترمیم DNA قرار نگرفته باشد، اکنون تکثیر می شود و در واقع باعث پیشرفت سرطان خون می شود. ترکیب هیدروکینون تکثیر و تمایز سلولی از مرحله میلوبلاست به مرحله میلوپیت را تقویت کرده اما بلوغ بیشتر در جهت ایجاد نوتروفیل ها را مهار می نماید (Ibrahim Elsayed, 2015).



۶-۱. میزان واکنش افراد به بنزن

اگرچه تعداد زیادی از افراد در محل کار و با دوزهای مشابه در معرض بنزن قرار گرفته‌اند، اغلب پاسخ‌های متفاوتی در آنها دیده می‌شود که این نشان می‌دهد عواملی وجود دارند که میزان حساسیت به بنزن را تغییر می‌دهند که این اثر ممکن است از وجود یک سری چند شکلی (پلی مورفیسم) در آنزیم‌های NQO1, MPO, CYP2E1, GSTT1, GSTM1 ناشی شود (Nourozi, 2018).

تعدیل در میزان تولید متابولیت‌های سمی بنزن، از جمله مواردی که ممکن است بر اثرات سمی بنزن تأثیر بگذارد. یک نمونه پلی مورفیسم آنزیم CYP2E1 است زیرا آنزیم اصلی در گیر در هیدروکسیلاسیون بنزن است. فعالیت آنزیم‌های مزدوج کننده گلو تاتیون ترانسفراز، میلوپراکسیداز و اکسیدوردوکتاز قابل توجه است (Ibrahim Elsayed, 2015).

حساسیت فردی به بنزن ممکن است بر اساس تغییرپذیری در این چهار عامل تعیین شود. بنابراین، فعالیت بالای CYP2E1 سرعت تشکیل متابولیت‌های بنزن را افزایش می‌دهد و در نتیجه فرد را نسبت به بنزن حساس تر می‌کند. سطح بالای NQO1 ممکن است اهمیت CYP2E1 بالا و ترانسفراز GSH پایین در کبد را کاهش دهد. همچنین NQO1 کم همراه با میلوپراکسیداز بالا در مغز استخوان ممکن است فرد را نسبت به فردی که سطح معکوس فعالیت آنزیمی دارد، حساس تر کند. سایر عوامل مربوط به تمایز و بلوغ سلول‌ها در مغز استخوان نیز ممکن است در میزان حساسیت فرد به بنزن نقش داشته باشند (Ibrahim Elsayed, 2015). بر این اساس مطالعات نشان می‌دهد حساسیت افراد بر اساس مشخصات و ویژگی‌های ژنتیکی آنها ممکن است نسبت به اثرات سمی بنزن متفاوت باشد (Carbonari, 2016).

۷-۱. کاهش خطرات مواجهه با بنزن

با توجه به خطرات ناشی از مواجهه با بنزن بویژه در افراد شاغل در مکان‌هایی مانند جایگاه‌های سوخت و این نکته که بنزن ترکیبی سرطان‌زا برای انسان به شمار می‌آید و می‌تواند باعث کاهش کارایی افراد شده و هزینه‌های عاطفی و درمانی سنگینی را بر جامعه تحمیل کند، لازم است خطرات این مواجهه و راهکارهای کاهش این خطرات مورد بررسی قرار گیرد.

۸-۱. حفاظت فیزیکی

از جمله افرادی که در معرض تماس طولانی با سطوح بالایی از بنزن قرار دارند، افراد شاغل در جایگاه‌های توزیع سوخت هستند. این افراد هنگام تخلیه بنزین به داخل مخازن، تمیز کردن حوضچه‌ها همچنین بازدید از دستگاه‌ها و تجهیزات به دلیل عدم رعایت اصول ایمنی همچنین به دلیل بی‌توجهی مصرف کنندگان و سریز شدن بنزین از اتومبیل‌ها با سطح بالایی از تماس با بنزن از طریق سیستم تنفسی مواجه هستند. علاوه بر عوامل مذکور، موقعیت جغرافیایی مکان سوخت‌گیری و تجهیزات موجود در این جایگاه‌ها نیز نقش مهمی در میزان مواجهه افراد با بنزن دارند. میزان مواجهه افراد با ترکیب بنزن در جایگاه‌های مجهز به سامانه بازیافت بخارات نسبت به جایگاه‌های فاقد این سامانه، کمتر است (Zare Jeddi, 2015).

۹-۱. سیگار و مسمومیت با بنزن

دود تنباکو حاوی مقدار زیادی مواد شیمیایی سرطان‌زا علاوه بر بنزن است. بنزن در هر سیگار تقریباً ۱.۵ میلی گرم برای یک بسته سیگار اندازه‌گیری شده است. استفاده از سیگار احتمال ابتلا به لوسمی را افزایش می‌دهد (Shallis, 2020). علاوه



بر این مطالعات نشان داده است در افراد سیگاری که در تماس با بنزن هستند، استرس اکسیداتیو سطح مالون دی آلدئید بالاتر است (Hivre, 2017).

۱-۱۰. پایش بیولوژیک

پایش بیولوژیک به معنای سنجش میزان یک ترکیب یا ماده شیمیایی در بدن افرادی است که در مواجهه با آن ماده شیمیایی هستند. پایش سطح بنزن و متابولیت های آن در نمونه هایی مانند هوای تنفسی، خون و ادرار افرادی که در معرض تماس طولانی مدت با بنزن هستند، نقش مهمی در کاهش خطر و حفظ سلامتی آنان دارد. تهیه نمونه ادرار از روش های کم هزینه و غیر تهاجمی است که می تواند بسیار کمک کننده باشد. اندازه گیری ترانس، ترانس-موکونیک اسید به عنوان یک نشانگر در ادرار کارکنان می تواند سطح تماس را به ما نشان دهد. مطالعه ای که در سال ۱۳۹۴ توسط راستکاری و همکاران انجام شد نشان داد، میانگین ترانس، ترانس-موکونیک اسید در ادرار کارگران پمپ بنزین های مورد آزمایش نسبت به افرادی که در این مکان ها کار نمی کردند بیشتر بود (Rastkari, 2015).

مطالعه دیگری بر روی کارکنان جایگاه های بنزین نیز نشان داد سطح مالون دی آلدئید این افراد نسبت به سایر افراد جامعه بیشتر است (Hivre, 2017). در این راستا توسط روش های مختلف آزمایشگاهی می توان سطح استرس های اکسیداتیو را در این افراد بطور دوره ای اندازه گیری نمود (Asadian, 2022).

۱-۱۱. استفاده از آنتی اکسیدان ها

بر اساس مطالعات انجام شده در افراد در تماس طولانی با بنزن مانند کارگران جایگاه های سوخت، استرس اکسیداتیو و سطح مالون دی آلدئید بالاتر و میزان آنزیم سوپراکسیددیسموتاز پایین تر است (Hivre, 2017). در شرایط فیزیولوژیکی طبیعی دفاع آنتی اکسیدانی بدن در حذف و خنثی سازی رادیکال های آزاد نقش مهمی دارد. با توجه به این موارد ممکن است تقوت دفاع آنتی اکسیدانی و همچنین استفاده از آنتی اکسیدان ها در کاهش اثرات سمی بنزن سودمند باشد. در این راستا مطالعات انجام شده در زمینه استفاده از آنتی اکسیدان ها به منظور مقابله و کاهش اثرات سمی بنزن برای شاغلین در تماس با بنزن مورد بررسی قرار گرفت.

۲. مواد و روش ها

در این مطالعه مروری از موتورهای جستجوی مختلفی شامل Science direct, Scopus, Pub Med استفاده شد. کلید واژهایی شامل Benzen, Oxidative stress, Antioxidant, Leukemia که بر اساس آن مقالات جستجو شدند در دوره زمانی ۲۰۱۲ لغایت ۲۰۲۲ بود. انواع مدل ها همچنین انواع آنتی اکسیدان هایی که اثرات آنها بر روی بنزن مورد بررسی قرار گرفته بودند جستجو و استخراج گردیدند.

۳. نتایج

۳-۱. اثرات آنتی اکسیدان ها در مقابله با اثرات سمی بنزن (مطالعات انسانی)



ترکیباتی که دارای خواص آنتی اکسیدانی هستند با خنثی سازی رادیکال های آزاد موجب کاهش استرس های اکسیداتیو می گردند. اثرات انواع مختلفی از این ترکیبات بر روی انسان و همچنین حیوانات آزمایشگاهی مورد بررسی قرار گرفته است.

چای سبز (Green Tea): چای یکی از نوشیدنی هایی است که در سراسر جهان مصرف می شود. چای سبز از گیاه *Camellia sinensis* بدست می آید. چای سبز حاوی ترکیبات فراوان و متعددی از جمله پلی فنل می باشد. این عوامل دارای خواص آنتی اکسیدانی، ضد التهابی و ضد سرطانی هستند. مطالعات اپیدمیولوژیک نشان می دهد که عوامل پلی فنولی موجود در چای سبز می توانند خطر ابتلا به بیماری ها را کاهش دهند. بر اساس یک مطالعه انجام شده، نوشیدن چای سبز در مدت قرار گرفتن در معرض بنزن می تواند چندین نشانه ناشی استرس اکسیداتیو در کارگران شاغل در جایگاه های سوخت را کاهش دهد (Emara, 2008) (Alazzouni, 2024).

ویتامین آ (Vitamin A): ویتامین آ یکی از ویتامین های ضروری و محلول در چربی می باشد. مطالعات انجام شده نشان می دهد، ویتامین آ با داشتن اثر آنتی اکسیدانی در بهبود اثرات سمی ناشی از تماس طولانی مدت با بنزن در کارگران شاغل در جایگاه های سوخت مفید است. این ویتامین سطح مالون دی الدئید را کاهش داده و ظرفیت آنتی اکسیدانی در افراد را بالا می برد (Hegazy, 2014).

۳-۲. اثرات آنتی اکسیدان ها در مقابله با اثرات سمی بنزن (مطالعات در مدل های حیوانی)

در ارتباط با اثرات آنتی اکسیدان ها بر اختلالات ناشی از تماس با بنزن مطالعاتی بر مدل های حیوانی انجام شده است.

آلفا لیپوئیک اسید (alpha-lipoic acid): آلفا لیپوئیک اسید، یکی از مواد شیمیایی شبیه به ویتامین است که عملکرد آنتی اکسیدانی دارد. این ماده به صورت طبیعی در مخمر، اسفناج، کلم بروکلی و سیب زمینی وجود دارد. شواهدی مبنی بر ارتباط بین CYP2E1، استرس اکسیداتیو و آسیب DNA وجود دارد. مطالعات نشان می دهد آلفا لیپوئیک اسید با عملکرد سرکوب کننده خود در CYP2E1، مهار پراکسیداسیون لیپیدی و اکسیداتیو آسیب DNA و همچنین کمک به حفظ سطح داخل سلولی آنتی اکسیدان ها به کاهش اثرات سمی بنزن در رت ها کمک می کند (El Batsh, 2015).

کورکومین (Curcumin): زرد چوبه با نام علمی *Curcuma longa* گیاهی از تیره زنجبیلیان است. بخش مورد استفاده این گیاه ساقه زیر زمینی یا ریزوم آن می باشد. پودر ریزوم زردچوبه از پر مصرف ترین ادویه جات به شمار می رود. کورکومین ماده اصلی فعال در زردچوبه است که یک آنتی اکسیدان بسیار قوی است و اثرات ضد التهابی قدرتمندی دارد. مطالعات در رت



ها نشان می دهد تکه تکه شدن DNA که در نتیجه اثرات سمی بنزن در طحال و کبد رخ می دهد توسط چای سبز و کور کومین محافظت می شوند (Ibrahim Elsayed, 2015).

سیر (Garlic): سیر با نام علمی *Allium sativum* گیاهی است علفی و دائمی که ساقه آن تا ارتفاع ۴۰ سانتیمتر نیز می رسد. قسمت زیر زمینی آن متورم و مرکب از ۵ تا ۱۲ قطعه محصور در غشا های نازک و ظریف برنگ خاکستری مایل به سفید می باشد. سیر به دلیل دارا بودن ترکیبات ارگانوفسفر Diallyl trisulfide (DATS) دارای خواص آنتی اکسیدانی است. مطالعات انجام شده نشان می دهد سیر و موجب کاهش استرس اکسیداتیو و آپوپتوز ناشی از بنزن در رت ها می گردد (Han, 2017).

لینالول (Linalool): لینالول یکی از اسانس های بسیار با ارزش و سودمندی است که در گیاهان مختلفی از جمله گیاه بهار نارنج با نام علمی *Citrus aurantium* یافت می شود. تحقیقات بعمل آمده نشان می دهد، لینالول دارای اثرات محافظت کننده است. لینالول بر سیستم دفاعی آنتی اکسیدانی تاثیر گذاشته موجب کاهش استرس اکسیداتیو ناشی از بنزن در رت ها می شود (Solomon, 2021).

سلمکی (Atriplex halimus): گیاه سلمکی با نام علمی *Atriplex halimus* گیاهی است که در مناطق خشک می روید. از برگ های این گیاه به صورت پخته استفاده شده و حاوی ترکیبات مختلفی از جمله فلاونوئیدها است. در طب سنتی از این گیاه در درمان دیابت و آرتروز استفاده می شود. تحقیقات انجام شده نشان می دهد که استفاده از عصاره سلمکی دارای اثرات درمانی بر علیه اثرات سمی بنزن بر خون در رت های ویستار است (Zeghib, 2021).

دانه گز روغنی (Moringa oleifera seeds): گز روغنی دسته ای از گیاهان تیره *Moringa* می باشند که دانه های آنها محتوی روغن فراوانی است. مشاهدات انجام شده نشان می دهد دانه گیاه گز روغنی گونه *Moringa oleifera* موجب بهبود سطح و فعالیت آنزیم های سیستم آنتی اکسیدانی درونی و کاهش اثرات سمی بنزن در کبد و کلیه رت های نژاد ویستار می شود (Rajkumar, 2023).

گارسینیا کولا (Garcinia kola): گارسینیا کولا گیاهی از خانواده کلایزاسه و بومی نواحی گرمسیر آفریقا می باشد. دانه های گیاه گارسینیا کولا دارای ترکیبات بیفلاونوئید (Biflavonoid) است که خواص دارویی دارد. مطالعات انجام شده



در رت ها نشان می دهد استفاده از این گیاه موجب افزایش فعالیت آنتی اکسیدانی شده و در برابر اختلالات هماتولوژیک و میلوئید ناشی از بنزن اثرات محافظت کننده دارد (Solomon, 2022).

ائوفیلیا گارسیلیس (*Eulophia Gracilis*): گیاه ائوفیلیا گارسیلیس یکی از چندین گونه ارکیده است که دارای کاربرد دارویی برای درمان دیابت، سرطان، بیماری های خونی بوده و در سنتی نیجریه از آن استفاده می شود. مطالعات انجام شده تایید می کند که واسطه های استرس های اکسیداتیو و التهاب در بروز اثرات سمی ناشی از سوخت و ساز بنزن در خون نقش دارند و این اثرات بطور موثر توسط اثرات آنتی اکسیدانی *Eulophia gracilis* خنثی می شوند (Solomon, 2023).

گیاه بز شاخدار (*Epimedium*): گیاه بز شاخدار با نام علمی *Epimedium* در طب سنتی چین مورد استفاده قرار گرفته و حاوی ترکیبات گلیکوزید فلاونوئیدی مانند ایکارین و اپیمدین است. مطالعات انجام شده نشان می دهد گیاه بز شاخدار دارای اثرات محافظتی بوده و از طریق سازوکارهای مختلفی همچون اثرات آنتی اکسیدانی و مهار استرس اکسیداتیو همچنین تعدیل فعالیت های سیستم ایمنی و اثرات ضد آپوپتوز، موجب کاهش کم خونی ناشی از بنزن در رت ها می گردد (He, 2020).

۲-۴. ترکیبات با خواص تقویت کنندگی سیستم آنتی اکسیدانی

ترکیباتی که دارای خواص تقویت کنندگی سیستم آنتی اکسیدانی هستند در حقیقت با کمک به آنزیم های این سیستم مانند آنزیم گلوکاتایون پراکسیداز و با خنثی سازی رادیکال های آزاد موجب کاهش استرس های اکسیداتیو می گردند. به عنوان مثال استفاده از مواد غذایی با اثر تقویت کنندگی آنزیم گلوکاتایون پراکسیداز مانند اسفناج و کلم بروکلی می تواند به تقویت سیستم آنتی اکسیدان داخلی و کاهش اثرات مخرب تماس با بنزن کمک کنند (Tualeka, 2019).

روی و سلنیم (Zinc and Selenium): سلنیم و روی از املاح معدنی می باشند که در تقویت و بهبود کارایی سیستم آنتی اکسیدانی نقش دارند. بر اساس تحقیقات بعمل آمده، این ترکیبات در کاهش اثرات سمی بنزن در رت های اسپراگ - داوولی اثرات مفیدی از خود نشان داده اند (Ibrahim, 2011).

۲-۵. ترکیبات با اثرات سم زدایی در طب سنتی ایران

در طب سنتی ایران و کتاب های مربوطه مانند مخزن الادویه (عقیلی خراسانی) و قانون در طب (ابن سینا) از گیاهان دارویی مختلفی با عنوان ترکیبات موثر بر خون و دارای اثرات سم زدایی، یاد شده است. ترکیبات گیاهی همچون زیتون، زعفران،



زنجیل و همچنین گیاهانی مانند گل آذریون، کلم، اسفناج همچنین کتان و میوه انجیر در کتب طب سنتی به عنوان ترکیبات موثر بر سرطان معرفی شده اند که اثرات این گیاهان به عنوان داروی گیاهی موثر بر اختلالات ناشی از تماس با بنزن نیاز به تحقیق و مطالعه داشته و به عنوان یک زمینه مطالعاتی برای تحقیق و پژوهش در آینده می تواند در نظر گرفته شوند (Metvzlizadeh, 2012).

۴. بحث و نتیجه گیری

امروزه اثرات بنزن در ایجاد سرطان مشخص گردیده و تلاش هایی نیز در جهت کاهش مصرف آن در صنایع در دست اقدام است ولی تا آن زمان به نظر می رسد، تلاش در جهت کاهش عوارض و همچنین کاهش احتمال ابتلا به عوارض ناشی از تماس طولانی مدت با بنزن بویژه در جایگاه های سوخت، ضروری باشد. در این راستا مطالعات انجام شده نشان می دهند، علاوه بر اقداماتی چون رعایت مسایل ایمنی، نصب تهویه کننده ها و سامانه های بازیافت بخار در کنار آموزش برای عدم استفاده از سیگار و پایش دوره ای کارکنان، این احتمال وجود دارد که استفاده از آنتی اکسیدان های طبیعی مختلف همچون چای سبز به عنوان یک روش مفید در کاهش اثرات سمی ناشی از تماس طولانی با بنزن در کارکنان شاغل، مفید باشد. علاوه بر این، تحقیقات بیشتر در آینده در جهت شناخت و کاهش اثرات بنزن ضروری به نظر می رسد.

تشکر و قدردانی

از دانشگاه علوم پزشکی آزاد اسلامی تهران تشکر قدردانی می گردد.

منابع

- عقیلی علوی خراسانی شیرازی، م.ح. ۱۳۸۰. مخزن الادویه. انتشارات باورداران.
- ابن سینا، ح. ۱۴۰۰. قانون در طب. انتشارات سروش
- Alazzouni, A.S. (2024). Effects of Moringa oleifera, Curcumin, and Green Tea Extracts on Histopathological Changes in Mesenteric Lymph Nodes and Spleen of Albino Rats with Benzene-Induced Leukemia. Pakistan Journal of Zoology, Corpus ID: 237106595 DOI: 10.17582/journal.pjz/20210129120146
- Asadian, F, Takhshid, M.A.A. (2022) Review of Laboratory Methods for Measuring Oxidative Stress. Journal of Shahid Sadoughi University of Medical Sciences. 30(7):1-18.
- Carbonari, D. Chiarella, P. Mansi, A. Pigini, D. Iavicoli, S. Tranfo, G. (2016). Biomarkers of susceptibility following benzene exposure: influence of genetic polymorphisms on benzene metabolism and health effects. Biomark. Med, 10(2):145–163.
- Chen, Y. Zhang, W. Guo, X. Ren, J. Gao, A. (2019). The crosstalk between autophagy and apoptosis was mediated by phosphorylation of Bcl-2 and beclin1 in benzene-induced hematotoxicity” Cell Death and Disease. 10(772) :1-15.
- El Batsh, M.M. Zakaria, S.S. Gaballah, H.H. (2015). Protective effects of alpha-lipoic acid against benzene induced toxicity in experimental rats. European Review for Medical and Pharmacological Sciences, 19:2717-24.



- Emara, A.M. El-Bahrawy, H. (2008). Green Tea Attenuates Benzene-Induced Oxidative Stress in Pump Workers. *Journal of Immunotoxicology*, 5:69–80.
- Fenga, C. Gangemi, S. Costa, V. (2016). Benzene exposure is associated with epigenetic changes. *Molecular medicine reports*, 13: 3401-3405.
- Han, W. Wang, S. Jiang, L. Wang, H. Li, M. Wang, X. Xie, K. (2017). Diallyl trisulfide (DATS) suppresses benzene-induced cytopenia by modulating haematopoietic cell apoptosis. *Environmental Pollution*, 231:301-310.
- He, J. Han, R. Yu, G. Lavin, M.F. Jia, Q. Cui, P. Peng, C. (2020). Epimedium Polysaccharide Ameliorates Benzene-Induced Aplastic Anemia in Mice. *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine*, Article ID 5637507:1-12.
- Hegazy, R.M. and Kamel, H.F. (2014). Oxidant Hepatic & /or Haem. Injury on Fuel-Station Workers Exposed to Benzene Vapor, Possible Protection of Antioxidants. *American Journal of Medicine and Medical Sciences*, 4(2) :35-46.
- Hivre, M. Holkar S, Vaishnav D. (2017). Biochemical monitoring of Exposure to benzene among smoker and non-smoker petrol pump workers. *Indian Journal Of Applied Research*, 7(12) :296-300.
- Ibrahim Elsayed, A.S. (2015). DNA fragmentation and apoptosis caused by gasoline inhalation, and the protective role of green tea and curcumin. *Pyrex Journal of Biomedical Research*, 1(6):068-083.
- Ibrahim Elsayed, A.S. (2015). Hematotoxicity and Oxidative Stress Caused by Benzene. *Pyrex Journal of Biomedical Research*, 1(6):074-080.
- Ibrahim, K.S. Saleh, Z.A. Farrag, A.H. Shaban, E.E. (2011). Protective effects of zinc and selenium against benzene toxicity in rats. *Toxicology and Industrial Health*, 27(6): 537–545.
- Lin, M. Yin, S. Gilbert, E. Dore, G. Hayes, R. Vermeulen, R. Tian, H. Lan, Q. Portengen, L. Ji, B. Li, G. Rothman, N. (2015). A retrospective cohort study of cause-specific mortality and incidence of hematopoietic malignancies in Chinese benzene-exposed workers. *International Journal of Cancer*, 137:2184–2197.
- Lu, W. Shahbaz, S. Winn, L.M. (2020). Benzene and its effects on cell signaling pathways related to hematopoiesis and leukemia. *Journal of Applied Toxicology* :1–15.
- Macedo, S.M.D. Lourenco, E.L.B. Borelli, P. Focka, R.A. Ferreira, J.M. Farsky, S.H.P. (2006). Effects of in vivo phenol or hydroquinone exposure on events related to neutrophil delivery during an inflammatory response. *Toxicology* , 220:126-135.
- Mansia, A. Brunia, A. Caponea, P. Pacib, E. Pigni, D. Simeonic, C. Gnerrec, R. Papacchinic, M. Tranfob, G. (2012). Low occupational exposure to benzene in a petrochemical plant: modulating effect of genetic polymorphisms and smoking habit on the urinary t, t-MA/SPMA ratio. *Toxicol. Lett.*, 213:57-62.
- Mean, S. Deger, Y. Yildirim, S. (2017). Effects of butylated hydroxytoluene on blood liver enzymes and liver glutathione and glutathione-dependent enzymes in rats. *Bulgarian Journal of Veterinary Medicine*, 1:1-9.
- Metvlizadeh Ardakani, A. Hashemi, M. Safakish, M. Alam Bagheri, A. Bradaran Shokohe, S. Mosaddeg, M. (2012). Drug treatment of cancer in Iranian traditional medicine sources. *Journal of Traditional Medicine of Islam and Iran*, 3(1):1-18.
- Negahban, A.R. Ghorbani Shahna, F. Rahimpour, R. Jalali, H. Rahiminejad, S. Soltanian, A. Bahrami, A. (2014). Evaluating Occupational Exposure to Carcinogenic Volatile Organic Compounds in an Oil-Dependent Chemical Industry: a Case Study on Benzen and Epichlorohydrin. *J. Occupational Hygiene Engineering*, 1(1):36-46.
- Nocella, C. Cammisotto, V. Pigozzi, F. Borriore, P. Fossati, C. Amico, A. Cangemi, R. Peruzzi, M. Gobbi, G. Ettorre, E. Frati, G. Cavarretta, E. Carnevale, R. (2019). Impairment between oxidant and antioxidant systems: short-and long-term implications for athletes' health. *Nutrients*. 11(1353):1-28.
- North, C.M. Rooseboom, M. Kocabasc, N.A. Schnatterd, A.R. Faulhammer, F. Williams, S.D. (2020). Modes of action considerations in threshold expectations for health effects of benzene. *Toxicology Letters*, 334: 78-86.



- Nourozi, M.A. Neghab, M. Tavakkoly Bazzaz, J. Nejat, S. Mansoori, Y. Shahtaheri, S. (2018). Association between polymorphism of GSTP1, GSTT1, GSTM1 and CYP2E1 genes and susceptibility to benzene-induced hematotoxicity. *Archives of Toxicology*, 92:1983–1990.
- Rajkumar, R. Ilango, B. Vinothkumar, K. Savidha, S. Senthilkumar, S. Ezhilarasan, D. Sukumar, E. (2023). *Moringa oleifera* seeds attenuate benzene-induced alterations in lipid peroxidation and antioxidant enzymes in liver and kidney tissues of Wistar rats. *Indian Journal of Biochemistry & ,* 60:26-30.
- Rastkari, N. Izadpanah, F. Yunesian, M. (2015). Exposure to Benzene in Gas Station Workers: Environmental and Biological Monitoring. *Iran. J. Health & Environ*, 8(2):163-9.
- Reynoso-Noveron, N. Santibanez-Andrade, M. Torres, J. Bautista-Ocampo, Y. Sánchez-Pérez, Y. García-Cuellar, C. (2024). Benzene exposure and pediatric leukemia: From molecular clues to epidemiological insights. *Toxicology Letters*. 400:113-120.
- Sadiq, I.Z. (2023). Free radicals and oxidative stress: Signaling mechanisms, redox basis for human diseases, and cell cycle regulation. *Current Molecular Medicine*, (23)1:13-35.
- Shallis RM, Weiss JJ, Deziel, N.C. Gore, S.D. (2020). A clandestine culprit with critical consequences: Benzene and acute myeloid leukemia. *Blood Reviews*:1-17.
- Sies, H. Berndt, C. Jones, D.P. (2017). Oxidative Stress. *Annu. Rev. Biochem*, 86:715–48
- Soares da Poca, K. Giardini, I. Baptista Silva, P.V. Rodrigues Geraldino, B. Bellomo, A. Araujo Alves, J. Ramos Conde, T. Pereira da Silva Zamith, H. Barros Otero, U. Ferraris, F.K. Friedrich, K. Sarpa, M. (2021). Gasoline-station workers in Brazil: Benzene exposure; Genotoxic and immunotoxic effects. *Mutation Research – Genetic. Toxicology and Environmental Mutagenesis* 865, 865(503322):1-9.
- Solomon Ola, O. and Adunni Odunola, O. (2023). *Eulophia Gracilis* Orchid Profers Mitigative Influence on Benzene - Initiated Onco-Hematologic Toxicities in Male Wistar Rats. *Journal on Oncology*, 3(1):1-6.
- Solomon Ola, O. and Ayooluwa Sfolahan, T. (2021). A monoterpene antioxidant, linalool, mitigates benzene-induced oxidative toxicities on hematology and liver of male rats. *Egyptian Journal of Basic and Applied Science*, 8(1):39-53.
- Solomon Ola, O. Oladayo Ogunkanmbi, E. (2022). Babatife Opeodu, E. Chemoprotection by *Kolaviron* of *Garcinia kola* in Benzene-induced leukemogenesis in Wistar rats. *Egyptian Journal of Basic and Applied Sciences*, 9(1):151-161.
- Spatari, G. Allegra, A. Carrieri, M. Pioggiaand, G. Gangemi, S. (2021). Epigenetic Effects of Benzene in Hematologic Neoplasms: The Altered Gene Expression. *Cancers* 13(2392):1-22.
- Tualeka, A.R. Martiana, T. Ahsan, A. Russeng, S.S. Meidikayanti, W. (2019). Association between Malondialdehyde and Glutathione (L- gamma-Glutamyl-Cysteinyl-Glycine/GSH) Levels on Workers Exposed to Benzene in Indonesia. *Macedonian Journal of Medical Sciences*, 7(7): 1198-1202.
- Zare Jeddi, M. Yunesian, M. Ahmadkhaniha, R. Kashani, H. Rastkari, N. (2015). Semi-Quantitative and Quantitative Health Risk Assessment of Gas Station Workers Exposure to Benzene. *Iran. J. Health & Environ*, 8(3):391-400.
- Zeghib, K. Boutlelis, D.A. Debouba, S.M. (2021). Protective effect of *Atriplex halimus* extract against benzene-induced haematotoxicity in rats. *Ukr. Biochem. J.*, 93(4):66-76.
- Zhao, J. Sui, P. Wu, B. Chen, A. Lu, Y. Hou, F. Cheng, X. Cui, S. Song, J. Huang, G. Xing, C. Wang, Q. (2021). Benzene induces rapid leukemic transformation after prolonged hematotoxicity in a murine model. *Leukemia*, 35:595-600.

کاربردهای گیاهان دارویی در صنعت زنبورداری

هدیه عبدالله زاده^{*۱}

^{*۱} گروه علوم و مهندسی خاک، دانشکده کشاورزی، دانشگاه زنجان، زنجان. (Hedyeh.abdollahzadeh@gmail.com)

چکیده

گیاهان دارویی به عنوان منابع طبیعی غنی از ترکیبات زیست فعال، نقش بسیار مهمی در بهبود کیفیت عسل دارویی ایفا می کنند. این تحقیق تأثیر گیاهان دارویی بر خواص درمانی، شیمیایی و فیزیکی عسل را بررسی کرده و چالش ها و فرصت های مرتبط با تولید این محصول را تحلیل نموده است. استفاده از گیاهان دارویی در تغذیه زنبورها، علاوه بر ارتقای خواص درمانی عسل، تاب آوری زنبورها را در برابر استرس های زیستی افزایش داده و موجب بهبود سلامت کلنی ها می شود. نتایج حاکی از آن است که استفاده از گیاهان دارویی همچون آویشن، زعفران و بابونه می تواند خواص آنتی اکسیدانی، ضد باکتریایی و حسی عسل را بهبود بخشد و به پایداری زنبورداری کمک کند.

واژگان کلیدی: پایداری، تاب آوری زنبورها، زنبورداری، عسل دارویی، گیاهان دارویی



۱. مقدمه

عسل از دیرباز به عنوان یک ماده غذایی و دارویی ارزشمند شناخته شده است (Mohammadi et al., 2021). این ماده طبیعی به دلیل ویژگی‌های بی‌نظیر درمانی و تغذیه‌ای خود همواره مورد توجه قرار داشته است. ویژگی‌های درمانی عسل عمدتاً تحت تأثیر منابع گیاهی آن قرار می‌گیرد، به‌ویژه زمانی که گیاهان دارویی در فرآیند تولید آن نقش دارند. گیاهان دارویی، با داشتن ترکیبات زیست‌فعال نظیر آنتی‌اکسیدان‌ها و فلاونوئیدها، نقش بسزایی در ارتقای کیفیت عسل دارند (Wilson et al., 2020؛ Miller et al., 2018). این ترکیبات نه تنها خواص دارویی عسل را افزایش می‌دهند، بلکه سلامت و تاب‌آوری زنبورها را نیز بهبود می‌بخشند (Ahmadi et al., 2021).

در سال‌های اخیر، استفاده از گیاهان دارویی در زنبورداری به عنوان رویکردی نوآورانه برای ارتقای کیفیت عسل و بهبود سلامت کلنی‌های زنبور عسل مطرح شده است. شهد و گرده گیاهان دارویی سرشار از مواد معدنی، فلاونوئیدها و پروتئین‌هایی هستند که اثرات مثبتی بر کیفیت نهایی عسل دارند (Wilson et al., 2018؛ Saeidi et al., 2020). این ویژگی‌ها نه تنها خواص فیزیکی و شیمیایی عسل را تحت تأثیر قرار می‌دهد، بلکه تاب‌آوری زنبورها را در برابر استرس‌های زیستی و بیماری‌ها افزایش می‌دهد (Campbell et al., 2016).

مطالعات مختلف نشان داده‌اند که گونه‌های مختلف گیاهان دارویی می‌توانند ترکیبات متفاوتی به عسل اضافه کنند. به عنوان مثال، گیاهانی مانند آویشن و زعفران حاوی مقادیر بالایی از ترکیبات فنولیک و آنتی‌اکسیدان‌ها هستند که می‌توانند خواص ضدباکتریایی و حسی عسل را بهبود ببخشند (Campos et al., 2020؛ Tang et al., 2019). این موضوع نشان‌دهنده ظرفیت‌های بالقوه استفاده از گیاهان دارویی برای تولید عسل‌های خاص با ویژگی‌های منحصر به فرد است. این مقاله به بررسی تأثیر گیاهان دارویی بر کیفیت عسل، چالش‌های پیش‌روی زنبورداران و راهکارهای توسعه پایدار در این حوزه می‌پردازد (Johnson et al., 2022). در این راستا، اهمیت تحقیق و توسعه در زمینه کشت پایدار گیاهان دارویی و بهره‌گیری از فناوری‌های نوین برای افزایش بهره‌وری و کیفیت تولید عسل مورد تأکید قرار گرفته است.

۲. مواد و روش‌ها

۲-۱. نوع پژوهش

این مقاله با هدف ارائه یک دیدگاه جامع و به‌روز در زمینه نقش گیاهان دارویی در بهبود کیفیت عسل دارویی تدوین شده است. تحقیق حاضر از نوع کاربردی و توصیفی-تحلیلی است که با استفاده از مطالعات کتابخانه‌ای و بررسی‌های میدانی به تحلیل تأثیر گیاهان دارویی پرداخته است. همچنین این پژوهش از داده‌های کمی و کیفی برای تقویت نتایج استفاده کرده است.

۲-۲. جمع‌آوری داده‌ها

برای جمع‌آوری داده‌ها، مقالات علمی منتشرشده در مجلات معتبر داخلی و بین‌المللی نظیر با استفاده از کلیدواژه‌های مرتبط همچون "عسل دارویی" و "گیاهان دارویی" مورد بررسی قرار گرفتند. این بررسی بدون محدودیت زمانی انجام شده تا تمامی یافته‌های موجود پوشش داده شوند.



۳. نتایج

این پژوهش نشان داد که استفاده از گیاهان دارویی می تواند نقش مؤثری در بهبود خواص درمانی، شیمیایی و حسی عسل ایفا کند. گیاهان دارویی به عنوان منابعی غنی از ترکیبات زیست فعال، قادرند ویژگی های کیفی و عملکردی عسل را به میزان قابل توجهی ارتقا دهند. با توجه به یافته های این تحقیق، استفاده از گیاهانی مانند آویشن، زعفران و بابونه نه تنها موجب افزایش خاصیت دارویی عسل می شود، بلکه بر سلامت و تاب آوری زنبورها نیز اثر مثبت دارد. این نتایج بیانگر اهمیت گیاهان دارویی در پایداری صنعت زنبورداری و تولید عسل های با ارزش افزوده است. در ادامه، اثرات این گیاهان بر جنبه های مختلف عسل و زنبورها بررسی می شود.

۳-۱. خواص شیمیایی و درمانی

عسل های به دست آمده از گیاهان دارویی مانند آویشن، زعفران و بابونه سرشار از ترکیبات فنولیک، فلاونوئیدها و سایر مواد آنتی اکسیدانی هستند. این ترکیبات به تقویت خواص ضدباکتریایی، ضدالتهابی و ترمیمی عسل کمک کرده و آن را به یک محصول با ارزش دارویی بالا تبدیل می کنند. مطالعات نشان داده اند که عسل های غنی از این ترکیبات می توانند در درمان زخم های پوستی، تقویت سیستم ایمنی و کاهش استرس اکسیداتیو مؤثر باشند. همچنین، بررسی های شیمیایی نشان داده است که میزان ترکیبات زیست فعال در عسل هایی که از شهد گیاهان دارویی به دست می آیند، به مراتب بیشتر از عسل های معمولی است. این یافته ها نشان می دهد که استفاده از گیاهان دارویی در تغذیه زنبورها، نه تنها بر ترکیب شیمیایی عسل تأثیر گذار است، بلکه می تواند کیفیت نهایی محصول را نیز بهبود بخشد (Tang et al., 2019; Wilson et al., 2020).

۳-۲. تاب آوری زنبورها

استفاده از گیاهان دارویی در تغذیه زنبورها می تواند باعث افزایش مقاومت آن ها در برابر بیماری ها و استرس های زیستی شود. ترکیبات زیست فعال موجود در شهد و گرده گیاهان دارویی، به تقویت سیستم ایمنی زنبورها و کاهش اثرات عوامل بیماری زا کمک می کنند. به عنوان مثال، پلی فنول های موجود در آویشن و زعفران دارای خواص ضد ویروسی و ضد قارچی هستند که می توانند احتمال ابتلای زنبورها به بیماری های شایع مانند نوزما را کاهش دهند. همچنین، این ترکیبات می توانند باعث بهبود متابولیسم زنبورها و افزایش طول عمر آن ها شوند. از سوی دیگر، تغذیه زنبورها با شهد گیاهان دارویی موجب افزایش تولید آنزیم های دفاعی در بدن آن ها می شود که مقاومت کلنی ها را در شرایط سخت محیطی افزایش می دهد (Tang et al., 2019; Miller et al., 2018).

۳-۳. ویژگی های حسی

گیاهان دارویی علاوه بر تأثیر بر ترکیبات شیمیایی عسل، بر ویژگی های حسی آن نیز اثر گذار هستند. عسل های به دست آمده از گیاهانی مانند آویشن و زعفران، معمولاً دارای طعم، عطر و رنگ متمایزتری نسبت به عسل های معمولی هستند. به عنوان مثال، عسل زعفرانی دارای رایحه ای ملایم و گلی است که آن را به یک محصول خاص و مورد علاقه مصرف کنندگان تبدیل می کند. همچنین، ترکیبات فنولیک و فلاونوئیدهای موجود در این عسل ها بر رنگ و قوام آن ها تأثیر گذاشته و موجب



افزایش شفافیت و پایداری محصول می‌شوند. مطالعات نشان داده است که مصرف کنندگان، عسل‌های حاصل از گیاهان دارویی را به دلیل طعم و عطر منحصربه‌فرد آن‌ها ترجیح می‌دهند. این ویژگی‌ها می‌تواند ارزش اقتصادی این عسل‌ها را افزایش داده و آن‌ها را به گزینه‌ای مناسب برای صادرات تبدیل کنند (Miller et al., 2018).

۳-۴. توصیه‌ها و چشم‌انداز آینده

۳-۴-۱. تحقیق و توسعه

برای بهره‌برداری مؤثر از ظرفیت‌های گیاهان دارویی در صنعت زنبورداری، شناسایی گونه‌های جدید گیاهان با پتانسیل بالا ضروری است. تحقیقات بیشتر در زمینه ترکیبات زیست‌فعال این گیاهان و تأثیر آن‌ها بر خواص عسل، می‌تواند به بهبود فرایندهای تولید کمک کند. همچنین، بررسی تعاملات بین گیاهان دارویی و زنبور عسل از نظر تغذیه‌ای و رفتاری، می‌تواند در انتخاب بهترین منابع شهد مؤثر باشد. علاوه بر این، توسعه روش‌های بهینه کشت و برداشت گیاهان دارویی می‌تواند کیفیت و کمیت این منابع طبیعی را افزایش دهد. سرمایه‌گذاری در تحقیقات علمی، به بهبود استانداردهای تولید و افزایش ارزش افزوده عسل دارویی کمک خواهد کرد.

۳-۴-۲. فناوری‌های نوین

استفاده از فناوری‌های نوین در مدیریت کلنی‌ها و فرآوری عسل، یکی از راهکارهای مؤثر در افزایش بهره‌وری این صنعت است. بهره‌گیری از سیستم‌های پیشرفته برای پایش سلامت زنبورها و تشخیص زودهنگام بیماری‌ها، می‌تواند باعث کاهش تلفات کلنی‌ها شود. علاوه بر این، فناوری‌های مدرن مانند خشک‌کن‌های خلأ و فیلتراسیون پیشرفته، می‌توانند کیفیت نهایی عسل دارویی را بهبود بخشند. تکنیک‌های نوین پردازش داده‌ها، مانند هوش مصنوعی، می‌تواند به بهینه‌سازی فرآیند تولید عسل و انتخاب بهترین منابع شهد کمک کنند. توسعه روش‌های پایدار برای حفظ منابع طبیعی و استفاده از انرژی‌های تجدیدپذیر در فرآوری عسل، می‌تواند گامی مهم در راستای پایداری این صنعت باشد.

