مجموعه مقالات

اولین کنفرانس بین المللی زیست شناسی گیاهان دارویی

دانشگاه قم، اسفند ماه ۱۴۰۱

شماره ۲

بسم الله الرحمن الرحيم

کنفرانس بین المللی زیست شناسی گیاهان دارویی

International Conference on BIOLOGY OF MEDICINAL PLANTS

محورهای همایش:

- فیزیولوژی تغذیه و متابولیسم گیاهان دارویی
- سیستماتیک و تنوع زیستی گیاهان دارویی
- زیست فناوری و ژنتیک گیاهان دارویی
- بیوشیمی و متابولیت های ثانویه گیاهان دارویی
- رشدونمو و تکوین گیاهان دارویی
- جلبک ها و گلسنگ های دارویی
- مردم گیاهشناسی و سنت های دیرینه
- کاربرد گیاهان دارویی در صنایع مختلف

ISC
Islamic World Science Citation Center
کد اختصاصی: ۰۱۲۲۰-۴۸۳۷۰

دانشگاه قم

نهم الی یازدهم اسفند ماه
۱۴۰۱

bio-medplant@qom.ac.ir
www.biomedplant.ir
@bio_medicinalplants

برای ورود به سایت کنفرانس
کیوآرکد را اسکن نمایید

مجموعه مقالات ارائه شده در

اولین کنفرانس بین المللی زیست شناسی گیاهان دارویی

جلد دوم

رشد و نمو و تکوین گیاهان دارویی

فیزیولوژی تغذیه و متابولیسم گیاهان دارویی

دانشگاه قم – اسفند ۱۴۰۱

فهرست مطالب

دیباچه i

پیام انجمن فیزیولوژی گیاهی ایران ii

قطعنامه کنگره زیست گیاهان دارویی قم ۱۴۰۱ iv

کمیته علمی همایش vi

کمیته اجرایی همایش vii

مجموعه مقالات کنفرانس: رشد و نمو و تکوین گیاهان دارویی ۱

Optimization of Seed Germination and Antioxidant Conditions of Keluss Seedlings Under Potassium Nitrate Pretreatment ۲

اثر تاریخ کاشت و دور آبیاری بر صفات رویشی گوار(لوبیا خوشه ای) در شهرستان کاشمر ۸

اثر تنظیم کنندههای رشد بر رنگیزههای فتوسنتزی و تولید دانه گیاه شبیو ۱۷

اثر کلرید کلسیم بر برخی ویژگیهای مورفولوژیکی گیاه دارویی خرفه (*Portulaca oleracea*) تحت نور LED آبی-قرمز ۲۵

اثر استفاده ازسطوح مختلف جیبرلیک اسید بر برخی شاخص‌های جوانه زنی بومادران (*Achillea millefolium* L.) در شرایط تنش خشکی ۳۳

ارزیابی فاکتورهای جوانه زنی تحت تنش شوری توسط نرمافزار تحت وب «GerminaQuant for R» (مطالعه موردی: آشواگاندا) ۳۹

ارزیابی مقایسه‌ای ریزازدیادی گیاه دارویی مرزه (*Satureja hortensis* L.) ۴۷

بررسی اثر تراکم و الگوی کاشت بر خصوصیات رشد و عملکرد گشنیز و کدوی دلمه‌ای در کشت مخلوط ۵۳

بررسی اثر غلظتهای مختلف اسید آسکوربیک بر جوانهزنی بذر *Withania somnifera* ۶۰

بررسی اثرات کم آبیاری به روش‌های PRD و RDI بر خصوصیات رشد، عملکرد اسانس و کارآیی مصرف آب در گشنیز ۶۸

بررسی تأثیر آرژنین و سدیمنیتروپروساید بر ویژگی‌های مرفوفیزیولوژیکی گیاهان لوبیا سبز تحت تنش شوری ۷۶

بررسی تاثیر روشهای مختلف کنترل علفهای هرز بر خصوصیات کیفی گیاه دارویی بادرشبو (*Dracocephalum moldavica*) ۸۳

بررسی تاثیر مدار آبیاری و تراکم بذر بر عملکرد و اجزای عملکرد گیاه کاملینای بهاره در منطقه شهرستان خلیل اباد. ۸۹

بررسی صفات جوانه زنی، فنولوژیک و اکوفیزیولوژیک پنج گونه مریم گلی (*Salvia* spp.)..... ۹۸