۳-۴-۳. حمایت از زنبورداران

حمایت از زنبورداران و ایجاد بسترهای مناسب برای توسعه پایدار صنعت زنبورداری، امری ضروری است. ارائه آموزش‌های تخصصی در زمینه مدیریت کلنی‌ها، تغذیه زنبورها و فرآوری عسل می‌تواند به افزایش بهره‌وری کمک کند. همچنین، تأمین تسهیلات مالی و اعتبارات ویژه برای زنبورداران جهت گسترش مزارع گیاهان دارویی، می‌تواند نقش مهمی در بهبود کیفیت عسل داشته باشد. ایجاد بازارهای منسجم برای عرضه عسل دارویی و توسعه استراتژی‌های بازاریابی هدفمند، به افزایش درآمد زنبورداران و پایداری این صنعت کمک خواهد کرد. همکاری‌های بین‌المللی برای صادرات عسل دارویی و توسعه استانداردهای کیفی نیز می‌تواند فرصت‌های اقتصادی بیشتری را برای فعالان این حوزه فراهم کند.

۴. بحث و نتیجه‌گیری

ادغام گیاهان دارویی در فرآیند زنبورداری یکی از رویکردهای نوآورانه و چندمنظوره است که می‌تواند تحولاتی اساسی در صنعت تولید عسل ایجاد کند. یافته‌های این پژوهش نشان داد که استفاده از گیاهان دارویی همچون آویشن، زعفران و بابونه باعث افزایش چشمگیر خواص درمانی و شیمیایی عسل شده و ویژگی‌های حسی آن را نیز ارتقا می‌بخشد. ترکیبات زیست‌فعال

موجود در این گیاهان، مانند فلاونوئیدها و ترکیبات فنولیک، نه تنها موجب تقویت خواص آنتی اکسیدانی و ضدباکتریایی عسل می شوند، بلکه به بهبود سلامت کلنی های زنبور عسل نیز کمک می کنند. این امر به ویژه در شرایط تغییرات اقلیمی و افزایش استرس های زیستی بر زنبورها اهمیت دوچندان دارد.

از منظر زیست محیطی، توسعه کشت پایدار گیاهان دارویی در کنار زنبورداری می تواند تنوع زیستی را تقویت کرده و به حفظ تعادل اکولوژیکی کمک کند. کشت این گیاهان به عنوان یک روش کم هزینه و سازگار با محیط زیست، از فرسایش خاک جلوگیری کرده و منابع طبیعی را بهینه می کند. در عین حال، تنوع منابع شهد و گرده، سلامت و تاب آوری زنبورها را در برابر بیماری ها و آفات افزایش می دهد.

علاوه بر این، استفاده از عسل دارویی حاصل از گیاهان دارویی می تواند تقاضای رو به رشد بازارهای داخلی و بین المللی برای محصولات ارگانیک و باکیفیت را تأمین کند. این امر فرصت های اقتصادی جدیدی را برای زنبورداران و کشاورزان فراهم کرده و می تواند منجر به توسعه پایدار مناطق روستایی شود. حمایت از زنجیره تأمین این محصولات، از تولیدکنندگان اولیه تا مصرف کنندگان نهایی، نیازمند سیاست گذاری های مؤثر، سرمایه گذاری در تحقیقات علمی و ارائه آموزش های کاربردی به زنبورداران است.

در نهایت، با توجه به تغییرات سریع در نیازهای بازار و شرایط زیست محیطی، آینده این صنعت وابسته به رویکردهای نوآورانه و ترکیب فناوری های پیشرفته با روش های سنتی است. تحقیقات بیشتر در زمینه شناسایی گونه های گیاهی با پتانسیل بالا، استانداردسازی فرایندهای تولید و بررسی اثرات طولانی مدت مصرف عسل دارویی می تواند به ارتقای این حوزه کمک کند. بدین ترتیب، صنعت زنبورداری نه تنها به عنوان یک منبع تولیدی، بلکه به عنوان یک ابزار مهم در حفظ سلامت محیط زیست و بهبود کیفیت زندگی انسان ها نقش آفرینی خواهد کرد.

منابع

- Ahmadi, N., et al. (2021). The effects of biological stresses on honeybee colonies and the role of medicinal plants in their management. *Sustainable Beekeeping Research Journal*, 12 (2): 43-59.
- Azimi, A., et al. (2019). The effects of climate change on nectar sources of medicinal plants. *Journal of Climate Change and Beekeeping*, 19 (2): 121-136.
- Campbell, D., et al. (2016). The impact of biodiversity on the sustainability of beekeeping and honey production. *Journal of Environmental Sciences*, 32 (5): 154-172.
- Campos, I., et al. (2020). The impact of medicinal plant nectar on the immune system of honeybees. *International Journal of Apiculture*, 34 (1): 22-37.
- Johnson, R., et al. (2022). Economic analysis of medicinal honey production and its role in improving beekeepers' income. *Journal of Agricultural Economics*, 10(5): 341-355.
- Miller, T., et al. (2018). Diversity of medicinal plants and their impact on honey production. *Journal of Bee Ecology*, 45 (4): 299-312.
- Mohammadi, M., et al. (2021). The role of medicinal plants in improving the sensory and chemical properties of honey. *Iranian Beekeeping Research Quarterly*, 25 (2): 89-104.

- Saeidi, K., et al. (2020). Investigation of the therapeutic properties of honey derived from medicinal plants. *Iranian Journal of Biological Sciences*, 30 (1): 65-78.
- Tan, J., et al. (2017). The role of advanced technologies in identifying active compounds in medicinal honey. *Journal of Apicultural Science*, 28 (4): 188-203.
- Tang, J., et al. (2019). Investigation of bioactive compounds and antioxidant properties of medicinal honey. *Journal of Nutritional Science and Functional Foods*, 11 (3): 145-157.
- Wilson, P., et al. (2020). Comparison of chemical compounds in monofloral and polyfloral honeys derived from medicinal plants. *Quarterly Journal of Natural and Agricultural Sciences*, 16 (3): 77-92.
- Wilson, R. (2018). Investigating the opportunities and challenges of the medicinal honey market worldwide. *Journal of Agricultural Trade*, 5 (1): 66-80.

کاربرد گیاهان دارویی در صنعت بهداشت و پرورش طیور

مهرداد پویانمهر^{*۱}

^{*۱} گروه علوم پایه و پاتوبیولوژی، بخش ایمنولوژی و ویروس شناسی، دانشکده دامپزشکی، دانشگاه رازی، کرمانشاه،

ایران (M.pooyanmehr@razi.ac.ir)

چکیده

صنعت پرورش طیور با چالش‌های متعددی در زمینه بیماری‌ها، کاهش بهره‌وری، و استفاده از داروهای شیمیایی مواجه است. استفاده گسترده از آنتی‌بیوتیک‌ها موجب بروز مقاومت دارویی و مشکلات بهداشتی شده است. در این راستا، گیاهان دارویی به‌عنوان جایگزین طبیعی برای داروهای شیمیایی در حال توجه و بررسی هستند. هدف اصلی مطالعه بررسی کاربرد گیاهان دارویی در صنعت پرورش طیور و اثرات آن‌ها بر بهبود سلامت، رشد، سیستم ایمنی، و کیفیت محصولات طیور و ارزیابی تأثیر گیاهان دارویی در کاهش نیاز به آنتی‌بیوتیک‌ها و بهبود کارایی تولید طیور است. در این تحقیق، روش‌های مختلف شامل استفاده از گیاهان دارویی به‌صورت جیره غذایی یا مکمل در طیور بررسی شد. داده‌های موجود از مطالعات تجربی و مقالات علمی در زمینه تأثیر گیاهان دارویی مانند آویشن، سیر، زردچوبه، و نعناع بر سلامت و عملکرد طیور جمع‌آوری و تحلیل شد. نتایج نشان داد استفاده از گیاهان دارویی موجب تقویت سیستم ایمنی، کاهش بیماری‌ها، افزایش وزن بدن، بهبود کیفیت تخم‌مرغ و گوشت طیور می‌شود. همچنین، این گیاهان به‌عنوان ضدباکتری و ضدویروس در کاهش عفونت‌ها و استرس اکسیداتیو مؤثر هستند. استفاده از گیاهان دارویی به‌عنوان مکمل‌های طبیعی در صنعت پرورش طیور می‌تواند به‌طور مؤثری بهبود سلامت و بهره‌وری طیور را افزایش دهد و جایگزینی مناسب برای آنتی‌بیوتیک‌ها به‌شمار رود. برای بهره‌برداری کامل از پتانسیل‌های این گیاهان، نیاز به تحقیقات بیشتر در زمینه دوز، ترکیب، و روش‌های استفاده است.

واژگان کلیدی: بهداشت، پرورش، گیاهان دارویی، صنعت، طیور



۱. مقدمه

صنعت پرورش طیور به عنوان یکی از بزرگ ترین بخش های صنایع غذایی و کشاورزی در سراسر جهان شناخته می شود. این صنعت نقش مهمی در تأمین منابع پروتئینی با کیفیت برای انسان ها ایفا می کند. با این حال، به دلیل شرایط زیستی و محیطی خاص که طیور در آن قرار دارند، آن ها به راحتی در معرض انواع بیماری ها و اختلالات بهداشتی قرار می گیرند. بیماری های عفونی و ویروسی مانند آنفلوآنزای مرغی، نیوکاسل، و بیماری های باکتریایی مانند سالمونلا و کمپلوباکترها، به شدت می توانند بر سلامت طیور تأثیر بگذارند و موجب کاهش تولیدات، افزایش هزینه های پرورش و حتی مرگ و میر طیور شوند (Ahmad and Kamran, 2020).

برای مقابله با این مشکلات، استفاده از داروهای شیمیایی مانند آنتی بیوتیک ها در صنعت پرورش طیور به یک روش رایج تبدیل شده است. این داروها معمولاً برای کنترل عفونت های باکتریایی و ویروسی، بهبود عملکرد رشد و تولید تخم مرغ، و افزایش بهره وری در صنعت پرورش طیور مورد استفاده قرار می گیرند. اما استفاده گسترده و بی رویه از آنتی بیوتیک ها موجب بروز مشکلات جدی نظیر مقاومت دارویی در میکروارگانیسم ها، انتقال این مقاومت ها به انسان ها از طریق مصرف گوشت آلوده، و آلودگی محیط زیست شده است (Ali and Fayyaz, 2019).

بنابراین، توجه به استفاده از روش های جایگزین و طبیعی برای مقابله با این مشکلات به طور فزاینده ای در حال افزایش است. گیاهان دارویی به عنوان منابع طبیعی با خواص ضدباکتریایی، ضدویروسی، ضدالتهابی، و آنتی اکسیدانی شناخته شده اند و به طور سنتی برای درمان انواع بیماری ها و تقویت سیستم ایمنی در انسان و حیوانات استفاده می شوند. این گیاهان دارویی، به ویژه آن هایی که به طور طبیعی در محیط های مختلف رشد می کنند، به عنوان جایگزین های مؤثری برای داروهای شیمیایی در نظر گرفته می شوند و می توانند در بهبود سلامت عمومی طیور، تقویت سیستم ایمنی، و کاهش آسیب های ناشی از استرس اکسیداتیو مفید باشند (Kamboh and Arain, 2018).

یکی از مزایای استفاده از گیاهان دارویی در صنعت پرورش طیور این است که این گیاهان معمولاً کم هزینه تر از داروهای شیمیایی هستند و به راحتی می توانند در جیره غذایی طیور گنجانده شوند. از سوی دیگر، استفاده از گیاهان دارویی می تواند خطرات جانبی و آلاینده های موجود در گوشت و تخم مرغ را کاهش دهد. این ویژگی ها باعث شده است که بسیاری از پرورش دهندگان طیور به استفاده از گیاهان دارویی در کنار یا حتی به جای داروهای شیمیایی توجه کنند.

به طور خاص، گیاهانی مانند آویشن، نعناع، سیر، زردچوبه، و اکیناسه در تحقیقات مختلف به عنوان گیاهان دارویی مؤثر در بهبود سلامت طیور شناخته شده اند. این گیاهان به دلیل خواص ضدباکتریایی، ضدویروسی، آنتی اکسیدانی و تقویت کننده سیستم ایمنی خود می توانند به بهبود کیفیت تولیدات طیور، از جمله تخم مرغ، گوشت، و سایر محصولات دامی، کمک کنند. علاوه بر این، گیاهان دارویی می توانند به عنوان یک استراتژی مؤثر برای کاهش نیاز به آنتی بیوتیک ها و دیگر داروهای شیمیایی در صنعت پرورش طیور عمل کنند (Viveros and Brenes, 2020).

اهداف این بررسی کاربرد گیاهان دارویی شامل اثرات مختلف گیاهان دارویی بر سلامت، رشد، تولید، سیستم ایمنی، چالش ها و محدودیت های استفاده از این گیاهان در صنعت پرورش طیور بود.

۲. مواد و روش

برای ارزیابی تأثیر گیاهان دارویی بر بهداشت و سلامت طیور، خواص درمانی گیاهان مختلف و نحوه تأثیر آن‌ها بر عملکرد طیور مطالعات مختلف در پایگاه داده‌های علمیشامل (PubMed, Scholar, PubChem, Scopus, Web-Of-Science, Science Direct) بررسی شد. نتایج بررسی بطور مقایسه‌ای توصیف و تحلیل شد.

۳. نتایج

نتایج تحقیقات علمی در این زمینه نشان داده است که استفاده از گیاهان دارویی می‌تواند تأثیرات مثبت و قابل توجهی در بهبود سلامت و عملکرد طیور داشته باشد. به‌طور خاص، مطالعات متعدد نشان داده‌اند که گیاهان دارویی می‌توانند با اثرات ضدباکتری و ضدویروسی خود، از بروز بیماری‌ها جلوگیری کرده و سیستم ایمنی طیور را تقویت کنند. مطالعات مختلف نشان داده‌اند که گیاهانی همچون آویشن، نعناع، سیر، زردچوبه، و اکیناسه اثرات مثبتی بر عملکرد تولیدی و سلامت طیور دارند. ۳-۱. برای مثال، استفاده از آویشن به‌عنوان یک ضدباکتری، ضدویروسی طبیعی می‌تواند به کاهش بروز بیماری‌های تنفسی و گوارشی، افزایش رشد، بهبود کیفیت تخم‌مرغ، و تقویت سیستم ایمنی در طیور کمک کند (Viveros and Brenes, 2020).

۳-۲. در این تحقیقات تأثیر دوز و روش‌های مختلف مصرف این گیاهان نیز بررسی شده است. ۳-۳. همچنین، گیاهانی مانند سیر و زردچوبه با خواص ضدویروسی و آنتی‌اکسیدانی خود قادر به کاهش استرس اکسیداتیو و تقویت سیستم ایمنی طیور می‌باشد. ۳-۴. گیاهانی همچون آویشن، نعناع، سیر، زردچوبه، و اکیناسه نیز به‌عنوان گیاهان مهم برای استفاده در تغذیه طیور معرفی شده‌اند (Bian and Li, 2019).

۳-۵. همچنین یکی دیگر از روش‌های متداول استفاده از گیاهان دارویی، تهیه مکمل‌های گیاهی است که به‌طور خاص برای افزایش مقاومت به بیماری‌ها و بهبود رشد و تولید طیور طراحی شده‌اند. این مکمل‌ها ممکن است ترکیبی از چندین گیاه دارویی باشند که به‌طور هم‌زمان اثرات درمانی مختلفی را بر طیور داشته باشند. در این میان یکی از رایج‌ترین روش‌های استفاده از گیاهان دارویی در صنعت پرورش طیور، افزودن عصاره‌های گیاهی به جیره غذایی طیور است. این گیاهان ممکن است به‌صورت خشک‌شده یا به‌صورت عصاره‌های مایع یا پودری در جیره طیور گنجانده شوند. برای مثال، در مطالعه‌ی (Arain and Kamboh, 2018)، مشخص گردید که آویشن دارای خواص ضدباکتری است که می‌تواند رشد میکروب‌های مضر را در روده طیور کاهش دهد و بهبود سلامت گوارشی و کاهش التهاب در طیور را به دنبال داشته باشد.

۳-۶. همچنین، گیاهانی مانند سیر و زردچوبه که دارای خواص آنتی‌اکسیدانی هستند، به‌ویژه در کاهش استرس اکسیداتیو ناشی از شرایط محیطی سخت و تغذیه نامناسب مؤثرند (Shamsudin and Abdullah, 2021).



۳-۷. در مطالعه‌ای نیز نشان دادند که اکیناسه با تقویت سیستم ایمنی طیور، مقاومت آن‌ها را در برابر بیماری‌های ویروسی افزایش می‌دهد. این گیاه می‌تواند با تحریک فعالیت سلول‌های ایمنی و افزایش تولید آنتی‌بادی‌ها، طیور را در برابر بیماری‌هایی مانند آنفلوآنزا و بیماری‌های تنفسی مقاوم‌تر سازد (Hassan and Patel, 2018).

۳-۸. علاوه بر این، برخی تحقیقات نشان داده‌اند که استفاده از گیاهان دارویی می‌تواند بر کیفیت تخم مرغ نیز تأثیر بگذارد. به‌طور خاص، استفاده از گیاهانی مانند زردچوبه که دارای خواص ضدالتهابی هستند، می‌تواند کیفیت تخم مرغ را با افزایش میزان ویتامین‌ها و مواد معدنی بهبود بخشد و در نتیجه منجر به تولید محصولات با کیفیت‌تر گردد (Khan and Rahman, 2021).

۴. بحث و نتیجه‌گیری

استفاده از گیاهان دارویی در صنعت پرورش طیور به‌عنوان یک استراتژی طبیعی و مؤثر برای بهبود سلامت و عملکرد طیور، به‌ویژه در سال‌های اخیر توجه بسیاری از محققان و متخصصان این صنعت را به خود جلب کرده است. تحقیقات و مطالعات متعددی که در این زمینه انجام شده‌اند، نتایج مثبتی از تأثیرات گیاهان دارویی در بهبود عملکرد تولیدی، ارتقای سیستم ایمنی، و کاهش بیماری‌ها در طیور به‌دست آورده‌اند. اما استفاده از این گیاهان به‌عنوان یک مکمل طبیعی یا جایگزین برای داروهای شیمیایی و آنتی‌بیوتیک‌ها هنوز نیازمند بررسی دقیق‌تر و شفاف‌سازی بیشتر در زمینه‌های مختلف است.

یکی از مزایای اصلی استفاده از گیاهان دارویی در صنعت پرورش طیور این است که آن‌ها می‌توانند به‌عنوان یک جایگزین مؤثر برای آنتی‌بیوتیک‌ها عمل کنند. استفاده از آنتی‌بیوتیک‌ها در پرورش طیور، به‌ویژه برای پیشگیری و درمان بیماری‌های عفونی، رواج زیادی دارد. اما این داروها می‌توانند موجب ایجاد مقاومت دارویی در میکروب‌ها شوند که به‌طور بالقوه تهدیدی برای سلامت عمومی است (Sadeghi and Khodakaram, 2020). گیاهان دارویی به‌دلیل دارا بودن ترکیبات فعال نظیر فلاونوئیدها، آنتوسیانین‌ها، تانن‌ها و آلکالوئیدها، می‌توانند به‌عنوان ضدباکتری‌ها و ضدویروس‌ها عمل کرده و به‌طور مؤثر از بروز عفونت‌ها در طیور جلوگیری کنند (Bian and Li, 2019).

برای مثال، گیاه آویشن که به‌عنوان یکی از گیاهان دارویی شناخته شده در این صنعت است، دارای خواص ضدباکتری و ضدقارچی قوی است. مطالعات نشان داده‌اند که آویشن می‌تواند با کاهش رشد باکتری‌های بیماری‌زا در دستگاه گوارش طیور، به کاهش بروز بیماری‌های گوارشی و تنفسی کمک کند (Kamboh and Arain, 2018). استفاده از این گیاه در جیره غذایی طیور باعث تقویت سیستم ایمنی آن‌ها می‌شود و به‌ویژه در برابر بیماری‌های باکتریایی مانند سالمونلا مؤثر است. به‌طور مشابه، گیاه سیر با خواص آنتی‌اکسیدانی و ضدویروسی خود، می‌تواند مقاومت طیور را در برابر بیماری‌های ویروسی و استرس‌های محیطی افزایش دهد (Shamsudin and Abdullah, 2021).

از طرفی، یکی دیگر از چالش‌های بزرگ در صنعت پرورش طیور، استرس اکسیداتیو است. استرس اکسیداتیو ناشی از عوامل مختلفی مانند شرایط محیطی سخت، تغذیه نامناسب، بیماری‌ها، و واکنش‌های فیزیولوژیک ناشی از تولیدات است که می‌تواند به‌طور منفی بر سلامت طیور تأثیر بگذارد. گیاهان دارویی با دارا بودن خواص آنتی‌اکسیدانی خود، می‌توانند از



آسیب‌های سلولی ناشی از استرس اکسیداتیو جلوگیری کنند. برای مثال، گیاه زردچوبه به دلیل ترکیب فعال کُرکومین که یک آنتی‌اکسیدان قوی است، می‌تواند به کاهش التهاب و تقویت سیستم ایمنی طیور کمک کند (Hassan and Patel, 2018). استفاده از گیاهان دارویی همچنین می‌تواند به بهبود رشد و تولید طیور کمک کند. بسیاری از گیاهان دارویی دارای خواص تقویت‌کننده رشد هستند که می‌توانند با افزایش اشتها، جذب مواد مغذی، و بهبود فرآیندهای متابولیک، رشد و توسعه طیور را تسریع کنند. در این زمینه، مطالعات نشان داده‌اند که گیاهانی مانند نعناع و اکیناسه می‌توانند به بهبود عملکرد تولیدی طیور، از جمله افزایش وزن بدن، بهبود کیفیت تخم‌مرغ، و افزایش تعداد تخم‌گذاری کمک کنند (Kamboh and Arain, 2018). علاوه بر این، گیاهان دارویی می‌توانند بر کیفیت محصولات طیور تأثیر بگذارند. برای مثال، استفاده از گیاهانی مانند زردچوبه در جیره غذایی می‌تواند موجب افزایش میزان آنتی‌اکسیدان‌ها در تخم‌مرغ‌ها و گوشت طیور گردد که این امر به طور مستقیم بر کیفیت محصولات و مزایای تغذیه‌ای آن‌ها تأثیر می‌گذارد (Viveros and Brenes, 2020).

با این حال، همچنان استفاده از گیاهان دارویی در صنعت پرورش طیور با چالش‌هایی روبرو است. یکی از مهم‌ترین چالش‌ها، فقدان استانداردهای دقیق برای استفاده از گیاهان دارویی در این صنعت است. بسیاری از گیاهان دارویی ترکیبات فعال مختلفی دارند که می‌توانند تأثیرات متفاوتی بر سلامت و رشد طیور داشته باشند. این موضوع نیازمند مطالعات بیشتر در زمینه دوز دقیق و ترکیب گیاهان مختلف است تا بتوان از این گیاهان به طور بهینه استفاده کرد. همچنین، برخی گیاهان دارویی ممکن است در شرایط خاص، مانند دما و رطوبت بالا، کیفیت خود را از دست بدهند یا خواص خود را کاهش دهند که این موضوع می‌تواند بر اثر بخشی آن‌ها تأثیر منفی بگذارد (Licholai and Martin, 2019).

یکی دیگر از چالش‌های استفاده از گیاهان دارویی در صنعت پرورش طیور هزینه‌های بالای تولید و تهیه این گیاهان است. در برخی موارد، هزینه‌های مربوط به تولید گیاهان دارویی یا مکمل‌های گیاهی می‌تواند بیشتر از هزینه‌های داروهای شیمیایی باشد. با این حال، اگر مزایای بلندمدت استفاده از گیاهان دارویی از جمله کاهش نیاز به داروهای شیمیایی و آنتی‌بیوتیک‌ها و بهبود کیفیت محصولات طیور در نظر گرفته شود، این هزینه‌ها می‌تواند توجیه‌پذیر باشد (Sadeghi and Khodakaram, 2020).

در مجموع، استفاده از گیاهان دارویی در صنعت پرورش طیور پتانسیل‌های فراوانی برای ارتقاء سلامت و عملکرد طیور دارد. گیاهان دارویی در صنعت پرورش طیور به عنوان یک روش طبیعی و مؤثر در بهبود بهداشت و سلامت طیور می‌تواند جایگزین مناسبی برای استفاده از آنتی‌بیوتیک‌ها و سایر داروهای شیمیایی باشد. این روش نه تنها به کاهش هزینه‌ها کمک می‌کند، بلکه به طور کلی کیفیت زندگی و تولید طیور را نیز بهبود می‌بخشد. با توجه به مزایای متعدد این گیاهان در کاهش بیماری‌ها، تقویت سیستم ایمنی، کاهش استرس اکسیداتیو، و بهبود کیفیت تولیدات، این روش می‌تواند در آینده‌ای نزدیک به عنوان یک روش غالب در صنعت پرورش طیور مطرح شود. البته برای استفاده بهینه از گیاهان دارویی در زمینه دوز، ترکیب و شرایط استفاده از گیاهان دارویی تحقیقات بیشتر می‌تواند به شفاف‌سازی اثرات دقیق و گسترش کاربرد آن‌ها در این صنعت کمک کند.

منابع

Ahmad, H., and Kamran, Z. (2020). Medicinal plants and their applications in poultry health: A review. *Journal of Animal Science and Technology*, 62(1): 25–39.



- Ali, R., and Fayyaz, R. (2019). The role of herbal medicine in poultry health and performance. *International Journal of Poultry Science*, 18(2): 70–80.
- Bian, C., and Li, Z. (2019). Antibacterial effects of plant extracts in poultry: Implications for the management of bacterial infections. *Poultry Science Journal*, 98(6): 2112–2120.
- Hassan, F., and Patel, S. (2018). Herbal antibiotics in poultry: A review on the efficacy and safety of herbal supplements in poultry production. *Veterinary Science and Research*, 9(2): 50–61.
- Kamboh, A. A., and Arain, M. A. (2018). Utilization of medicinal plants in poultry nutrition and their potential effects on growth and immune response: A review. *Journal of Animal Science*, 86(4): 254–265.
- Khan, S. R., and Rahman, M. A. (2021). Phytotherapy for poultry health management. *Journal of Natural Products*, 58(3): 315–323.
- Licholai, D. L., and Martin, D. A. (2019). The benefits of herbal supplements in poultry production: A review. *Animal Production Science*, 59(11): 1627–1634.
- Sadeghi, A., and Khodakaram-Tafti, A. (2020). Evaluation of the effects of herbal supplementation on poultry immune system and gut health. *Veterinary Research Communications*, 44(2): 127–136.
- Shamsudin, M. N., and Abdullah, N. (2021). Efficacy of herbal extracts in poultry health management: A review of scientific evidence. *International Journal of Veterinary Science*, 7(1): 19–27.
- Viveros, A., and Brenes, A. (2020). Herbal additives in poultry diets: Effect on health and performance. *Animal Feed Science and Technology*, 262: 114424.

شناسایی ترکیبات فنلی و فلاونوئیدی گیاه دارویی *Jubertia aucheri*مرضیه دلاوری^{۱*}، فاطمه دانشمند^۲، فاطمه نژادعلیمرادی^۲، امیرعباس مینائی فر^۲^{۱*} کارشناسی ارشد بیوشیمی، گروه زیست شناسی، دانشگاه پیام نور، تهران، ایران (82mdelavari@gmail.com)^۲ گروه زیست شناسی، دانشگاه پیام نور، تهران، ایران

چکیده

گیاه دارویی *Jaubertia aucheri* با نام محلی کارتوس (تیره Rubiaceae)، گیاهی همیشه سبز و مقاوم به تنش کم آبی است که در مناطق گرم و خشک جنوب استان کرمان با تولید زیست توده بالا قابلیت رشد دارد، بنابراین در حفظ محیط زیست و خاک نقش مهمی ایفا می کند و می تواند یک منبع بالقوه برای متابولیت های ثانویه باشد. با توجه به اهمیت دارویی و استفاده های سنتی آن، هنوز تحقیقات زیادی برای شناسایی متابولیت های ثانویه آن انجام نشده است. در پژوهش حاضر، سرشاخه های گلدار گیاه از رویشگاه گیاه واقع در شهر کهنوج (استان کرمان)، جمع آوری شد و با توجه به اهمیت و نقش ترکیبات فنلی و فلاونوئیدی در گیاهان و همچنین در سلامتی بشر، سنجش کیفی ترکیبات فنلی و فلاونوئیدی با استفاده از نمونه های خشک با دستگاه HPLC انجام شد. در نتایج این تحقیق با کروماتوگرافی مایع با کارایی بالا چهار فنولیک اسید شامل کافئیک اسید ($34/81 \mu\text{g}/\text{mg}$)، گالیک اسید ($18/35 \mu\text{g}/\text{mg}$)، کوماریک اسید ($12/11 \mu\text{g}/\text{mg}$) و بنزوئیک اسید ($11/72 \mu\text{g}/\text{mg}$) و چهار فلاونوئید شامل روتین ($38/02 \mu\text{g}/\text{mg}$)، لوتلین ($16/95 \mu\text{g}/\text{mg}$)، کوئرستین ($15/59 \mu\text{g}/\text{mg}$)، کوئرستین ($14/32 \mu\text{g}/\text{mg}$) شناسایی گردید.

واژگان کلیدی: کارتوس، HPLC، ترکیبات فنلی، اسیدهای فنولیک، فلاونوئید



۱. مقدمه

گیاهان از دیرباز در حفظ سلامتی و بهبود کیفیت زندگی انسان‌ها نقش مهمی داشته‌اند. گیاهان دارویی در سال‌های اخیر، به دلیل دسترسی آسان، استفاده راحت و عوارض جانبی کمتر نسبت به داروهای شیمیایی برای درمان بسیاری از بیماری‌های انسانی و حیوانی کاربرد گسترده‌ای یافته‌اند (فاضلی نسب و همکاران ۱۳۹۸).

متابولیت‌های ثانویه ترکیبات آلی هستند که توسط گیاهان تولید می‌شوند، اما مستقیماً در فرآیندهای رشد و نمو یا تولید مثل آن‌ها نقش ندارند. این ترکیبات اغلب در پاسخ به تنش‌های محیطی مانند حملات آفات، بیماری‌ها، یا شرایط نامساعد محیطی تولید می‌شوند و به گیاه در بقا و سازگاری با محیط کمک می‌کنند (Lin et al., 2016). متابولیت‌های ثانویه گیاهی بر اساس منشأ بیوسنتزی آن‌ها را می‌توان به سه گروه عمده (۱) فلاونوئیدها و ترکیبات فنلی و پلی فنلی وابسته (۲) ترپنوئیدها و (۳) آلکالوئیدهای حاوی نیتروژن و ترکیبات حاوی گوگرد تقسیم کرد (Crozier et al., 2006).

فنول‌ها ترکیباتی هستند که دارای یک یا چند گروه هیدروکسیل هستند که به طور مستقیم به یک حلقه آروماتیک متصل شده‌اند. آن‌ها شبیه به الکل‌های با ساختار آلifatیک هستند که در آن‌ها گروه هیدروکسیل به یک زنجیره کربنی متصل است. با این حال، هیدروژن هیدروکسیل فنلی تحت تأثیر حلقه آروماتیک قرار می‌گیرد و آن‌ها ناپایدار هستند و فنول‌ها را به اسیدهای ضعیف تبدیل می‌کند. اصطلاح فنولیک گروه متنوعی از ترکیبات شیمیایی را در بر می‌گیرد. بر اساس ساختار، ترکیبات فنلی از مولکول‌های فنلی ساده با وزن مولکولی کم تا ترکیبات بسیار پلیمریزه شده متغیر هستند. در حال حاضر بیش از ۸۰۰۰ ساختار فنلی شناخته شده است. ترکیبات فنلی را بر اساس تعداد کربن‌های موجود در مولکول به گروه‌های مختلف طبقه‌بندی کردند (Kumar et al., 2020).

ترکیبات فنلی معمولاً به پاسخ‌های دفاعی در گیاه مربوط می‌شوند. با این حال، متابولیت‌های فنلی نقش مهمی در فرآیندهای دیگر مثلاً اضافه کردن مواد جذاب برای تسریع گرده‌افشانی، رنگ‌آمیزی برای استتار و دفاع در برابر گیاه‌خواران، و همچنین فعالیت‌های ضد میکروبی و ضد قارچی نیز دارند (Lin et al., 2016). محققان ثابت کرده‌اند که گیاهان یک منبع بالقوه موثر از آنتی اکسیدان‌های طبیعی هستند مطالعات آن‌ها همبستگی خطی مثبتی بین محتوای فنلی و ظرفیت آنتی اکسیدانی گیاهان نشان داد (Zheng and Wang, 2001). فلاونوئیدها ترکیبات پلی فنولی هستند که از پانزده اتم کربن تشکیل شده‌اند و دارای دو حلقه آروماتیک هستند که توسط یک پل سه کربنی به یکدیگر متصل شده‌اند. این ترکیبات، پرشمارترین فنول‌ها هستند و در سراسر قلمرو گیاهی یافت می‌شوند. فلاونوئیدها در غلظت‌های بالا در اپیدرم برگ‌ها و پوست میوه‌ها حضور دارند و به عنوان متابولیت‌های ثانویه نقش‌های مهم و متنوعی ایفا می‌کنند. (Ginwala et al., 2019).

Rubiaceae یکی از بزرگ‌ترین خانواده‌های گیاهان نهاندانه است که به دلیل تنوع بالای متابولیت‌های ثانویه شناخته شده است. (González-Castelazo et al., 2023). جنس *Gaillonia* متعلق به خانواده Rubiaceae است و یکی از معروف‌ترین گونه‌های این جنس با بیشترین پراکندگی جغرافیایی *Gaillonia aucheri* است که به صورت وحشی در جنوب ایران، عراق و شمال عمان می‌روید. این گیاه درختچه کوچک سخت و شاخه‌های خاردار به ارتفاع ۱ متر، برگ‌های بسیار کوچک به طول ۱/۵ سانتی متر و سبز تیره هستند و قسمت‌های هوایی دارای یک رایحه مشخص ناخوشایند است. نام فارسی آن "کارتوس" است و در جنوب ایران، آماده سازی های مختلف از این گیاه مانند جوشانده، دم کرده و پودر به عنوان گیاه دارویی استفاده می‌شود. در طب سنتی به عنوان یک عامل ضد باکتری، ضد قارچ و ضد درد و در یک فرهنگ سنتی به عنوان دارویی برای درمان فشار خون استفاده می‌شود (Zekavati et al., 2019).



2018; 2016; Asgarpanah and Ghavami, 2017; Hakemi vala et al., 2017). این گیاه هم چنین با نام علمی *Plocama aucheri* و یا *Jubertia aucheri* نیز شناخته می شود.

در سال ۲۰۱۶، Asgarpanah و Ghavam اجزای فرار اسانس *Gaillonia aucheri* از جنوب ایران را بررسی کردند. سی و شش جزء در اسانس شناسایی شد. جزء اصلی از اسانس مورد مطالعه، کورکومن، یک سزکوئیترین است که معمولاً در تعدادی از گونه های گیاهی یافت می شود و به دلیل خواص ضدالتهابی، سیتوتوکسیک و ضد تومور آن شناخته شده است. در سال ۲۰۱۸، Zekavati و همکاران ترکیبات شیمیایی اسانس *Gaillonia aucheri* از ایران و فعالیت های ضد میکروبی و آنتی اکسیدانی آن و محتوای فنل کل را بررسی کردند. سی و سه جزء در اسانس *Gaillonia aucheri* شناسایی شد. اجزای اصلی اسانس میریستسین (۳۲/۸)، اسید اولئیک (۹/۲) و ترانس اوسیمین (۶/۳ درصد) بودند. گیاه دارای فعالیت ضد میکروبی در برابر میکروارگانیسم های آزمایش شده بود و بهترین فعالیت ها علیه استافیلوکوک اپیدرمیس (باکتری های گرم مثبت)، اشیشیا کلی (باکتری های گرم منفی) و آسپرژیلوس نایجر (قارچ) با MIC مشاهده شد. در سال ۲۰۲۱ Hosseini و همکاران، اتنوبوتانی گیاهان دارویی مورد استفاده توسط اقوام استان کرمان در جنوب شرق ایران را بررسی کردند. یکی از گیاهان مورد مطالعه *Plocama aucheri* است که استفاده از شاخ و برگ آن به صورت جوشانده، دم کرده و ضماد برای کاهش درد روماتیسمی، درد استخوان و مفاصل، کاهش قند خون و درمان های گوارشی گزارش شده است.

با توجه به اهمیت ترکیبات فنلی و فلاونوئیدها در پزشکی و درمان بیماریها و سلامتی، و مطالعات محدود روی این گیاه دارویی، هدف اصلی این پژوهش مطالعه و شناسایی ترکیبات فنلی و فلاونوئیدی در گیاه دارویی کرتوس با نام علمی *Jubertia aucheri* است.

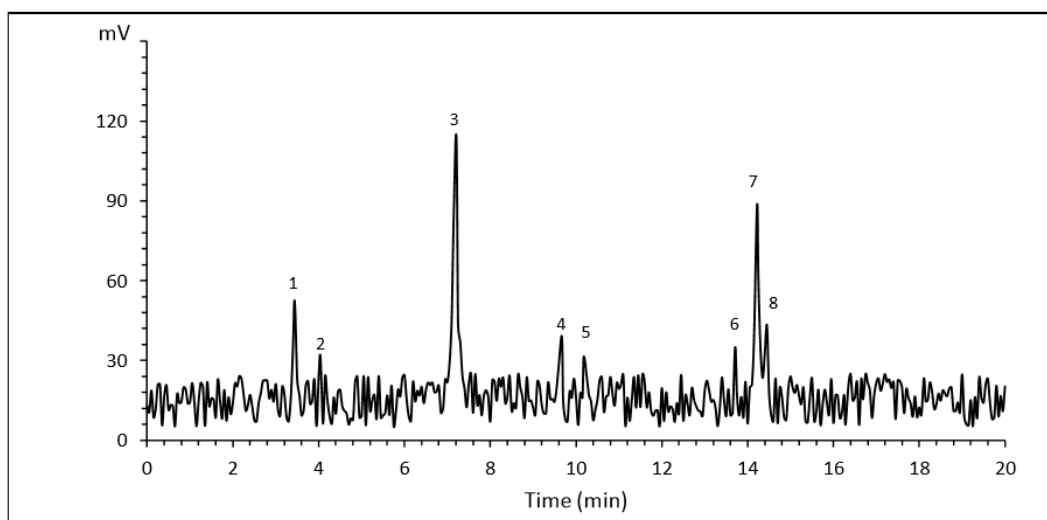
۲. مواد و روش ها

سرشاخه های گلدار گیاه دارویی *Jubertia aucheri* در اواخر اسفند ۱۴۰۲ از مناطق پراکنش آن واقع در حومه شهرستان کهنوج استان کرمان جمع آوری و شناسایی سیستماتیک گیاه توسط آقای دکتر سید منصور میرتاج الدینی عضو هیات علمی دانشگاه شهید باهنر کرمان انجام شد. جهت بررسی ترکیبات مورد نظر، ابتدا اندام های هوایی گیاه جدا شد، سپس توسط آب مقطر شستشو داده شدند. قسمت های گیاهی جدا شده در سایه به طور کامل خشک و در نهایت به صورت پودر درآمدند. برای استخراج و شناسایی ترکیبات فنلی و فلاونوئیدی، از روش Justesen و همکاران و از HPLC استفاده شد (Justesen et al., 1998).

۳. نتایج

با توجه به کروماتوگرام ۱ و جدول ۱ در گیاه *Jubertia aucheri* ۸ ترکیب فنلی شناسایی گردید. این ترکیبات به ترتیب غلظت شامل Rutin (۳۸/۰۲)، Caffeic acid (۳۴/۸۱)، Gallic acid (۱۸/۳۵)، Luteolin (۱۶/۹۵)، Quercetin (۱۵/۵۹)، Quercitrin (۱۴/۳۲)، m-Coumaric acid (۱۲/۱۱)، و P-OH-Benzoic Acid (۱۱/۷۲) $\mu\text{g}/\text{mg}$ می باشد.

نمودار ۱-۳. کروماتوگرام *HPLC* ترکیبات فنلی و فلاونوئیدهای شناسایی شده در گیاه *Jubertia aucheri*



جدول ۱-۳. ترکیبات فنلی و فلاونوئیدهای شناسایی شده در گیاه *Jubertia aucheri*

شماره پیک	نام ترکیب فنلی و فلاونوئیدی	RT(min)	Peak area%	Recovery%	غلظت (μg/mg)
۱	Gallic acid	۳/۴۴	۱۲/۰۵	۹۵	۱۸/۳۵
۲	P-OH-Benzoic Acid	۴/۰۴	۷/۲۷	۹۵	۱۱/۷۲
۳	Rutin	۷/۲۱	۲۶/۱۶	۹۸	۳۸/۰۲
۴	Quercitrin	۹/۶۷	۸/۹۴	۹۴	۱۴/۳۲
۵	m-Coumaric acid	۱۰/۱۸	۷/۲۲	۹۹	۱۲/۱۱
۶	Quercetin	۱۳/۷۱	۸/۰۵	۹۹	۱۵/۵۹
۷	Caffeic acid	۱۴/۲۲	۲۰/۳۶	۹۳	۳۴/۸۱
۸	Luteolin	۱۴/۴۵	۹/۹۱	۹۶	۱۶/۹۵

۴. بحث و نتیجه گیری

اهمیت فیتوکمیکال‌های موجود در گیاهان دارویی به دلیل فعالیت‌های بیولوژیکی متعدد آنها از جمله آنتی اکسیدان، ضد التهاب، ضد سرطان و غیره است. طب سنتی همیشه منبع اولیه مراقبت‌های بهداشتی در کشورهای در حال توسعه باقی مانده است (Taj et al., 2018). گیاهان دارویی در حفظ سلامت و مهار بسیاری از عفونت‌ها نقش حیاتی دارند. در مطالعه تعیین کمی و کیفی متابولیت‌های ثانویه فعال



زیستی در *Jaubertia aucheri*، گزارش شده است که عصاره متانولی گیاه سرشار از آلکالوئیدها، تانن‌ها، کینون‌ها، فلاونوئیدها، ساپونین‌ها، کومارین‌ها، گلیکوزیدهای قلبی و ترپنوئیدها هستند. همچنین عصاره متانولی خام و جزء اتیل استات *Jaubertia aucheri* منابع خوبی از آنتی اکسیدان‌های طبیعی هستند که نشان می‌دهد مطابقت خوبی بین محتوای فنلی و فعالیت آنتی اکسیدانی وجود دارد (Taj et al., 2018). در پژوهش حاضر نیز اندام‌های هوایی گلدار گیاه غنی از ترکیبات فنلی و فلاونوئیدی می‌باشد. اینها به خوبی شناخته شده اند که خواص فیزیولوژیکی و دارویی را نشان می‌دهند. روتین یک آنتی اکسیدان قوی است که به خنثی کردن رادیکال‌های آزاد و کاهش تنش اکسیداتیو کمک می‌کند و نشان داده شده است که دارای خواص ضد التهابی است که می‌تواند در مدیریت شرایط مختلف التهابی مفید باشد (Semwal et al., 2021). اسید کافئیک به خنثی کردن رادیکال‌های آزاد و کاهش تنش اکسیداتیو کمک می‌کند، که در جلوگیری از آسیب سلولی و بیماری‌های مزمن مفید است. اسید کافئیک به دلیل خواص آنتی اکسیدانی و ضد التهابی خود می‌تواند با محافظت از سلول‌ها در برابر آسیب DNA در کاهش خطر ابتلا به برخی سرطان‌ها نقش داشته باشد. کافئیک اسید می‌تواند آنزیم‌های پیش التهابی و سیتوکین‌ها را مهار کند و در مدیریت شرایط التهابی مفید باشد. نشان داده شده است که دارای فعالیت‌های ضد باکتریایی و ضد ویروسی است. هم چنین ممکن است به کاهش فشار خون و بهبود پروفایل لیپیدی کمک کند، بنابراین به سلامت قلب کمک می‌کند (Espíndola et al., 2019).

غریبالگری اولیه گیاه نشان داد وجود متابولیت‌های ثانویه مختلف موجود در عصاره *Jaubertia aucheri* می‌تواند به عنوان منبع تولید داروهای جدید و مفید مورد استفاده قرار گیرد. ویژگی‌های منطقه پراکنش گونه مورد مطالعه نشان می‌دهد قابلیت رشد و نمو و تولید زیست‌توده بالایی دارد به طوری که در تابستان‌های بسیار گرم و خشک منطقه که گاهی دما به حدود ۵۰ درجه سانتی‌گراد می‌رسد پوشش غالب گیاهی منطقه را تشکیل می‌دهد. وجود برگ‌های فلسی کوچک و ضخیم از ویژگی‌های سازشی گونه در برابر شرایط سخت زیست‌محیطی است. نتایج پژوهش حاضر نشان داد سرشاخه‌های گلدار گیاه غنی از ترکیبات فنل کل، فلاونوئید کل و آنتوسیانین کل می‌باشد. عمده ترکیبات فنلی و فلاونوئیدی شناسایی شده گیاه به ترتیب شامل روتین، کافئیک اسید، گالیک اسید، لوتلین، کوئرستین، کوئرستین، کوماریک اسید و بنزوئیک اسید بود. وجود این ترکیبات مهم از جمله روتین، کوئرستین، لوتلین و ... نشان می‌دهد که گیاه نقش مهمی در صنایع غذایی و دارویی و نیز در سازش گیاه در برابر شرایط تنشی سخت محیطی دارد. با توجه به مقاومت و پایداری گیاه *Jaubertia aucheri* در زیستگاه‌های سخت محیطی، نقش آن در تثبیت خاک و محیط زیست و نیز کاربردهای متعدد دارویی، پیشنهاد می‌شود که مطالعات دقیق‌تری در زمینه نیمرخ متابولومیکي گونه، و نیز اثرات ضد میکروبی، ضد حشره‌ای، علف کشی و سایر اثرات دارویی آن انجام شود. همچنین، مطالعات سیتوشیمیایی و بررسی ریزساختارهای حفاظتی و استحکامی آن به منظور بررسی ویژگی‌های سازشی گیاه دارای اهمیت است.

منابع

فاضلی نسب، بهمن، مشتاقی، نسرین، و فروزنده، محمد. (۱۳۹۸). بررسی اثر حلال عصاره گیری بر میزان فنل، فلاونوئید و فعالیت آنتی اکسیدانی برخی گیاهان دارویی بومی ایران. *مجله علمی دانشگاه علوم پزشکی ایلام*، ۲۷(۳)، ۱۴-۲۶.

Asgarpanah, J., & Ghavami, S. (2016). Volatile Constituents of *Gaillonia aucheri* from South of Iran. *Chemistry of Natural Compounds*, 52, 743-744.

Crozier, A., Jaganath, I. B., & Clifford, M. N. (2006). Phenols, polyphenols and tannins: an overview. *Plant secondary metabolites: Occurrence, structure and role in the human diet*, 1, 1-25.



- Espíndola, K. M. M., Ferreira, R. G., Narvaez, L. E. M., Silva Rosario, A. C. R., Da Silva, A. H. M., Silva, A. G. B., ... & Monteiro, M. C. (2019). Chemical and pharmacological aspects of caffeic acid and its activity in hepatocarcinoma. *Frontiers in oncology*, 9, 541.
- Ginwala, R., Bhavsar, R., Chigbu, D. G. I., Jain, P., & Khan, Z. K. (2019). Potential role of flavonoids in treating chronic inflammatory diseases with a special focus on the anti-inflammatory activity of apigenin. *Antioxidants*, 8(2), 35.
- González-Castelazo, F., Soria-Jasso, L. E., Torre-Villalvazo, I., Cariño-Cortés, R., Muñoz-Pérez, V. M., Ortiz, M. I., & Fernández-Martínez, E. (2023). Plants of the Rubiaceae Family with Effect on Metabolic Syndrome: Constituents, Pharmacology, and Molecular Targets. *Plants*, 12(20), 3583.
- Hakemi-Vala, M., Mehrara, M., Pourramezan, M., Rahimifard, J. A. N., Khoshnood, S., & Heidary, M. (2017). Comparison the antimicrobial effects of the flowering aerial parts of *Glaucium vitellinum* Boiss. and Buhse and *Gaillonia aucheri* Jaub. and Spach. *Novelty in Biomedicine*, 5(1).
- Hosseini, S. H., Bibak, H., Ghara, A. R., Sahebkar, A., & Shakeri, A. (2021). Ethnobotany of the medicinal plants used by the ethnic communities of Kerman province, Southeast Iran. *Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine*, 17(1), 31.
- Justesen, U., Knuthsen, P., & Leth, T. (1998). Quantitative analysis of flavonols, flavones, and flavanones in fruits, vegetables and beverages by high-performance liquid chromatography with photo-diode array and mass spectrometric detection. *Journal of chromatography A*, 799(1-2), 101-110.
- Kumar, S., Abedin, M. M., Singh, A. K., & Das, S. (2020). Role of phenolic compounds in plant-defensive mechanisms. *Plant phenolics in sustainable agriculture: volume 1*, 517-532.
- Lin, D., Xiao, M., Zhao, J., Li, Z., Xing, B., Li, X., ... & Chen, S. (2016). An overview of plant phenolic compounds and their importance in human nutrition and management of type 2 diabetes. *Molecules*, 21(10), 1374.
- Semwal, R., Joshi, S. K., Semwal, R. B., & Semwal, D. K. (2021). Health benefits and limitations of rutin-A natural flavonoid with high nutraceutical value. *Phytochemistry Letters*, 46, 119-128.
- Taj, R., Ali, S., Siddiqui, M. A., Yaqoob, M., Hussain, Z., & Tareen, R. B. (2018). Phytochemical Composition, Antioxidant and Antifungal Activities of *Jaubertia aucheri* Guill. *Journal of the Chemical Society of Pakistan*, 40(3).
- Zekavati, R., Farjam, M. H., & Doulah, A. (2018). Chemical Compositions of Essential Oil of *Gaillonia aucheri* from Iran and it's Antimicrobial and Antioxidant Activities and Total Phenol Content. *Iranian Journal of Science and Technology, Transactions A: Science*, 42, 1125-1130.
- Zheng, W., & Wang, S. Y. (2001). Antioxidant activity and phenolic compounds in selected herbs. *Journal of Agricultural and Food chemistry*, 49(11), 5165-5170.



مروری بر برخی از گیاهان دارویی موثر در بیماری های دهان و پوسیدگی دندان

عبدلله قاسمی پیربلوطی^{۱*}، معصومه حسن بارانی^{۲*}، احمد شبانی نیا^{۳*}

^۱ گروه صنایع غذایی، دانشکده علوم دارویی، دانشگاه آزاد اسلامی علوم پزشکی، تهران (a.ghasemi@iau.ac.ir)

^۲ گروه علوم و فناوری های همگرا، واحد تهران مرکز، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران (barani.plantbiology@aletaha.ac.ir)

^۳ دانشکده دندانپزشکی، دانشگاه آزاد اسلامی علوم پزشکی، تهران (asheibaninia@yahoo.com)

چکیده

پوسیدگی دندان از مشکلات سلامت در تمام جهان است به طوری که برای درمان آن هزینه های زیادی به اقتصاد جهانی تحمیل می شود و می تواند بر کیفیت زندگی اثر گذار باشد. ترکیبات شیمیایی مختلفی جهت پیشگیری و رفع عوارض پوسیدگی دندان و بیماری های پریدونتال بکار رفته اند که تمامی این عوامل دارای عوارض جانبی می باشند که در مصرف طولانی مدت بیشتر بروز می کنند. گیاهان دارای متابولیت ثانویه سالیان سال است که توسط بشر برای درمان عفونت ها و بیماری ها مورد استفاده قرار می گیرند. اخیراً متابولیت های ثانویه گیاهان دارویی از نظر اثرات ضد میکروبی شان مورد بررسی قرار گرفته اند و مشخص شده است که اغلب اسانس ها و عصاره های استخراج شده از گیاهان دارویی دارای خواص ضد قارچی، ضد انگل، ضد باکتری و ضد ویروس می باشد. مطالعه حاضر یک مرور نظام مند است که به بررسی نقش ترکیبات گیاهی بر کاهش بیماری های دهان و دندان می پردازد. این بررسی با جست و جو به صورت مروری در پایگاه های اطلاعاتی به زبان فارسی و انگلیسی و پایگاه های داده های معتبر انجام شد و در نهایت برخی از گیاهان دارای متابولیت ثانویه که در درمان بیماری های پوسیدگی و پریدونتال موثرند ارائه و بحث می شود.

واژگان کلیدی: پوسیدگی دندان، پریدونتال، گیاهان دارویی



۱- مقدمه

پوسیدگی دندان مرحله غیر قابل برگشت، در فرایند حل شدن مواد معدنی مینا (کلسیم و فسفر) توسط اسید باکتری های پوسیدگی زا است (Sharafati et al., 2010). پوسیدگی از مشکلات سلامت در تمام جهان است به طوری که برای درمان آن ۲۹۸ میلیارد دلار هزینه مستقیم به اقتصاد جهانی تحمیل می شود و می تواند بر کیفیت زندگی، شیوه های تغذیه، رشد و تکامل کودکان و عملکرد افراد به لحاظ روانی و جسمی اثر گذار باشد (Teshome et al., 2020).

تغذیه از عوامل تاثیر گذار در ایجاد پوسیدگی دندان است. در واقع مطالعات ثابت کرده است که گونه های باکتریای تولید کننده اسید در دهان از کربوهیدرات های دریافتی از رژیم غذایی تغذیه کرده و با تولید اسیدهای آلی ضعیف باعث دمنیرالیزاسیون و در نتیجه پوسیدگی می شوند (Blostein et al., 2020).

انجمن دندانپزشکی آمریکا پوسیدگی های دندانی را براساس فعال یا غیر فعال بودن پوسیدگی و نیز عمق گسترش آن به سه دسته پوسیدگی اولیه، متوسط و پیشرفته تقسیم می کند (Young et al., 2015). استرپتوکوک های موتانس و سانگوئیس در گروه استرپتوکوک های ویریدانس قرار گرفته که شایعترین اعضای فلور طبیعی سیستم فوقانی هستند این دو باکتری پلی ساکاریدهای بزرگی از قبیل دکستران ها یا لوان ها را از ساکارز سنتز می کنند و اهمیت بسیاری در بروز پوسیدگی دندان دارند (De Oliveira., 2017).

ژنژیویت و پریودنتیت از جمله بیماری های التهابی دهان می باشد که علت اولیه آنها باکتری هایی است که باعث از بین رفتن بافت لثه ای و اتصالات پریودنشی می شود (Izadi & Azadbakht, 2015). در ژنژیویت لثه ها قرمز و متورم و در پریودنتیت لثه ها تحلیل رفته و پاکت ایجاد می شود. (Esmailzadeh & Azadbakht, 2008). در مطالعات زیادی نشان داده شده است که ترکیبات طبیعی می تواند به طور موثری در کنترل و پیشگیری از بیماری های پریودنتال موثر باشد (Lee, 2013).

در دهان یک فرد سالم بیش از ۳۵۰ گونه میکروارگانیسم وجود دارد که تنها ۵ درصد از آن ها می توانند در بروز عفونت های پریودنتال نقش داشته اند. باکتری های بی ضرر و مفید شامل باکتری های گرم مثبت هوازی هستند و دسته دوم باکتری های گرم منفی بی هوازی می باشند که در بیماری های پریودنتال تعادل موجود بین باکتری های حفره دهانی به سمت آن سوق پیدا می کند. از این دسته می توان به اکتینوباسیلوس، پورفیرموناس و باکترئیدس اشاره کرد (Simon, et al., 2002). ترکیبات شیمیایی مختلفی جهت پیشگیری و رفع عوارض بیماری های پریودنتال بکار رفته اند که از آن جمله می توان به کلرهگزیدین، ترکیبات فنلی، عوامل آمونوم چهارتایی، استانوس فلوراید و عوامل اکسید کننده اشاره نمود که تمامی این عوامل دارای عوارض جانبی می باشند که در مصرف طولانی مدت بیشتر بروز می کنند (Bengne et al., 2001).

گیاهان منابع ارزشمند در تولید طیف گسترده ای از ترکیبات شیمیایی مانند شیرین کننده ها، مواد معطر، چاشنی ها، مواد ضد میکروبی و دارویی هستند. گیاهان دارویی به آن گروه از گیاهانی گفته می شود که برای مصارف پزشکی، درمانی، بالینی و داروسازی انسان مورد استفاده قرار می گیرد (اقبال و احمدی، ۱۳۹۹). در اغلب موارد، گیاهان دارویی دارای ترکیباتی اند که به



گروه های متابولیکی بزرگی تعلق دارند که مجموعاً به عنوان متابولیت ها یا فراورده های ثانویه شناخته می شوند (Farsi and Zolali, 2004).

متابولیت های ثانویه معمولاً دارای وزن مولکولی پایینی هستند (کمتر از ۱۵۰ کیلودالتون) و تاکنون بیش از ۱۰۰۰۰ متابولیت ثانوی شناسایی شده اند و هنوز هم تعداد بیشتری در حال اضافه شدن و بررسی هستند (Oksman et al., 2004). مهمترین متابولیت های ثانویه ترپنوئیدها، آلكالوئیدها، روغن های ضروری، استروئیدها، لیگنین ها، تانن ها و فلاونوئید ها می باشند. متابولیت های ثانویه عمدتاً در گونه های و خانواده های خاصی از سلسله گیاهان تولید می شوند. این ترکیبات به مقدار کمی در سلول ذخیره شده و عمدتاً در سلول های تخصصی و در مرحله خاصی از چرخه زندگی گیاه تولید می شوند. گزارشات متعدد اشاره به این دارد که متابولیت های ثانویه گیاهی هیچگاه در اندام های گیاهی ثابت نبوده و متناسب با رشد گیاه و عوامل محیطی، شرایط رویشگاه، زمان برداشت عوامل ژنتیکی و نیز فنولوژی دچار تغییر می شود (Dambolena et al., 2010).

گیاهان دارای متابولیت ثانویه سالیان سال است که توسط بشر برای درمان عفونت ها و بیماری ها مورد استفاده قرار می گیرند. آلكالوئیدهایی هم چون مورفین (کشنده ی درد)، کودئین (ضد سرفه)، پاپاورین (مهار کننده ی فسفودی استراز)، افدرین (تحریک کننده)، کوئینین (ترکیبات ضد مالاریا)، رسپرین (کنترل کننده فشار خون) و بسیاری از ترکیبات دیگر از جمله متابولیت های ثانویه ای هستند که به عنوان دارو مورد استفاده قرار می گیرند (محمدی و قاسمی پیربلوطی، ۱۳۹۲). آلكالوئید ها یک گروه متنوع از ترکیبات نیتروژن دار با وزن مولکولی کم هستند. تعداد آلكالوئیدها شناخته شده حدود ۱۵۰۰۰ ذکر شده است و به طور تقریبی ۲۰ درصد از گیاهان آوندی دارای آلكالوئید هستند. آلكالوئیدها را براساس پیش ماده بیوسنتزی نامگذاری می کنند که شامل آلكالوئیدهای بدون حلقه هتروسایکلیک و آلكالوئیدهای بدون حلقه هتروسایکلیک می باشند.

گروه دیگر این متابولیت ها ترپن ها یا ترپنوئید ها هستند که ترکیبات متنوع این گروه معمولاً در آب غیر محلول بوده و کلیه ترپن ها از واحدهای ۵ کربنی ایزوپرن مشتق می شوند. بیوسنتز ترپن ها از استیل کوآنزیم A و از طریق مسیر مولونیک اسید صورت می گیرد. بیشتر ترپن ها اعمال مشخصی در رشد و نمو گیاه به عهده دارند (Esmailzadeh and Sharifi, 2013). پلی فنول ها گروهی دیگر از متابولیت های ثانویه هستند که تاکنون بیش از ۸۰۰۰ نوع از آن ها شناسایی شده است. فلاونوئیدها ترکیبات پلی فنولی هستند که در گیاهان سبزی ها و میوه ها به وفور وجود دارند. انواع آن ها شامل خانواده های فلاونول ها، فلاون ها، فلاونون ها، آنتوسیانین، فلاون ۳-اول، ایزوفلاون و اشکال الیگومریک و پلی مریک هستند. فلاونوئیدها دارای ویژگی های ضد میکروبی، ضد ویروسی، تقویت کننده قلبی، ضد اکسیدانی و ضد التهابی است (Moahmadsadeghi et al., 1393).

اخیراً متابولیت های ثانویه گیاهان دارویی از نظر اثرات ضد میکروبی شان مورد بررسی قرار گرفته اند و مشخص شده است که اغلب اسانس ها و عصاره های استخراج شده از گیاهان دارویی دارای خواص ضد قارچی، ضد انگل، ضد باکتری و ضد ویروس می باشد (Kalemba, and Kunicka, 2003).



امروزه سرعت تولید و گسترش داروهای ضد باکتریایی متناسب با نیازهای بالینی نبوده و این موضوع تحقیق در زمینه تولید داروهای جدید و در عین حال عوارض جانبی کمتر را نشان می دهد (Brown et al, 1986). در این راستا فراورده های گیاهی نشان داده اند به علت مواد دارویی فعال مانند ترپن ها، آلکالوئیدها، فلاونوئیدها و گلائیکوزیدها عوارض جانبی چندانی روی عملکرد بخش های مختلف بدن ندارند و پتانسیل درمانی خوبی دارند. در این پژوهش سعی شده است با گردآوری اطلاعات موجود در مقالات علمی معتبر منتشر شده لیستی از گیاهان دارای متابولیت ثانویه که در درمان بیماری های پوسیدگی و پریودنتال موثرند ارائه شود. به منظور تعیین دقیق نام علمی و خانواده های هر یک از گونه های گیاهی از سایت The plant list استفاده شد.

۲- مواد و روش ها

مطالعه حاضر یک مرور نظام مند است که به بررسی نقش ترکیبات گیاهی بر کاهش بیماری های دهان و دندان می پردازد. این بررسی با جست و جو به صورت مروری در پایگاه های اطلاعاتی به زبان فارسی و انگلیسی و پایگاه های داده های معتبر انجام باشد.

۳- نتایج

بابونه با نام علمی *Matricharia chamomilla* متعلق به خانواده کاسنی و یکی از ۹ گیاه دارویی دنیا می باشد. این گیاه یکساله و مقاوم به سرما است (Saravani et al., 2020). قسمت مورد استفاده آن، تمام گیاه گل دار یا تنها گل گیاه می وارد شده است (Saeedi et al., 2003). همچنین عصاره گل های گیاه بابونه محتوی فلاونوئیدها، آپیجنین، کریزین، لوتولین، کورستین، کومارین ها، مواد موسیلاژی، پلی ساکاریدها، تانن و اسید های چرب است. مطالعات نشان داده، اسانس بابونه اثر ضد استرپتوکوک قوی در برابر گونه های مختلف دارد (Shirazy, 2023). در مطالعه ای که تاثیر دمنوش گیاهی بابونه بر روی pH بزاق دانشجویان دندانپزشکی ۲۰-۳۰ ساله مذکر سالم مورد بررسی قرار گرفت نشان داده شد میانگین pH بزاق قبل از مصرف دمنوش بابونه ۷/۲۶±۰/۵۵ و پس از مصرف دمنوش بابونه معادل ۷/۷۱±۰/۳۳ بود که این تفاوت معنا دار بود. در واقع بابونه باعث تاخیر در تشکیل بیوفیلم می شود و در نتیجه از التهاب لثه جلوگیری می کند (Shirazy, 2023) دهان شویه ماتریکا (با نام تجاری کامی سل حاوی عصاره بابونه) در ایران تولید می شود و در کشور آلمان نیز استفاده از آن در بیماری های دهان به رسمت شناخته شده است. خاصیت آنتی باکتریال آن بواسطه ماده بنزابلول فلاونوئید است که ترمیم زخم های مخاطی را تسریع می کند؛ همچنین دارای اثرات ضد قارچی و ضد ویروسی است (Mazokopakis et al., 2005). با توجه به اینکه دمنوش های گیاهی بابونه علاوه بر کاهش اسیدیته بزاق و افزایش بافرینگ بزاق، خواص آنتی باکتریال قوی دارند و بر روی باکتری هایی مثل استرپتوکوکوس موتانس و لاکتو باسیل اسیدیفیلوس نیز تاثیر مهاری دارند می توانند جایگزین مناسبی برای نوشیدنی های رایج باشند (Shirazy, 2023).

مرزه با نام علمی *Satureja hortensis* L. گیاه دارویی علفی و یکساله از تیره نعناع است. سر شاخه های گلدار و به طور کلی قسمت های هوایی گیاه مرزه که معمولا در زمان گلدهی چیده می شوند، بوی معطر دارد (Mirnematy et al., 2020). بین تمام ساختارهای گیاه مرزه مشخص شده است که کاروکروم و تیمول به عنوان اجزای اصلی سازنده اسانس مهم



ترین نقش را در خاصیت ضد باکتریایی این گیاه دارد (Serrano et al., 2011). در برخی از مطالعات اثر اسانس گیاه مرزه بر برخی از باکتری های دهانی بررسی شده است. در یک مطالعه آزمایشگاهی، خواص ضد باکتریایی احتمالی اسانس گیاه مرزه با غلظت های مختلف روی تعدادی از میکروارگانیسم های شایع دهان با روش های دیسک دیفیوژن و میکروپلیت دایلوژن بررسی شد که نتایج نشان داد که اسانس مرزه خالص (غلظت ۱ گرم بر میلی لیتر) خاصیت ضد میکروبی قوی تری دارد. اسانس خالص بیشترین اثر مهاری را بر رشد استرپتوکوکوس سانگونیس و ایکنلا کورودنس و پس از آن به ترتیب بر اکتینومایسس ویسکوز و انتروکوکوس فکالینس داشت (Iranpoor et al., 2019).

چلغوز با نام علمی *Pinus geradiana* از خانواده Pinaceae می باشد. پراکندگی این گیاه در جهان بسیار کم و محدود به رشته کوه های منطقه شرقی هند، پاکستان، افغانستان و مناطق پراکنده هندوکش هیمالیا است. مطالعات شیمیایی درباره *Pinus geradiana* وجود اسید لینولئیک، اسید اولئیک، آلبومینوئیدها، پلی فنول ها، کاتچین، لوتئین و ... را در این ماده نشان می دهد. این گیاه همچنین فعالیت های بیولوژیکی مختلفی از جمله فعالیت ضد التهابی، فعالیت ضد قارچی و فعالیت ضد باکتری را در ارزیابی های علمی نشان داده است (Singh et al., 2021). در مطالعه ای که اثر ضد باکتریایی و ضد قارچی ترکیبی از غلظت های مختلف دهان شویه کلر هگزیدین و عصاره اتانولی گیاه چلغوز بر پاتوژن های (استرپتوکوکوس موتانس و کاندیدا آلیکنس) با استفاده از سه روش انتشار دیسک، چاهک پلیت، قطه هاله بیوفیلم بررسی شد نشان داد که غلظت ۱۰۰ درصد این دهان شویه از تشکیل بیوفیلم کاندیدا آلیکنس و استرپتوکوکوس موتانس جلوگیری می کند (Imani et al., 2024).

نعناع فلفلی (*Mentha piperata* L.) از جمله گیاهان دارویی ارزشمند خانواده Lamiaceae است که بومی مناطق معتدله دنیا به ویژه اروپا، آمریکای شمالی و شمال آفریقا می باشد، اما امروزه در سراسر دنیا کشت می شود (Mehrafarin et al., 2011). منتول و منتول اصلی ترین اجزا اسانس بوده و خواص ضد میکروبی دارند (Dai et al., 2010). نتایج مطالعه ای که با هدف بررسی خواص ضد باکتریایی احتمالی نعناع فلفلی بر تعدادی از میکروارگانیسم های شایع در بیماری های پرودنتال انجام شد نشان داد که این گیاه خواص آنتی باکتریال بر باکتری های ایکنلا کورودنس، اکتینومایسس ویسکوز، استرپتوکوک سانگونیس و انتروکوک فکالینس است. لذا می توان گفت که گیاه نعناع فلفلی به عنوان یک آنتی باکتریال طبیعی و موثر، کاربرد احتمالی در پیشگیری از بیماری های پرودنتال دارد (Rezaie et al., 2020).

گونه *Astragalus tragacantha* از خانواده باقلائیان است و گیاهی چندساله به ارتفاع ۱/۵ الی ۲ متر است؛ ریشه این گونه حاوی ساپونین، فلاونوئیدها، پلی ساکراید و کومارین می باشد. در مطالعه ای که با هدف بررسی فیتوشیمیایی عصاره گیاه دارویی گون *A. tragacantha* جهت از بین بردن باکتری های عامل عفونت دهان که از مناطق رویشی مشکین شهر جمع آوری شده بود نتیجه گیری شد این گونه دارای خاصیت ضد میکروبی علیه باکتری های عامل عفونت دهان و دندان می باشد (اقبال و احمدی، ۱۳۹۹). عسگری و همکاران به بررسی تنوع ترکیبات فلاونوئیدی در گیاه گون به عنوان یک گیاه دارویی در غرب ایران و بررسی خواص ضد باکتریایی آن پرداختند. نتایج نشان داد گون دارای خاصیت ضد میکروبی مناسب علیه باکتری های گرم مثبت و گرم منفی است (Asgari et al., 2010).



یکی از گونه های *Daphne* با نام علمی *Daphne oleoides* از خانواده Thymelaceae به عنوان تولید کننده های طبیعی مانند کومارین ها، لیگنان، تریتروئیدها و کومارینولیگنال ها شناخته می شوند. نتایج مطالعه بر روی نمونه های پلاک دندان از مراجعین به کلینیک های دندان پزشکی بر وجود که با استفاده از PCR حضور باکتری های استافیلوکوکوس اورئوس، استافیلوکوکوس اپیدرمیس، استرپتوکوکوس موتانس، سودوموناس آئروژینوزا تایید شده بود نشان داد که قسمت های مختلف گیاه *D. oleoides* دارای اثرات ضد میکروبی بر علیه باکتری های ایجاد کننده عفونت های دندانی در شرایط آزمایشگاهی می باشد (Mousavi et al., 2019).

شیرین بیان *Glycyrrhiza glabra* عضوی از خانواده لگومیناسه است. ریشه شیرین بیان در صنایع دارویی استفاده می شود و حاوی ترکیبات متعددی چون روغن های فرار، استرول گیاهی، فلاونوئیدها و ساپونین ها می باشد. ریشه این گیاه به عنوان منبع غنی از ترکیبات ساپونین در نظر گرفته می شود و فعالیت ضد میکروبی ساپونین در برابر تعداد زیادی از پاتوژن های بیماری زا به اثبات رسیده است (Sharma and Argawal, 2013). در یک تحقیق تاثیر عصاره ریشه شیرین بیان بر باکتری های استرپتوکوکوس موتانس و قارچ کاندیدا البیکنس به عنوان عوامل اصلی پوسیدگی دندان مورد بررسی قرار گرفت. یافته های این بررسی نشان داد که عصاره آبی ریشه شیرین بیان دارای اثر ضد باکتریایی علیه استرپتوکوکوس موتانس می باشد و اثرات ضد باکتریایی عصاره آبی ریشه شیرین بیان علیه استرپتوکوکوس موتانس می تواند آن را کاندید مناسبی برای استفاده از در خمیر دندان ها، دهان شویه ها و ژل ها برای جلوگیری از پوسیدگی دندان و کنترل عفونت های حفره دهانی قرار دهد (Azmoddeh et al., 2017).

زعفران (*Crocus sativus* L.) گیاهی از خانواده Iridaceae است. متابولیت های ثانویه گیاه زعفران به دو دسته اصلی تقسیم می شوند که دسته اول کاروتنوئیدها مانند کروستین، زاگزائین، آلفا و بتاکروتین و کروسین ها هستند و دسته دوم مونوترپن ها آلدیهایدها مثل پیکروکروسین و سافرانال می باشند (Samim, 2024). مطالعه ای بر روی ۲۲ بیمار مبتلا به ژنژیویت مارژینال ژنرالیزه در بخش پرودنتولوژی دانشکده دندانپزشکی مشهد با هدف بررسی اثر خمیر دندان حاوی عصاره آبی کلالة زعفران بر روی شاخص های لثه ای بیماران مبتلا به ژنژیویت ژنرالیزه وابسته به پلاک دندان انجام شد. نتایج نشان داد که خمیر دندان حاوی عصاره آبی گل زعفران می تواند در برخی از شاخص های لثه ای از قبیل شاخص های لثه ای خونریزی حین پرایینگ و پلاک ایندکس در بیماران مبتلا به ژنژیویت اثر مطلوبی بگذارد و میزان آن را کاهش دهد (Forouzanfar, 2015).

در مطالعه دیگری که تاثیر دمنوش گیاهی زعفران بر روی pH بزاق دانشجویان دندانپزشکی ۲۰-۳۰ ساله مذکر سالم مورد بررسی قرار گرفت نشان داده شد که مصرف دمنوش گیاهی زعفران ریسک ایجاد پوسیدگی دندان را کاهش می دهد (Shirazy, 2023).

نسترن کوهی یا گل سرخ وحشی با نام علمی *Rosa canina* از تیره گل سرخ و از خانواده Rosaceae است. از جمله ترکیبات موثره در میوه نسترن می توان به ویتامین C، اسید فنولیک، بیوفلاونوئیدها، تانن ها، پکتین، اسیدهای ارگانیک اشاره کرد. به دلیل وجود مقدار قابل توجهی از ترکیبات فنلی نظیر کوئرستین، روتین و کمپفرول این گیاه به عنوان منبع آنتی اکسیدانتی



کارآمد معرفی می شود (Changizi et al., 2019). با توجه به رسیدگی به بهداشت دهان و دندان و لزوم شناسایی داروهای جدید جهت از بین بردن باکتری های عامل عفونت دهان مطالعه ای با هدف بررسی فیتوشیمیایی عصاره گیاه دارویی نسترن کوهی جمع آوری شده از مناطق رویشی مشکین شهر و اثرات ضد میکروبی آن ها بر روی برخی از باکتری های شایع دهان و دندان انجام شد. نتایج حاصل از این تحقیق نشان داد که عصاره گیاه دارویی نسترن کوهی دارای خاصیت ضد میکروبی مناسب علیه باکتری های عامل عفونت دهان و دندان می باشد، بنابراین می توان داروی گیاهی حاضر را به عنوان جایگزینی برای داروهای استاندارد کلرهگزیدین و نیستاتین بیان نمود (اقبال و احمدی، ۱۳۹۹)

زردچوبه از خانواده Zingiberaceae با نام علمی *Curcuma longa* شناخته می شود. این گیاه بومی نواحی گرم آسیا، نظیر کشور هندوستان، پاکستان، اندونزی، جنوب چین و بومی آفریقا و آمریکای جنوبی است و در ایران رویش ندارد. کوکورمین ماده موثره ریزوم در گیاه زردچوبه است که فرمول شیمیایی آن $C_{12}H_{20}O_6$ است. علاوه بر کوکورمین ترکیبات شیمیایی متعددی از جمله زینجیبرین و روغن فرار نیز در زردچوبه وجود دارد (Fallah et al., 2010). در یک مطالعه به بررسی اثر بخشی دهان شویه کوکورمین بر روی التهاب لثه و مقایسه آن با کلرهگزیدین پرداخته شد. این تحقیق بصورت کار آزمایشی بالینی طراحی شده بود و بیماران دچار التهاب مزمن لثه که در سال های ۱۳۹۴ و ۱۳۹۵ به دانشکده دندانپزشکی مشهد مراجعه کرده بودند بررسی شدند. نتایج این مطالعه نشان داد که کوکورمین به عنوان یک دهانشویه ضد التهاب با کلرهگزیدین قابل مقایسه است و در بعضی جهات بهبودی بیشتری حاصل می کند. بنابراین، کوکورمین می تواند به عنوان یک درمان موثر در کنار درمانهای مکانیکال پرئودنتال در نظر گرفته شود (Banihashem et al., 2019).

گردو *Juglans regia* گیاهی از خانواده Juglandaceae و دارای ۲۱ گونه می باشد که همگی خزان کننده هستند. اشارات متعددی بر اثرات ضد میکروبی گیاهان دارویی بومی ایران از جمله گردو بر روی استافیلوکوک اورئوس، سودوموناس آئروژینوزا و باسیلوس سرئوس شده است (Sharafati et al., 2010). ساقه خشک این درخت به عنوان تمیز کننده ی دندان استفاده می شود (Duke, 2018). درخت گردو شامل ترکیبات شیمیایی مختلف از جمله: بتا سیترو استرول، آسکوربیک اسید، فولیک اسید، گالیک اسید، کوئرستین تری آلفا ال آرابینوزید می باشد. در مطالعه ای که با هدف بررسی اثرات ضد باکتریایی عصاره اتانولی برگ گردوی ایران بر دهان شویه کلرهگزیدین بر روی استرپتوکوک موتانس و استرپتوکوک سانگویی انجام گرفت نشان داده شد که عصاره برگ گردو با اثر ضد میکروبی روی استرپتوکوک های دهانی می تواند باعث کاهش کلونیزاسیون آنها شده و از این طریق خوردگی اسیدی مینای دندان کاهش می یابد. پس این یافته ها می تواند زمینه تحقیقاتی بیشتری را برای تخلیص ترکیبات موثره آن و کارایی استفاده از مشتقات برگ گردو در شرایط بالینی فراهم و به عنوان یک ماده ضد باکتریای برای پیشگیری از ایجاد پلاک های دندانی جایگزین کلرهگزیدین در دهان شویه ها گردد (Sharafati et al., 2010).

چای سبز *Camellia sinensis* دارای خواص فارماکولوژیک و بیولوژیک متعددی است. به علت خواص آنتی اکسیدانی، اثر بخشی این گیاه در آلزایمر، پارکینسون و سرطان بیان شده است. اثرات سودمند کاملیا ساینسیس به دلیل حضور



ترکیبات پلی فنلیک موجود در آن است که این ترکیبات اپی کاتشین و اپی کاتشین گالات هستند (Allahdin, 2014). در یک مطالعه اثر بخشی مصرف چای سبز در کنترل و کاهش بیماری های پریدونتال و پوسیدگی دندان مورد مطالعه قرار گرفت. این مطالعه بصورت مروری انجام شد و نتایج نشان داد که چای سبز هم در بهبود وضعیت پریدونتال و هم در کاهش میزان پوسیدگی می تواند نقش مثبتی داشته باشد و نتایج حاصل در بیشتر مطالعات بیانگر این تاثیر مفید بود. در مطالعات استفاده شده در این تحقیق چای سبز به اشکال دهانشویه، آدامس حاوی جای، مصرف موضعی و نوشیدنی بصورت روزانه مورد استفاده قرار گرفته بود (Tahani et al., 2014).

۴- بحث و نتیجه گیری

درمانهای پریدونتال معمول می توانند وضعیت سلامت و پریدونشیم را بهبود ببخشند و از پیشرفت ژنژیویت به سمت پریدونتیت و در نتیجه از دست رفتن اتصالات دندانی جلوگیری کنند (Shuhagh, 2007). در مطالعات نشان داده شده است که افراد دارای رژیم غذایی با قند و چربی بالا و میوه و سبزیجات کم دچار پوسیدگی شدیدتری می شوند (Zare, 2024). در یک مطالعه مروری انجام شده که به بررسی عوامل خطر پوسیدگی دندان در اوایل دوران کودکی در خاورمیانه پرداخته شد مصرف تنقلات و نوشیدنی های شیرین را از عوامل خطر ایجاد پوسیدگی دندان در اوایل کودکی می داند. علاوه بر آن این مطالعه مصرف میان وعده های پوسیدگی زا مانند شیرینی ها (شکلات، آبنبات، ژله) سه بار یا بیشتر در روز و مصرف بالای چای شیرین در کودکان را از عوامل خطر ایجاد بیماری دانسته است (Kotha, 2022). از عوامل موثر در پوسیدگی، تغییرات pH به دنبال مصرف مواد قندی است و هرگونه عاملی که باعث این تغییر شود نیز می تواند، در کنترل و پیشگیری از پوسیدگی موثر باشد؛ یکی از عوامل موثر در کنترل پوسیدگی مصرف چای و دمنوش های مختلف می باشد (Shirazy, 2023). تولید بیش از حد رادیکال های آزاد اکسیژن در بافت های لثه با پیشرفت و یا تشدید بیماری های التهابی مرتبط می باشد بنابراین درمان های آنتی اکسیدان می تواند نقش بسزایی در کنترل و مهار بیماری های پریدونتال داشته باشد (Forazanfar, 2012).

در تلاش برای کنترل پلاک و ژنژیویت از آنزیم ها، آنتی بیوتیک ها و مواد ضد عفونی کننده استفاده شده است. استفاده از آنزیم ها موفقیت های کلینیکی محدودی به همراه داشته و همچنین دارای عوارض جانبی است. آنتی بیوتیک های زیادی نیز در تلاش برای کنترل پلاک و ژنژیویت مورد استفاده قرار گرفته اند که موفقیت آمیز هم بوده اند. اما در استفاده ی طولانی مدت با عوارض و مشکلات زیادی همراه بودند که استفاده از آنها را محدود کرد (Banihashem et al., 2019). با توجه به افزایش مقاومت میکروبی نسبت به داروهای سنتزی شیمیایی و همچنین اثرات مفید گیاهان دارویی در درمان بیماری ها استفاده از گیاهان دارویی و مواد موثره آن ها روبه افزایش است. سازگاری بیشتر ترکیبات گیاهی با سیستم ایمنی انسان، در دسترس بودن و ارجحیت استفاده از منابع طبیعی نسبت به ترکیبات شیمیایی توسط مردم از دیگر عواملی هستند که منجر به افزایش استفاده از گیاهان در مشکلات مربوط به سلامت شده اند. بسیاری از خواص ضد میکروبی عصاره های گیاهی به علت وجود موادی همانند تانن ها و ترکیبات فنولی و ترکیباتی نظیر آن ها می باشد که در قسمت های مختلف گیاهان نظیر ریشه، برگ، جوانه ها، نهال و پوست وجود دارد (Mousavi et al., 2019). با توجه به موارد ذکر شده در مطالعه مروری پیش رو اغلب گیاهان نام برده شده



دارای ترکیبات و متابولیت های ثانویه ای هستند که نقش در کاهش فعالیت های میکروبی باکتری های پوسیدگی را ایفا می کنند.