بررسی کاربرد سرکه چوب بر بهبود خصوصیات جوانه زنی گیاه دارویی گوار(*Tetragonoloba Cyamopsis*) ۱۰۷

بررسی مزایا و معایب کاربرد سوپر جاذب‌ها در کاشت و تولید گیاهان مرتعی..... ۱۱۵

بهبود جوانهزنی بذر و رشد گیاهچه های کرفس کوهی با کاربرد نیترات پتاسیم در مدت زمانهای مختلف ۱۲۴

تأثیر عصاره‌ی هیدروالکلی زنجبیل بر میزان لیپیدهای خون جوجه‌خروس‌های القایی آسیت تغذیه شده با و بدون پروبیوتیک..... ۱۳۲

تاثیراسیدسالیسیلیک بر شاخص های جوانه زنی و رشد اولیه گیاه استویا..... ۱۴۴

تاثیر اسانس و عصاره گیاهان دارویی بومادران و کارده بر رشد گیاه ریحان آلوده به سس..... ۱۵۱

تاثیر کود شیمیایی اوره در مرحله گلدهی بر خصوصیات مورفولوژیکی و عملکرد گل گاوزبان ایرانی (*Echium amoenum* Fisch & Mey.)..... ۱۶۰

ردپای آلودگی خاک در گیاهان دارویی..... ۱۶۶

مطالعه تأثیر سالیسیلیک اسید و تنش شوری بر برخی خصوصیات گیاه دارویی ریحان سبز (*Ocimum basilicum* L)۱۷۳

ویژگیهای زعفران و خواص درمانی بخشهای مختلف آن ۱۸۰

مجموعه مقالات کنفرانس: فیزیولوژی تغذیه و متابولیسم گیاهان دارویی..... ۱۸۷

A review of role the Commiphora Mukul and Artichoke *(Cynara)* to decrease the level of cholesterol in human..... ۱۸۸

Crocin and its therapeutics properties..... ۲۰۱

The influence of cow manure on antioxidant activities of hot pepper (*Capsicum annuum* L.)..... ۲۰۶

Effect of Different Fertilizers on Medicinal Plants..... ۲۱۳

Evaluation of nitrate in cabbage and carrot vegetables: a systematic review and meta-analysis..... ۲۲۰

Evaluation of nitrate in potato and onion vegetables: a systematic review and meta-analysis..... ۲۳۳

Fenugreek and hypertension..... ۲۴۶

Fenugreek and weight..... ۲۵۲

Graphic statistical analysis of seed treating of dragonhead (*Dracocephalum moldavica* L.) with nano-particles..... ۲۵۶

Impacts of Organic Fertilizers on yield and yield components of *Satureja mutica* Fisch. & C.A.Mey. Under Dry Farming ۲۶۱

Nano-iron by sowing density interaction analysis in dragonhead ۲۷۰

Effect of cow vermicompost on antioxidant activities and fruit quality of hot pepper (*Capsicum annuum* L.) ۲۷۴

اثر بهبود دهنده سولفید هیدروژن در گیاه اسطوخودوس (*Lavandula angustifolia*) تحت تنش شوری ۲۸۱

اثر ریزجلبک اسپیرولینا بر رشد گیاه دارویی ریحان ۲۹۲

اثر کادمیوم بر شاخص های جوانه زنی و رشد اولیه گیاهچه های گیاه کوشیا (*Kochia scoparia*) ۳۰۰

اثر کلرید کلسیم بر روی برخی ویژگی های مورفولوژیکی میکروگرین شنبلیله (*Trigonella foenum-graceum* L.) ۳۰۷

اثر محلولپاشی کیتوزان و دیاکسیدتیتانیوم (بالک و نانو) بر شاخصهای فلورسانس کلروفیل پنج اکوتیپ ماریتیغال ۳۱۵

اثر نوع بستر بر تولید گلدانی زنجبیل در شرایط گلخانه ۳۲۲

اثرات کاربرد خارجی تریهالوز بر رشد و عملکرد گل گیاه داروئی گاوزبان ایرانی تحت شرایط تنش خشکی ۳۳۲

ارزیابی اثر لیزر و تنش کم‌آبی بر گیاه دارویی بوصیر ۳۴۰

ارزیابی اثر متابولیت های قارچ آلترناریا آلترناتا ایزوله W19 بر جوانه‌زنی بذر گیاه خرفه ۳۵۴

ارزیابی اثر متابولیت های قارچ آلترناریا آلترناتا بر علف‌هرز خرفه در منطقه بیرجند ۳۶۱

ارزیابی محتوای فنول و فلاوونوئید در میوه آلبالوی دانه ریز وحشی ۳۶۸

افزایش خصوصیات جوانهزنی بذر و بهبود رشد گیاهچه کرفس کوهی تحت تیمار آبشویی در مدت زمانهای مختلف ۳۷۵

آلبالوی دانه ریز وحشی میوهای با فعالیت پاداکسایشی بالا ۳۸۲

بررسی اثر تاریخ کاشت و رژیم آبیاری بر صفات زراعی و فیزیولوژیکی بالنگو شهری (*Lallemantia iberica*) ۳۸۹

بررسی اثر زئولیت معدنی بر محتوای آبی و عناصر معدنی گیاه شیرین بیان (*Glycyrrhiza glabra* L.) تحت تنش خشکی ۳۹۹

بررسی اثر همزیستی *Glomus mosseae* بر محتوای فنلی دو گونه مریم گلی ۴۰۶

بررسی اثرات محلول پاشی نانو اکسید روی و نیتروکسین بر عملکرد و درصد بابونه *Matricaria chemmomilla* در اراک ۴۱۳

بررسی تأثیر عصاره جلبک دریایی و کود مرغی بر رشد، عملکرد و صفات بیوشیمیایی گیاه دارویی سیر (*Allium sativum* L.) ۴۲۲

بررسی تیمار پس از برداشت گاما آمینوبوتیریک اسید بر عمر پس از برداشت توت فرنگی در طول نگهداری ۴۲۹

بررسی درون رایانه‌ای خواص بیولوژیکی C-phycocyanin و پپتیدهای زیست‌فعال آن ۴۳۶

بررسی ظرفیت آنتی‌اکسیدانی و عملکرد گیاه دارویی شوید تحت تأثیر محلول‌پاشی برخی پلی‌آمین‌ها ۴۴۳

بررسی محتوی فنل و فلاوونوئید در بذر خارمریم (*Silybum marianum* (L.) Gaertn) توده‌های مختلف ایران ۴۵۲

بررسی مقایسه ای اثرات اللوپاتیک منتول و اشعه ماورای بنفش بر درصد جوانه زنی بذور بابونه و همیشه بهار ۴۶۲

بررسی واکنش صفات مورفولوژیک و فنولوژیک گیاه دارویی کینوا در شرایط تنش شوری ۴۶۸

بررسی ویژگی های فیزیولوژیکی گیاه چای ترش تحت شرایط تنش خشکی ۴۷۷

بهبود آسیب کلیوی ناشی از دیابت ملیتوس با مصرف خوراکی پودر بابونه (*Matricaria recutita*) ۴۸۳

بهبود جذب عناصر غذایی و پروتئین دانه گیاه دارویی کاملینا با کاربرد ورمی‌کمپوست و بیوچار ۴۹۰

بهبود صفات جوانه‌زنی بذر گیاه دارویی سیاه‌دانه (*Nigella sativa* L.) با استفاده از پیش‌تیمار تغذیه‌ای ۴۹۶

بهرهگیری از باکتری *Bacillus simplex* در تولید نعناع فلفلی در شرایط استفاده از آب‌های آلوده به کادمیوم ۵۰۴

بهره‌گیری از فناوری نانو جهت شتاب‌بخشی به تولید گیاهان دارویی ۵۱۱

تاثیر SNP در کاهش سمیت ناشی از کادمیوم در مریم گلی ترکهای در شرایط درون شیشه ۵۱۸

پاسخ گیاه دارویی سیاهدانه (*Nigella sativa* L.) به کودهای ورمی کمپوست و کود فسفات زیستی ۵۲۶

پاسخ‌های سازگاری کشاورزان در برابر تغییرات اقلیمی ۵۳۲

تأثیر باکتری *Bacillus simplex* بر رشد ریحان (*Ocimum basilicum* L.) در شرایط تنش رطوبتی ۵۳۹

تاثیر برخی الیسیتور های زیستی و غیر زیستی بر محتوای ترکیبات فنل و فلاونوئیدی در کشت در شیشه پونه‌سای بینالودی ۵۴۵