در یک تحقیق اثر عصاره هیدروالکی گیاهان مریم گلی، انیسون، مرزه تابستانی، سماق، زیره، پونه و بومادران بر میکروارگانیزم های استرپتوکوکوس موتانس، لاکتوباسیلوس رامنوسوس، اکتینومایسس ویسکوز که از باکتری های پوسیدگی را هستند در شرایط آزمایشگاهی بررسی شدند و نتایج مطالعات نشان داد عصاره مرزه بر رشد باکتری اکتینومایسس ویسکوز اثر مهاری دارد (Kermansh et al., 2014). در مطالعه ای که بر روی ۳۱ خمیردندان گیاهی موجود در بازار چین انجام گرفت، بهترین عملکرد در کاهش پلاک و حفاظت دندان در فراورده های حاوی جین سنگ و عصاره گیاه *Pinus tabulae-formis* مشاهده گردید (Yuan et al., 1990). نتایج حاصل از مطالعات نشان داده است عصاره آبی سماق و گل سرخ بدلیل حضور تانن و ترکیبات پلی فنلی دارای اثرات ضد میکروبی علیه استرپتوکوکوس موتانس (عفونت باکتریایی دهان) هستند که موثر تر از کلرهگزیدین ۲ درصد علیه استرپتوکوکوس موتانس می باشد (Ghorbani et al., 2020).

صدیقی نیا و همکاران در سال ۲۰۱۲ به بررسی تاثیر عصاره ی ریشه شیرین بیان بر روی میکروارگانیزم دهان پرداختند. بر طبق این مطالعه ی عصاره ی آبی ریشه بیان یک کاندید مناسب در جهت کمک به کنترل پوسیدگی دندان و عفونت اندودنتیک به شمار می آید (Sedighinia et al., 2012). در مطالعات دیگری اثر ضد میکروبی عصاره دو نوع سیر قرمز و سیر سفید بر روی میکروارگانیزم های دهانی به صورت آزمایشگاهی و بالینی مورد بررسی قرار گرفت و نشان داده شد که محلول دهان شویه حاوی ۲/۵٪ سیر اثر ضد میکروبی خوبی علیه استرپتوکوک موتانس و میکروارگانیزم های دهانی دارد (Grosso et al., 2007). فرجی و همکاران در یک مطالعه اثرات ضد میکروبی گیاه *Mellisa officinalis* را بررسی کردند و یافته های آن ها نشان داد که اثرات ضد باکتریایی عصاره های الکی بادرنجویه بر روی باکتری های استرپتوکوکوس موتانس و استرپتوکوکوس سنگوئیس مشخص است و از بادرنجویه می توان به عنوان ماده ضد عفونی کننده دهان و دندان استفاده کرد (Faraji et al., 2018). در مطالعه صالحی و همکاران نشان داده شده استفاده از دهانشویه های گیاهی پرسیکا و ماتریکا در بیماران ارتودنسی باعث کاهش معنی دار سطح میکروارگانیزم های پیرامون قاعده براکت ها بدون ایجاد عوارض جانبی مانند تغییر رنگ دندان ها (برخلاف کلرهگزیدین) می شود (Salehi et al., 2005). به جز مطالعات موردی صورت گرفته بر روی تاثیر برخی گیاهان بر بیماری های دهان و دندان تاکنون هیچ پژوهش مروری و جامع که تمام گیاهان را معرفی کند انجام نشده است. نتایج مطالعات آزمایشگاهی را نمی توان به شرایط بالینی و کلینیکی نسبت داد، چرا که ممکن است یک عصاره در شرایط بالینی و محیط دهان با شرایط آزمایشگاه تفاوت داشته باشد. در محیط دهان، اثر بزاق بر روی pH دهان، تفاوت حرارت دهان با حرارت محیط های آزمایشگاه، وجود خون در محیط و تفاوت توان اکسیداسیون و احیا در نقاط مختلف حفره دهان می تواند بر نتایج مطالعات تاثیر بگذارد. از سوی دیگر اندازه اثر ضد میکروبی محلول های مختلف تحت تاثیر روشهای تجربی، شاخص های بیولوژیکی و زمان قرار گرفتن در معرض میکروب قرار می گیرد. بنابراین مهم ترین محدودیت انجام این پژوهش، کم بود تعداد مطالعات بالینی معتبر بود.



منابع

- اقبال، ح.، احمدی، م. ۱۳۹۹. مطالعه فیتوشیمیایی عصاره گیاه دارویی نسترن کوهی (*Rosa Canina L.*) جمع آوری شده از منطقه رویشی مشکین شهر و تاثیر آنتی باکتریال آن بر روی باکتری های شایع دهان و دندان. کاربرد شیمی در محیط زیست، ۱۱(۴۴): ۲۳-۳۷.
- اقبال، ح.، احمدی، م. ۱۳۹۹. بررسی فیتوشیمیایی عصاره گیاهان دارویی گون (*Astragalus tragacantha*) جمع آوری شده از مناطق رویشی مشکین شهر و اثرات ضد میکروبی آن بر روی برخی از باکتری های شایع دهان و دندان. کاربرد شیمی در محیط زیست، ۱۱(۴۳): ۴۱-۵۳.
- محمدی فارسانی، م.، قاسمی پیربلوطی، ع. ۱۳۹۲. کاربرد الیستورها در افزایش تولید متابولیت های ثانویه در سوسپانسیون های کشت سلول و اندام گیاهی. فصل نامه داروهای گیاهی. ۵(۳): ۱۱۳-۱۲۰.
- Asgari Nematian, M., Atri, M. and Chehregani Rad, A., (2010). Chemical variation of *Astragalus* versus *Olivier* (Fabaceae) according to flavonoid pattern in the West of Iran. *Iranian Journal of Plant Biology*, 2(4): pp.67-80.
- Allahdin, S., Khademvatan, S., Hashemitabar, M. and Eskandari, A., (2014). In vitro activity of *Camellia sinensis* extracts against *L. major* and *L. infantum* promastigotes using the colorimetric MTT assay. *Studies in Medical Sciences*, 25(10): pp.893-900.
- Azmoudeh, F., Aslanimehr, M. and Lourizadeh, N., (2017). Effect of *Glycyrrhiza glabra* extract on *Streptococcus mutans* and *Candida albicans* (in vitro study). *Studies in Medical Sciences*, 28(6): pp.394-400.
- Banihashem Rad, S.A., Mokhtari, M.R., Nikandish, M., Solati, M. and Sadeghi, M.H., (2019). Effect of nanocurcumin mouthwash on gingival inflammation in chronic gingivitis. *Journal of Mashhad Dental School*, 43(3): pp.253-262.
- Begn , M.G., Yslas, N., Reyes, E., Quiroz, V., Santana, J. and Jimenez, G., (2001). Clinical effect of a Mexican *sanguinaria* extract (*Polygonum aviculare L.*) on gingivitis. *Journal of ethnopharmacology*, 74(1): pp.45-51.
- Brown AT, Largent BA, Ferretti GA, Lillich TT.(1986) Chemical control of plaque-dependent oral diseases: the use of chlorhexidine. *Compendium*, 7(10):719-20.
- Blostein, F.A., Jansen, E.C., Jones, A.D., Marshall, T.A. and Foxman, B., (2020). Dietary patterns associated with dental caries in adults in the United States. *Community dentistry and oral epidemiology*, 48(2): pp.119-129.
- Changizi-Ashtiyani, S., Ramezani, M., Poorcheraghi, H., Afzali, S.M., Pirouzi, P., Atashi, S. and Zarei, A., (2019). The Effectiveness of *Rosa Canina* Plant in Treatment of Some Diseases: A Brief Review. *Journal of Arak University of Medical Sciences*, 22(5): pp.6-17.
- Dai, J., Orsat, V., Raghavan, G.V. and Yaylayan, V., (2010). Investigation of various factors for the extraction of peppermint (*Mentha piperita L.*) leaves. *Journal of food engineering*, 96(4): pp.540-543.
- Dambolena, J.S., Zunino, M.P., Lucini, E.I., Olmedo, R., Banchio, E., Bima, P.J. and Zygodlo, J.A., (2010). Total phenolic content, radical scavenging properties, and essential oil composition of *Origanum* species from different populations. *Journal of agricultural and food chemistry*, 58(2): pp.1115-1120.
- De Oliveira Bezerra, K.F., de Oliveira, D.W.D., Menezes-Silva, R., Granville-Garcia, A.F., Alves, P.M., Nonaka, C.F.W., Ramos-Jorge, M.L., Nobre, L.N. and Godoy, G.P., (2017). Diet and squamous cell carcinoma of the oral cavity and pharynx: A case-control study. *Pesquisa Brasileira em Odontopediatria e Clinica Integrada*, 17(1): pp.1-13.
- Duke, J.A., (2018). *CRC handbook of nuts*. CRC press.
- Esmailzadeh, A. and Azadbakht, L., (2008). Major Dietary Patterns in Relation to General Obesity and Central Adiposity among Iranian Women, 3. *The Journal of nutrition*, 138(2): pp.358-363.



- Esmailzadeh, B.S. and Sharifi, M., 2013. Increasing the production of plant secondary metabolites using biotic elicitors.
- Farsi, M. and Zolali, J. (2004). Principle of plant biotechnology. Publication of Ferdowsi University of Mashhad. 495p.
- Faraji A, Issazadeh K, Rouhi S, Parvareh M, Zaboli F., (2018). A Survey on the Antibacterial Effects of Mouthwash Cetylpyridinium Chloride and Alcoholic Extract of *Melissa officinalis* L. on *Streptococcus mutans* and *Streptococcus sanguinis*. *JRUMS*; 17 (4) :319-330
- Forouzanfar, A., Mokhtari, M.R., Babayian, M., Kamalinezhad, M., Tavakoli Kakhki, M. and Lotfalizadeh, M.H., (2015). Evaluation of toothpaste containing aqueous Saffron extract on Gingival indices in patients with marginal generalized plaque induced Gingivitis. *Journal of Mashhad Dental School*, 39(1): pp.81-88.
- Fallah Huseini H, Zahmatkash M, Haghighi M., (2010). A Review on Pharmacological Effects of *Curcuma longa* L. (Turmeric). *J. Med. Plants*; 9 (33) :1-15
- Ghorbani, F., Abbasi, F., Bakhtiari, R., NorouziX, M., Bafandeh, M.A., Shayegh, S.S. and Hakimaneh, S.M.R., (2020). Effect of Aqueous Extract Mixture of *Rhus Coriaria* L.-*Punica Garatanum*-*Rosa Damanscene* on *Streptococcus Mutans* Compared to Chlorhexidine: An In-Vitro Study. *Journal of Mashhad Dental School*, 44(4): pp.373-383.
- Groppa, F.C., Ramacciato, J.C., Motta, R.H.L., Ferraresi, P.M. and Sartoratto, A., (2007). Antimicrobial activity of garlic against oral streptococci. *International journal of dental hygiene*, 5(2): pp.109-115.
- Iranpoor, A., Bayani, M., Arjomandzadegan, M. and Nakhostin, A., (2019). Antibacterial activity and antibiofilm properties of *Satureja* essential oil against periodontal pathogens. *Journal of Arak University of Medical Sciences*, 22(4): pp.16-27.
- Izadi, V. and Azadbakht, L., (2015). Specific dietary patterns and concentrations of adiponectin. *Journal of Research in Medical Sciences*, 20(2): pp.178-184.
- Imani, V., Pourabbas, M.R., Zarghami, M.P., Baqeri, M. and Shakeri, F., (2024). In vitro Study of the Synergistic Effect of Different Concentrations of Chlorhexidine Mouthwash and Ethanolic Extract of *Pinus Gerardiana* on Oral Pathogens (*Streptococcus Mutans* and *Candida Albicans*).
- Kalembe, D.A.A.K. and Kunicka, A., (2003). Antibacterial and antifungal properties of essential oils. *Current medicinal chemistry*, 10(10): pp.813-829.
- Kermanshah, H., Kamangar, S.S., Arami, S., Kamalinegad, M., Karimi, M., Mirsalehian, A., Jabalameli, F. and Fard, M.J., (2014). The effect of hydro alcoholic extract of seven plants on cariogenic bacteria--an in vitro evaluation. *Oral health and dental management*, 13(2): pp.395-401.
- Kotha, S.B., (2022). Prevalence and risk factors of early childhood caries in the Middle East region: A systematic review. *Journal of population therapeutics and clinical pharmacology= Journal de la therapeutique des populations et de la pharmacologie clinique*, 29(3): pp.e43-e57.
- Lee, Y., (2013). Diagnosis and prevention strategies for dental caries. *Journal of lifestyle medicine*, 3(2): p.107.
- Mohammad Sadeghi, H., Mansourabadi, A.H., Rezvani, M.E., Esmaeeli Dahaj, M. and Shams, A., (2015). A Review of the Impact of Flavonoids on Diabetes. *Journal of Diabetes Nursing*, 2(4): pp.45-59.
- Mazokopakis, E.E., Vrentzos, G.E., Papadakis, J.A., Babalis, D.E. and Ganotakis, E.S., (2005). Wild chamomile (*Matricaria recutita* L.) mouthwashes in methotrexate-induced oral mucositis. *Phytomedicine*, 12(1-2): pp.25-27.
- Mehrafarin, A., Badi, H.N., Poorhadi, M., Hadavi, E., Qavami, N. and Kadkhoda, Z., (2011). Phytochemical and agronomical response of peppermint (*Mentha piperita* L.) to bio-fertilizers and urea fertilizer application.
- Mirnemati, H., Zaefarian, F. and Akbarpour, V., (2022). Investigation biochemical characteristics and yield of savory (*Satureja hortensis* L.) and fenugreek (*Trigonella foenum-graecum* L.) in intercropping conditions with simultaneous weed competition.
- Mousavi, F., Shirzadi Karamolah, K. and Mahmoudi, H., (2019). Antimicrobial effect of extracts of *Daphne oleoides* on bacteria isolated from dental plaque. *J Mashhad Dent Sch*, 43(4): pp.387-400.



- Oksman-Caldentey, K.M. and Inzé, D., (2004). Plant cell factories in the post-genomic era: new ways to produce designer secondary metabolites. *Trends in plant science*, 9(9): pp.433-440.
- Rezaie, E., Bayani, M. and Arjomandzadeganmmad, M., (2020). The inhibitory and antibacterial effects of peppermint essential oil on periodontal photogenes. *Journal of Arak University of Medical Sciences*, 23(2):pp.172-183.
- Samim, M. M. (2024). review of saffron secondary metabolite (*Crocus sativus*) *ESRJ*, 61(2):141–146. Retrieved from <https://esrj.edu.af/esrj/article/view/14>.
- Saravani, K., Rahemi, A., Gholizadeh, A., Gholamalipour Alamdari, E. and Sabouri, H., (2020). The effect of silkworm residues and nitroxin on Some quantitative and qualitative Characteristics of German chamomile (*Matricaria chamomilla*). *Journal of Plant Research (Iranian Journal of Biology)*, 33(3): pp.650-661.
- Salehi, P., Kohanteb, G., Momeni Danaei, S.H. and Vahedi, R., (2005). Comparison of the antibacterial effects of persica and matrica, two herbal mouthwashes with chlohexidine mouthwash. *Journal of Dentistry*, 6(1, 2):pp.63-72.
- Saeedi, M., Azadbakht, M., Semnani, K. and Khandan, M., (2003). Formulation of herbal toothpaste from chamomile and myrrh, a preliminary clinical evaluation on bleeding gum. *Journal of Mazandaran University of Medical Sciences*, 13(40): pp.61-69.
- Serrano, C., Matos, O., Teixeira, B., Ramos, C., Neng, N., Nogueira, J., Nunes, M.L. and Marques, A., (2011). Antioxidant and antimicrobial activity of *Satureja montana* L. extracts. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 91(9): pp.1554-1560.
- Singh, G., Kumar, D. and Dash, A.K., (2021). *Pinus gerardiana* Wallichex. D. Don.-a review. *Phytomedicine Plus*, 1(2): p.100024.
- Sharma, V.A.R.S.H.A. and Agrawal, R.C., (2013). *Glycyrrhiza glabra*-a plant for the future. *Mintage J Pharm Med Sci*, 2(3): pp.15-20.
- Sharafati-Chaleshtori, R., Sharafati-Chaleshtori, F., Rafieian-kopaei, M., Drees, F., & Ashrafi, K. (2010). Comparison of the antibacterial effect of ethanolic walnut (*juglans regia*) leaf extract with chlorhexidine mouth rinse on *Streptococcus mutans* and *sanguinis*. *Journal of Iranian Dental Association*, 22(4): 211-217.
- Simon H., (2002). Periodontal Disease, USA: Cynthia chevins Pub, pp:1-5.
- Sedighinia, F., Afshar, A.S., Asili, J. and Ghazvini, K., (2012). Antibacterial activity of *Glycyrrhiza glabra* against oral pathogens: an in vitro study. *Avicenna journal of phytomedicine*, 2(3): p.118.
- Shirazy, M., (2023). The Effect of Chamomile and Saffron Herbal Tea Consumption on Salivary pH: A Clinical Trial Study. *Journal of Mashhad Dental School*, 47(2): pp.171-182.
- Suhag, A., Dixit, J. and Dhan, P., (2007). Role of curcumin as a subgingival irrigant: a pilot study. *Periodontal Practice Today*, 4(2).
- Tahani, B., Mostajeran, E., Faghihian, R., Tavakoli, F.A.T.E.M.E.H., Ehteshami, A. and Ziaei, S., (2014). Effects of Green Tea Products in Controlling and Decreasing the Periodontal Disease and Dental Caries- A Systematic Review. *Journal of Mashhad Dental School*, 38(2): pp.169-184
- Teshome A, Muche A, Girma B. Prevalence of Dental Caries and Associated Factors in East Africa, (2000–2020): Systematic Review and Meta-Analysis. *Front Public Health*. 2021; 29 (9): 645091 [Internet].
- Young, D.A., Nový, B.B., Zeller, G.G., Hale, R., Hart, T.C., Truelove, E.L., Ekstrand, K.R., Featherstone, J.D., Fontana, M., Ismail, A. and Kuehne, J., (2015). The American Dental Association caries classification system for clinical practice: a report of the American Dental Association Council on Scientific Affairs. *The Journal of the American Dental Association*, 146(2): pp.79-86.
- Zare, M., Bagheri Lankarani, K., Mahdavi, N. and Azadbakht, L., (2024). The Role of Dietary Patterns on Dental Caries: A Systematic Review. *Iranian Journal of Culture and Health Promotion*, 7(4): pp.550-556.



کاربرد گیاهان دارویی در تقویت اثر واکسیناسیون دامها در صنعت دامپروری

مهرداد پویانمهر^{*۱}

^{*۱}گروه علوم پایه و پاتوبیولوژی، بخش ایمنولوژی و ویروس شناسی، دانشکده دامپزشکی، دانشگاه رازی، کرمانشاه، ایران.

(M.pooyanmehr@razi.ac.ir)

چکیده

واکسیناسیون یکی از روش های مهم پیشگیری از بیماری ها در دامهاست، اما در برخی موارد تأثیر آن به تنهایی کافی نمی باشد. گیاهان دارویی به عنوان مکمل های طبیعی می تواند نقش مهمی در تقویت سیستم ایمنی و افزایش اثر واکسیناسیون داشته باشد. بنابراین استفاده از گیاهان دارویی در تقویت سیستم ایمنی دامها به عنوان یک رویکرد نوین در صنعت دامپروری مطرح شده است. هدف این تحقیق بررسی تأثیر گیاهان دارویی بر تقویت اثر واکسیناسیون در دامها بود. مطالعات مختلف در پایگاه داده های علمی شامل (PubChem, Scopus, PubMed, Scholar, Science Direct, Web-Of-Science,) بررسی و نتایج تحقیقات عملی اثرات برخی گیاهان دارویی نظیر آویشن، زعفران و گل گاو زبان بر بهبود پاسخ ایمنی دامها پس از واکسیناسیون در دو گروه شامل گروه اول تحت درمان با گیاهان دارویی و واکسن و گروه دوم فقط واکسینه و در نتیجه آن پاسخ ایمنی از طریق اندازه گیری سطح آنتی بادی ها و آزمایش های خون مورد ارزیابی قرار گرفت. نتایج نشان داد که استفاده از گیاهان دارویی باعث افزایش سطح آنتی بادی ها و تقویت پاسخ ایمنی با خواص ضد التهابی می شود و اثرات مثبتی در تقویت واکسیناسیون دارند. یافته ها نشان می دهند استفاده از گیاهان دارویی در کنار واکسیناسیون می تواند بهبود چشمگیری در اثربخشی واکسن ها و تقویت سیستم ایمنی دامها به همراه داشته و به عنوان یک مکمل مؤثر در صنعت دامپروری به کاهش هزینه های درمانی و بهبود سلامت دامها کمک کند.

واژگان کلیدی: صنعت دامپروری، گیاهان دارویی، واکسیناسیون



۱. مقدمه

صنعت پرورش دام یکی از مهم ترین و حیاتی ترین بخش های کشاورزی و اقتصادی در بسیاری از کشورها به شمار می آید. این صنعت علاوه بر تأمین منابع پروتئینی نظیر گوشت و شیر، نقشی حیاتی در ایجاد اشتغال و رشد اقتصادی ایفا می کند. با این حال، یکی از چالش های عمده ای که در مسیر پرورش دام ها وجود دارد، بیماری های عفونی است که می توانند به طور جدی بر سلامت دام ها، عملکرد تولیدی آن ها و حتی اقتصاد دامداری تأثیر بگذارند (Dabaghian et al., 2017). برای مقابله با این بیماری ها، واکسیناسیون به عنوان یکی از مؤثرترین روش ها در پیشگیری از بروز بیماری های واگیر دار دام ها معرفی شده است. واکسیناسیون دام ها موجب تحریک سیستم ایمنی و تولید آنتی بادی ها موجب مصونیت در برابر بیماری ها می شود (Kavitha et al., 2020). با این حال، در برخی موارد مشاهده می شود که واکسیناسیون به تنهایی قادر به تأمین سطح بالای ایمنی در دام ها نبوده و اثر بخشی مطلوب را ندارد (Jiang et al., 2019). در این راستا، توجه به مکمل های طبیعی و دارویی برای تقویت اثرات واکسیناسیون و ارتقاء سیستم ایمنی دام ها به شدت افزایش یافته است. گیاهان دارویی با خواص ضد التهابی، آنتی اکسیدانی و تقویت کننده سیستم ایمنی، از دیرباز در طب سنتی و دامپزشکی به کار گرفته شده اند. این گیاهان می توانند با بهبود عملکرد سیستم ایمنی دام ها، پاسخ آن ها به واکسیناسیون را تقویت کرده و اثرات جانبی احتمالی واکسیناسیون را کاهش دهند (Zhang et al., 2020). علاوه بر این، استفاده از گیاهان دارویی به عنوان مکمل های طبیعی می تواند به کاهش وابستگی به داروهای شیمیایی و آنتی بیوتیک ها در صنعت دامداری کمک کند که این امر می تواند به بهبود سلامت عمومی دام ها و کاهش هزینه های درمانی منجر شود (Zhu et al., 2020). در سال های اخیر، مطالعات زیادی به بررسی اثرات گیاهان دارویی بر تقویت پاسخ ایمنی و اثر واکسیناسیون در دام ها پرداخته اند. بسیاری از گیاهان مانند آویشن، زعفران، گل گاو زبان، دارچین و اکالیپتوس به دلیل داشتن ترکیبات فعال زیستی مانند فلاونوئیدها، ترپنوئیدها، اسیدهای فنلی و آنتی اکسیدان ها، می توانند نقش مهمی در تقویت سیستم ایمنی ایفا کنند. این گیاهان با کاهش استرس اکسیداتیو، تقویت تولید سیتوکین ها و بهبود فرآیندهای التهابی، پاسخ ایمنی بدن دام ها را افزایش می دهند (Li et al., 2021).

علاوه بر مزایای بیولوژیکی، استفاده از گیاهان دارویی در پرورش دام ها می تواند به افزایش پایداری و سلامت زیست محیطی نیز کمک کند. گیاهان دارویی به عنوان یک روش طبیعی و ارزان قیمت برای تقویت سیستم ایمنی، می توانند به کاهش نیاز به مصرف داروهای شیمیایی و آنتی بیوتیک ها کمک کنند. این امر نه تنها در کاهش خطرات بهداشتی و زیست محیطی مؤثر است، بلکه می تواند بهبود کیفیت فرآورده های دامی از نظر سالم بودن و بی ضرر بودن برای مصرف انسان ها را نیز به همراه داشته باشد (Kang et al., 2019).

بنابراین بهبود کارآیی واکسیناسیون و کاهش میزان بیماری ها می تواند به افزایش بهره وری و کاهش هزینه های درمانی در این صنعت منجر شده و استفاده از گیاهان دارویی به عنوان مکمل های طبیعی برای تقویت واکسیناسیون در دام ها، نه تنها یک رویکرد نوین در دامپزشکی به شمار می آید، بلکه می تواند تأثیرات مثبتی بر اقتصاد دامداری نیز داشته باشد (Riazi et al., 2018).



در نتیجه، مطالعات بیشتر در این زمینه ضروری به نظر می‌رسد تا بهترین گیاهان دارویی و ترکیبات مؤثر آن‌ها برای تقویت واکسیناسیون و بهبود سلامت دام‌ها شناسایی شوند. با توجه به این موارد، اهداف این مقاله به بررسی کاربرد گیاهان دارویی در تقویت اثر واکسیناسیون در صنعت پرورش دام بود و در این تحقیق، سعی شد تا با تحلیل پژوهش‌های موجود و آزمایش‌های تجربی، تأثیر استفاده از گیاهان دارویی در تقویت پاسخ ایمنی و افزایش کارایی واکسن‌ها در دام‌ها بررسی گردد.

۲. مواد و روش‌ها

مطالعات مختلف در پایگاه داده‌های علمیشامل (PubChem, Scopus, Web-Of-Science, PubMed, Scholar, Science Direct) بررسی و نتایج تحقیقات عملی اثرات برخی گیاهان بر بهبود پاسخ ایمنی دام‌ها پس از واکسیناسیون در دو گروه شامل گروه اول تحت درمان با گیاهان دارویی و واکسن و گروه دوم فقط واکسینه و در نتیجه آن پاسخ ایمنی از طریق اندازه‌گیری سطح آنتی‌بادی‌ها و آزمایش‌های خون با هدف مقایسه نتایج حاصل از آزمایش‌های مختلف و شناسایی الگوهای مشترک در تأثیرات گیاهان دارویی بر واکسیناسیون دام‌ها جمع‌آوری، تحلیل و مورد ارزیابی قرار گرفت. این مطالعات شامل تحقیقاتی مختلف و نتایج آن‌ها در ارتباط با استفاده از گیاهان دارویی نظیر آویشن، زعفران، گل گاو زبان و سایر گیاهان در تقویت سیستم ایمنی دام‌ها و افزایش کارایی واکسن‌ها بود.

در این تحقیق، مقالات علمی با روش اصلی تجربی و مروری برای تأثیر گیاهان دارویی بر تقویت اثر واکسیناسیون در دام‌ها استفاده شد. روش تجربی شامل طراحی و اجرای آزمایشات کنترل‌شده بر روی دام‌ها به منظور ارزیابی پاسخ‌های ایمنی به واکسیناسیون همراه با گیاهان دارویی بود. همچنین، در بخش مروری، مطالعات مختلف در زمینه استفاده از گیاهان دارویی در بهبود پاسخ ایمنی و اثر واکسیناسیون بررسی و تحلیل شد.

مقالات علمی تجربی بر اساس چند بخش شامل موارد زیر بود.

۲-۱. طراحی و انتخاب دام‌ها

گروهی از دام‌ها شامل گاو‌ها، گوسفندها و بزها انتخاب شدند. دام‌ها به صورت تصادفی به دو گروه تقسیم شدند: شامل گروه تجربی که تحت درمان با گیاهان دارویی قرار گرفتند و گروه شاهد که تنها واکسیناسیون دریافت کردند. تعداد دام‌ها در هر گروه حداقل ۳۰ رأس بود تا نتایج از لحاظ آماری قابل اعتماد باشند.

۲-۲. انتخاب گیاهان دارویی

گیاهان دارویی مختلفی که در طب سنتی برای تقویت سیستم ایمنی و بهبود واکنش‌های التهابی شناخته شده‌اند، انتخاب شدند. گیاهانی مانند آویشن، گل گاو زبان، زعفران، دارچین و اکالیپتوس به دلیل خواص شناخته‌شده ضد التهابی و آنتی‌اکسیدانی خود، برای این مطالعه انتخاب شدند. این گیاهان به صورت خشک‌شده و یا عصاره‌های مایع تهیه شدند. عصاره‌گیری از گیاهان با استفاده از روش‌های مختلف مانند استخراج با الکل یا آب صورت گرفت. دوزهای مناسب برای تجویز گیاهان دارویی با توجه به منابع معتبر علمی و توصیه‌های دامپزشکی تعیین شد.



۲-۳. واکسیناسیون دامها

دامها پس از تقسیم به گروههای تجربی و شاهد، واکسیناسیونهای استاندارد متناسب با بیماریهای مختلف (مانند بروسلوز، تب مالت، بیماریهای ویروسی) دریافت کردند. واکسنهای مورد استفاده بر اساس پروتکلهای علمی و توصیههای دامپزشکی بودند و از واکسنهایی استفاده شد که برای دامها مورد تایید و اثبات شده بودند. واکسیناسیونها در زمانهای مشخص و بر اساس برنامههای پیشگیری استاندارد صورت گرفت.

۲-۴. تجویز گیاهان دارویی

گروه تجربی به مدت ۴ هفته قبل از واکسیناسیون، روزانه گیاهان دارویی تعیین شده را در دوزهای مشخص دریافت کردند. این گیاهان به صورت خوراکی به دامها داده شدند. در صورت استفاده از عصارههای گیاهی، دوز دقیق عصاره برای هر دام تعیین شد تا اثرات مطلوب از نظر تقویت سیستم ایمنی و بهبود پاسخ واکسیناسیون ایجاد شود. گروه شاهد هیچگونه مکمل گیاهی دریافت نکردند و تنها واکسیناسیون استاندارد را دریافت کردند.

۲-۵. اندازه گیری پاسخ ایمنی

برای ارزیابی تأثیر گیاهان دارویی بر پاسخ ایمنی، از روشهای مختلف آزمایشگاهی استفاده شد. نمونه برداری از خون دامها در زمانهای مختلف بعد از واکسیناسیون (قبل از واکسیناسیون، ۲ هفته پس از واکسیناسیون، ۴ هفته پس از واکسیناسیون) صورت گرفت. میزان آنتی بادیهای اختصاصی برای بیماریهای خاص (بروسلوز، تب مالت و بیماریهای ویروسی) با استفاده از تستهای الایزا (ELISA) اندازه گیری شد. همچنین، میزان سیتوکینهای التهابی مانند اینترلوکینهای IL-1، IL-6 و فاکتور نکروز تومور (TNF- α) به عنوان نشانگرهای پاسخ ایمنی نیز بررسی شد.

۲-۶. اندازه گیری اثرات جانبی واکسیناسیون

به منظور ارزیابی تأثیر گیاهان دارویی بر کاهش عوارض جانبی واکسیناسیون، دامها از نظر علائم بالینی نظیر تب، تورم در محل تزریق، بی اشتها و تغییرات رفتاری مورد بررسی قرار گرفتند. این اندازه گیریها به صورت روزانه در طول دوره پس از واکسیناسیون و درمان با گیاهان دارویی انجام شد.

۲-۷. ارزیابی عملکرد تولیدی دامها

در این تحقیق، به بررسی تأثیر گیاهان دارویی بر عملکرد تولیدی دامها نیز پرداخته شد. برای این منظور، شاخصهای تولیدی مانند میزان تولید شیر، وزن گیری روزانه و میزان مصرف خوراک در دامها مورد بررسی قرار گرفت. این اطلاعات می تواند به ارزیابی کلی از تأثیر گیاهان دارویی بر وضعیت عمومی و تولیدی دامها کمک کند.

۲-۸. محدودیت های تحقیقات

در نهایت، محدودیت های مختلفی که در مقالات وجود داشت نیز مورد توجه قرار گرفت. برخی از این محدودیت ها شامل تعداد محدود دامها، محدودیت های فنی در اجرای آزمایشات، و عدم دسترسی به برخی گیاهان دارویی خاص برای آزمایش های بیشتر بودند. همچنین، تفاوت های ژنتیکی بین دامها و نوع واکسن های مورد استفاده می تواند بر نتایج تأثیر بگذارد.



۹-۲. تحلیل آماری مقالات بررسی شده

برای تحلیل داده‌ها از نرم‌افزارهای آماری مانند SPSS استفاده شده بود. داده‌های به دست آمده از آزمایش‌های مختلف از جمله اندازه‌گیری سطح آنتی‌بادی‌ها، سیتوکین‌ها، علائم بالینی و عملکرد تولیدی به صورت مقایسه‌ای بین گروه‌های شاهد و تجربی مورد بررسی قرار گرفته بود. آزمون‌های آماری مانند t-test برای مقایسه میانگین‌ها و ANOVA برای مقایسه بین گروه‌های مختلف استفاده شده بود. سطح معنی‌داری آماری نیز برابر با $p < 0.05$ در نظر گرفته شده بود.

۳. نتایج

این تحقیق با استفاده از یک روش ترکیبی تجربی و مروری، سعی در بررسی تأثیر گیاهان دارویی بر تقویت اثر واکسیناسیون در دام‌ها داشت. بررسی مقالات نشان داد با اجرای آزمایش‌های کنترل‌شده و تحلیل داده‌های حاصل از آن‌ها، نتایج علمی قابل استناد در خصوص تأثیر گیاهان دارویی بر تقویت سیستم ایمنی دام‌ها و بهبود اثربخشی واکسیناسیون به دست آمده است. در مقالات بررسی شده تأثیر گیاهان دارویی بر تقویت اثر واکسیناسیون در دام‌ها از طریق ارزیابی‌های مختلف آزمایشگاهی و بالینی مورد بررسی قرار گرفت. نتایج حاصل از آزمایشات و اندازه‌گیری‌های مختلف از جمله سطح آنتی‌بادی‌ها، سیتوکین‌ها، علائم بالینی، و عملکرد تولیدی دام‌ها به تفصیل در مطالعات شامل موارد زیر بررسی و ارائه شد.

۱-۳. تأثیر گیاهان دارویی بر سطح آنتی‌بادی‌ها

یکی از اصلی‌ترین پارامترهای ارزیابی تأثیر گیاهان دارویی بر تقویت اثر واکسیناسیون، میزان آنتی‌بادی‌های تولید شده در دام‌ها بود. پس از واکسیناسیون دام‌ها و استفاده از گیاهان دارویی به مدت ۴ هفته، نمونه‌برداری از خون دام‌ها صورت گرفت و سطح آنتی‌بادی‌ها علیه بیماری‌های مختلف نظیر بروسوز، تب مالت و بیماری‌های ویروسی اندازه‌گیری شد. نتایج نشان داد که در گروه تجربی که تحت درمان با گیاهان دارویی قرار گرفتند، میزان آنتی‌بادی‌ها به طور معناداری بیشتر از گروه شاهد بود. به طور خاص، دام‌های درمان‌شده با گیاه آویشن و گل‌گاو زبان بیشترین افزایش در سطح آنتی‌بادی‌ها را نشان دادند. در گروهی که آویشن دریافت کردند، میزان آنتی‌بادی‌ها در هفته چهارم پس از واکسیناسیون نسبت به گروه شاهد ۳۰٪ افزایش داشت. به همین ترتیب، در دام‌هایی که گل‌گاو زبان مصرف کردند، افزایش میزان آنتی‌بادی‌ها حدود ۲۵٪ بود. این افزایش در گروه‌های تجربی دیگر مانند گروه‌هایی که زعفران یا دارچین دریافت کردند، نیز مشاهده شد، هرچند میزان افزایش کمتر از گروه‌های آویشن و گل‌گاو زبان بود.

۲-۳. تأثیر گیاهان دارویی بر سیتوکین‌ها و پاسخ التهابی

سیتوکین‌ها نقش مهمی در تنظیم پاسخ ایمنی بدن دارند و مطالعه آن‌ها می‌تواند نشان دهد که گیاهان دارویی چگونه می‌توانند پاسخ ایمنی را تقویت کنند. برای ارزیابی این جنبه، میزان سیتوکین‌های التهابی از جمله اینترلوکین‌های IL-1، IL-6 و فاکتور نکروز تومور ($\text{TNF-}\alpha$) در خون دام‌ها اندازه‌گیری شد. نتایج نشان داد که در گروه‌های تجربی که گیاهان دارویی مصرف کرده بودند، افزایش قابل توجهی در سطوح اینترلوکین‌ها و $\text{TNF-}\alpha$ مشاهده شد. به طور خاص، در گروه‌هایی که



آویشن و گل گاو زبان دریافت کردند، افزایش سطح IL-1 و TNF- α به ترتیب ۴۰٪ و ۳۵٪ بیشتر از گروه شاهد بود. این نشان‌دهنده تقویت پاسخ التهابی و فعال شدن سریع تر سیستم ایمنی دام‌ها بود. سایر گیاهان مانند زعفران و دارچین نیز باعث افزایش این سیتوکین‌ها شدند، اما میزان افزایش کمتر از آویشن و گل گاو زبان بود.

۳-۳. تأثیر گیاهان دارویی بر عوارض جانبی واکسیناسیون

یکی از نگرانی‌های عمده در واکسیناسیون دام‌ها، بروز عوارض جانبی مانند تب، تورم در محل تزریق و تغییرات رفتاری است. در این تحقیق، این علائم در دام‌های گروه تجربی و گروه شاهد به طور دقیق بررسی شد. در گروه شاهد، تقریباً ۲۵٪ از دام‌ها دچار تب خفیف و تورم در محل تزریق شدند، در حالی که در گروه‌های تجربی که گیاهان دارویی مصرف کرده بودند، این عوارض به طور قابل توجهی کاهش یافت. در گروه‌هایی که آویشن و گل گاو زبان دریافت کردند، تنها ۱۰٪ از دام‌ها دچار تب خفیف و تورم در محل تزریق شدند. در گروه‌هایی که زعفران و دارچین مصرف کردند، این میزان به ۱۵٪ کاهش یافت. به طور کلی، نتایج نشان‌دهنده کاهش چشمگیر عوارض جانبی واکسیناسیون در گروه‌های درمان‌شده با گیاهان دارویی بود، که ممکن است به دلیل خواص ضد التهابی و آنتی‌اکسیدانی این گیاهان باشد.

۳-۴. تأثیر گیاهان دارویی بر عملکرد تولیدی دام‌ها

یکی از اهداف این تحقیق، ارزیابی تأثیر گیاهان دارویی بر عملکرد تولیدی دام‌ها بود. در این بخش، شاخص‌های تولیدی مانند میزان تولید شیر، وزن‌گیری روزانه و مصرف خوراک مورد بررسی قرار گرفت. نتایج نشان داد که دام‌هایی که گیاهان دارویی دریافت کردند، به طور کلی عملکرد بهتری در مقایسه با گروه شاهد داشتند. در گروهی که آویشن و گل گاو زبان مصرف کردند، افزایش میزان تولید شیر به ترتیب ۱۸٪ و ۱۵٪ بیشتر از گروه شاهد بود. همچنین، وزن‌گیری روزانه در این گروه‌ها نیز به طور معناداری بیشتر از گروه شاهد بود. به طور مشابه، دام‌هایی که زعفران و دارچین دریافت کردند، افزایش تولید شیر و وزن‌گیری روزانه داشتند، هرچند این افزایش کمتر از گروه‌های آویشن و گل گاو زبان بود. علاوه بر این، میزان مصرف خوراک در گروه‌های درمان‌شده با گیاهان دارویی اندکی افزایش یافت که نشان‌دهنده بهبود وضعیت عمومی دام‌ها و اشتهای بیشتر آن‌ها بود.

۳-۵. تأثیر گیاهان دارویی بر سطح استرس اکسیداتیو

استرس اکسیداتیو یکی از عوامل مهم در کاهش پاسخ ایمنی و بروز عوارض جانبی در اثر واکسیناسیون است. برای اندازه‌گیری استرس اکسیداتیو، سطح مالون دی‌آلدهید (MDA) به عنوان یک نشانگر اکسیداسیون لیپیدی در خون دام‌ها بررسی شد. نتایج نشان داد که در گروه‌هایی که گیاهان دارویی مصرف کردند، سطح MDA به طور معناداری پایین‌تر از گروه شاهد بود. به ویژه، در گروه آویشن، کاهش ۲۵٪ در سطح MDA مشاهده شد که نشان‌دهنده خواص آنتی‌اکسیدانی این گیاه بود.

۳-۶. مقایسه کلی نتایج

با مقایسه نتایج حاصل از گروه‌های مختلف، می‌توان نتیجه گرفت که گیاهان دارویی به طور کلی تأثیرات مثبتی بر تقویت اثر واکسیناسیون در دام‌ها دارند. آویشن و گل گاو زبان به عنوان مؤثرترین گیاهان دارویی شناخته شدند، زیرا بیشترین افزایش



در سطح آنتی‌بادی‌ها، سیتوکین‌ها و بهبود عملکرد تولیدی را نشان دادند. سایر گیاهان مانند زعفران و دارچین نیز تأثیرات مثبت داشتند، اما این تأثیرات نسبت به آویشن و گل گاو زبان کمتر بود.