تاثیر تنش شوری بر عملکرد گیاه دارویی بادرشبو (رقم بومی مراغه) ۵۵۱

تاثیر افشانه کردن گابا بر فعالیت آنزیم آنتیاکسیدانی آویشن دنایی در تنش کمبود آب ۵۵۵

تاثیر ریزموجودات مفید بر روی خصوصیات مرفولوژیکی گیاه مرزه (*Satureja hortensis*) تحت شرایط تنش شوری ۵۶۱

تاثیر زمانهای مختلف کاشت بر تسهیم ماده خشک در گیاه سیاهدانه ۵۶۷

تاثیر غلظتهای مختلف کیتوزان بر برخی شاخص های رشد در *Salvia nemorosa* L. ۵۷۳

تاثیر کاربرد کودهای آلی، شیمیایی سنتی و نانو ساختار و زیستی بر مولفه های بیوشیمیایی در گیاه داروئی بادرشبو (*Dracocephalum moldavica* L.) ۵۸۰

تاثیر کود شیمیایی اوره در مرحله گلدهی بر خصوصیات فیزیولوژیکی گل گاوزبان ایرانی (*Echium amoenum* Fisch & Mey.) ۵۸۷

تأثیر تغییر اقلیم بر آفات مهاجم گیاهان زراعی ۵۹۳

تأثیر کیتوزان و دیاکسیدتیتانیوم (بالک و نانو) بر بهبود تبادلات گازی اکوتیپهای ماریتیغال ۶۰۰

تغییرات آنزیمی حاصل از اثر نانو اکسیدروی بر گیاه نوروزک (*Salvia leriifolia* Benth.) در سطوح مختلف شوری ۶۰۷

تغییرات صفات جوانه زنی و ویژگیهای فیزیولوژیک گیاه کرچک در شرایط تنش شوری ۶۱۶

قرص ضدعفونی کننده گیاهی هوا با فرآیند تولید بر پایه دانه ارس ۶۲۳

کاهش میزان پراکسیداسیون لیپیدی آویشن در شرایط تنش کمبود آب با کاربرد گابا ۶۲۹

مروری بر اثرات درمانی گیاه همیشه بهار (*Calendula officinalis*) بر سوختگی‌های درجه یک ۶۳۶

مطالعه فارما کولوژیکی و تغییرات اسانس ریحان تحت تاثیر نانو الیسیتور زیستی ۶۴۳

مطالعه تغییرات فیزیولوژیکی و عملکرد روغن خرفه تحت شرایط کمآبی در واکنش به سالیسیلیک اسید و ابسیزیک اسید ۶۵۶

تأثیر آنتی اکسیدانت کارواکرول بر افزایش توانایی باروری مردان ۶۷۳

واکنش مورفوفیزیولوژیک گیاه دارویی آویشن باغی به تنش شوری ۶۸۳

واکنش مورفوفیزیولوژیکی و بیوشیمیایی گشنیز به کاربرد نانو سلنیوم و سالیسیلیک اسید تحت تنش کم آبی ۶۹۰

وزن حجمی و ارتباط آن با عملکرد دانه در سیاهدانه کشت شده در تاریخهای مختلف ۶۹۷

دیباچــه

جمهوری اسلامی ایران با توجه به تنوعات محیطی و اقلیمی سرشار در زمینه گیاهان دارویی و همچنین پیشینه‌ی درخشان در طب سنتی می‌تواند به‌عنوان قطب علم و فناوری منطقه، نقش بسیار کلیدی و تأثیرگذار در پیشبرد اهداف و برنامه‌های ملی، منطقه‌ای و جهانی در حوزه‌ی سلامت، خودکفایی دارویی، ایجاد اشتغال با رویکرد اقتصاد دانش‌بنیان ایفا نماید. یکی از الزامات ایفای این نقش، داشتن منابع طبیعی و زیست پایدار و بهره‌برداری درست و بهینه از آن است. از این‌رو شایسته است امر حفاظت از رویشگاه‌های گیاهان دارویی و محصولات فرعی مرتعی و جنگلی در کشور همواره مورد توجه مدیران، کارشناسان و آحاد مردم قرار گیرد تا بسترهای لازم برای توسعه زنجیره تأمین و ارزش گیاهان دارویی فراهم شود. از طرفی اولویت ما و جهان باید حمایت و بهبود این زنجیره برای سلامت جامعه بشری باشد. در همین راستا، بررسی مشکلات و چالش‌های زیست، تولید و فرآوری گیاهان دارویی و افزایش ضریب نفوذ نوآوری‌ها و فناوری‌های نو باید از مهم‌ترین مسائل کشور در این زمینه خاص باشد . کنگره "زیست گیاهان دارویی " تلاش می کند زمینه‌های مناسب برای بررسی این موضوع را ، بین استادان، پژوهش‌گران، صنعت‌گران، مدیران، کشاورزان پیشرو، تولیدکنندگان و کلیه علاقه‌مندان این حوزه ارتباط برقرار کند، و موجب هم‌افزایی دانش در این زمینه و محورهای تعیین‌شده گردد. این رویداد جهانی، با دانشگاه قم و مشارکت انجمن فیزیولوژی گیاهی ایران و اتحادیه انجمن‌های گیاهان دارویی برگزار می‌شود.