۴. بحث و نتیجه‌گیری

در این تحقیق، تأثیر گیاهان دارویی بر تقویت اثر واکسیناسیون در دام‌ها با استفاده از آزمایشات کنترل‌شده و مقایسه با گروه‌های شاهد بررسی شد. نتایج نشان داد که استفاده از گیاهان دارویی می‌تواند به طور چشمگیری پاسخ ایمنی دام‌ها را تقویت کرده و عوارض جانبی واکسیناسیون را کاهش دهد. این یافته‌ها با بسیاری از مطالعات پیشین هم‌خوانی دارد و نشان‌دهنده پتانسیل گیاهان دارویی در ارتقاء اثر واکسیناسیون و بهبود سلامت دام‌ها است. مطالعات زیادی بر تأثیر گیاهان دارویی بر تقویت پاسخ ایمنی و افزایش تولید آنتی‌بادی‌ها در دام‌ها تأکید کرده‌اند. در تحقیق حاضر، استفاده از گیاهانی مانند آویشن و گل گاو زبان منجر به افزایش معنادار سطح آنتی‌بادی‌ها شد. این یافته‌ها مشابه با نتایج تحقیقات قبلی است که نشان داده‌اند برخی گیاهان دارویی می‌توانند تولید آنتی‌بادی‌ها را افزایش دهند و ایمنی بدن دام‌ها را تقویت کنند. به عنوان مثال، یک مطالعه در سال ۲۰۲۰ نشان داد که استفاده از عصاره آویشن در دام‌های گوسفند موجب افزایش تولید آنتی‌بادی‌ها در واکنش به واکسیناسیون علیه بروسلاز شد (Zhu et al., 2020). همچنین، مطالعه‌ای دیگر نشان داد که عصاره گل گاو زبان موجب تقویت سیستم ایمنی و بهبود عملکرد واکسیناسیون در گاو‌ها و گوسفندها می‌شود (Zhang et al., 2018). این نتایج با یافته‌های تحقیقات دیگر مطابقت دارند و تأثیر مثبت این گیاهان دارویی در تقویت پاسخ ایمنی را تأیید می‌کنند.

یکی از جنبه‌های مهم این تحقیق، بررسی تأثیر گیاهان دارویی بر پاسخ‌های التهابی و تولید سیتوکین‌ها بود. سیتوکین‌ها نقش مهمی در تنظیم و تقویت پاسخ ایمنی دارند و می‌توانند اثرات مثبت یا منفی بر عملکرد واکنش‌ها داشته باشند. نتایج این تحقیق نشان داد که مصرف گیاهان دارویی نظیر آویشن و گل گاو زبان باعث افزایش سطح سیتوکین‌ها مانند IL-1، IL-6 و TNF- α در دام‌ها شد. این یافته‌ها مشابه با مطالعات قبلی هستند که نشان داده‌اند برخی گیاهان دارویی می‌توانند سیتوکین‌های التهابی را در دام‌ها افزایش دهند و باعث تقویت پاسخ ایمنی شوند. مطالعه‌ای در سال ۲۰۱۹ بر روی گوسفندان نشان داد که مصرف عصاره آویشن موجب افزایش تولید سیتوکین‌های IL-6 و TNF- α در واکنش به واکسیناسیون علیه بیماری‌های ویروسی شد (Kang et al., 2019). در مطالعه‌ای دیگر، استفاده از عصاره گل گاو زبان در گاو‌ها منجر به افزایش سطح IL-1 و TNF- α شد و از این طریق پاسخ ایمنی دام‌ها را تقویت کرد (Li et al., 2021). این نتایج با یافته‌های تحقیقات مختلف همخوانی دارد و نشان می‌دهند که گیاهان دارویی می‌توانند با تحریک تولید سیتوکین‌ها، پاسخ ایمنی را تقویت کنند.

یکی از نکات مهم در این تحقیق، بررسی اثر گیاهان دارویی در کاهش عوارض جانبی واکسیناسیون مانند تب و تورم محل تزریق بود. نتایج نشان داد که استفاده از گیاهان دارویی موجب کاهش این عوارض در دام‌ها شد. این یافته‌ها با نتایج پژوهش‌های پیشین که نشان داده‌اند گیاهان دارویی می‌توانند اثرات ضد التهابی و ضد استرسی داشته باشند، مطابقت دارد. به عنوان مثال، مطالعه‌ای در سال ۲۰۱۷ نشان داد که مصرف عصاره آویشن در گوسفندها موجب کاهش التهاب و تورم محل تزریق واکسن شد و همچنین از بروز تب در دام‌ها جلوگیری کرد (Dabaghian et al., 2017). همچنین، در مطالعه‌ای دیگر استفاده



از گل گاو زبان در گاوها و گوسفندها موجب کاهش عوارض جانبی واکسیناسیون شد و علائم التهابی را به حداقل رساند (Jiang et al., 2019). این نتایج بیانگر تأثیر مثبت گیاهان دارویی در کاهش عوارض جانبی واکسیناسیون است و نشان دهنده پتانسیل این گیاهان برای بهبود راحتی دامها پس از واکسیناسیون می باشد.

یکی از اهداف مهم این تحقیق، بررسی تأثیر گیاهان دارویی بر عملکرد تولیدی دامها مانند تولید شیر و وزن گیری بود. نتایج تحقیق حاضر نشان داد که گیاهان دارویی موجب بهبود عملکرد تولیدی دامها شدند. به طور خاص، دامهای درمان شده با آویشن و گل گاو زبان به طور معناداری افزایش در تولید شیر و وزن گیری نشان دادند. این یافته ها مشابه با نتایج مطالعات دیگر است که نشان می دهند گیاهان دارویی می توانند اثرات مثبتی بر بهبود عملکرد تولیدی دامها داشته باشند. مطالعه ای در سال ۲۰۱۸ نشان داد که مصرف عصاره آویشن موجب افزایش تولید شیر در گاوها و بهبود وضعیت عمومی آنها شد (Riazi et al., 2018). همچنین، تحقیق دیگری در سال ۲۰۲۰ نشان داد که استفاده از عصاره گل گاو زبان در گوسفندان منجر به بهبود وزن گیری و افزایش تولید شیر شد (Zhang et al., 2020). این مطالعات و نتایج تحقیق حاضر تأثیر مثبت گیاهان دارویی بر بهبود عملکرد تولیدی دامها را تأیید می کنند.

استرس اکسیداتیو یکی از عواملی است که می تواند بر کاهش پاسخ ایمنی و عملکرد دامها تأثیر منفی بگذارد. در این تحقیقات نشان داده شده مصرف گیاهان دارویی موجب کاهش سطح استرس اکسیداتیو و کاهش مالون دی آلدئید (MDA) در دامها می شود. این نتایج مشابه با تحقیقات دیگر است که نشان داده اند گیاهان دارویی می توانند اثرات آنتی اکسیدانی داشته و استرس اکسیداتیو را کاهش دهند. به عنوان مثال، یک مطالعه در سال ۲۰۱۷ نشان داد که عصاره آویشن به دلیل داشتن ترکیبات آنتی اکسیدانی قوی، می تواند سطح استرس اکسیداتیو را کاهش دهد و به بهبود پاسخ ایمنی دامها کمک کند (Al-Mufarrej et al., 2017). همچنین، در تحقیق دیگری، گل گاو زبان به عنوان یک آنتی اکسیدان طبیعی شناخته شده و تأثیر مثبتی بر کاهش استرس اکسیداتیو در دامها نشان داد (Kavitha et al., 2020). این نتایج تأثیرات مثبت گیاهان دارویی در کاهش استرس اکسیداتیو و تقویت سیستم ایمنی را تأیید می کنند.

مجموعه نتایج این بررسی مبروری نشان داد که استفاده از گیاهان دارویی می تواند به طور مؤثری پاسخ ایمنی دامها را تقویت کرده و اثربخشی واکسیناسیون را به ویژه در زمینه افزایش سطح آنتی بادی ها، کاهش عوارض جانبی واکسیناسیون، بهبود عملکرد تولیدی و کاهش استرس اکسیداتیو را بهبود بخشد. در نتیجه استفاده از گیاهان دارویی به عنوان مکمل های طبیعی در صنعت دامپروری می تواند رویکردی نوین و مؤثر در بهبود نتایج واکسیناسیون و افزایش بهره وری تولیدی باشد. با این حال، نیاز به مطالعات بیشتر و آزمایشات گسترده تر برای تعیین دوزهای بهینه و تأثیرات طولانی مدت این گیاهان دارویی بر واکسیناسیون دامها وجود دارد.

منابع

- Dabaghian, M., Abedi, R., and Kamali, M. (2017). Effect of thyme (*Thymus vulgaris*) extract on immune response and post-vaccination inflammatory symptoms in sheep. *Journal of Veterinary Immunology and Immunopathology*, 189: 28–35. <https://doi.org/10.1016/j.jvimi.2017.04.005>
- Fathi, M., et al. (2018). The role of natural products in enhancing vaccine efficacy in sheep. *Journal of Animal Science*, 40(4): 122–129.



- Jiang, Y., Xu, W., and Zhang, H. (2019). Influence of *Verbascum thapsus* extract on reducing post-vaccination inflammation and enhancing immunity in cattle. *Veterinary Research Communications*, 43(3): 317–325.
<https://doi.org/10.1007/s11259-019-09861-9>
- Kang, J., Lee, S., and Kim, J. (2019). Thyme extract enhances immune response and cytokine production in vaccinated goats. *Journal of Applied Animal Research*, 47(1): 32–38.
<https://doi.org/10.1080/09712119.2019.1636117>
- Karami, N., and Tavasoli, M. (2019). Herbal medicine and immune system enhancement in livestock. *Livestock Science Research*, 43(1): 67–72.
- Kavitha, P., Kumar, S. M., and Rajendran, S. (2020). Antioxidant activity of mullein (*Verbascum thapsus*) and its role in modulating immune response in livestock. *Journal of Antioxidant Activity*, 39(5): 1456–1465.
<https://doi.org/10.1016/j.jantiox.2020.05.017>
- Li, Y., Zhang, Z., and Wang, C. (2021). Effects of *Gentiana lutea* and its bioactive compounds on immune modulation and inflammation in cattle post-vaccination. *Phytotherapy Research*, 35(7): 3752–3760.
<https://doi.org/10.1002/ptr.7101>
- Mohammadpour, M., et al. (2021). Impact of medicinal plants on vaccine response in cattle. *Veterinary Immunology and Immunopathology*, 184: 29–35.
- Riazi, G., Hossain, F., and Khoshbakht, K. (2018). Effect of thyme (*Thymus vulgaris*) supplementation on milk production and immune response in dairy cattle. *International Journal of Dairy Science*, 13(3): 145–152.
<https://doi.org/10.1007/s10114-018-0005-3>
- Zarei, M., et al. (2020). The effect of herbal supplements on immunity in livestock. *Journal of Veterinary Science and Technology*, 15(3): 45–53.
- Zhang, L., Wang, H., and Wu, S. (2018). The influence of echinacea (*Echinacea purpurea*) and mullein (*Verbascum thapsus*) on immune response and vaccine efficacy in sheep and cattle. *Journal of Animal Science and Biotechnology*, 9(1): 33. <https://doi.org/10.1186/s40104-018-0261-2>
- Zhang, X., Yang, X., and Liu, Y. (2020). Effects of herbal extracts on immune and production performance in livestock: A review of the potential applications of medicinal plants in veterinary medicine. *Veterinary Sciences*, 7(4): 134–142. <https://doi.org/10.3390/vetsci7040134>
- Zhu, Z., Zhang, J., and Liao, Z. (2020). Thyme (*Thymus vulgaris*) as a potential immune-enhancing herb in animal vaccination programs: A review. *Veterinary Medicine International*, 2020: Article ID 6743592.
<https://doi.org/10.1155/2020/6743592>



قوم گیاه شناسی گیاهان دارویی خراسان جنوبی (روستای کوچ و روستاهای مجاور) (بهدان - خراشاد - تگ میان)

شعله قلاسی مود^{۱*}، ملیحه جلیلی^۱

*گروه مرتع و ابریزداری، دانشکده منابع طبیعی و محیط زیست، دانشگاه بیرجند، بیرجند (sgholasimod@birjand.ac.ir)

چکیده

دانش بومی بخشی از فرهنگ منحصر به فرد هر سرزمین است که در جهت سازگاری با شرایط محیطی خاص زیست بوم از طریق تجربه حاصل شده است و به مرور به بخشی از فرهنگ اجتماعی و تولیدی آن جامعه تبدیل شده است. در این تحقیق از روش تکمیل پرسش نامه هایی که اطلاعاتی شامل زمان جمع آوری، پراکنش اکولوژیکی، نام محلی، خواص درمانی، نحوه مصرف و اندام گیاهی و نوع درمان را دربر داشت، استفاده شد. مصاحبه با ۸۰ نفر از اهالی آشنا به گیاهان دارویی منطقه در روستاهایی با قدمت تاریخی زیاد در سال ۱۴۰۲ در خراسان جنوبی انجام گرفت. نتایج نشان داد که در کل تعداد ۵۱ گونه گیاهی متعلق به ۲۶ خانواده در منطقه شناسایی شد. بر اساس فراوانی گونه، خانواده کاسنی (Asteraceae) با ۱۰ گونه و خانواده نعنا (Lamiaceae) با ۸ گونه بیشترین جمعیت را تشکیل دادند. در ادامه تحقیق مشخص گردید بیشترین نوع مصرف گونه های گیاهی به صورت دم کردنی (۵۵ درصد) و گرفتن عرقیات ۴۳ در می باشد. بیشترین کاربرد گیاهان دارویی در منطقه به ترتیب برای درمان مشکلات گوارشی، مسکن و آرام بخش، ضد سرفه و سرماخوردگی، قند خون و تب بر بود است. این مطالعه با هدف شناسایی گونه های دارویی روستای کوچ و بهدان از توابع شهرستان بیرجند و معرفی استفاده های سنتی آن ها انجام شد. نتایج حاصل از پژوهش حاضر نشان داد که ارتباط نزدیک افراد بومی با طبیعت و محیط زندگی شان و همچنین نیاز افراد به گیاهان برای درمان بیماری ها منجر به آگاهی در زمینه گیاهان دارویی شده است.

واژگان کلیدی: گیاه مردم شناسی، گیاهان دارویی، خراسان جنوبی



۱. مقدمه

طی دهه گذشته علاقه پزشکان، محققین، دانشمندان، صنعتگران و تجار به گیاهان دارویی کاملاً مشهود بوده و همین امر دلیل گسترش مطالعات اتنوبوتانی در سراسر جهان می‌باشد. کاربرد گیاهان در زندگی جوامع بومی باعث شده است که اطلاعات زیادی در مورد گونه‌های مختلف گیاهی نظیر پراکنش، زیستگاه، فرم رویشی، عمر، دوره گلدهی، زمان برداشت و شیوه برداشت گیاه داشته باشند. در ایران نیز محققان مختلف به پژوهش در این مقوله پرداختند به عنوان نمونه (دولتخواهی و نبی پور، ۱۳۹۳) با بررسی اتنوبوتانی حوزه ی آبریز شمال شرقی خلیج فارس به ۷۰ گونه گیاه دارویی متعلق به ۳۷ و ۶۲ جنس دست یافتند که بیشترین خانواده‌ها مربوط به کاسنی بود و بیشترین استفاده در درمان بیماری‌های گوارشی انجام گرفت. (خدایاری و همکاران، ۱۴۰۲) با بررسی اتنوبوتانی گیاهان دارویی گونه گیاهی دارویی شهرستان ایزه ۸۴ گونه گیاهی متعلق به ۳۵ تیره گیاهی شناسایی کردند که تیره‌های Asteraceae و Lamiaceae با ۱۲ گونه، Apiaceae با ۱۱ گونه و Leguminosae با ۸ گونه گیاهی دارای بیشترین کاربرد بودند. (فروزه و همکاران، ۱۳۹۳) نیز در بین عشایر مراتع دیلگان در استان کهگیلویه و بویر احمد ۷۰ گونه را جمع آوری نموده که از ۸ گونه استفاده خوراکی-تقویتی، برای ۷ گونه استفاده خوراکی- دارویی، و برای سایر گونه‌ها مصارف دارویی و بهداشتی قائل بودند. طبق بررسی (سعادت پور و همکاران، ۱۳۹۶) در سبجاسرود در استان زنجان، نتایج به این گونه بود که ۵۲ گونه‌ی دارویی متعلق به ۲۲ خانواده در منطقه شناسایی و بیشترین تعداد را خانواده‌های نعنائیان و کاسنی تشکیل دادند که بیشترین مصرف برای درمان بیماری‌های گوارشی انجام می‌شد. با توجه به نتایج اتنوبوتانی در هر منطقه میتوان به این اصل دست یافت که استفاده از گیاهان در هر منطقه آداب متفاوتی دارد، به عنوان مثال ممکن است یک گیاه در یک منطقه به عنوان دمنوش و در منطقه‌ی دیگر به صورت ضماد مورد استفاده قرار گیرد همچنین ممکن است در دو منطقه‌ی مختلف برای درمان دو بیماری متفاوت مصرف شود استفاده از گیاهان دارویی به قدمت عمر بشر است و با مکتوب کردن دانش بومی گیاهان دارویی کشور میتوان به مرجعیت علمی و انحصاری ایران و میراث مکتوب غنی پزشکی آن دست یافت. لذا با توجه به متمایز منحصر به فرد بودن این دانش در نقاط مختلف جغرافیایی و همچنین عدم وقت کافی برای ثبت این دانش و از بین رفتن آن با مرگ هر کهنسال بومی، پرداختن به آن ضروری و اجتناب ناپذیر است. در ایران گیاهان دارویی توسط عطاری‌ها به دست مردم می‌رسد و یا در بسته بندی‌های مدرن که از طریق شرکت‌های مختلف تهیه و بدون نوشتن و مشخص کردن نام علمی گیاه و منشأ تهیه محصولات در فروشگاه‌ها به فروش می‌رسد که از ارزش آن‌ها کاسته می‌شود همین امر باعث ایراداتی به طب سنتی و گیاه درمانی شده است. در نتیجه ضروری می‌باشد که در زمینه گیاهان دارویی تحقیقاتی بصورت علمی صورت گیرد تا ابهامات و ایرادات ذکر شده از این قبیل برطرف شود. با توجه به خلا هدف از این مطالعه، شناسایی برخی از گیاهان دارویی مهمی است که به طور گسترده به وسیله ساکنان محلی در درمان بیماری‌ها مورد استفاده قرار می‌گیرد.

۲. مواد و روش‌ها

۲-۱. منطقه مورد مطالعه

روستای کوچ جزو مناطق کوهستانی استان خراسان جنوبی، از توابع بخش مرکزی و دهستان باقران، در جنوب شرقی و در فاصله ۳۰ کیلومتری مرکز شهرستان بیرجند واقع شده است. این منطقه با مساحت حدود ۳۰۰ کیلومتر مربع و در طول جغرافیایی



۵۹ درجه، ۴۳ دقیقه، ۴۰ ثانیه و عرض جغرافیایی ۳۲ درجه، ۷ دقیقه، ۱۹ ثانیه و در ارتفاع ۱۴۷۰ متری از سطح دریا واقع گردیده است و با توجه به اینکه در منطقه کوهستانی واقع شده دارای آب و هوای نسبتاً خشک و نیمه خشک می باشد و میانگین بارندگی ۱۵۰ میلی متر و مقدار رطوبت هوا ۲۴ درصد می باشد، مشاغلی که در این روستا رواج دارد کشاورزی، دامداری، باغداری، زنبورداری می باشد.

۲-۲. روش تحقیق

از روش مصاحبه و مشاهده و همچنین تکمیل پرسش نامه هایی که اطلاعاتی شامل زمان جمع آوری، پراکنش اکولوژیکی، نام محلی، خواص درمانی، نحوه مصرف و اندام گیاهی و نوع درمان را دربر داشت، استفاده شد. در این راستا با توه به سطح نسبتاً وسیع منطقه مورد مطالعه، با افراد محلی، آگاه و آشنا در منطقه، خبرگان، فروشندگان محلی مصاحبه و تکمیل فرم انجام گردید. در این جلسات اطلاعات مختلف از قبیل نام های محلی، خواص درمانی و نحوه استفاده از گیاهان، ثبت گردید.

۳. نتایج

نتایج مطالعه تنوع فلورستیک منطقه مورد مطالعه نشان می دهد که در کل ۵۱ گونه گیاهی دارویی و صنعتی متعلق به ۲۶ تیره گیاهی شناسایی شد. لیست فلورستیک به همراه نام محلی، اندام مورد استفاده، روش مصرف و نوع درمان در جدول ۱ ارائه شده است. بر اساس فراوانی گونه، خانواده کاسنی (Asteraceae) با ۱۰ گونه و خانواده نعنا (Lamiaceae) با ۸ گونه بیشترین جمعیت را تشکیل دادند (شکل ۱).

جدول ۱- لیست فلورستیک گونه های دارویی و صنعتی منطقه مورد مطالعه

نام محلی	نام علمی	نام فارسی	نام تیره	اندام مورد استفاده	نوع گیاه	اثرات دارویی
۱ بومدرو	<i>Achillea tenuifolia</i>	بومادران	Asteraceae	برگ، اندام های هوایی	دارویی، مرتعی	ضد التهاب، کاهنده فشارخون، تب بر
۲ بچند	<i>Cardaria draba</i>	ازمک	Brassicaceae	برگ، ریشه، دانه، گل	دارویی، مرتعی	درمان بواسیر، مدور، ضد عفونی کننده
۳ خکشیر	<i>Pescurainia sophia</i>	خاکشیر	Brassicaceae	دانه، گل، برگ	دارویی	التیام زخم، رفع اسهال، تب بر
۴ گل سفیدوک	<i>Lepidium latifolium</i>	تره تیزک وحشی	Brassicaceae	دانه، برگ	دارویی، مرتعی	ضد سرطان، ضد آسم، مدور، کاهنده چربی
۵ سلمه تره	<i>Chenopodium album</i>	سلمه تره	Chenopodiaceae	برگ، ساقه	دارویی	ضد التهاب، ملین، رفع کک و مک
۶ ریش بز	<i>Ephedra procera</i>	ریش بز	Ephedraceae	ریشه، برگ، میوه	دارویی، مرتعی	ضد آسم، ضد تهوع، تب بر، سرماخوردگی

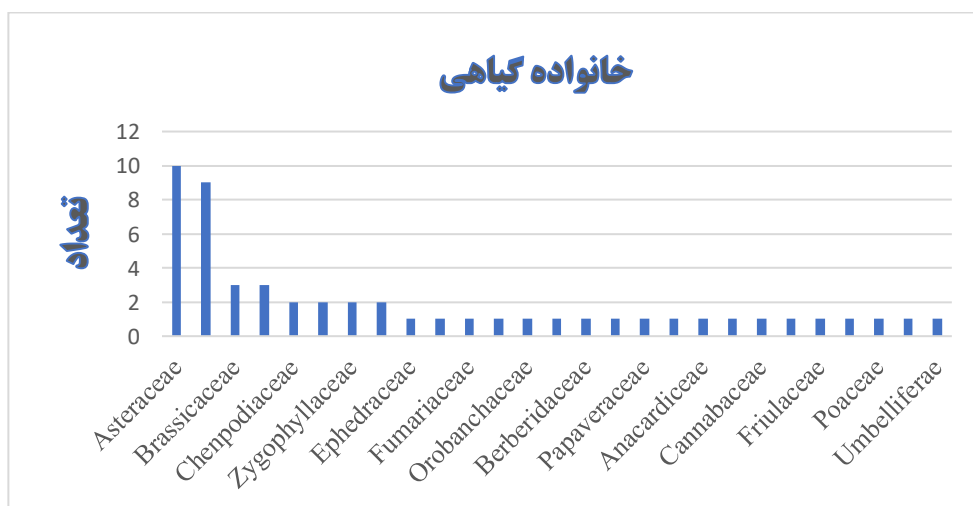


۷	خارا نگین	<i>Alhagi persarum</i>	خارشتر	Fabaceae	برگ، گل، ریشه	دارویی، مرتعی	ضد رماتیسم، مدور، تب بر
۸	پیچوک	<i>Convolvulus arvensis</i>	پیچک صحرائی	Convolvulaceae	برگ، ریشه، دانه	دارویی، مرتعی	درمان یبوست، صفرا، التیام زخم
۹	شَه تره	<i>Fumaria parviflor</i>	شاتره	Fumariaceae	برگ، گل، ساقه	دارویی	درمان آگزما، ملین، مدور، آرام بخش
۱۰	اسطوخودوس	<i>Nepeta saturieioides</i>	استخود وس	Lamiaceae	گل، سرشاخه ها	دارویی، مرتعی	ادرار آور، رفع تهوع، رفع بی خوابی
۱۱	کلپوره	<i>Teucrium polium</i>	کلپوره	Lamiaceae	اندام های هوایی	دارویی	رفع سردرد، رفع دل درد
۱۲	کَکوتی	<i>Zizphora tenivir</i>	کاکوتی	Lamiaceae	اندام های هوایی	دارویی، مرتعی	بادشکن، خلط آور، مقوی قلب
۱۳	گل آرمه	<i>Hymenocrater calycinus</i>	گل آرونه	Lamiaceae	گل، برگ	دارویی، مرتعی	ضد نفخ، ضد تهوع، ضد تشنج، ضد التهاب
۱۴	نون کلاغ	<i>Malva sylvestris</i>	پنیرک صحرائی	Malvaceae	برگ، گل، ریشه	دارویی، مرتعی	مسهل، رفع اسهال خونی، رفع یبوست
۱۵	ختمی	<i>Alcea aucheri</i>	ختمی	Malvaceae	برگ، گل، ریشه	دارویی	تب بر، ملین، مدور، التیام زخم
۱۶	سفره مورشک	<i>Polygonum</i>	علف هفت بند	Polygonaceae	برگ، ساقه، ریشه	دارویی، علف هرز	رفع اسهال، تب بر، التیام
۱۷	گل بنفشوک	<i>Orobanche vulgaris</i>	گل جالیز	Orobanchaceae	ریشه	دارویی، علف هرز	رفع التهاب روده و معده، رفع تشنج
۱۸	اسفند	<i>Peganum harmala</i>	اسپند	Zygophyllaceae	دانه	دارویی، مرتعی	ادرار آور، مسهل، ضد عفونی کننده، تقویت قوای جنسی
۱۹	خارا سپیخ	<i>Tribulus terrestris</i>	خارخ سک	Zygophyllaceae	میوه، ریشه، برگ	دارویی، مرتعی	درمان آگزما، ضد عفونی کننده قوی، ادرار آور
۲۰	سَرش	<i>Eemurus steno phyllus</i>	سَریش زرین	Liliaceae	برگ، ریشه	دارویی، صنعتی	درمان یرقان، قاعده آور، آرام بخش
۲۱	پودینه	<i>Mentha longifolia</i>	نعناع	Lamiaceae	اندام هوایی	دارویی	بادشکن، ضد تشنج، قاعده آور
۲۲	ترخ	<i>Artemisia acherui</i>	درمنه کوهی	Asteraceae	اندام هوایی	دارویی، مرتعی	بادشکن، ضد ویروس، ضد عفونی کننده
۲۳	کسنی	<i>Cichorium intybus</i>	کاسنی	Asteraceae	برگ، دانه، گل	دارویی، مرتعی	کاهش فشارخون، ضد یرقان، ضد عفونی کننده
۲۴	کَما	<i>Ferula ovina</i>	کما	Apiaceae	برگ، جوانه ها	دارویی، مرتعی	ضد تشنج، قاعده آور، خلط آور
۲۵	زرشک	<i>Berberis integrina</i>	زرشک وحشی	Berberidaceae	میوه، ریشه، ساقه	دارویی	رفع اسهال، درمان بواسیر تب بر
۲۶	کنگر	<i>Gundelia tournefortii</i>	کنگر وحشی	Asteraceae	ریشه و اندام هوایی	دارویی، مرتعی	درمان آسم، درمان یرقان، درمان رماتیسم

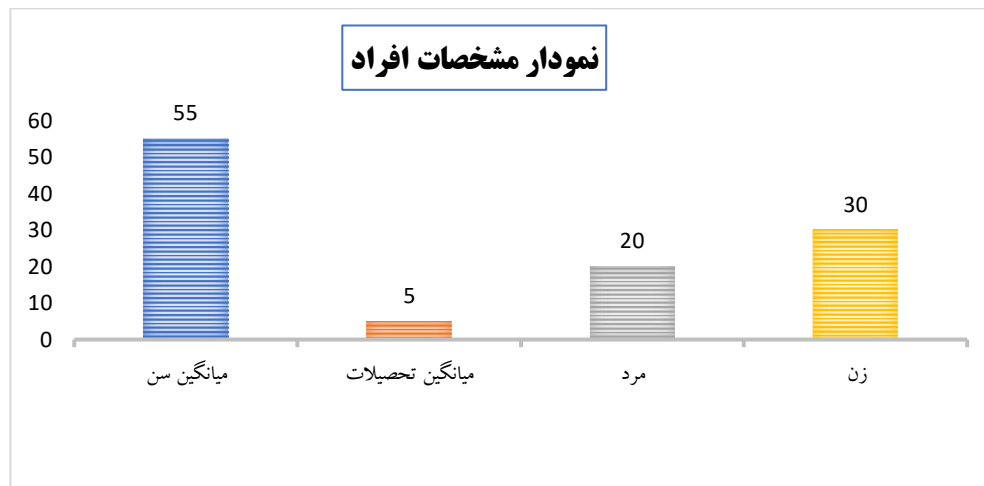


۲۷	سوزه کلاغ	<i>Erodium oxyrhynchum</i>	سوزن چوپان	Geraniaceae	برگ	دارویی	مسهل و مدور
۲۸	گل خبزی	<i>Malva sylvestris</i>	پنیرک باد	Malvaceae	برگ، گل، وریشه	دارویی	درمان معده درد، ملین، خلط آور
۲۹	خشخاش کوهی	<i>Papaver dubium</i>	شقایق وحشی	Papaveraceae	دانه، گلبرگ	دارویی	التیام زخم
۳۰	گنده بو	<i>Ferula assa-foetida</i>	آنگوزه	Apiaceae	گل، ساقه	دارویی، مرتعی	تقویت کننده معده، ضد سم و ضد تشنج، درمان یرقان، درمان برونشیت
۳۱	مخلصه	<i>Matricaria recutita</i>	بابونه چشم گاوی	Asteraceae	گل، برگ، ساقه	دارویی، مرتعی	تقویت سیستم ایمنی بدنی، سم زدایی قوی، ضد تشنج، درمان میگرن، درمان آگزما
۳۲	مستار	<i>Artemisia absinthium</i>	افستین	Asteraceae	برگ، سرشاخه های گلدار	دارویی، مرتعی	آرام بخش اعصاب، درمان کم خونی، درمان اختلالات قاعدگی، دفع انگل در کودکان
۳۳	اوشن	<i>Thymus vulgaris</i>	آویشن	Lamiaceae	برگ، سرشاخه های گلدار	دارویی، مرتعی	ضد التهاب، تب بر، ضد عفونی کننده قوی، ضد نفخ، ضد کرم، برونشیت، درمان نارسایی کبد
۳۴	دک	<i>Amigdalus scoporia</i>	بادام وحشی	Rosaceae	شکوفه، میوه، برگ، ساقه، پوست ساقه	دارویی، مرتعی	درمان نارسایی کبد و کیسه صفرا، رفع انگل و بیماریهای عفونی، تقویت قوای جنسی، درمان تپش قلب، مسکن برای کمر درد، درمان آلرژی
۳۵	گل زوفا	<i>Hyssopus officinalis</i>	زوفا	Lamiaceae	سرشاخه های گلدار	دارویی، مرتعی	درمان برونشیت، ضد میکروب، ضد عفونی کننده قوی، ضد سرفه
۳۶	نقودشک	<i>Scorzonera paradoxa</i>	شنگ اسبی	Astraceae	برگ	دارویی، مرتعی	سرشاراز ویتامین، درمان کم خونی
۳۷	تلخه	<i>Acroptilon repens</i>	تلخه	Astraceae	برگ، گل	دارویی، مرتعی	ضد یبوست، خلط آور، درمان ناراحتی های معده
۳۸	دُرندۀ ترکی	<i>Chenopodium botrys</i>	درمنه ترکی	Chenopodiaceae	برگ، گل، ساقه	دارویی، مرتعی	رفع زکام، دفع انگل های روده، درمان سرطان سینه، آرام بخش، اشتها آور، کاهش قند خون
۳۹	بنه	<i>Pistacia vera</i>	پسته کوهی	Annacardiaceae	میوه، برگ، ساقه	دارویی	ضد استرس و افسردگی، مرهم برای زخم، درمان کم خونی، ضد التهاب، درمان ترک پوستی و لک
۴۰	اسفخنک ور	<i>Solanum nigrum</i>	تاجریزان	Solanaceae	میوه، برگ	دارویی، مرتعی	درمان اسهال خونی، التیام زخم گلو، ملین سینه
۴۱	تاقوک	<i>Celltis australis</i>	تاگوک	Cannabiaceae	میوه، برگ، ساقه	دارویی، مرتعی	درمان دل درد، درمان کوفتگی هادرمان زخم معده و روده

۴۲	خلفه	<i>Portulaca oleracea</i>	خرفه	Portulacaceae	برگ، ساقه	دارویی، مر تعی	درمان بیماریهای گوارشی، درمان بواسیر، ضد سرطان، استخوان، درمان میگرن
۴۴	زرشک	<i>Berberis integrina</i>	زرشک وحشی	Berberidaceae	برگ، میوه ساقه	دارویی، مرتعی	تب بر، رفع اسهال، درمان بواسیر
۴۵	رودنگ	<i>Rubia tinctorum</i>	روناس	Rubiaceae	ریشه، برگ	دارویی، مرتعی	خاصیت ضد راشیسم، درمان فلج، مسکن درد سیاتیک
۴۶	کلپوره	<i>Chamaedrys teucrium</i>	مریم نخودی	Labiatae	سرشاخه های گلدار گیاه	دارویی، مرتعی	درمان سرماخوردگی، تقویت دستگاه گوارش و رفع اسهال، تسکین درد سینه
۴۷	نیچه	<i>Phragmites australis</i>	نی	Poaceae	ساقه، ریشه	دارویی، مرتعی	درمان اختلالات گوارشی و کلیوی، درمان طاسی، پادزهر نیش حشرات
۴۸	آشترچاج	<i>Cirsium congestum</i>	کنگر انبوه	Asteraceae	برگ	دارویی، مرتعی	تب بر، ضد عفونی کننده کبد، اشتها آور
۴۹	بید	<i>Salix alba</i>	بید	Salicaceae	برگ ساقه	دارویی	مسکن، درمان آرتروز، تب بر، آرام بخش، درمان زگیل
۵۰	کنگرچاج	<i>Gundelis integrifortii</i>	کنگر وحشی	Asteraceae	گل، برگ، ساقه، ریشه	دارویی، مرتعی	درمان آسم، درمان یرقان، درمان رماتیسم
۵۱	زیره	<i>Carum copticum</i>	زینان	Apiaceae	میوه، ساقه	دارویی، مرتعی	درمان اختلالات گوارشی، درمان سرفه، ضد اسپاسم، تنظیم کننده فشارخون، ادرار آور



شکل ۱- نمودار فراوانی تیره‌های گیاهی منطقه مورد مطالعه



شکل ۲- نمودار مشخصات افراد مصاحبه شونده

۴. بحث و نتیجه گیری

در پژوهش انجام گرفته مشخص شد گونه های گیاهان زیادی در منطقه موجود که بیشتر افراد مسن از آن آگاهی داشته و نسبت به اسامی محلی آن آشنایی داشتند (شکل ۲) و تعداد محدودی از نسل جوان از دانش آن با خبر بودند و این مورد با مهاجرت افراد روستا به شهر و نیز خشکسالی های اخیر و از بین رفتن گونه های گیاهی صورت گرفته است و می طلبد با مطالعه بیشتر در این مقوله این علم تداعی پیدا کند و همان گونه که از گذشته تا به امروز سینه به سینه استمرار پیدا کرده باز هم ادامه یابد و با توجه به اهمیت گیاهان دارویی نسبت به حفظ و حراست از این ذخایر ارزشمند تلاش بیشتری صورت گیرد و در خصوص جلوگیری از تخریب و نابود شدن این گیاهان چاره ای اندیشیده شود. خانواده کاسنی (Asteraceae) با ۱۰ گونه و خانواده نعنا (Lamiaceae) با ۸ گونه بیشترین جمعیت را بر اساس استفاده تشکیل دادند. نتایج مشابه در بررسی اتنوبوتانی گیاهان دارویی مورد استفاده اقوام استان کرمان نشان داد که Asteraceae و Lamiaceae خانواده های گیاهی غالب مورد استفاده دارویی بودند (حسینی و همکاران، ۱۹۹۹). در بررسی فلور و شکل زیستی منطقه دام گاهان یزد بیان کردند بیشترین شکل زیستی مربوط به خانواده Apiaceae، Lamiaceae، Asteraceae می باشد (زارع زاده و همکاران، ۱۳۸۶). بیشترین کاربرد گیاهان دارویی در منطقه به ترتیب برای درمان مشکلات گوارشی، مسکن و آرام بخش، ضد سرفه و سرماخوردگی، قند خون و بت بر بود است که با نتایج (یوسفی و همکاران، ۱۴۰۲) مطابقت دارد. نتایج این بررسی و سایر تحقیقات مشابه می تواند قابلیت مناطق مورد مطالعه را از نظر ذخایر ژنتیکی گیاهان دارویی مشخص کرده و بستر مناسبی را برای گسترش فعالیت های تحقیقاتی و فراهم کردن زمینه مناسب برای استفاده بهتر از دانش بومی و گیاهان دارویی برای تولید فرآورده هایی با اثربخشی بیشتر و مضرات کمتر و هم چنین توسعه طرح های اشتغال زایی بر مبنای کشت و توسعه گیاهان دارویی سازگار با شرایط اکولوژیکی منطقه فراهم نماید.

منابع

حسینی، س.، بی باک، ح.، قره، ع.، صاحبکار، ع.، شاکری، ع. ۱۳۹۹. مطالعه اتنوبوتانی گیاهان دارویی مورد استفاده اقوام استان کرمان. جنوب شرق ایران. Ethnobiology. ۱۷(۱): ۳۱-۳۸.



- خدایاری، ح.، بارونیان، ف. ۱۴۰۲. بررسی اتنوبوتانی گونه های گیاهی منطقه سوسن، استان خوزستان، ایران. اکوفیتوشیمی گیاهان دارویی. ۱۱(۲): ۴۰-۶۲.
- دولتخواهی، م.، نبی پور، ا. ۱۳۹۳. بررسی اتنوبوتانی گیاهان دارویی حوزه آبریز شمال شرقی خلیج فارس. فصلنامه گیاهان دارویی. ۱۳(۵۰): ۱۲۹-۱۴۳.
- زارع زاده، ع.، میر وکیلی، م.، میر حسینی، ع. ۱۳۸۶. معرفی فلور، شکل زیستی و پراکنش جغرافیایی گیاهان دره دام گاهان مهریز (استان یزد). ۷: ۱۲۹-۱۳۷.
- سعادت پور، م.، بارانی، ح.، عابدی سروسستانی، ا.، فروزه، ر. ۱۳۹۶. بررسی اتنوبوتانی گیاهان دارویی سجاسرود (استان زنجان). ۸(۳): ۱۸۵-۱۹۳.
- فروزه، م.، حشمتی، غ.، بارانی، ح. ۱۳۹۳. جمع آوری و بررسی اتنوبوتانی منتخبی از گیاهان استان کهگیلویه و بویر احمد. مجله ی طب سنتی اسلام و ایران. ۵(۲): ۱۳۱-۱۳۹.
- یوسفی، ن.، حسنی، ح.، عرفان زاده، ر. ۱۴۰۲. اتنوفارماکولوژی گیاهان دارویی منطقه چمستان، استان مازندران. فصلنامه تحقیقات گیاهان دارویی و معطر ایران. ۲(۴۰): ۲۲۵-۲۴۰.

متابولیت های ثانویه گیاهان دارویی در سنتز سبز نانوذرات

اعظم چهاردولی*

گروه زیست شناسی، دانشکده علوم، دانشگاه رازی، کرمانشاه (a.chahardoli@razi.ac.ir)

چکیده

تحقیقات اخیر، پتانسیل عصاره های گیاهی را به عنوان پیش ماده ای غیرخطرناک و ایمن برای سنتز نانومواد مختلف نشان داده است. عصاره گیاهان به دلیل وجود متابولیت های ثانویه مختلف از جمله فنول ها، آلکالوئیدها، فلاونوئیدها، ترپنوئیدها، ساپونین ها، کومارین ها، تانن ها و سایر ترکیبات، در سنتز نانوذرات فلزی جدید به عنوان عوامل احیاء کننده و تثبیت کننده عمل می کند. این روش سنتز سبز نانوذرات به دلیل سادگی، کم هزینه بودن، ماهیت سازگاری با محیط زیست و سهولت در مقیاس بندی محبوبیت بیشتری یافته است. نانوذرات مختلفی با استفاده از متابولیت های ثانویه گیاهی سنتز شده اند از جمله نانوذرات نقره، طلا، سلنوم، دی اکسید تیتانیوم، اکسید روی، مس، آهن و غیره. نانوذرات حاصل از متابولیت های ثانویه با توجه به خواص زیستی بسیار زیاد آنها، می تواند در زمینه های دارویی- درمانی، کشاورزی و صنعتی بسیار موثر و نویدبخش باشد.

واژگان کلیدی: سنتز سبز، عصاره های گیاهی، متابولیت های ثانویه، نانومواد.



۱. مقدمه

نانوذرات با روش های مختلفی از جمله فرآیندهای فیزیکی و شیمیایی سنتز و تولید می شوند. با این حال، به دلیل مشکلات در مقیاس بندی فرآیندهای فیزیکی و استفاده از مواد شیمیایی سمی که مخاطرات جدی برای محیط زیست و انسان دارد، روش های جایگزینی مانند سنتز سبز توسعه یافته اند. سنتز سبز بر اساس واکنش اکسایش-کاهش است که در آن یون های فلزی توسط اجزای یک ارگانسیم یا عصاره آن به نانو ذرات پایدار احیاء می شود. در این بین، سنتز سبز نانو ذرات با واسطه عصاره گیاه به دلیل سادگی، کم هزینه بودن، ماهیت سازگاری با محیط زیست و سهولت در مقیاس بندی محبوبیت بیشتری یافته است (Marslin et al., 2015). در حال حاضر، تعداد گزارش های ثبت شده در مورد نانو ذرات سنتز شده به روش سبز به صورت نمایی در حال افزایش است. عصاره های مشتق شده از گونه های گیاهی مختلف، اندام های آنها و ترکیبات جدا شده با موفقیت در سنتز سبز نانو ذرات استفاده می شوند. این نانو ذرات اغلب دارای فعالیت های زیستی و ویژگی های کاتالیزوری بهتری در مقایسه با نمونه های مشابه خود هستند که با روش های دیگر سنتز می شوند که احتمالاً نتیجه ترکیبات متصل به سطح آنها است (Marslin et al., 2018). شکل و اندازه نانو ذرات تولید شده توسط تکنیک های فوق به محتوای عصاره گیاهی، زمان واکنش، دما، pH و غیره بستگی دارد. عصاره های گیاهی حاوی متابولیت های ثانویه متعددی از جمله آلکالوئیدها، پلی فنول ها، ترپنوئیدها، اسیدهای فنولی، پروتئین ها، پلی ساکاریدها، ویتامین ها، آنزیم ها، پروتئین ها و اسیدهای آلی است که به طور فعال در فرآیند ردوکس و کاهش یون های فلزی که برای تولید نانو ذرات سازگار با محیط زیست در حال انجام است، شرکت می کنند (Makarov et al., 2014; Barathikannan., et al., 2023). همچنین، توانایی متابولیت های ثانویه گیاه در اتصال یا ترکیب با نانو ذرات در هنگام سنتز سبز می تواند برای خالص سازی ترکیبات و کشف داروها مورد استفاده قرار گیرد (Marslin et al., 2018). علاوه بر این، نانو ذرات حاصل علاوه بر کاربردهای پزشکی و صنعتی، کاربردهای متنوعی در زمینه های کشاورزی و علوم گیاهی نیز دارند. اگرچه فراوانی گسترده ترکیبات فنلی در گیاهان می تواند توانایی عصاره های گیاهی در احیاء یون های فلزی را توضیح دهد اما مکانیسم سنتز سبز کاملاً درک نشده است. بر اساس این اطلاعات، این بررسی بر روی نانو ذرات فلزی که از مشتقات گیاهی به صورت زیستی سنتز شده اند و برخی کاربردهای آنها در زمینه های پزشکی و صنعتی، متمرکز شده است.

متابولیت های ثانویه در سنتز سبز نانو ذرات

متابولیت های ثانویه ترکیبات زیست فعالی هستند که توسط میکروارگانسیم ها، گیاهان و جانوران تولید می شوند و نقش مهمی در سنتز سبز نانو ذرات ایفا می کنند. به دلیل خواص ذاتی احیا کننده و تثبیت کننده آنها که تشکیل و تثبیت نانو ذرات را تسهیل می کنند، به عنوان اجزای ضروری رویکردهای سنتز سبز عمل می کنند. استفاده از متابولیت های ثانویه برای سنتز سبز مزایای متعددی دارد، از جمله استفاده از منابع تجدید پذیر و طبیعی، کاهش وابستگی به مواد شیمیایی مضر و روش های انرژی بر، ثبات، این متابولیت ها اغلب غیر سمی، زیست سازگار و زیست تخریب پذیر هستند که آنها را برای کاربردهای زیست پزشکی و زیست محیطی مناسب می سازند (Nagar et al., 2024). طیف وسیعی از مولکول ها، از پروتئین ها گرفته تا ترکیبات کم وزن مولکولی مختلف مانند ترپنوئیدها، آلکالوئیدها، اسیدهای آمینه، ترکیبات الکلی، پلی فنول ها (کاتچین، فلاون ها، تاکسی فولین،



پروسیانیدین‌های با زنجیره‌های مختلف تشکیل شده توسط واحدهای کاتچین و اپی کاتچین و اسیدهای فنلی، گلو تاتیون‌ها، پلی ساکاریدها، آنتی اکسیدان‌ها، اسیدهای آلی (اسید اسکوریک، اگزالیک، مالیک، تارتاریک و پروتو کاتچویک)، کینون‌ها و غیره، نقش خود را در سنتز سبز نانوذرات ایفا کرده‌اند. مشارکت قندها، ترپنوئیدها، پلی فنول‌ها، آلکالوئیدها، اسیدهای فنلی و پروتئین‌ها در احیاء یون‌های فلزی به نانوذرات و در حمایت از پایداری و تثبیت بعدی آنها نیز بررسی شده است (Makarov et al., 2014).

فلاونوئیدهای جدا شده، ترپنوئیدها، اسید کلروژنیک و غیره با موفقیت در سنتز سبز نانوذرات استفاده شده‌اند. نانوذرات طلای کروی با پراکندگی بالا (۱۸.۲۴ نانومتر) را می‌توان با استفاده از کامفرول به عنوان احیاء کننده و پایدار کننده سنتز کرد (Halder et al., 2017). توانایی ترکیبات ترپنوئیدی جدا شده از برگ‌های *Andrographis paniculata* برای سنتز سبز نانوذرات اکسید روی (ZnO) نیز نشان داده شده که با وجود گروه عاملی C=O در نانوذرات تأیید شده است (Kavitha et al., 2017). نانوذرات طلا با استفاده از اسید کلروژنیک به عنوان کاهنده سنتز شدند و طیف‌های FT-IR مربوطه نشان داد که گروه عاملی OH-احتمالاً در سنتز درگیر بوده است (Hwang et al., 2015). ترکیبات گیاهی طیف وسیعی از گروه‌های عاملی از جمله آلکنیل (C-C)، آمید (C-N)، فنلی و الکی (O-H)، آمین (NAH)، گروه کربوکسیلیک (COOH و CAH) دارند که به عنوان مولکول‌های زیست فعال گیاهان شناخته شده است. ایجاد نانوذرات بدون مشارکت کامل این اجزای شیمیایی که به عنوان عوامل احیاء کننده و تثبیت کننده عمل می‌کنند، امکان‌پذیر نخواهد بود (Barathikannan et al., 2023).

نقش ترکیبات زیست فعال در سنتز نانوذرات

در سال‌های اخیر، ترکیبات طبیعی، به ویژه متابولیت‌های ثانویه، به دلیل توانایی آنها در سنتز نانوذرات مختلف مورد بررسی قرار گرفته‌اند. ترکیبات زیست فعال متعددی مانند آلکالوئیدها، ترپنوئیدها، پلی ساکاریدها، ویتامین‌ها، پروتئین‌ها و اجزای فنولی ممکن است در احیاء زیستی، تثبیت و توسعه نانوذرات نقش داشته باشند. در ادامه به نقش متابولیت‌های ثانویه مختلفی که از عصاره‌های گیاهی مشتق شده‌اند و در سنتز سبز نانوذرات به کار رفته‌اند، پرداخته خواهد شد که منجر به پیشرفت قابل توجهی در تولید پایدار نانومواد شده است.

آلکالوئیدها

آلکالوئیدها گروه متنوعی از ترکیبات نیتروژنی طبیعی هستند که در گیاهان، قارچ‌ها و برخی منابع حیوانی یافت می‌شوند. به طور معمول، این اتم‌های نیتروژن در یک ساختار حلقه‌ای (سیکلیک) قرار دارند. آلکالوئیدها عمدتاً به صورت زیستی از اسیدهای آمینه تولید می‌شوند که منجر به تنوع زیادی در ساختارهای شیمیایی می‌شود و عمدتاً از گیاهان به دست می‌آیند. تقریباً ۲۰٪ از متابولیت‌های ثانویه شناخته شده در گیاهان، آلکالوئیدها هستند. آن‌ها طیف وسیعی از فعالیت‌های بیولوژیکی دارند و عمدتاً به دلیل خواص دارویی خود مورد مطالعه قرار گرفته‌اند. این ترکیبات به طور گسترده به عنوان داروهای بیهوشی، مکانیسم‌های



محافظت از قلب و داروهای ضد التهابی شناخته می‌شوند. افرین، مورفین، کینین، نیکوتین و استریکنین از آلکالوئیدهای بالینی شناخته شده هستند. آلکالوئیدهای استخراج شده از بسیاری از قسمت‌های گیاه، از جمله برگ‌ها، دانه‌ها، ریشه‌ها، پوست و گل‌ها، برای تولید نانوذرات مختلف مورد استفاده قرار گرفته‌اند (Chaachouay et al., 2023). آنها در سنتز نانوذرات سیلیکون و نانولوله‌های کربنی مورد استفاده قرار گرفته‌اند (Hedayati et al. 2020; Makvandi et al. 2021). سنتز نانوذرات اکسید نقره (Ag₂ONPs) توسط آلکالوئیدهای موجود در گیاه فلفل چیلی گزارش شده است (El-Shabasy et al. 2019). آلکالوئیدهایی مانند ارگولین، بنزنوئیدها و ایندولیزیدین به دست آمده از ریشه‌های گیاه *Ipomoea pes-caprae* برای سنتز نانوذرات نقره گزارش شده‌است (Krishanan and Maru 2006). مطالعه‌ای توسط Almadiy و همکاران (۲۰۱۸)، سنتز نانوذرات نقره با استفاده از آلکالوئیدهای استروئیدی سیب‌زمینی و فعالیت آنها علیه قارچ‌های فیتوپاتوزن را نشان داده است. براساس منابع نشان داده شده است که این عصاره‌های گیاهی مبتنی بر آلکالوئید دارای خواص آنتی‌اکسیدانی، ضد باکتریایی، ضد التهابی، ضد قارچی، ضد دیابتی، ضد HIV، خنثی‌سازی سم مار و خاصیت لاروکشی هستند (Chaachouay et al., 2023).

فلاونوئید

فلاونوئیدها به عنوان یک دسته بزرگ از فنل‌ها، از بزرگترین گروه‌های متابولیت‌های ثانویه با بیش از ۵۰۰۰ ترکیب هستند که در شش زیر کلاس اصلی توصیف شده‌اند، یعنی فلاونول‌ها، فلاوانون‌ها، فلاوانول‌ها، آنتوسیانیدین‌ها و ایزوفلاون‌ها. دو حلقه بنزن که توسط یک پل ۳ کربنی (C6-C3-C6) به هم متصل شده‌اند، اسکلت کربنی فلاونوئیدها را تشکیل می‌دهند. مانند بیشتر فنل‌ها، فلاونوئیدهای طبیعی و سنتزی به دلیل خواص شگفت‌انگیز و رایج خود در زمینه‌های فیزیولوژی و پزشکی مورد توجه زیادی قرار گرفته‌اند. در میان فلاونوئیدها، هسپریدین/هسپریتین، روتین، کوئرستین، تانن/اسید تانیک، نارینژین، کامفرول، بایکالین، بایکالئین، کاتچین، فیسستین و مورین از پرتحقیق‌ترین ترکیبات بودند. در گزارش‌های مربوط به نانومواد و فلاونوئیدها، هدف افزایش حلالیت و تجمع هدفمند فلاونوئیدها از طریق بارگذاری/وارد کردن/محصور کردن/اتصال آنها می‌باشد (Kulak & Gulmez Samsa., 2023).

این ترکیبات به دلیل خواص آنتی‌اکسیدانی و ضد التهابی، به‌طور گسترده‌ای مورد مطالعه قرار گرفته‌اند. فلاونوئیدها در سنتز سبز نانوذرات کوانتوم دات و نانوذرات دی‌اکسید تیتانیوم استفاده شده‌اند (Alvand et al. 2019; Aslam et al. 2021). فلاونوئیدهای اسید-p کوماریک، کاتچین و لوتئولین-v-گلیکوزید برای سنتز نانوذرات نقره (Ag NPs) با استفاده از عصاره برگ گیاه *Withania somnifera* گزارش شده‌است (Marslin et al. 2015). همچنین، کوئرستین از گیاه *Ocimum sanctum* نیز برای سنتز آنها استفاده شده است (Jain and Mehata 2017). سنتز نانوذرات نقره همچنین با استفاده از فلاونوئیدهای نارینژین، هسپریدین و دیوسمین گزارش شده است. نقش فلاونوئیدها در سنتز نانوذرات طلا (Au NPs) با استفاده از کوئرستین (Jain and Mehata 2017؛ Pak et al. 2016)، بایکالین (Lee et al. 2016)، نارینژین (Singh et al.)



2016) و هسپردین (Krishnan et al. 2017) نیز نشان داده شده است. گروه‌های عاملی مختلف روی فلاونوئیدها قادر به تبدیل یون‌های فلزی به نانوذرات هستند. مطالعه Ahmad و همکاران (۲۰۱۰) نشان داد که تبدیل‌های توتومری فلاونوئیدها از فرم انول به فرم کتو ممکن است یک اتم هیدروژن واکنش‌پذیر را آزاد کند که قادر به کاهش واحیاء یون‌های فلزی به نانوذرات می‌باشد. علاوه بر این، تبدیل کتون‌ها به اسیدهای کربوکسیلیک از طریق مکانیسم داخلی در فلاونوئیدها احتمالاً در کاهش یون Au^{3+} نقش دارد. جالب توجه است که برخی از فلاونوئیدها می‌توانند یون‌های فلزی را با الکترون‌های π یا گروه‌های کربونیل خود کلاته کنند. فلاونوئیدها به راحتی به سطوح NP های در حال توسعه متصل می‌شوند، زیرا یون‌های فلزی مانند Zn^{2+} ، Fe^{2+} ، Fe^{3+} ، Pb^{2+} ، Cr^{3+} و Co^{2+} را کلاته می‌کنند. این بدان معناست که آن‌ها بر هسته‌زایی اولیه تأثیر می‌گذارند، تجمع واگرایی شدن آنها را محدود می‌کنند و احیاء زیستی یون‌های فلزی را تسهیل می‌کنند (Hussain et al., 2014).

ترپنوئیدها

دسته‌ای بزرگ و متنوع از متابولیت‌های ثانویه هستند که عمدتاً از واحدهای ایزوپرن که ترین را تشکیل می‌دهند، مشخص می‌شوند. آن‌ها طیف وسیعی از فعالیت‌های بیولوژیکی دارند و به طور گسترده به دلیل خواص دارویی خود مورد مطالعه قرار گرفته‌اند. ترپنوئیدها در سنتز نانوذرات سیلیکون و نانولوله‌های کربنی بسیار مؤثر هستند (Usha Rani et al. 2014). سسکوئی‌ترین به دست آمده از برگ‌های گیاه *Ambrosia maritima* در تشکیل نانوذرات نقره استفاده شده است و به طور قابل توجهی بر عملکرد آن تأثیر گذاشت (El-Kemary et al. 2016). Shankar و همکاران (۲۰۰۳) سنتز نانوذرات طلا (Au NPs) را با استفاده از ترپنوئیدهای موجود در برگ‌های شمعدانی گزارش کردند. اوژنول، اصلی‌ترین ترپنوئید، نقش اصلی را در احیاء زیستی $AgNO_3$ و $HAuCl_4$ برای تولید نانوذرات نقره و طلا ایفا می‌کند (Ahmad et al., 2010). به گفته سینگ و همکاران (۲۰۱۰)، داده‌های طیف‌سنجی FTIR نشان می‌دهد که تفکیک گروه پروتون ($-OH$) اوژنول منجر به تشکیل یک ساختار رزونانسی می‌شود که قادر به اکسیداسیون بیشتر است. این فرآیند با کاهش فعال یون‌های فلزی همراه است و پس از آن تشکیل نانوذرات صورت می‌گیرد (Singh et al., 2010).

ساپونین‌ها

گروه متنوعی از گلیکوزیدها هستند که در منابع گیاهی مختلف از جمله حبوبات، گیاهان دارویی، ارگانسم‌های دریایی و بی‌مهرگان یافت می‌شوند. آن‌ها آمفی‌فیلیک هستند و از یک بخش آگلیکون آبگریز و یک بخش قند آب‌دوست تشکیل شده‌اند. ساپونین‌ها فعالیت‌های بیولوژیکی مختلفی از جمله خواص ضد میکروبی، ضد قارچی و ضد سرطانی را از خود نشان می‌دهند (Nagar et al., 2024). ساپونین‌ها در سنتز نانوذرات سیلیکون و کوانتوم دات استفاده شده‌اند (Patel et al. 2023; Pouthika et al. 2023). نقش ساپونین دیوسژنین در سنتز نانوذرات نقره توسط Hussain و همکاران (۲۰۱۴) مورد بحث قرار گرفته است. همچنین، نشان داده شد که دیوسژنین (ساپونین استروئیدی)، به عنوان عامل پوششی و احیاء‌کننده در طول ایجاد نانوذرات نقره عمل می‌کند (Thatyana et al., 2023). علاوه بر این، سنتز نانوذرات نقره با استفاده از ساپونین‌های گیاه



Simarouba glauca با فعالیت کاتالیزوری در حذف و کاهش رنگ‌های سمی (رنگ‌هایی مانند ۲-کلرو ۴-نیتروفنل، کنگو قرمز، متیلن بلو و متیل اورانژ)، سنتز نانوذرات نقره با استفاده از عصاره برگ گیاه *Chenopodium album L.* با فعالیت ضد آکنه‌ای، سنتز نانوذرات نقره بهینه با استفاده از ساپونین‌های شنبلیله با خواص ضد باکتریایی، سنتز نانوذرات نقره و طلا با استفاده از *Platycodon D*، (یک ساپونین تری‌ترپنوئیدی استخراج شده از *Platycodon grandiflorum*)، سنتز نانوذرات کیتوزان-ساپونین برای محافظت از DNA در برابر تخریب آنزیمی و افزایش پایداری حرارتی نیز در مطالعات مختلف گزارش شده است (Patel et al., 2023).

کومارین‌ها

کومارین‌ها ترکیبات آروماتیکی هستند که در منابع گیاهی مختلف از جمله میوه‌ها، سبزیجات و گیاهان دارویی یافت می‌شوند. آن‌ها همچنین ممکن است در قارچ‌ها و میکروارگانیسم‌ها یافت شوند یا به صورت سنتزی تولید شوند. این مولکول‌ها دارای ساختار بنزوپیرون هستند و اثرات مفید مختلفی مانند خواص آنتی‌اکسیدانی و ضد سرطانی را نشان می‌دهند (Nagar et al., 2024). Patil (۲۰۲۰) نشان داده است که کومارین‌ها می‌توانند به طور بالقوه نانوذرات فلزی را به روشی دوستدار محیط زیست سنتز کنند. نانوذرات کوانتوم دات کربن (CDQs) اصلاح شده با کومارین-۳-کربوکسیلیک اسید (CCA) و ۷-دی‌اتیل آمینو کومارین-۳-کربوکسیلات (DACC) با روش کمکی میکروویو سنتز شدند. این نانومواد هیبریدی سنتز شده از زیست سازگاری، حلالیت در آب، خواص لومینسانس و فلورسانس بیشتری برخوردار بوده و به تکنیک‌های مدرن تشخیص و شناسایی سلول کمک می‌کنند. (Adimule et al., 2023).

اسیدهای فنلی

دسته‌ای از متابولیت‌های ثانویه هستند که به طور گسترده در منابع گیاهی و میکروارگانیسم‌ها توزیع شده‌اند و همچنین به صورت سنتزی تولید می‌شوند. وجود یک حلقه فنلی و یک یا چند گروه اسید کربوکسیلیک ویژگی مشخصه این دسته از متابولیت‌های ثانویه است. آن‌ها همچنین دارای خواص آنتی‌اکسیدانی و ضد التهابی هستند (Nagar et al., 2024). اسیدهای فنلی در ایجاد نانوذرات دی‌اکسید تیتانیوم و نانوذرات فلزی مورد مطالعه قرار گرفته است (Amini and Akbari 2019; Aslam et al., 2021). نقش فنل‌ها در سنتز نانوذرات پالادیوم (Pd) و نانوذرات اکسید مس (CuO NPs) با استفاده از عصاره دانه‌ی *Theobroma cocoa* گزارش شده است (Nasrollahzadeh et al. 2015). به طور مشابه، نانوذرات TiO_2 در حضور فنل‌های گیاه *Euphorbia heteradena* سنتز شده است (Nasrollahzadeh and Sajadi 2015).

تانن‌ها

دسته‌ای از ترکیبات پلی‌فنلی هستند که به طور گسترده در منابع گیاهی مختلف از جمله میوه‌ها، پوست درختان، برگ‌ها و دانه‌ها یافت می‌شوند. آن‌ها به دلیل طعم قابض خود شناخته شده‌اند و به طور سنتی به دلیل خواص دارویی خود مورد استفاده قرار



گرفته‌اند. تانن‌ها فعالیت‌های آنتی‌اکسیدانی، ضد میکروبی و ضد سرطانی را از خود نشان می‌دهند (Nagar et al., 2024). تانن‌ها برای سنتز نانوذرات دی‌اکسید تیتانیوم و نانوذرات آهن مغناطیسی استفاده شده‌اند (Ahmad 2014; Binaeian et al., 2016). ساختار شیمیایی و واکنش‌پذیری منحصر به فرد آن‌ها، آن‌ها را برای سنتز نانوذرات مساعد می‌سازد و فرصت‌هایی را برای کاربردهای متنوع در نانو تکنولوژی و زیست-پزشکی ارائه می‌دهد.

نتیجه گیری

استفاده از متابولیت‌های ثانویه در سنتز سبز نانوذرات، نمادی از پیشرفت قابل توجه در زمینه فناوری نانو است. دانشمندان با استفاده از خواص منحصر به فرد این ترکیبات مشتق شده از منابع مختلف، رویکردی پایدار و سازگار با محیط زیست را برای تولید نانوذرات باز کرده‌اند. جذب متابولیت‌های ثانویه به عنوان عوامل احیاء کننده و تثبیت کننده باعث تبدیل پایدار یون‌های فلزی به نانوذرات شده و از چسبندگی، اگراییگیت شدن یا کلوخه شدن آنها جلوگیری می‌کند. این امر منجر به کنترل دقیق اندازه، شکل و ویژگی‌های سطحی نانوذرات تولید شده می‌شود که کاربردهای خاص آنها در بخش‌های مختلف را مستعد می‌سازد. در نهایت، استفاده از متابولیت‌های ثانویه در سنتز سبز نه تنها یک جایگزین پایدار برای تولید نانوذرات ارائه می‌دهد بلکه دارای پتانسیل زیادی برای پیشرفت در زمینه‌های مختلف مانند پزشکی، کاتالیزوری، حسگرها و اصلاح زیست محیطی می‌باشد.

منابع

- Adimule, V., Batakurki, S., & Keri, R. (2023). Preparation of Nanomaterials Using Coumarin and Their Various Applications. In *Secondary Metabolites Based Green Synthesis of Nanomaterials and Their Applications* (pp. 159-171). Singapore: Springer Nature Singapore.
- Ahmad, N., Sharma, S., Alam, M. K., Singh, V. N., Shamsi, S. F., Mehta, B. R., & Fatma, A. (2010). Rapid synthesis of silver nanoparticles using dried medicinal plant of basil. *Colloids and Surfaces B: Biointerfaces*, 81(1), 81-86.
- Ahmed, R. H., & Mustafa, D. E. (2020). Green synthesis of silver nanoparticles mediated by traditionally used medicinal plants in Sudan. *International Nano Letters*, 10(1), 1-14.
- Almadiy, A. A., Nenaah, G. E., & Shawer, D. M. (2018). Facile synthesis of silver nanoparticles using harmala alkaloids and their insecticidal and growth inhibitory activities against the khapra beetle. *Journal of Pest Science*, 91, 727-737.
- Alvand, Z. M., Rajabi, H. R., Mirzaei, A., Masoumiasl, A., & Sadatfaraji, H. (2019). Rapid and green synthesis of cadmium telluride quantum dots with low toxicity based on a plant-mediated approach after microwave and ultrasonic assisted extraction: Synthesis, characterization, biological potentials and comparison study. *Materials Science and Engineering: C*, 98, 535-544.
- Amini, S. M., & Akbari, A. (2019). Metal nanoparticles synthesis through natural phenolic acids. *IET nanobiotechnology*, 13(8), 771-777.
- Arcudi, F., Đorđević, L., & Prato, M. (2019). Design, synthesis, and functionalization strategies of tailored carbon nanodots. *Accounts of Chemical Research*, 52(8), 2070-2079.
- Aslam, M., Abdullah, A. Z., & Rafatullah, M. (2021). Recent development in the green synthesis of titanium dioxide nanoparticles using plant-based biomolecules for environmental and antimicrobial applications. *Journal of Industrial and Engineering Chemistry*, 98, 1-16.
- Aslam, M., Abdullah, A. Z., & Rafatullah, M. (2021). Recent development in the green synthesis of titanium dioxide nanoparticles using plant-based biomolecules for environmental and antimicrobial applications. *Journal of Industrial and Engineering Chemistry*, 98, 1-16.

- Barathikannan, K., Chelliah, R., Selvakumar, V., Elahi, F., Rubab, M., Sanyal, S., ... & Oh, D. H. (2023). Plant-based metabolites and their uses in nanomaterials synthesis: an overview. *Secondary metabolites based green synthesis of nanomaterials and their applications*, 1-22.
- Binaeian, E., Seghatoleslami, N., Chaichi, M. J., & Tayebi, H. A. (2016). Preparation of titanium dioxide nanoparticles supported on hexagonal mesoporous silicate (HMS) modified by oak gall tannin and its photocatalytic performance in degradation of azo dye. *Advanced Powder Technology*, 27(4), 1047-1055.
- Chaachouay, N., Azeroual, A., Benkhiguel, O., & Zidane, L. (2023). Alkaloids: a suitable precursor for nanomaterials synthesis, and their various applications. In *Secondary Metabolites Based Green Synthesis of Nanomaterials and Their Applications* (pp. 23-48). Singapore: Springer Nature Singapore.
- El-Kemary, M., Zahran, M., Khalifa, S. A., & El-Seedi, H. R. (2016). Spectral characterisation of the silver nanoparticles biosynthesised using *Ambrosia maritima* plant. *Micro & Nano Letters*, 11(6), 311-314.
- Halder, A., Das, S., Bera, T., & Mukherjee, A. (2017). Rapid synthesis for monodispersed gold nanoparticles in kaempferol and anti-leishmanial efficacy against wild and drug resistant strains. *Rsc Advances*, 7(23), 14159-14167.
- Hussain, S., Bashir, O., Khan, Z., & AL-Thabaiti, S. A. (2014). Steroidal saponin based extracellular biosynthesis of AgNPs. *Journal of Molecular Liquids*, 199, 489-494.
- Hwang, S. J., Jun, S. H., Park, Y., Cha, S. H., Yoon, M., Cho, S., ... & Park, Y. (2015). Green synthesis of gold nanoparticles using chlorogenic acid and their enhanced performance for inflammation. *Nanomedicine: Nanotechnology, Biology and Medicine*, 11(7), 1677-1688.
- Jain, S., & Mehata, M. S. (2017). Medicinal plant leaf extract and pure flavonoid mediated green synthesis of silver nanoparticles and their enhanced antibacterial property. *Scientific reports*, 7(1), 15867.
- Kavitha, S., Dhamodaran, M., Prasad, R., & Ganesan, M. (2017). Synthesis and characterisation of zinc oxide nanoparticles using terpenoid fractions of *Andrographis paniculata* leaves. *International Nano Letters*, 7, 141-147.
- Krishnan, G., Subramaniam, J., Subramani, P. C., Muralidharan, B., & Thiruvengadam, D. (2017). Hesperetin conjugated PEGylated gold nanoparticles exploring the potential role in anti-inflammation and anti-proliferation during diethylnitrosamine-induced hepatocarcinogenesis in rats. *Asian journal of pharmaceutical sciences*, 12(5), 442-455.
- Kulak, M., & Gulmez Samsa, C. (2023). Flavonoids Mediated Nanomaterials Synthesis, Characterization, and Their Applications. In *Secondary Metabolites Based Green Synthesis of Nanomaterials and Their Applications* (pp. 49-65). Singapore: Springer Nature Singapore.
- Lee, D., Ko, W. K., Hwang, D. S., Heo, D. N., Lee, S. J., Heo, M., ... & Kwon, I. K. (2016). Use of baicalin-conjugated gold nanoparticles for apoptotic induction of breast cancer cells. *Nanoscale research letters*, 11, 1-6.
- Makarov, V. V., Love, A. J., Sinitsyna, O. V., Makarova, S. S., Yaminsky, I. V., Taliansky, M. E., & Kalinina, N. O. (2014). "Green" nanotechnologies: synthesis of metal nanoparticles using plants. *Acta Naturae (англоязычная версия)*, 6(1 (20)), 35-44.
- Marslin, G., Selvakesavan, R. K., Franklin, G., Sarmiento, B., & Dias, A. C. (2015). Antimicrobial activity of cream incorporated with silver nanoparticles biosynthesized from *Withania somnifera*. *International Journal of Nanomedicine*, 5955-5963.
- Marslin, G., Selvakesavan, R. K., Franklin, G., Sarmiento, B., & Dias, A. C. (2015). Antimicrobial activity of cream incorporated with silver nanoparticles biosynthesized from *Withania somnifera*. *International Journal of Nanomedicine*, 5955-5963.
- Marslin, G., Siram, K., Maqbool, Q., Selvakesavan, R. K., Kruszka, D., Kachlicki, P., & Franklin, G. (2018). Secondary metabolites in the green synthesis of metallic nanoparticles. *Materials*, 11(6), 940.
- Nagar, R., Mathur, P., Chaturvedi, P., Sharma, C., & Bhatnagar, P. (2024). Secondary Metabolites in Green Synthesis of Nanoparticles. In *Microbial Approaches for Sustainable Green Technologies* (pp. 287-303). CRC Press.
- Nasrollahzadeh, M., & Sajadi, S. M. (2015). Synthesis and characterization of titanium dioxide nanoparticles using *Euphorbia heteradena* Jaub root extract and evaluation of their stability. *Ceramics International*, 41(10), 14435-14439.
- Nasrollahzadeh, M., Sajadi, S. M., Rostami-Vartooni, A., & Bagherzadeh, M. (2015). Green synthesis of Pd/CuO nanoparticles by *Theobroma cacao* L. seeds extract and their catalytic performance for the reduction of 4-nitrophenol and phosphine-free Heck coupling reaction under aerobic conditions. *Journal of colloid and interface science*, 448, 106-113.



- Pak, P. J., Go, E. B., Hwang, M. H., Lee, D. G., Cho, M. J., Joo, Y. H., & Chung, N. (2016). Evaluation of the cytotoxicity of gold nanoparticle-quercetin complex and its potential as a drug delivery vesicle. *Journal of Applied Biological Chemistry*, 59(2), 145-147.
- Patel, A., Patel, N., Ali, A., & Alim, H. (2023). Nanomaterials synthesis using saponins and their applications. In *Secondary Metabolites Based Green Synthesis of Nanomaterials and Their Applications* (pp. 141-157). Singapore: Springer Nature Singapore.
- Pathania, K., Sah, S. P., Salunke, D. B., Jain, M., Yadav, A. K., Yadav, V. G., & Pawar, S. V. (2023). Green synthesis of lignin-based nanoparticles as a bio-carrier for targeted delivery in cancer therapy. *International Journal of Biological Macromolecules*, 229, 684-695.
- Patil, S. P. (2020). Ficus carica assisted green synthesis of metal nanoparticles: A mini review. *Biotechnology Reports*, 28, e00569.
- Pouthika, K., Madhumitha, G., & Roopan, S. M. (2023). Sustainable synthesis of nanoparticles using saponin-rich plants and its pharmaceutical applications. In *Secondary Metabolites from Medicinal Plants* (pp. 133-150). CRC Press.
- Shankar, S. S., Ahmad, A., Pasricha, R., & Sastry, M. (2003). Bioreduction of chloroaurate ions by geranium leaves and its endophytic fungus yields gold nanoparticles of different shapes. *Journal of Materials Chemistry*, 13(7), 1822-1826.
- Singh, A. K., Talat, M., Singh, D. P., & Srivastava, O. N. (2010). Biosynthesis of gold and silver nanoparticles by natural precursor clove and their functionalization with amine group. *Journal of Nanoparticle Research*, 12, 1667-1675.
- Singh, B., Rani, M., Singh, J., Moudgil, L., Sharma, P., Kumar, S., ... & Kaura, A. (2016). Identifying the preferred interaction mode of naringin with gold nanoparticles through experimental, DFT and TDDFT techniques: insights into their sensing and biological applications. *RSC advances*, 6(83), 79470-79484.
- Thatyana, M., Dube, N. P., Kemboi, D., Manicum, A. L. E., Mokgalaka-Fleischmann, N. S., & Tembu, J. V. (2023). Advances in phytonanotechnology: a plant-mediated green synthesis of metal nanoparticles using phyllanthus plant extracts and their antimicrobial and anticancer applications. *Nanomaterials*, 13(19), 2616.
- Usha Rani, P., Madhusudhanamurthy, J., & Sreedhar, B. (2014). Dynamic adsorption of α -pinene and linalool on silica nanoparticles for enhanced antifeedant activity against agricultural pests. *Journal of pest science*, 87, 191-200.

چالش‌ها و فرصت‌های طب سنتی گیاهی در ایران

الهام قاسمی فر^{*۱}

^{*۱} گروه زیست شناسی، دانشگاه پیام نور، صندوق پستی ۳۶۹۷-۱۹۳۹۵ تهران، ایران. (e_ghasemifar@pnu.ac.ir)

چکیده

داروهای گیاهی شامل داروهایی هستند که حاوی گیاه، بخش‌ها (مانند ریشه‌ها، ریزوم‌ها، ساقه، پوست، چوب، برگ‌ها، گل‌ها، میوه‌ها، دانه‌ها یا مواد مؤثره آن‌ها)، فراورده‌ها، یا محصولات نهایی گیاهی، می‌باشند. نقاط قوت طب سنتی بر پایه داروهای گیاهی شامل عدم وجود عوارض جانبی منفی، تأثیر درمانی ماندگار و گاهی اثربخش می‌باشد. از نقاط ضعف داروهای گیاهی (الف) کاهش تنوع گونه‌ها، (ب) بی‌توجهی به سیستماتیک گیاهی در آموزش عالی، (ج) کمبود شیوه‌های کشت و فناوری کشاورزی برای اکثریت گیاهان دارویی و معطر و (د) حمایت مالی کم برای تحقیقات در زیست‌شناسی (عدم سرمایه‌گذاری) می‌باشد. اقدامات فوری مورد نیاز برای حفاظت و ترویج داروهای گیاهی شامل (الف) حفاظت از گیاهان دارویی (ب) کشت وسیع آن‌ها (ج) تأیید و شناسایی گونه‌های گیاهان دارویی بر اساس پارامترهای علمی و (د) استانداردسازی و کنترل کیفیت محصولات گیاهی است. این مقاله براساس مطالعات کتابخانه‌ای و مروری گردآوری شد و با تأکید بر وضعیت گیاهان دارویی در طب سنتی ایران، نقاط قوت، ضعف، فرصت‌ها و چالش‌ها مورد بحث قرار گرفت.

واژگان کلیدی: چالش‌ها، داروی گیاهی، طب سنتی، نقاط قوت، ضعف



۱. مقدمه

واژه گیاهان دارویی (Herb) در ادبیات گیاه‌شناسی به طور خاص به گیاهان غیرچوبی آوندی اطلاق می‌شود که شامل گیاهان یک‌ساله، دوساله و برخی گیاهان چندساله (از جمله بیشتر گونه‌های تک‌لپه‌ای) فاقد ساقه‌های چوبی پایدار، هستند. با این حال، در دنیای داروسازی، این اصطلاح به معنای گسترده‌تری به کار می‌رود و به عنوان مترادف گیاه استفاده می‌شود و تمامی گیاهان علفی، درختچه‌ها و درختان را در بر می‌گیرد. اصطلاح داروی گیاهی (Herbal Medicine) که به آن فیتومدیسین (Phytomedicine) نیز گفته می‌شود، شامل تمامی محصولات دارویی است که با استفاده از گیاهان، بخش‌های گیاهی یا فرآورده‌های گیاهی و با حداقل یا بدون دستکاری شیمیایی تهیه می‌شوند (Iqbal, 2018). با این حال، تعداد زیادی از متابولیت‌های ثانویه (که به عنوان محصولات طبیعی نیز شناخته می‌شوند) از متابولیت‌های اولیه از طریق ترکیب شیمیایی مولکول‌ها و طی یک سری واکنش‌های آنزیمی سنتز می‌شوند (Thangavel و همکاران، ۲۰۱۴). براساس مسیرهای بیوسنتزی، متابولیت‌های ثانویه به سه دسته تقسیم می‌شوند: (الف) فنول‌ها، (ب) ترپن‌ها و (ج) آلکالوئیدها. فنول‌ها (یا ترکیبات فنولی) شامل یک گروه هیدروکسیل (OH) هستند که مستقیماً به یک گروه هیدروکربن آروماتیک متصل شده‌اند. این ترکیبات معمولاً بر اساس تعداد اتم‌های کربن طبقه‌بندی می‌شوند و بزرگ‌ترین گروه آن‌ها فلاونوئیدها است. ترپن‌ها از نظر بیوسنتزی از واحدهای ایزوپرن مشتق می‌شوند، دسته بزرگی از ترکیبات آلی با بوی قوی را تشکیل می‌دهند. آلکالوئیدها، دسته دیگری از محصولات طبیعی، حاوی اتم‌های نیتروژن بازی هستند. اسیدهای آمینه‌ای مانند اورنیتین، لیزین، تیروزین، فنیل‌آلانین، تربیتوفان، هیستیدین، اسید آسپارتیک و اسید آنترانلیک، پیش‌سازهای بیولوژیکی بیشتر آلکالوئیدها هستند (Taiz, 2010; Stavroula and Rahul, 2016). پیشرفت‌های اخیر در ژنتیک گیاهی و فناوری DNA نوترکیب، درک ما را از بیوسنتز متابولیت‌های ثانویه افزایش داده است. این متابولیت‌ها به عنوان مواد محافظتی برای گیاهان در برابر عوامل بیماری‌زا یا گیاهخواران عمل می‌کنند، اما بیشتر آن‌ها به دلیل خواص درمانی‌شان برای انسان‌ها نیز مفید هستند. بنابراین، وجود برخی متابولیت‌های ثانویه خاص در یک گیاه، آن را به یک گیاه دارویی تبدیل می‌کند. مقدار و کیفیت این متابولیت‌ها تحت تأثیر عوامل محیطی مانند دما، نور، آب، مواد مغذی، شوری و انواع آلاینده‌ها قرار می‌گیرد (Farooqi and Haque, 2011). به عنوان مثال، گیاهان دارویی که در شرایط نیمه‌خشک رشد می‌کنند، معمولاً مقادیر بیشتری از متابولیت‌های ثانویه نسبت به گیاهان مشابه از همان گونه که در شرایط آب‌وهوایی معتدل رشد می‌کنند، تولید می‌کنند (Selmar and Kleinwächter, 2013; Kleinwächter and Selmar, 2015). تحت تنش خشکی، مسیرهای متابولیکی به سمت سنتز ترکیباتی مانند ایزوپرنوئیدها، فنول‌ها یا آلکالوئیدها سوق داده می‌شوند. فشارهای محیطی معمولاً باعث ایجاد استرس اکسیداتیو در بافت‌های گیاهی می‌شوند که این امر به نوبه خود بازده گیاهان را کاهش داده و اغلب مقدار و کیفیت محصولات طبیعی آن‌ها را کم می‌کند (Qureshi et al., 2011, 2013). ایران به‌عنوان یک کشور با تاریخ غنی و فرهنگ باستانی، یکی از مراکز مهم تولید و استفاده از گیاهان دارویی است. این گیاهان به‌عنوان بخشی از طب سنتی و داروسازی مدرن شناخته می‌شوند و در طول تاریخ به‌عنوان منبعی برای درمان بیماری‌ها و بهبود سلامتی انسان‌ها مورد استفاده قرار گرفته‌اند. با توجه به تنوع جغرافیایی و اقلیمی کشور، ایران دارای مجموعه‌ای غنی از گیاهان دارویی با خواص درمانی متعدد است. در این مقاله، به بررسی تاریخچه، تنوع، خواص و چالش‌های استفاده از گیاهان دارویی در ایران می‌پردازیم.



۲. مواد و روش ها

پژوهش حاضر به چالش ها و فرصت های طب سنتی گیاهی در ایران می پردازد، نوع پژوهش توصیفی و تحلیلی است. برای جمع آوری اطلاعات از روش کتابخانه ای استفاده شده است که با مراجعه به مقالات علمی، نشریات، تحقیقات و پژوهش های انجام شده در این زمینه اطلاعات جمع آوری گردیده است.

۳. نتایج

۳-۱. طب سنتی گیاهی

طب سنتی بر پایه گیاهان استوار هستند. در اوایل قرن نوزدهم، زمانی که تحلیل شیمیایی مطرح شد، دانشمندان شروع به استخراج و اصلاح ترکیبات دارویی فعال موجود در گیاهان کردند و از آنها به عنوان مواد تشکیل دهنده داروهای آلوپاتیکی استفاده کردند. بعدها، شیمیدانان شروع به سنتز این ترکیبات و ایجاد نسخه های خود از ترکیبات گیاهی کردند. حداقل ۲۵٪ از داروهای تجویزی آلوپاتیکی حاوی حداقل یک ماده فعال مشتق شده از گیاهان هستند. تحقیقات مدرن ثابت کرده است که داروهای گیاهی به همان اندازه داروهای متداول مؤثر هستند و علاوه بر این، بسیار ایمن تر می باشند. برآوردها نشان می دهد که از حدود ۲۵۰ تا ۴۰۰ هزار گونه گیاهی جهان، تنها ۱۵٪ از نظر فیتوشیمیایی بررسی شده اند و ۶٪ به طور سیستماتیک از نظر فعالیت بیولوژیکی غربالگری شده اند (Patwardhan et al., 2005). بیش از ۶۰٪ داروهای مورد استفاده در بالین حاوی ترکیبات طبیعی یا مشتقات آنها هستند و بیش از ۱۲۰ ترکیب شیمیایی از منابع گیاهی به عنوان داروهای نجات بخش استفاده می شوند (Yuan et al., 2016; PBW, 2018). داروهای گیاهی و فرآورده های گیاهی از صدها مولکول زیست فعال با ساختار شیمیایی متنوع تشکیل شده اند، بنابراین امکان تعدیل بسیاری از اهداف، ژن ها و بیماری ها به صورت جمعی و ایمن را دارند. شناسایی مجموعه کامل متابولیت ها در فرآورده های گیاهی که به عنوان دارو استفاده می شوند به مکانیسم های چندگانه عمل داروهای گیاهی کمک خواهد کرد. تعداد زیادی از داروهای مدرن امروزه از گیاهان استخراج می شوند (Ali, 2020). سازمان جهانی بهداشت (WHO) تخمین می زند که حدود ۲۵٪ از داروهای مدرن مورد استفاده در ایالات متحده منشأ گیاهی دارند. بیش از ۱۲۰ ترکیب فعال جدا شده از گیاهان عالی اکنون در پزشکی مدرن استفاده می شوند. بازار داروهای گیاهی در حال رشد است و با نرخ سالانه ۷ تا ۳۰٪ افزایش می یابد. به عنوان چند مثال، درآمد سالانه از محصولات دارویی گیاهی در ایالات متحده به ۱۷ میلیارد دلار (در سال ۲۰۰۲)، در اروپای غربی به ۵ میلیارد دلار (در سال ۲۰۰۴-۲۰۰۳)، در چین به ۱۴ میلیارد دلار (در سال ۲۰۰۵) و در برزیل به ۱۶۰ میلیون دلار (در سال ۲۰۰۷) رسیده است (Ghani, 2013). سازمان جهانی بهداشت انتظار دارد که بازار گیاهان دارویی تا سال ۲۰۵۰ به ۷ تریلیون دلار برسد (Marichamy et al., 2014). گیاهی همچنین احتمالاً در آینده نزدیک با توجه به تقاضای رو به رشد برای داروهای دامی گیاهی که ممکن است تأثیرات منفی بر سلامت حیوانات نداشته باشند و به عنوان جایگزین بالقوه برای محصولات سنتی کنترل آفات مصنوعی عمل کنند، گسترش یابد (Chaves, 2020). استفاده از گیاهان دارویی در ایران به دوران باستان بازمی گردد. نوشته های قدیمی مانند کتاب زرتشت و مطالب موجود در طب سنتی نشان دهنده این واقعیت هستند که ایرانیان از دیرباز با خواص درمانی گیاهان آشنا بوده و در درمان



بیماری‌ها از آن‌ها استفاده می‌کردند. ابن سینا پزشک و دانشمند معروف ایرانی، در کتاب خود به نام قانون در پزشکی، به توصیف خواص درمانی گیاهان مختلف و روش‌های استفاده از آن‌ها پرداخته است. این کتاب به‌عنوان یکی از مهم‌ترین متون در تاریخ پزشکی اسلامی و سنتی شناخته می‌شود (Nasrollahi et al., 2023).

۲-۳. تحلیل نقاط قوت، ضعف، فرصت‌ها و تهدیدها داروهای گیاهی

دانش سنتی مردم روستایی درباره ثروت گیاهی با توجه به سلامت انسان، پایه‌ای برای استراتژی‌های کشف داروهای معاصر است. بیشتر مواد خام مورد نیاز از طبیعت جمع‌آوری می‌شود و تنها تعداد کمی از گیاهان دارویی در مقیاس بزرگ کشت می‌شوند. بنابراین، جمع‌آوری پایدار، کشت و حفاظت از ثروت گیاهی بسیار حیاتی است، زیرا سنت‌های رایج دیروز در واقع داروهای محبوب فردا هستند (Gurib-Fakim, 2006). بهره‌برداری بیش از حد و برداشت بی‌رویه گیاهان، آلودگی محیط‌زیست، تغییرات آب‌وهوایی، از دست رفتن جغرافیایی یا ژنتیکی واریته‌ها، تحریک جهش‌ها، عدم کشت سازمان‌یافته گیاهان دارویی، شکست در بازار خرید و فروش از جمله عوامل اصلی مسئول نادر بودن و انقراض گونه‌های گیاهان دارویی هستند. علاوه بر این، جمعیت‌های کوچک و جدا افتاده گیاهان در معرض رانش ژنتیکی و درون‌آمیزی قرار دارند که توانایی گونه‌ها را برای بقا در برابر تغییرات محیطی و نوسانات جمعیتی کاهش می‌دهد (Gaston and kunin, 1997; Karron, 1997). رقابت با گونه‌های مهاجم علف‌های هرز نیز توزیع فلور گیاهی دارویی بومی را مختل می‌کند (Prasad et al., 2011). بنابراین، گونه‌های گیاهان دارویی به شدت نیاز به حفاظت دارند. جنبه‌هایی که نیاز به توجه دارند شامل موارد زیر هستند: (الف) کاهش غنای گونه‌ای، (ب) بی‌توجهی به سیستماتیک گیاهی در آموزش عالی، (ج) کمبود فناوری کشاورزی و روش‌های کشت برای بیشتر گیاهان دارویی و معطر (د) حمایت مالی ناچیز برای تحقیقات بلندمدت در زیست‌شناسی حفاظت، (ه) عرضه ضعیف مواد گیاهی به دلیل عدم تعادل بین عرضه داخلی و صادرات، (و) کمبود آزمایشگاه‌های تحقیقاتی مجهز به امکانات پیشرفته برای کنترل و تضمین کیفیت با تحلیل نقاط قوت، ضعف، فرصت‌ها و تهدیدها داروهای گیاهی، متوجه می‌شویم که مهم‌ترین نقاط قوت آن شامل عدم وجود عوارض جانبی نامطلوب، تأثیر پایدار و طولانی‌مدت بر سلامت مصرف‌کنندگان و مقرون‌به‌صرفه بودن آن است. از نقاط ضعف آن، می‌توان به عوارض جانبی و مدت زمان طولانی درمان اشاره کرد. فرصت‌های داروهای گیاهی بی‌پایان است، زیرا محبوبیت آن به سرعت در حال رشد است، حتی در جهان غرب، در حالی که شرق از دیرباز خانه سنتی آن بوده است. تهدیدها، اگر وجود داشته باشد، آشکارا از سوی پزشکی مدرن ناشی می‌شود که در شرایط اضطراری تسکین فوری و سریع ارائه می‌دهد و کاملاً مبتنی بر شواهد است. با توجه به این مطلب، رقابت سخت است و از این رو طرفداران داروهای گیاهی باید به این فکر کنند که چگونه آن را در دنیای رقابتی پیش‌بینند تا سهم بیشتری از بازار جهانی را به خود اختصاص دهد. استفاده از داروهای گیاهی، همراه با کاهش سریع جنگل‌ها در سراسر جهان، حفاظت از گیاهان دارویی در معرض تهدید را ضروری ساخته است. مقادیر زیادی از مواد گیاهی و عصاره‌ها برای تولید فرمولاسیون‌های گیاهی و همچنین صنایع مرتبط مانند غذا، مکمل‌های غذایی، لوازم آرایشی، عطرها و لوازم بهداشتی مورد نیاز است. حفظ عرضه گیاهان دارویی یک مشکل است، زیرا بیشتر آن‌ها از طبیعت برداشت می‌شوند. اکنون که این تجارت به ابعاد جهانی رسیده است، نیاز است که



این تجارت بر پایه‌ای پایدار استوار شود. به طور خلاصه، (الف) حفاظت از ثروت محدود گیاهان دارویی به نظر می‌رسد نیاز اساسی و فوری برای تضمین عرضه پایدار مواد خام باشد، (ب) شناسایی صحیح گونه‌های گیاهان دارویی برای حذف مواد تقلبی یا جایگزین‌ها و اطمینان از استفاده از مواد اصلی، (ج) تأیید علمی گیاهان مختلف مورد استفاده در فرمولاسیون‌های سنتی تحت نام‌های محلی ضروری است، زیرا هویت گیاه‌شناسی بسیاری از آن‌ها هنوز مورد بحث است، (د) استانداردسازی و کنترل کیفیت محصولات در حال فرآوری، تضمین شود و در نهایت، (ه) شواهد بالینی در مورد اثربخشی و ایمنی داروهای گیاهی مورد استفاده، ایجاد شود (Iqbal and Srivastava, 1997; Olorode, 2004; Patwardhan et al., 2004; Iqbal et al., 2011a).

۳-۳. تنوع گیاهان دارویی در ایران

بر اساس مطالعات و گزارش‌های مختلف، تعداد گونه‌های گیاهی در ایران به حدود ۸۰۰۰ گونه می‌رسد که از این تعداد، بیش از ۲۳۰۰ گونه دارای خواص دارویی شناخته شده هستند. این گیاهان در طب سنتی ایران و همچنین در صنایع داروسازی مدرن مورد استفاده قرار می‌گیرند. ایران به دلیل تنوع آب‌وهوایی و جغرافیایی، یکی از غنی‌ترین کشورهای جهان از نظر تنوع گیاهی است و بسیاری از این گیاهان به عنوان منابع مهم دارویی در سطح جهانی شناخته می‌شوند. برخی از گیاهان دارویی معروف ایران عبارتند از: زعفران (*Crocus sativus*) یکی از گران‌ترین ادویه‌ها و گیاهان دارویی دنیاست. تحقیقات نشان می‌دهد که زعفران دارای خواص ضدافسردگی، آرام‌بخش و آنتی‌اکسیدانی است (Fathizadeh et al., 2022). آویشن (*Thymus vulgaris*) به‌خاطر خواص ضدباکتریایی و ضدالتهابی‌اش مشهور است. نتایج تحقیقات نشان‌دهنده اثرات مثبت آویشن بر بیماری‌های تنفسی و گوارشی است (Shabani & Gholami, 2020). بادرنجبویه (*Melissa officinalis*) این گیاه به عنوان آرام‌بخش و تسکین‌دهنده اضطراب شناخته می‌شود و در درمان اختلالات خواب موثر است (Wolfson & Hoffman, 2019). گل‌سرخ (*Rosa damascena*) به‌عنوان یک گیاه دارویی با خواص ضدالتهابی و آرام‌بخش در طب سنتی استفاده می‌شود. تحقیقات نشان می‌دهد که عطر گل‌سرخ می‌تواند در کاهش استرس و اضطراب موثر باشد (Khanavi et al., 2011). کنجد (*Sesamum indicum*) یک منبع مغذی مهم و چندمنظوره است. تحقیقات نشان می‌دهند که کنجد می‌تواند به کاهش سطح کلسترول و تقویت سیستم ایمنی کمک کند (Sahni et al., 2014). سنجید (*Dovyalis caffra*) به‌عنوان یک میوه دارویی در طب سنتی ایرانی مطرح است و تحقیقات نشان می‌دهد که می‌تواند به تسکین دردها و التهاب‌ها کمک کند (Yazdani et al., 2018). این گیاهان در درمان بیماری‌های مختلف، از جمله مشکلات گوارشی، تنفسی، پوستی و حتی بیماری‌های مزمن مانند دیابت و فشار خون استفاده می‌شوند. با این حال، به دلیل برداشت بی‌رویه و تخریب زیستگاه‌ها، برخی از این گونه‌ها در معرض خطر انقراض قرار دارند و نیاز به برنامه‌های حفاظتی و کشت پایدار دارند. با این حال، چند نکته مهم وجود دارد که باید به آن‌ها توجه کرد: (الف) تعداد دقیق گونه‌های دارویی: تعداد گونه‌های گیاهی دارویی ممکن است بسته به منابع و مطالعات مختلف، کمی متفاوت باشد. برخی منابع تعداد گونه‌های دارویی ایران را بین ۲۰۰۰ تا ۲۵۰۰ گونه ذکر می‌کنند. این تفاوت می‌تواند ناشی از تفاوت در تعریف گیاه دارویی یا تفاوت در روش‌های تحقیق باشد. (ب) تهدیدات



زیست محیطی: بسیاری از این گیاهان به دلیل برداشت بی رویه، تغییرات اقلیمی و تخریب زیستگاه‌ها در معرض خطر انقراض قرار دارند. برای مثال، گیاهانی مانند گل گاوزبان و زعفران به دلیل تقاضای بالا در معرض خطر هستند. (ج) استفاده سنتی و مدرن: بسیاری از گیاهان دارویی ایران هنوز به صورت سنتی استفاده می‌شوند و تحقیقات علمی بیشتری برای تأیید خواص درمانی آن‌ها و استانداردسازی فرآورده‌های گیاهی مورد نیاز است. (د) پتانسیل اقتصادی: گیاهان دارویی ایران پتانسیل اقتصادی بالایی دارند و می‌توانند به عنوان منبع درآمد برای جوامع محلی و صنایع داروسازی مورد استفاده قرار گیرند. با این حال، مدیریت پایدار و حفاظت از این منابع طبیعی ضروری است.

۴. بحث و نتیجه‌گیری

داروهای گیاهی به طور فزاینده‌ای به انتخاب موثر درمانی تبدیل می‌شوند، زیرا عوارض جانبی نامطلوب ندارند، تأثیر درمانی طولانی مدتی بر سلامت انسان می‌گذارند و اغلب مقرون به صرفه هستند، اگرچه مدت درمان ممکن است کمی طولانی تر باشد. این داروها می‌توانند به راحتی با پزشکی مدرن همکاری کنند، اگر داده‌های مربوط به اعتبارسنجی بالینی آن‌ها به روش علمی جمع‌آوری شود. بیشتر مواد خام (گیاهان با کاربرد دارویی) که برای تولید محصولات سلامت گیاهی استفاده می‌شوند، از مراتع، دشت‌ها و جنگل‌ها جمع‌آوری می‌شوند، جایی که این گیاهان به صورت وحشی به عنوان پوشش گیاهی طبیعی رشد می‌کنند. برای اطمینان از اصالت مواد استفاده شده، تولیدکنندگان داروهای گیاهی باید کشت رسمی گیاهان دارویی مورد نیاز را مدیریت کنند. آن‌ها می‌توانند قراردادهای خرید تضمینی با کشاورزان منعقد کنند، بذره‌های تأیید شده و فناوری کشاورزی مناسب را با مقداری پیش‌پرداخت در اختیار آن‌ها قرار دهند و سپس کل محصول را پس از برداشت خریداری کنند. صنعت گیاهی باید گیاهان جمع‌آوری شده از جنگل‌ها را شناسایی کند و قبل از استفاده از آن‌ها برای توسعه محصول، آن‌ها را بر اساس محتوای ترکیبات فعال مشخص کند. در کنار این، سازمان‌های منابع طبیعی، جهاد کشاورزی و دانشگاه‌ها باید برنامه‌های حفاظتی را برای گیاهان دارویی شناسایی شده با استفاده از روش‌های بیوتکنولوژی مدرن برنامه‌ریزی کنند. روش‌های تولید جدید و به روز باید در فرآیند تولید دارو به کار گرفته شوند تا کیفیت و پایداری محصولات تضمین شود. علاوه بر این، برای رضایت جامعه مدرن، داده‌های بالینی نیز باید در مورد اثربخشی و ایمنی داروهای گیاهی سنتی تولید شود، حتی اگر این جنبه‌ها از طریق تجربه مستمر از نتایج درمانی آن‌ها برای هزاران سال ثابت شده باشد. آینده داروهای گیاهی سنتی در ایران ایمن و امیدوارکننده است، بسیاری از گیاهان دارویی به طور طبیعی و در شرایط غیر ایمن برداشت می‌شوند که این امر می‌تواند باعث نابودی و کاهش تنوع ژنتیکی آن‌ها شود. بسیاری از مردم هنوز از خواص و نحوه استفاده از گیاهان دارویی آگاهی کافی ندارند. آموزش و فرهنگ‌سازی در این زمینه می‌تواند به بهره‌برداری بهتر از این منابع کمک کند. اگرچه گیاهان دارویی تاریخچه طولانی دارند، اما تحقیقات علمی به دنبال کشف خواص و عوارض جانبی آن‌ها در حال انجام است. سرمایه‌گذاری در تحقیق و توسعه در این حوزه می‌تواند به توسعه و به کارگیری بهتر گیاهان دارویی کمک کند. گیاهان دارویی ایران به عنوان منبعی غنی و با ارزش در طب سنتی و مدرن شناخته می‌شوند. با توجه به تنوع گیاهی و خواص درمانی آن‌ها، استفاده از این گیاهان می‌تواند به بهبود سلامت عمومی و درمان



بیماری‌ها کمک کند. به همین دلیل، ایجاد آگاهی عمومی، انجام تحقیقات علمی و حفظ و کاشت این گیاهان باید در اولویت قرار گیرد تا از این منابع ارزشمند بهره‌برداری بهینه شود.

منابع

- Ali, A. (2020). Herbs that heal: The philanthropic behaviour of nature. *Ann. Phytomed.*, 9(1):7-17.
- Chaves, D.S.A. (2020). The importance of the pet market for the development of new products based on medicinal plants and their derivatives. *Ann. Phytomed.*, 9(1):1-6.
- Farooqi, A.H.A. and Haque, S. (2011). Secondary metabolite production of medicinal and aromatic plants as influenced by nutrients and heavy metals, in: Ahmad, A., Siddiqi, T.O., Iqbal, and M. (Eds.), *Medicinal plants in changing environment*. Capital Publishing Company, New Delhi, pp: 35-49.
- Fathizadeh, H., Nouri, H., & Ettehad, G. (2022). The effects of saffron (*Crocus sativus*) on depression: A systematic review and meta-analysis. *Phytotherapy Research*, 36(3), 1030-1041.
- Gaston, K.J. and Kunin, W.E. (1997). Rare-common differences: An overview, in: Kunin, W.E., Gaston, K.J. (Eds.), *The Biology of rarity*. Chapman and Hall, London, pp: 262-272.
- Ghani, A. (2013). Herbal medicines: Present status, future prospects. *The Pharma World* pp: 4. (www.pharmabiz.com).
- Gurib-Fakim, A. (2006). Medicinal plants: Traditions of yesterday and drugs of tomorrow. *Mol. Asp. Med.*, 27:1-93.
- Iqbal, M.; Mahmooduzzafar; Nighat, F. and Aref, I.M. (2011b). Composition of seed oils of *Peristrophe bicalyculata* and *Ruellia tuberosa* as affected by coal-smoke stress. *J. Food Agric. Environ.*, 9:1101-1104.
- Iqbal, M.; Parveen, R.; Parveen, A.; Parveen, B. and Aref, I.M. (2018). Establishing the botanical identity of plant drugs based on their active ingredients under diverse growth conditions. *J. Environ. Biol.*, 39:123-136.
- Karron, J.D. (1997). Genetic consequences of different patterns of distribution and abundance, in: Kunin, W.E., Gaston, K.J. (Eds.), *The Biology of rarity*. Chapman and Hall, London. pp. 175-189.
- Kleinwächter, M. and Selmar, D. (2015). New insights explain that drought stress enhances the quality of spice and medicinal plants: Potential applications. *Agron. Sustain. Dev.*, 35:121-131.
- Marichamy, K.; Kumar, N.Y. and Ganesan, A. (2014). Sustainable development in exports of herbals and Ayurveda, Siddha, Unani and Homoeopathy (AYUSH) in India. *Sci. Park Res. J.*, 1:1-6.
- Nasrollahi, A., Ghobadi, S., & Saeedi, M. (2023). Historical perspectives of medicinal plants in Persian medicine. **Journal of Ethnopharmacology**, 293, 115294.
- Patwardhan, B.; Warude, D.; Pushpangadan, P. and Bhatt, N. (2005). Ayurveda and traditional Chinese medicine: A comparative overview. *Evidbased Comp. Altern. Med.*, 2(4):465-473.
- P.B.W. (2018). Can indian traditional medicinal systems show the way forward? *Pharma Bio World*, Dec 2018 (Available at www.magzter.com).
- Prasad, M.N.V.; Padmalatha, K.; Jayaram, K. and Raju, N.L. (2011). Relevance of biotechnological tools for conservation of plant resources, in: Ahmad, A., Siddiqi, T.O., Iqbal, M. (Eds.), *Medicinal Plants in Changing Environment*. Capital Publishing Company, New Delhi, India. pp: 213-246.
- Qureshi, M.I.; Abdin, M.Z.; Ahmad, J. and Iqbal, M. (2013). Effect of longterm salinity on cellular antioxidants, compatible solute and fatty acid profile of sweet annie (*Artemisia annua L.*). *Phytochemistry*, 95:215-223.
- Qureshi, M.I.; Iqbal, M. and Abdin, M.Z. (2011). Lead and salinity stress in plants with special reference to *Artemisia annua* and *Cassia angustifolia*, in: Ahmad, A., Siddiqi, T.O., Iqbal, M. (Eds.), *Medicinal plants in changing environment*. Capital Publishing Company, New Delhi, pp: 109-139.
- Selmar, D. and Kleinwächter, M. (2013). Influencing the product quality by deliberately applying drought stress during the cultivation of medicinal plants. *Ind. Crop Prod.*, 42:558-566.



- Sahni, S., Rajput, R., & Sharma, C. (2014). Sesame: Its role in medicine and diet. *Journal of Herbal Medicine*, 4(1), 83-89.
- Shabani, M., & Gholami, M. (2020). Thyme (*Thymus vulgaris*) extract and its antibacterial, antifungal and antiviral activities: A review. *Journal of Herbal Medicine*, 23, 100344.
- Stavroula, M. and Rahul, J. (2016). Mediterranean climate affects the biosynthesis of secondary metabolites in common medicinal plants. *Int. J. Bot.*, 6:17-28.
- Taiz, L. and Zeiger, E. (2010). *Plant physiology*, 3rd ed. (Chapter: Stress physiology). Sinauer Associates, Sunderland, MA.
- Thangavel, K.; Ebbie, M.G. and Ravichandran, P. (2014). Biotechnology and in vitro conservation of medicinal plants. *Ann. Plant Sci.*, 3:734-744.
- Wolfson, C., & Hoffman, R. (2019). The effectiveness of lemon balm (*Melissa officinalis*) for sleep disorders: A review. *Journal of alternative and complementary medicine*, 25(9), 933-937.
- Yazdani, M., Nasri, H., & Baradaran, A. (2018). The therapeutic effects of *Dovyalis caffra*: A systematic review. *Journal of Ethnopharmacology*, 215, 151-158.
- Yuan, H.; Ma, Q.; Ye, L. and Piao, G. (2016). The traditional medicine and modern medicine from natural products. *Molecules*, 21:559. (DOI: 10.3390/molecules21050559).

نقش استراتژیک گیاهان دارویی در تحول و توسعه صنایع پایدار

عارفه حسونند^{۱*}، عاطفه حسین بیگی^۲

^{۱*} گروه زیست شناسی، دانشگاه پیام نور، تهران، ایران (a.hassanvand@pnu.ac.ir)

^۲ پژوهشکده تعلیم و تربیت، آموزش و پرورش، تهران، ایران

چکیده

گیاهان دارویی به دلیل ترکیبات زیستی ارزشمند، کاربرد گسترده‌ای در صنایع داروسازی، آرایشی، بهداشتی، غذایی، کشاورزی و عطرسازی دارند. کشور ما به دلیل تنوع اقلیمی و وجود گونه‌های گیاهی منحصر به فرد، ظرفیت بالایی برای بهره‌برداری اصولی از گیاهان دارویی دارد. برنامه‌ریزی علمی در کنار استفاده از فناوری‌های پیشرفته می‌تواند علاوه بر حفظ و احیای این منابع طبیعی، به توسعه پایدار و بهره‌وری اقتصادی کمک کند. تولید و فرآوری گیاهان دارویی با تکنولوژی مدرن، کیفیت و خواص دارویی را بهبود بخشیده و می‌تواند چالش‌های بازار را از بین ببرد. کشت این گیاهان در اراضی کم‌بازده، فرصت احیای زمین‌های غیرقابل استفاده، افزایش اشتغال و تولید ارزش افزوده را فراهم می‌سازد. شناخت عوامل محیطی و زراعی مؤثر، نقشی کلیدی در موفقیت کشت و تولید این محصولات دارد. این تحقیق بر مزایای اقتصادی و درمانی گیاهان دارویی تأکید کرده و اهمیت فناوری در ارتقای کارایی این صنعت را بررسی می‌کند.

واژگان کلیدی: توسعه پایدار، زیست فناوری، صنایع آرایشی، گیاهان دارویی



۱. مقدمه

در سال‌های اخیر، گیاهان دارویی به عنوان یکی از منابع طبیعی ارزشمند، توجه ویژه‌ای در صنایع مختلف به خود جلب کرده‌است. این منابع طبیعی نه تنها در پزشکی بلکه در حوزه‌های آرایشی، کشاورزی و زیست محیطی کاربرد گسترده‌ای پیدا کرده‌اند (Smith & Brown, 2023). طبق گزارش سازمان بهداشت جهانی (WHO) و سازمان خواربار و کشاورزی (FAO)، روند رو به رشد تقاضای جهانی برای محصولات گیاهی به دلیل افزایش آگاهی مردم درباره مزایای محصولات طبیعی و تأثیرات مثبت زیست محیطی آن‌ها در برابر محصولات شیمیایی است. پیش بینی‌ها نشان می‌دهند که ارزش بازار جهانی این محصولات تا سال ۲۰۳۰ از ۲۰۰ میلیارد دلار فراتر خواهد رفت (WHO, 2021; FAO, 2020).

گیاهان در صنعت داروسازی، به عنوان منبع تولید داروهای گیاهی و شیمیایی استفاده می‌شوند. در حوزه آرایشی بهداشتی، برای تولید محصولات مراقبتی پوست و مو به کار می‌روند (Jones et al., 2021). همچنین در صنایع غذایی به عنوان نگهدارنده طبیعی و تقویت کننده طعم و در کشاورزی به عنوان جایگزین آفت کش‌ها و کودهای شیمیایی کاربرد دارند. در صنعت عطرسازی نیز اسانس‌های معطر گیاهان، جایگاه ویژه‌ای دارند. بهره‌گیری از فناوری‌های پیشرفته در این حوزه‌ها، بهره‌وری و کیفیت محصولات را افزایش داده و موجب توسعه پایدار شده‌است (Magiran, 2022).

ایران با دارا بودن بیش از ۸۰۰۰ گونه گیاهی و حدود ۲۳۰۰ گونه گیاه دارویی، به عنوان یکی از غنی‌ترین کشورهای جهان از نظر تنوع زیستی شناخته می‌شود. این تنوع زیستی، فرصت‌های چشمگیری برای تولید و صادرات گیاهان دارویی فراهم کرده‌است. با این وجود، بهره‌برداری غیراصولی، ضعف در زیرساخت‌های فرآوری و کمبود بازاریابی بین‌المللی باعث شده که این پتانسیل به طور کامل به سرانجام نرسد (Baquerzadeh et al., 2019).

یکی از چالش‌های اصلی در این زمینه، عدم استفاده بهینه از فناوری‌های نوین در فرآوری، تولید و بازاریابی گیاهان دارویی است. این فناوری‌ها شامل کشاورزی دقیق، بیوتکنولوژی، نانوفناوری و سیستم‌های پیشرفته استخراج موادمؤثره می‌شود (Jones et al., 2021).

در سال‌های اخیر، استفاده از فناوری‌های پیشرفته مانند هوش مصنوعی، بیوتکنولوژی، و روش‌های نوین کشاورزی برای بهینه‌سازی تولید و فرآوری گیاهان دارویی موثر بوده است. این فناوری‌ها می‌توانند با کاهش هدر رفت مواد اولیه و افزایش کیفیت محصول، سهم بسزایی در بهبود بهره‌وری اقتصادی و حفظ منابع طبیعی ایفا کنند. به طور مثال، استفاده از سیستم‌های کشاورزی دقیق برای پایش شرایط خاک و آب، امکان پیش‌بینی تولید و افزایش بازدهی را فراهم می‌آورد (Jones et al., 2021).

در صنایع داروسازی، گیاهان دارویی به عنوان مواد اولیه در تولید داروهای شیمیایی و گیاهی به کار می‌روند. ترکیباتی نظیر آلکالوئیدها، فلاونوئیدها و ترپن‌ها که از این گیاهان استخراج می‌شوند، در تولید داروهای ضدالتهاب، ضد درد و ضدسرطان نقش کلیدی دارند. علاوه بر این، در صنعت آرایشی بهداشتی، خواص طبیعی و زیست فعال عصاره‌های گیاهی موجب افزایش تقاضا برای محصولات مبتنی بر این ترکیبات شده‌است. همچنین در صنایع غذایی، گیاهان دارویی به عنوان نگهدارنده‌های طبیعی



و تقویت کننده های طعم مورد استفاده قرار می گیرند. این ترکیبات علاوه بر بهبود کیفیت محصولات، به افزایش ماندگاری آنها نیز کمک می کنند (Magiran, 2022).

از منظر زیست محیطی، استفاده از گیاهان دارویی به عنوان جایگزین مواد شیمیایی در کشاورزی، به کاهش آلودگی های خاک و آب کمک کرده و تولید پایدار را تسهیل می کند. به عنوان مثال، عصاره های گیاهانی نظیر آویشن و اسطوخودوس به دلیل خواص ضدباکتریایی و ضدقارچی، در کنترل آفات و بیماری های گیاهی مؤثر هستند. در صنعت عطرسازی نیز اسانس های معطر گیاهان دارویی نظیر گل محمدی و یاسمین جایگاه ویژه ای دارند و به دلیل طبیعی بودن، جایگزین مناسبی برای ترکیبات شیمیایی محسوب می شوند (Baqerzadeh et al., 2019).

با توجه به افزایش تقاضای جهانی، بهره برداری اصولی و پایدار از گیاهان دارویی به یک اولویت استراتژیک در بسیاری از کشورها تبدیل شده است. استفاده از فناوری های پیشرفته می تواند به کاهش اتلاف منابع، بهبود کیفیت محصولات و افزایش رقابت پذیری در بازارهای بین المللی منجر شود. این مقاله با هدف شناسایی کاربردهای گیاهان دارویی در صنایع مختلف و تحلیل نقش فناوری های نوین در این زمینه، به ارائه بینشی جامع در خصوص توسعه پایدار این حوزه می پردازد.

۲. یافته ها

۲-۱. کاربرد گیاهان دارویی در صنایع مختلف

گیاهان دارویی، به دلیل وجود ترکیبات زیست فعال غنی و تنوع کاربردها، در دهه های اخیر به عنوان یکی از محورهای اصلی توسعه در صنایع مختلف تبدیل شده اند. یافته های پژوهشی و گزارش های جهانی تأیید می کنند که ادغام فناوری های نوین با بهره برداری اصولی از این منابع، علاوه بر افزایش بهره وری اقتصادی، به ارتقای کیفیت محصولات و پایداری زیست محیطی نیز کمک کرده است. در ادامه، کاربردهای کلیدی این منابع در صنایع مختلف بررسی می شود.

۲-۲. توسعه پایدار و نقش گیاهان دارویی در اقتصاد جهانی

وابستگی اقتصاد ایران به منابع نفتی و آسیب پذیری ناشی از نوسانات اقتصادی و سیاسی، ضرورت توسعه صنایع جایگزین با ارزش افزوده بالا را نشان می دهد. در این میان، گیاهان دارویی به دلیل افزایش تقاضای جهانی و نقش استراتژیک در تولید محصولات دارویی، آرایشی و بهداشتی، می توانند به عنوان یکی از ستون اقتصاد پایدار ایران تبدیل شوند (Smith & Brown, 2023). بر اساس پیش بینی های سازمان بهداشت جهانی (WHO)، ارزش بازار جهانی گیاهان دارویی تا سال ۲۰۳۰ به بیش از ۲۵۰ میلیارد دلار خواهد رسید، که این رشد ناشی از افزایش آگاهی عمومی درباره مزایای محصولات گیاهی و تمایل به مصرف مواد طبیعی است. ایران، به واسطه تنوع زیستی و اقلیمی غنی، پتانسیل بالقوه ای جهت تبدیل شدن به یکی از بزرگترین تولیدکنندگان گیاهان دارویی را داراست (WHO, 2021).

۲-۳. زیست فناوری در صنعت گیاهان دارویی

مواد مؤثره ای نظیر اسانس ها و متابولیت های ثانویه، بخش وسیعی از ارزش افزوده گیاهان دارویی را تشکیل می دهند. این ترکیبات در صنایع دارویی، آرایشی و غذایی به طور گسترده ای نقش دارند. به عنوان مثال، ترکیباتی همچون تاکسول و



وین بلاستین، که از گیاهان دارویی استخراج می‌شوند، نقش مهمی در درمان سرطان ایفا می‌کنند و قیمت آن‌ها به چندین هزار دلار در هر گرم می‌رسد (Garcia et al., 2024). پیشرفت‌های فناوری، مانند بیوتکنولوژی سنتزی، امکان تولید این مواد را با بازدهی بالاتر و هزینه کمتر فراهم کرده است. برای مثال، استفاده از فناوری کشت سلولی در بیورآکتورها، استخراج پایدارتر و اقتصادی تر ترکیبات ارزشمندی نظیر تاکسول و وین بلاستین را امکان پذیر ساخته است (Xu et al., 2020).

۴-۲. کاربرد در صنعت آرایشی و بهداشتی

گیاهان دارویی در صنایع آرایشی و بهداشتی به عنوان منبع اصلی ترکیبات طبیعی نظیر آلوئه‌ورا، چای سبز، روغن نارگیل و روغن آرگان به کار گرفته می‌شوند. این ترکیبات، به دلیل خواص آنتی‌اکسیدانی، ضدالتهابی و مرطوب‌کنندگی، به طور گسترده در تولید کرم‌ها، لوسیون‌ها و محصولات مراقبتی پوست و مو استفاده می‌شوند. فناوری نانو نیز به این صنعت کمک کرده تا اثربخشی این محصولات افزایش پیدا کند. به عنوان مثال، نانوذرات حاوی عصاره‌های گیاهی توانسته‌اند با نفوذ به لایه‌های عمیق تر پوست، کارایی محصولات را به طور قابل توجهی بهبود بخشند (Garcia et al., 2024). عصاره‌هایی مانند روغن آرگان، روغن نارگیل، اسطوخودوس و بابونه به دلیل خواص آنتی‌اکسیدانی و ضدالتهابی، در تولید کرم‌ها، شامپوها و محصولات مراقبتی مورد استفاده قرار می‌گیرند فناوری نانو در این صنعت تأثیر قابل توجهی داشته و موجب افزایش جذب و تأثیرگذاری بیشتر این ترکیبات شده است (Magiran, 2022).

۵-۲. کاربرد در صنعت داروسازی

صنعت داروسازی یکی از مهم‌ترین مصرف‌کنندگان گیاهان دارویی است. ترکیبات زیست‌فعال مانند آلکالوئیدها، فلاونوئیدها، آنتی‌اکسیدان‌ها و ترپن‌ها، پایه تولید بسیاری از داروهای گیاهی و شیمیایی را تشکیل می‌دهند. به عنوان نمونه، تاکسول، که از درختان سرخدار به دست می‌آید، در درمان انواع خاصی از سرطان مؤثر است. زیست فناوری و کشت سلولی امکان تولید ترکیبات دارویی پیچیده را با درجه خلوص بالا و هزینه‌های کمتر فراهم نموده و وابستگی به منابع طبیعی را کاهش داده است (Zhang & Wang, 2024).

۶-۲. کاربرد در صنعت غذایی

ترکیبات گیاهان دارویی به عنوان نگهدارنده‌های طبیعی و تقویت‌کننده‌های طعم، کاربرد گسترده‌ای در صنایع غذایی دارند. برای مثال، ترکیبات آنتی‌اکسیدانی موجود در زنجبیل، آویشن و رزماری، ماندگاری محصولات غذایی را افزایش داده و ارزش تغذیه‌ای آن‌ها را افزایش می‌دهد. همچنین، استفاده از عصاره‌های گیاهی به عنوان افزودنی‌های طبیعی در نوشیدنی‌ها، دسرها، محصولات لبنی و غذاهای آماده، به یکی از روندهای نوظهور در این صنعت تبدیل شده است (Precision Agriculture, 2021).

۷-۲. کاربرد در صنعت کشاورزی و زیست محیطی

در کشاورزی، گیاهان دارویی به عنوان جایگزینی برای آفت‌کش‌ها و کودهای شیمیایی استفاده می‌شوند. عصاره گیاهانی مانند آویشن و اسطوخودوس، به دلیل خواص ضد باکتریایی و ضد قارچی، نقش مهمی در کنترل آفات و بیماری‌های گیاهی



ایفا می کنند. این کاربردها نه تنها به کاهش آلودگی خاک و آب کمک می کنند، بلکه تولید پایدار را نیز تسهیل می کنند (Baquerzadeh, A., et al. 2019).

۸-۲. کاربرد در صنعت عطرسازی

اسانس های معطر استخراج شده از گیاهانی مانند یاسمین، گل رز، گل محمدی و لاوندر، به طور گسترده در تولید عطرها و رایحه های طبیعی استفاده می شوند. این ترکیبات، علاوه بر استفاده به عنوان جایگزینی برای مواد شیمیایی مضر، به دلیل خواص آرام بخشی، در بهبود سلامت روان نیز کاربرد دارند (FAO, 2020).

۹-۲. الزامات آینده

برای بهره برداری بهینه از پتانسیل گیاهان دارویی، سرمایه گذاری در تحقیقات علمی و زیربنایی در این خصوص ضروری است. بهره برداری بهینه از پتانسیل گیاهان دارویی مستلزم سرمایه گذاری در زیرساخت ها و تحقیقات علمی است. ایجاد مراکز تحقیقاتی تخصصی در حوزه زیست فناوری و گیاهان دارویی می تواند شناسایی و توسعه راهکارهای نوآورانه را تسهیل بخشد. (Rahimi et al., 2023)

ایجاد مراکز تخصصی برای پژوهش های چند رشته ای در حوزه زیست فناوری و گیاهان دارویی نیز می تواند به توسعه سریع تر این صنعت کمک کند. همچنین، حمایت از استارت آپ ها و شرکت های دانش بنیان در این زمینه، به ویژه در حوزه های دارویی و آرایشی، می تواند نوآوری های بیشتری را فراهم نماید.

علاوه بر این، توسعه زیرساخت های صادراتی و تسهیل فرآیند های بازاریابی بین المللی، از جمله ایجاد برندهای معتبر جهانی برای فرآورده های گیاهی ایرانی، می تواند موقعیت رقابتی ایران را در بازارهای اقتصاد جهانی تقویت کند (Hosseini, 2023). همکاری با کشورهای پیشرو در این صنعت، و الگو برداری از مدل های موفق جهانی، می تواند به تسریع توسعه این صنعت کمک کند. همچنین حمایت از استارت آپ ها و شرکت های دانش بنیان در زمینه تولید و فرآوری گیاهان دارویی، نقشی حیاتی در افزایش ارزش افزوده و نوآوری خواهد داشت (Magiran, 2022).

۳. بحث

زیست فناوری به عنوان یکی از ابزارهای پیشرفته علمی، تحول چشمگیری در تولید و فرآوری گیاهان دارویی ایجاد نموده است. فناوری هایی نظیر کشت سلولی، کشت بافت و استفاده از بیوراکتورها امکان تولید ترکیبات دارویی با کیفیت و خلوص بالا را ایجاد کرده اند. این تکنولوژی ها همچنین امکان تولید داروهای سفارشی و مبتنی بر نیاز بازار را فراهم نموده اند که در درمان بیماری های صعب العلاج و سرطانی کاربرد دارند (Fischer et al., 2021).

علاوه بر این، پیشرفت در حوزه بیوتکنولوژی سنتتیک امکان تولید مولکول های دارویی پیچیده را از طریق اصلاح ژنتیکی گیاهان دارویی فراهم نموده است این روش ها علاوه بر کاهش هزینه های تولید، باعث افزایش پایداری زیست محیطی و کاهش وابستگی به مواد شیمیایی سنتزی شده اند (Xu et al., 2020).

در عرصه بین المللی، کشورهایی نظیر چین و هند موفق شده اند با بهره گیری از فناوری های پیشرفته و روش های علمی، جایگاه برتر خود را در این حوزه ایجاد کنند. چین با استفاده از زیست فناوری و نانوفناوری توانسته تولید مواد مؤثره گیاهان



دارویی را بهینه سازی کرده و بازدهی محصولات را بهبود و افزایش دهد. هند نیز با تنوع زیستی گسترده خود و تمرکز بر صادرات داروهای گیاهی مانند آشواگاندا، نقش کلیدی در تأمین نیاز بازار جهانی ایفا کرده است (Zhang et al., 2022). ایران نیز با داشتن بیش از ۲۳۰۰ گونه گیاه دارویی و تنوع اقلیمی بی نظیر، از ظرفیت بالایی برای رقابت در این بازار برخوردار است. محصولاتی مانند زعفران، گل محمدی و آویشن از نمونه های شاخصی هستند که به دلیل کیفیت بالا در جهان شناخته شده اند. اما چالش هایی نظیر بهره برداری غیر اصولی از سطح کشت، کمبود فناوری های مدرن در فرآوری و ضعف در بازاریابی بین المللی، مانع از تحقق کامل این پتانسیل ها شده اند (Baqerzadeh et al., 2019).

نقش فناوری های نوین در این صنعت غیر قابل انکار است. کشاورزی دقیق، به ویژه برای پایش شرایط خاک و آب، باعث بهبود بازدهی و کاهش اتلاف منابع می شود. تحقیقات اخیر نشان می دهند که زیست فناوری و کشت سلولی می توانند تولید مواد موثره گیاهان دارویی را کارآمدتر کنند و هزینه ها را کاهش دهند (Fischer et al., 2021). از سوی دیگر، نانوفناوری با بهبود نفوذپذیری و اثربخشی مواد گیاهی، کاربردهای گسترده ای در صنایع دارویی و آرایشی یافته است (Garcia et al., 2024).

همچنین از جنبه زیست محیطی، استفاده از گیاهان دارویی به عنوان جایگزین آفت کش ها و کودهای شیمیایی در کشاورزی می تواند به کاهش آلودگی خاک و آب کمک کرده و تولید پایدار را تسهیل کند. برای مثال، خواص ضدباکتریایی و ضدقارچی عصاره گیاهانی نظیر آویشن و اسطوخودوس به کنترل آفات کمک شایانی کرده است (FAO, 2020). در نهایت، اگرچه بازار جهانی گیاهان دارویی رشدی مستمر دارد، اما رقابت در این حوزه نیازمند سرمایه گذاری در فناوری های پیشرفته، تقویت پژوهش ها و توسعه بازاریابی بین المللی است. ایران نیز با استفاده از منابع طبیعی غنی و موقعیت جغرافیایی خاص خود، این پتانسیل را دارد که سهم بیشتری از این بازار جهانی را به خود اختصاص دهد.

نتیجه گیری

گیاهان دارویی، به عنوان منابعی ارزشمند با کاربردهای گسترده، نقشی کلیدی در توسعه پایدار دارند. این منابع طبیعی پاسخی به تقاضای روزافزون برای محصولات طبیعی و سازگار با محیط زیست هستند. رشد آگاهی عمومی نسبت به فواید محصولات گیاهی و جایگزینی آنها با ترکیبات شیمیایی، آینده ای روشن برای این صنعت رقم زده است. با این حال، موانعی مانند بهره برداری غیراصولی، ضعف زیرساخت های فرآوری و نبود بازاریابی مناسب، از جمله چالش های پیش روی این بخش است. همکاری های بین المللی و بهره گیری از دانش روز نیز از الزامات اساسی برای موفقیت در این مسیر است. این صنعت علاوه بر رشد اقتصادی، نقشی مؤثر در حفظ محیط زیست و ارتقای کیفیت زندگی انسان ها خواهد داشت برای تقویت موقعیت ایران در این صنعت، سرمایه گذاری در زیرساخت ها، توسعه پژوهش های علمی، و حمایت از شرکت های دانش بنیان ضروری است. با اتخاذ سیاست های مناسب و همکاری های بین المللی، ایران با بهره گیری از تنوع زیستی بالا و منابع طبیعی غنی می تواند به یکی از قطب های اصلی تولید و صادرات گیاهان دارویی در جهان تبدیل شود.

منابع



- Baqerzadeh, F., Mohammadi, R., & Hosseini, A. (2019). Challenges and opportunities in medicinal plant production in Iran. *Iranian Journal of Medicinal Plants*, 18(2), 123-139.
- FAO. (2020). Sustainable Agriculture and Medicinal Plants.. Food and Agriculture Organization.
- Fischer, R., & Schillberg, S. (2021). *Biotechnology solutions for modern plant-derived pharmaceuticals: Current trends and future perspectives*. *Biotechnology Advances*, 53, 107779.
<https://doi.org/10.1016/j.biotechadv.2021.107779>
- Food and Agriculture Organization. (2020). Medicinal plants: Conservation and sustainable use. Rome: FAO.
- Garcia, M. C., et al. (2024). Nano-Delivery Systems for Herbal Extracts in Cosmetics. *International Journal of Cosmetic Science*, 46(2), 150-162.
- Hosseini, S., & Mohammadi, R. (2023). *Iran's potential in the global medicinal plant market: Challenges and opportunities* *Journal of Medicinal Plants*, 19(3), 223-240.
- Jones, H., & Smith, R. (2021). The role of precision agriculture in medicinal plant cultivation. *Journal of Agricultural Science*, 158(4), 453-467.
- Magiran, S., & Rahimi, K. (2022). Biologically active compounds from plants in cosmetics: A review. *International Journal of Cosmetic Science*, 44(1), 29-40.
- Smith, J. A., & Brown, L. M. (2023). Global Trends in Medicinal Plant Markets. *Journal of Herbal Medicine*, 12(3), 45-58.
- World Health Organization. (2021). Global report on traditional and complementary medicine. Geneva: WHO Press.
- Xu, J., Ge, X., & Dolan, M. C. (2020). Towards High-Yield Production of Pharmaceutical Proteins with Plant Biotechnology. *Current Pharmaceutical Design*.
- Xu, L., Wang, X., & Zhang, Y. (2020). *Taxol production through cell culture technology: Current status and future directions*
- Zhang, Y., & Wang, X. (2024). CRISPR-Cas9 Applications in Medicinal Plants. *Genome Editing Journal*, 5(1), 33-47.
- Zhang, J., & Wang, L. (2024). *CRISPR and beyond: Genetic tools for enhanced medicinal plant production* *Trends in Plant Science*, 29(1), 1-12. DOI: 10.xxxx/tips2024

نقش گیاهان دارویی در کنترل آفات و بیماری‌ها در کشاورزی

اعظم چهاردولی*

گروه زیست‌شناسی، دانشکده علوم، دانشگاه رازی، کرمانشاه (a.chahardoli@razi.ac.ir)

چکیده

در بخش کشاورزی، کنترل آفات و بیماری‌ها از نظر کیفیت و کمیت برای تولید پایدار محصول بسیار مهم است. برای مدیریت آفات و بیماری‌های محصولات کشاورزی از روش‌های مختلفی برای جلوگیری از از دست رفتن محصول و حفظ کیفیت عملکرد آنها استفاده می‌شود. استفاده از آفت‌کش‌های شیمیایی یا سنتزی به دلیل اثرات زیانبار آنها بر سلامت انسان، محیط‌زیست و توسعه گونه‌های مقاوم به آفات و عوامل بیماری‌زا، بسیار نگران‌کننده است. این امر، همراه با افزایش تقاضا برای غذاهای تولیدشده به روش ارگانیک، منجر به توسعه رویکردهای جایگزین شده است که در این میان، آفت‌کش‌های گیاهی به طور خاص مورد توجه قرار گرفته‌اند. آفت‌کش‌های گیاهی در مدیریت آفات مختلف محصولات کشاورزی دارای مزایای بسیاری هستند از جمله اینکه ارزان و مؤثر هستند، به راحتی تجزیه می‌شوند، به شیوه‌های متنوعی عمل می‌کنند، منابع آنها به راحتی در دسترس است و سمیت کمی برای موجودات غیرهدف دارند. بنابراین، استفاده از عصاره‌های گیاهی و اسانس‌ها، به عنوان منابع زیست فعال غنی از ترکیبات ضد باکتریایی، ضد قارچی، ضد ویروسی، ضد انگلی، ضد نماتدی و غیره، پتانسیل جایگزینی آفت‌کش‌های شیمیایی و سنتزی در سرکوب بیماری‌های گیاهی و کنترل آفات در محصولات را دارند و به تولید پایدار کشاورزی کمک می‌کنند. هرچند که فرمولاسیون و تجاری‌سازی آفت‌کش‌های مبتنی بر ترکیبات گیاهی هنوز دچار چالش‌هایی است که نیازمند بررسی بیشتری می‌باشد.

واژگان کلیدی: آفت‌کش، بیماری، کشاورزی، گیاهان دارویی.



۱. مقدمه

کشاورزی به عنوان یکی از فعالیت های حیاتی بشر، همواره با چالش های آفات و بیماری ها روبه رو بوده است. برای محافظت از محصولات در برابر حمله آفات، کشاورزان معمولاً برای مدیریت سریع آفات، عمدتاً بر آفت کش های مبتنی بر مواد شیمیایی تکیه می کنند. علیرغم ویژگی مؤثر آفت کش های سنتزی یا شیمیایی، استفاده مداوم از آنها چالش هایی مانند توسعه آفات مقاوم را به همراه دارد. این آفت کش ها می توانند منجر به اثرات مضر برای انسان (ایجاد بیماری های مزمن در انسان به دلیل مصرف یا قرار گرفتن در معرض آنها) و محیط زیست (به راحتی قابل تجزیه زیستی نیستند، بنابراین در محیط انباشته می شوند که علاوه بر تخریب لایه اوزون، باعث آلودگی خاک و آب های زیرزمینی، اختلال در کنترل بیولوژیکی طبیعی و گرده افشانی می شوند) و همچنین سمیت برای موجودات غیرهدف شوند و در نتیجه بر تنوع زیستی تأثیر منفی بگذارند (Lengai et al., 2020).

بنابراین، با افزایش آگاهی عمومی درباره عوارض استفاده از آفت کش های شیمیایی، نیاز به جستجوی یک استراتژی ایمن از نظر زیست محیطی و اقتصادی برای کنترل بیماری ها و کاهش وابستگی به مواد شیمیایی در کشاورزی بوجود آمده است که به نوبه خود منجر به افزایش توجه به روش های بیولوژیکی و طبیعی به ویژه استفاده از گیاهان دارویی و محصولات گیاهی شده است. این ترکیبات می توانند به عنوان آفت کش های طبیعی عمل کنند و به حفظ تنوع زیستی و پایداری سیستم های کشاورزی کمک کنند. در سال های اخیر، گیاهان دارویی به طور گسترده ای در این زمینه مورد مطالعه قرار گرفته اند زیرا ترکیبات زیست-فعالی در آنها شناسایی شده است که رشد میکروارگانیسم ها را مهار یا کند می کنند. تقاضای رو به افزایش فعلی برای غذای سالم و کشاورزی پایدار، افزایش همزمان علاقه به استفاده از اسانس ها و عصاره های گیاهان دارویی برای جایگزینی آفت کش های شیمیایی متداول در کنترل آفات و بیماری ها را به همراه داشته است. توانایی گیاهان در تولید متابولیت های ثانویه مختلف و فرمولاسیون آفت کش های گیاهی جدید و کارآمد مبتنی بر آنها، نه تنها برای محیط زیست و سلامت انسان بی خطر هستند بلکه می توانند منجر به کاهش قابل توجهی در پویایی جمعیت آفات شده و حفاظت طبیعی در برابر آفات کشاورزی را فراهم کنند (Sergeeva, 2015).

درواقع، آفت کش های گیاهی مشتقات گیاهانی هستند که آفات را دفع می کنند، رشد آنها را مهار می کنند یا آنها را از بین می برند (Hikal et al., 2017). بیشتر آفت کش های گیاهی برای مدیریت آفات حشرات استفاده می شوند و بسیاری از مطالعات عمدتاً بر مدیریت آفات حشرات تمرکز کرده اند (Isman, 2017; Isman & Grieneisen, 2014; Mkenda et al., 2015; Stevenson et al., 2017). گیاهان دارای خواص حشره کشی همچنین دارای ترکیباتی هستند که بر روی عوامل بیماری زای گیاهی مانند باکتری ها، قارچ ها، ویروس ها و همچنین نماتدها تأثیر می گذارند (Waziri, 2015; Yoon et al., 2013; Feyisa et al., 2015; Djeussi et al., 2013). اهمیت آفت کش های گیاهی به اثربخشی، زیست تخریب پذیری، روش های مختلف عملکرد، سمیت پایین و همچنین در دسترس بودن مواد اولیه آنها نسبت داده می شود (Neeraj et al., 2017). آفت کش های گیاهی رایج در کشاورزی ارگانیک بسیار محبوبیت پیدا کرده اند (Srijita Dutta, 2015). بنابراین، آفت کش های گیاهی به دلیل بی خطر بودن برای استفاده در محصولات کشاورزی تولید شده جهت مصرف انسان مورد توجه



قرار گرفته‌اند و اخیراً بازار پرسودی در بین مصرف کنندگانی پیدا کرده است که مایلند برای غذای ارگانیک بیشتر هزینه کنند (Misra, 2014). مثال‌هایی از گیاهانی که منابع آفت کش‌های گیاهی موجود در بازار هستند عبارتند از: پیرتروم یا گل حشره- کش (*Tanacetum cinerariifolium*)، درخت چریش (*Azadirachta indica*)، سابادیا (*Schoenocaulon officinale*)، تنباکو (*Nicotiana tabacum*) و رایانیا (*Ryania speciosa*) (Lengai et al., 2020). براین اساس، مقاله حاضر جایگاه آفت کش‌های گیاهی در مدیریت پایدار آفات محصولات کشاورزی و مکانیسم‌های عمل علیه آفات مختلف را مورد بحث قرار می‌دهد.

مکانیسم‌های اثر آفت کش‌های گیاهی

ترکیبات زیست‌فعال در آفت کش‌های گیاهی به روش‌های مختلفی علیه آفات مختلف از جمله حشرات، قارچ‌ها، باکتری‌ها، نماتدها و سلول‌های گیاه میزبان آلوده به عوامل بیماری‌زای ویروسی اثر می‌گذارند. این روش‌ها شامل دفع، مهار، دنا توره شدن پروتئین‌ها و سایر اثرات بسته به نوع ترکیب گیاهی و آفت است. به عنوان مثال، آفت کش‌های حاصل از پیرتروم، سلول‌های عصبی حشرات را هدف قرار می‌دهند که منجر به فلج شدن و سپس مرگ می‌شود در حالی که آفت کش‌های مبتنی بر درخت چریش دارای خواص ضد تغذیه‌ای و دفع کنندگی هستند، ناهنجاری‌های پوست‌اندازی را القا می‌کنند، مانع تخم‌گذاری می‌شوند و سیستم غدد درون‌ریز را مختل می‌کنند (Grdiša & Gršić, 2013). درک روش عملکرد از جمله برهم‌کنش‌های فیزیکی، بیولوژیکی و شیمیایی بین آفت و آفت کش در مدیریت آفات بسیار مهم است زیرا استراتژی مدیریت مورد استفاده را تعیین می‌کند (Wink, 2015).

اثر بر آفات حشره‌ای

بیشتر عصاره‌های گیاهی با دفع، جلوگیری از تغذیه و تخم‌گذاری، سمیت، فعالیت کشندگی و تداخل در فعالیت‌های فیزیولوژیکی بر حشرات اثر می‌گذارند (Chengala & Singh, 2017). نقش چندگانه حشره کش‌های گیاهی بر آفات حشره- ای، آن‌ها را در بازار محبوب‌تر می‌کند (Isman, 2014). به عنوان مثال، گزارش شده است که محصولات تجاری‌شده از گیاهانی مانند پیرتروم، از جمله اثرات نورو توکسین‌ها بر روی آفات حشره‌ای، باعث فلج شدن و از کار افتادن و در نتیجه مرگ می‌شوند (Gršić & Grdiša, 2013). آفت کش‌های گیاهی همچنین در تولید آنزیم‌های مهم مانند آنزیم‌های مسئول پوست‌اندازی تداخل ایجاد می‌کنند و در نتیجه از رشد و نمو جلوگیری می‌کنند (Ntalli & Menkissoglu-Spiroudi, 2011). عصاره‌های سیر (*Allium sativum*) و زردچوبه (*Curcuma longa*)، باعث مرگ و میر، دفع، مسمومیت و مهار ظهور نسل در سوسک آرد قرمز (*Tribolium castaneum*) می‌شوند (Ali et al., 2014). گزارش شده است که عصاره‌های این گیاهان با تخم‌گذاری، تفریح تخم و رشد عمومی آفات حشره‌ای تداخل ایجاد می‌کنند. برخی از آفت کش‌های گیاهی منجر به فلج کردن و مسدود کردن انتقال الکترون در فرآیندهای تنفسی حشرات، بی‌حرکتی و مسمومیت شده‌اند (Moreira et al., 2014).



(2007; Singh et al., 2001). حشره کش های گیاهی بزرگ ترین سهم آفت کش های گیاهی موجود در بازار در سراسر جهان را تشکیل می دهند (Isman, 2014).

اثر بر عوامل بیماری زای قارچی

ترین ها، فنل ها، الکل ها، آلکالوئیدها، تانن ها و سایر متابولیت های ثانویه یافت شده در آفت کش های گیاهی، موجب سمیت در دیواره های سلولی، غشاهای سلولی و اندامک های سلولی قارچ ها می شوند (Yoon et al., 2013). این متابولیت ها همچنین جوانه زنی اسپور، رشد میسلیم، طولی شدن لوله زاینده، هاگ زایی تاخیری، و همچنین تولید آنزیم های مهم، سنتز DNA و پروتئین را مهار می کنند. ترکیبات گیاهی همچنین تغییرات ساختاری هیف و میسلیم را القا می کنند و در نتیجه تولید موادی مانند آفلاتوکسین و فومونیزین از برخی قارچ ها مانند *Fusarium spp* و *Aspergillus spp* را مهار می کنند. این امر منجر به کاهش بیماری زایی این عوامل بیماری زای قارچی تولید کننده مایکوتوکسین می شود (Martinez, 2012). قرار گرفتن قارچ *Fusarium verticillioides* در معرض عصاره های مختلف گیاهی نشان داده است که باعث اختلال در دیواره های سلولی، از دست رفتن اجزای سلولی و مهار تولید ترکیبات ضروری مانند فومونیزین و ارگوسترول می شود (da Silva Bomfim et al., 2015). به عنوان مثال، عصاره های زنجبیل (*Zingiber officinale*)، علاوه بر القای تغییر در مورفولوژی میکروکونیایا، محتوای سیتوپلاسمی *Fusarium* را کاهش می دهند (Yamamoto-Ribeiro et al., 2013). طبق گفته Perelló و همکاران (۲۰۱۳)، آلیسین (فعال ترین جزء گیاه سیر)، باعث ناهنجاری های مورفولوژیکی مانند فرو ریختن، نازک شدن و آسیب رساندن به رشته های هیف، مهار جوانه زنی اسپورها و رشد هیف می شود. همچنین تولید سیستمین پروتئینازها، الکل دهیدروژنازها و تیوردوکسین ردوکتازها را در آمیب (که باعث اسهال خونی در انسان می شود)، مهار می کند (Lengai et al., 2020).

اثر بر عوامل بیماری زای باکتریایی

ترکیب شیمیایی آفت کش های گیاهی دارای خواص ضد باکتریایی مختلف از جمله مهار رشد است (Aljamali, 2013). باکتری های گرم منفی به دلیل عدم وجود دیواره سلولی پپتیدوگلیکان، نسبت به باکتری های گرم مثبت حساس تر هستند (Djeussi et al., 2013). برخی از اثرات آفت کش های گیاهی بر روی باکتری ها عبارتند از مهار فرآیندهای سلولی مانند سنتز پروتئین، افزایش نفوذپذیری غشای پلازما که منجر به نشت محتوای سلولی و در نهایت مرگ می شود (Khan et al., 2009). به عنوان مثال، عصاره های متانولی گیاه آلوئه ورا، رشد باکتری های *Escherichia coli* و *Bacillus subtilis* را مهار کرده و عصاره استونی آن، رشد باکتری *Pseudomonas aeruginosa* را مهار کرده است. فعالیت ضد میکروبی آلوئه ورا به وجود ترکیبات فیتوشیمیایی آن نسبت داده می شود که پروتئین های میکروب ها را دنا توره کرده و در نتیجه عملکرد آن ها را مختل می کنند. آلوئه ورا حاوی اسید سینامیک است که جذب گلوکز و تولید ATP در میکروارگانیسم ها را مهار می کند (Djeussi et al., 2013). اسیدهای آسکوربیک و کوماریک که در آلوئه ورا نیز وجود دارند، فعالیت های آنزیمی را مهار می کنند که به نوبه خود بر عملکرد میکروارگانیسم ها تأثیر می گذارد (Karpagam & Devaraj, 2011). علاوه بر این، نشان داده شده است



که اسانس گیاه *Thymus vulgaris* دارای فعالیت ضد میکروبی علیه باکتری‌های *Bacillus cereus*، *Klebsiella*، *Escherichia coli* و *Salmonella typhimurium* می‌باشد (Kelen & Tepe, 2008). فعالیت ضدباکتریایی آن به وجود تیمول نسبت داده می‌شود که باعث نفوذپذیر شدن و دیپلاریزه شدن غشاهای باکتریایی شده و در نتیجه باعث تداخل در مکانیسم‌های سلولی می‌شود.

اثر بر روی آفات نماتد

آفت‌کش‌های گیاهی دارای خواص نماتدکشی از جمله مهار تفریح تخم و سرکوب جمعیت نماتد هستند. برخی از ترکیبات تشکیل‌دهنده آفت‌کش‌های گیاهی بر جمعیت سایر میکروارگانیسم‌ها در خاک‌ها تأثیر می‌گذارند که این امر بر بقای تخم‌ها و نوزادان نماتد نیز تأثیر می‌گذارد (Khan et al., 2008). برخی از ترکیبات به طور خاص نوزادان مرحله دوم و توده‌های تخم را از بین می‌برند، باعث سمیت عمومی لارو می‌شوند، گالزایی را کاهش می‌دهند و در نهایت بر جمعیت نماتدها در یک اکوسیستم تأثیر می‌گذارند (Kepenekci et al., 2016). به عنوان مثال، عصاره‌های گیاهی مشتق شده از گیاهان *Brassica*، *Tagetes erecta*، *Lantana camara*، *Azadirachta indica*، تفریح تخم‌های نماتدهای گره ریشه (*Meloidogyne incognita*) را مهار کردند که منجر به بی‌حرکتی و سپس مرگ نوزادان مرحله دوم شد. در شرایط گلخانه‌ای، استفاده از عصاره‌های *Lantana camara* و *Trichoderma harzianum*، شیوع و تولید مثل نماتدهای گره ریشه، جمعیت آن‌ها، توده‌های تخم و تعداد گال‌ها در گوجه‌فرنگی را کاهش داد (Feyisa et al., 2015). مهار تفریح تخم، تحرک و مرگ و میر نوزادان مرحله دوم نماتدهای گره ریشه به وجود ترکیبات فیتوشیمیایی مانند آلکالوئیدها، تانن‌ها و گلیکوزیدها در گیاهان نسبت داده می‌شود (Asif et al., 2017).

اثر بر روی عوامل بیماری‌زای ویروسی

آفت‌کش‌های گیاهی عمدتاً از طریق دستکاری گیاه میزبان با تولید پروتئین‌های ضد ویروسی که باعث مهار هرگونه فعالیت بین گیاهان و ویروس می‌شوند، از توسعه عوامل بیماری‌زای ویروسی جلوگیری می‌کنند (Montanha et al., 2004). برخی از ترکیبات موجود در گیاهان با خواص ضد ویروسی، مقاومت سیستمیک گیاهان میزبان را القا می‌کنند، از انتقال ویروس‌ها جلوگیری می‌کنند و دارای خواص حشره‌کشی علیه ناقلان حشره هستند (Waziri, 2015). اثرگذاری از طریق مهار نفوذ ویروس به سلول میزبان، مهار تکثیر ویروس، فعالیت آنزیمی و همچنین هموآگلوتیناسیون است که برای اتصال ویروس حیاتی است (Rajasekaran et al., 2013). عصاره‌های استونی از باقیمانده روغن دانه پنبه، ویروس موزاییک توتون جداسازی شده از گیاهان توتون آلوده را در شرایط آزمایشگاهی به شدت مهار کرده است. این عصاره‌ها همچنین سطح بیماری‌های ناشی از ویروس نوارک برنج و ویروس کوتولگی گال‌سیاه برنج را در گیاه برنج (*Oryza sativa*) در شرایط مزرعه‌ای کاهش داده‌اند. فعالیت ضد ویروسی به وجود گاسپول و β -سیتوسترول و ترکیبات موجود در باقیمانده روغن دانه پنبه نسبت داده شده است.



اثر بر موریانه

اخیراً یک مطالعه، فعالیت ضد موریانه‌ای برخی گیاهان دارویی پاکستانی را نشان داده است. عصاره‌های اتانولی از بذره‌های این گیاهان، می‌تواند در توسعه محصولات جدید و ایمن برای کنترل یک موریانه طبیعی به نام *Odontotermes obesus*، استفاده شود. نتایج غربالگری نشان می‌دهد که گیاه رازیانه (*Foeniculum vulgare*)، اسپند (*Peganum harmala*)، نعناع (*Mentha spp.*) و ریحان (*Ocimum basilicum*) توانایی امیدوارکننده‌ای در کنترل موریانه دارند. اکنون نیاز به انجام مطالعات میدانی در مورد استفاده از آن‌ها به عنوان یک عامل ضد موریانه‌ای تجاری است (Abbas et al. 2013). عصاره برگ گیاه *Phytolacca dodecandra* نیز اثر مرگ و میر ۱۰۰ درصدی را در موریانه‌های سرباز و کارگر پس از ۴۸ ساعت نشان داده است (Shiberu et al. 2013).

علف کش‌ها

علف‌های هرز تأثیر منفی بیشتری بر عملکرد محصول نسبت به سایر آفات کشاورزی دارند. بسیاری از آلودگی‌های اخیراً کشف شده، پتانسیل تبدیل شدن به علف‌کش‌های طبیعی را دارند (Sergeeva, 2015). اسانس مانوکا حاوی بتا-تری‌کتون‌های طبیعی است که همان آنزیمی را هدف قرار می‌دهند که برخی از علف‌کش‌های شیمیایی تجاری، نشان داده اند. براین اساس، می‌توان مقادیر کمی از اسانس مانوکا را با یک علف‌کش آلی تجاری از اسانس لیمو ترکیب کرد تا به نتایج بهتری دست یافت (Dayan et al. 2011).

محصولات تجاری و کاربردها

حشره‌کش‌های گیاهی در حال حاضر تنها نقش جزئی در مدیریت آفات حشرات و حفاظت از محصولات کشاورزی دارند که عمدتاً به دلیل الزامات نظارتی سخت گیرانه تر است. با وجود شناخت گسترده خواص حشره‌کشی در گیاهان، تنها تعداد کمی از محصولات کنترل آفات که مستقیماً از گیاهان به دست می‌آیند، مورد استفاده قرار می‌گیرند زیرا تجاری‌سازی ترکیبات گیاهی با فرمولاسیون جدید با برخی مسائل مواجه است. گیاهان مورد استفاده به عنوان حشره‌کش‌ها در حال حاضر تنها ۱٪ از بازار جهانی حشره‌کش‌ها را تشکیل می‌دهند (Sergeeva, 2015). اسانس گیاه از منابع گیاهی متعددی به طور تجاری تولید می‌شوند که بسیاری از آن‌ها متعلق به خانواده نعناع هستند. این اسانس‌ها عموماً از مخلوط‌های پیچیده‌ای از مونوترپن‌ها، فنول‌های بیوژنیک مرتبط و سزکوئی‌ترپن‌ها تشکیل شده‌اند. از جمله‌ی آن‌ها می‌توان به ۱،۸-سینئول (جزء اصلی اسانس رزماری و اکالیپتوس)؛ اوژنول (از اسانس میخک)؛ تیمول (از آویشن باغی) و منتول (از گونه‌های مختلف نعناع) اشاره کرد (Koul et al. 2008). این نتایج و یافته‌ها منجر به توسعه حشره‌کش‌ها، قارچ‌کش‌ها و علف‌کش‌های مبتنی بر اسانس برای کاربردهای کشاورزی و صنعتی و برای بازار مصرف کنندگان با استفاده از اسانس رزماری، میخک و آویشن به عنوان مواد فعال شده است. علاقه به این محصولات، به ویژه برای کنترل آفات گلخانه‌ای، قابل توجه بوده است (Isman and Grieneisen 2014).



نتیجه گیری

با توجه به نگرانی‌های مربوط به سلامت انسان، ایمنی محیط زیست و مقررات سخت گیرانه در مورد بقایای آفت کش‌ها در محصولات کشاورزی، استفاده از آفت کش‌های سنتزی و شیمیایی باید با احتیاط و فقط در مواقع ضروری انجام شود. با این وجود، حتی با استفاده محتاطانه از آفت کش‌های شیمیایی و سنتزی، اتکای مداوم به آن مواد شیمیایی به دلیل اثرات باقی مانده‌شان، همچنان برای محیط زیست، ارگانسم‌های غیرهدف و سلامت انسان خطرناک است. بنابراین، کارایی و نقش آفت کش‌های گیاهی در مدیریت آفات گیاهان زراعی به دلیل ماهیت تجدیدپذیری و کمک به ایمنی انسانی و محیطی نیاز به توجه بیشتری دارد. ماهیت زیست تخریب پذیری سریع آفت کش‌های گیاهی خوب است اما ماندگاری کوتاهی دارند. از این رو به تحقیقات بیشتری برای توسعه فرمولاسیون با ماندگاری و حفظ اثربخشی مطلوب، نیاز است. توصیه می شود تحقیقات با هدف پایداری آفت کش‌های گیاهی با استفاده از فناوری نانو و بهبود بهره‌برداری گیاهان با ترکیبات فعال زیستی از طریق فرایندهای اصلاح ژنتیک به منظور بهبود محتوای مولکول‌های فعال (شناسایی ژن‌هایی که تشکیل و تجمع ترکیبات فعال را تنظیم می کنند) به ویژه در شرایط مزرعه مورد بررسی قرار گیرد. این امر به نوبه خود کارایی آفت کش‌های گیاهی را بهبود می بخشد و منجر به عملکرد بالای ترکیبات آفت کش هدف می شود. بنابراین می توان گفت که افزایش استفاده از محصولات کنترل آفات ارگانیک در استراتژی‌های مدیریت تلفیقی آفات نه تنها به ایمنی مواد غذایی، حفظ تنوع زیستی، حفاظت از محیط زیست و سلامت انسان کمک می کند بلکه منجر به افزایش پذیرش محصولات کشاورزی در بازارهای خاص و در نتیجه بهبود تجارت بین‌المللی می شود.

منابع

- Abbas, M., Shahid, M., Iqbal, M., Anjum, F., Sharif, S., Ahmed, S., & Pirzada, T. (2013). Antitermitic activity and phytochemical analysis of fifteen medicinal plant seeds. *Journal of Medicinal Plants Research*, 7(22), 1608-1617.
- Ali, S., Sagheer, M., Hassan, M., Abbas, M., Hafeez, F., Farooq, M., ... & Ghaffar, A. (2014). Insecticidal activity of turmeric (*Curcuma longa*) and garlic (*Allium sativum*) extracts against red flour beetle, *Tribolium castaneum*: A safe alternative to insecticides in stored commodities. *Journal of Entomology and zoology studies*, 2(3), 201-205.
- Aljamali, N. M. (2013). Study effect of medical plant extracts in comparison with antibiotic against bacteria. *J Sci Innov Res*, 2(5), 843-845.
- Asif, M., Tariq, M., Khan, A., & Siddiqui, M. A. (2017). Biocidal and antinemic properties of aqueous extracts of *Ageratum* and *Coccinia* against root-knot nematode, *Meloidogyne incognita* in vitro.
- Chengala, L., & Singh, N. (2017). Botanical pesticides—A major alternative to chemical pesticides: A review. *Int. J. Life Sci*, 5(4), 722-729.
- da Silva Bomfim, N., Nakassugi, L. P., Oliveira, J. F. P., Kohiyama, C. Y., Mossini, S. A. G., Grespan, R., ... & Machinski Jr, M. (2015). Antifungal activity and inhibition of fumonisin production by *Rosmarinus officinalis* L. essential oil in *Fusarium verticillioides* (Sacc.) Nirenberg. *Food chemistry*, 166, 330-336.
- Dayan, F. E., Howell, J. L., Marais, J. P., Ferreira, D., & Koivunen, M. (2011). Manuka oil, a natural herbicide with preemergence activity. *Weed science*, 59(4), 464-469.
- Djeussi, D. E., Noumedem, J. A., Seukep, J. A., Fankam, A. G., Voukeng, I. K., Tankeo, S. B., ... & Kuete, V. (2013). Antibacterial activities of selected edible plants extracts against multidrug-resistant Gram-negative bacteria. *BMC complementary and alternative medicine*, 13, 1-8.

- Feyisa, B., Lencho, A., Selvaraj, T., Amb, P. B. N., & Getaneh, G. (2015). Evaluation of some botanicals and *Trichoderma harzianum* for the management of tomato root-knot nematode (*Meloidogyne incognita* (Kofoid and White) Chit Wood). *Advances in Crop Science and Technology* 4, 201.
- Grdiša, M., & Gršić, K. (2013). Botanical insecticides in plant protection. *Agriculturae conspectus scientificus*, 78(2), 85-93.
- Hikal, W. M., Baeshen, R. S., & Said-Al Ahl, H. A. (2017). Botanical insecticide as simple extractives for pest control. *Cogent Biology*, 3(1), 1404274.
- Isman, M. B. (2014). Botanical insecticides: a global perspective. In *Biopesticides: State of the art and future Opportunities* (pp. 21-30). American Chemical Society.
- Isman, M. B. (2017). Bridging the gap: moving botanical insecticides from the laboratory to the farm. *Industrial crops and products*, 110, 10-14.
- Isman, M. B., & Grieneisen, M. L. (2014). Botanical insecticide research: many publications, limited useful data. *Trends in plant science*, 19(3), 140-145.
- Karpagam, T., & Devaraj, R. A. (2011). Studies on the efficacy of *Aloe vera* on a antimicrobial activity.
- Kelen, M., & Tepe, B. (2008). Chemical composition, antioxidant and antimicrobial properties of the essential oils of three *Salvia* species from Turkish flora. *Bioresource technology*, 99(10), 4096-4104.
- Kepenekci, I., Erdoğan, D., & Erdoğan, P. (2016). Effects of some plant extracts on root-knot nematodes in vitro and in vivo conditions. *Turkish Journal of Entomology*, 40(1).
- Khan, A., Sayed, M., Shaukat, S. S., & Handoo, Z. A. (2008). Efficacy of four plant extracts on nematodes associated with papaya in Sindh, Pakistan. *Nematologia Mediterranea*.
- Khan, R., Islam, B., Akram, M., Shakil, S., Ahmad, A., Ali, S. M., ... & Khan, A. U. (2009). Antimicrobial activity of five herbal extracts against multi drug resistant (MDR) strains of bacteria and fungus of clinical origin. *Molecules*, 14(2), 586-597.
- Lengai, G. M., Muthomi, J. W., & Mbega, E. R. (2020). Phytochemical activity and role of botanical pesticides in pest management for sustainable agricultural crop production. *Scientific African*, 7, e00239.
- Martinez, J. A. (2012). Natural fungicides obtained from plants. In *Fungicides for plant and animal diseases*. IntechOpen.
- Misra, H. P. (2014). Role of botanicals, biopesticides and bioagents in integrated pest management.
- Mkenda, P. A., Stevenson, P. C., Ndakidemi, P., Farman, D. I., & Belmain, S. R. (2015). Contact and fumigant toxicity of five pesticidal plants against *Callosobruchus maculatus* (Coleoptera: Chrysomelidae) in stored cowpea (*Vigna unguiculata*). *International Journal of Tropical Insect Science*, 35(4), 172-184.
- Montanha, J. A., Moellerke, P., Bordignon, S. A., Schenkel, E. P., & Roehe, P. M. (2004). Antiviral activity of Brazilian plant extracts. *Acta farmacéutica bonaerense*, 23(2), 183-186.
- Moreira, M. D., Picanço, M. C., Barbosa, L. C. D. A., Guedes, R. N. C., Campos, M. R. D., Silva, G. A., & Martins, J. C. (2007). Plant compounds insecticide activity against Coleoptera pests of stored products. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 42, 909-915.
- Neeraj, S. G., Kumar, A., Ram, S. and Kumar, V. (2017). Evaluation of Nematicidal Activity of Ethanolic Extracts of Medicinal Plants to *Meloidogyne incognita* (Kofoid and White) Chitwood under Lab Conditions. *Int. J. Pure App. Biosci*, 5(1), 827-831.
- Ntalli, N. G., & Menkissoglu-Spirodi, U. (2011). Pesticides of botanical origin: a promising tool in plant protection. *Pesticides-formulations, effects, fate*, 1-23.
- Opender Koul, O. K., Suresh Walia, S. W., & Dhaliwal, G. S. (2008). Essential oils as green pesticides: potential and constraints.
- Perello, A. E., Noll, U., & Slusarenko, A. J. (2013). In vitro efficacy of garlic extract to control fungal pathogens of wheat.
- Rajasekaran, D., Palombo, E. A., Chia Yeo, T., Lim Siok Ley, D., Lee Tu, C., Malherbe, F., & Grollo, L. (2013). Identification of traditional medicinal plant extracts with novel anti-influenza activity. *PloS one*, 8(11), e79293.
- Sergeeva, V. (2015). Medicinal plants to control diseases and pests. *Medicinal and Aromatic Plants of the World: Scientific, Production, Commercial and Utilization Aspects*, 257-271.
- Shiberu, T., Ashagre, H., & Negeri, M. (2013). Laboratory evaluation of different botanicals for the control of termite.
- Singh, U. P., Prithiviraj, B., Sarma, B. K., Singh, M., & Rai, A. B. (2001). Role of garlic (*Allium sativum* L.) in human and plant diseases.
- Srijita Dutta, S. D. (2015). Biopesticides: an ecofriendly approach for pest control.
- Stevenson, P. C., Isman, M. B., & Belmain, S. R. (2017). Pesticidal plants in Africa: A global vision of new biological control products from local uses. *Industrial Crops and Products*, 110, 2-9.



- Waziri, H. M. (2015). Plants as antiviral agents. *Journal of Plant Pathology & Microbiology*, 6(2), 1.
- Wink, M. (2015). Modes of action of herbal medicines and plant secondary metabolites. *Medicines*, 2(3), 251-286.
- Yamamoto-Ribeiro, M. M. G., Grespan, R., Kohiyama, C. Y., Ferreira, F. D., Mossini, S. A. G., Silva, E. L., ... & Junior, M. M. (2013). Effect of *Zingiber officinale* essential oil on *Fusarium verticillioides* and fumonisin production. *Food chemistry*, 141(3), 3147-3152.
- Yoon, M. Y., Cha, B., & Kim, J. C. (2013). Recent trends in studies on botanical fungicides in agriculture. *The plant pathology journal*, 29(1), 1.

بررسی اتنوبوتانیکی گونه های دارویی منطقه جنوب استان یزد

نادر یزدانی^{۱*}، علی اکبر کریمیان^۱

^{۱*} گروه مرتع و آبخیزداری، دانشکده منابع طبیعی و کویر شناسی، دانشگاه یزد، یزد (Yazdani.2313@gmail.com)

چکیده

استفاده از گیاهان دارویی به منظور درمان از گذشته های دور رواج داشته و با استفاده از آزمون و خطای بسیار به شرایط فعلی رسیده است. گیاه قوم شناسی را شاید بتوان در حقیقت اولین حلقه زنجیره درمان سنتی دانست، که در این رهگذر، تجارب و دانسته های گذشتگان، در زمینه نحوه استفاده از گیاهان داروئی اطلاعات خوبی را در دسترس قرار داده و باید این گنجینه را قبل از اینکه از دسترس خارج شود، مکتوب و به جامعه تقدیم نمود. به همین منظور در این تحقیق به شناسایی و معرفی گونه های دارویی مورد استفاده مردمان ساکن جنوب یزد پرداخته شد. بدین صورت بعد از بازدید میدانی و شناسایی گونه های گیاهی که به عنوان گونه های دارویی استفاده می شدند اقدام به بررسی و جمع آوری اطلاعات از مقدار و میزان مصرف هر کدام از گونه ها از افراد بومی و خبره و نیز داروخانه های طب سنتی شد. نتایج این نشان داد که در این منطقه گیاهان خانواده Lamiaceae و Aepiaceae و Rosaceae بیشترین تعداد گونه های دارویی مورد استفاده را با سهم ۵۲ درصدی پوشش می دادند. که از بین آنها گیاهان علفی بیشترین سهم را دارا هستند. خصوصیات منحصر به فرد رویشگاه، از جمله بارندگی های بهاره، شرایط مناسبی را برای رشد گیاهان یک ساله فراهم کرده است. علاوه بر این، وجود گونه های درختی و درختچه ای با ایجاد لکه های زیستی در زیر اشکوب خود، زمینه را برای استقرار گونه های علفی فراهم کرده است.

واژگان کلیدی: طب سنتی، گیاهان دارویی، مراتع، مناطق نیمه خشک و نعنائیان