امید است این کنگره بتواند گامی مؤثر و استوار در زیست‌بوم گیاهان دارویی کشور و همچنین بهره‌برداری پایدار از منابع طبیعی بردارد و به رشد و ارتقاء ارتباطات و تعاملات دانشگاه و صنعت در میهن عزیزمان ایران بینجامد.

اینجانب فرصت را مغتنم شمرده و از زحمات بی‌شائبه تمامی همراهان گرامی و حامیان پشتیبان در برپایی این کنگره بین‌المللی قدردانی و تشکر نموده و از پیشگاه خداوند متعال برای همگان سلامتی، بهروزی و توفیق روزافزون را مسئلت می‌نمایم.

دکتر محمدباقر رضایی

دبیر علمی کنفرانس

اسفندماه ۱۴۰۱

پیام انجمن فیزیولوژی گیاهی ایران

با استعانت از پروردگار متعال، انجمن فیزیولوژی گیاهی ایران مفتخر است که در آستانه پانزدهمین سال تأسیس خود در برگزاری کنفرانس زیست‌شناسی گیاهان دارویی در تاریخ ۹ و ۱۰ اسفند ۱۴۰۱ توسط دانشگاه قم، همکاری و مشارکت نماید. انجمن فیزیولوژی گیاهی ایران با هدف توسعه و ارتقاء علم فیزیولوژی گیاهی، برقراری ارتباط مؤثر و استوار با متخصصین این رشته و سایر رشته‌های مرتبط و استفاده بهینه از ظرفیت‌های علمی-پژوهشی کشور به همت جمعی از متخصصین، پژوهشگران و اعضاء هیات علمی در سال ۱۳۸۷ تأسیس و مشغول به فعالیت شد. شایان ذکر است که این انجمن تاکنون نشست‌های تخصصی، کارگاه‌های آموزشی و همایش‌های متعدد از جمله هفت کنفرانس ملی فیزیولوژی گیاهی در دانشگاه‌های بزرگ کشور از جمله صنعتی اصفهان، یزد، تربیت مدرس، زنجان و علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان برگزار نموده است. همچنین، این انجمن حمایت از برگزاری کنفرانس‌های ملی و بین‌المللی بسیاری در زمینه علوم زیستی، آنتی‌اکسیدان‌های گیاهی، تغذیه گیاهی، کشاورزی در مناطق خشک و علوم و تکنولوژی بذر را در کارنامه آموزشی و پژوهشی خود ثبت نموده است.

اگرچه استفاده از گیاهان به عنوان دارو از زمان‌های خیلی دور در جوامع بشری متداول بوده است، با این وجود در سال‌های اخیر استفاده از محصولات دارویی گیاهی به دلیل داشتن منشأ طبیعی و احتمالاً با عوارض جانبی کمتر در مقایسه با داروهای شیمیایی مورد توجه و علاقه شدید مردم سراسر جهان قرار گرفته است. برای بسیاری از گیاهان دارویی، تمرکز اولیه تحقیقات عمدتاً در زمینه فیتوشیمی و فارماکوگنوزی این گیاهان بوده است. قابلیت اصلی گیاهان دارویی، تولید متابولیت‌های ثانویه به عنوان ترکیبات زیست فعال واجد ارزش دارویی و درمانی می‌باشد. این ترکیبات بسیار متنوع شامل ترپنوئیدها، آلکالوئیدها، ترکیبات فنلی، فلاونوئیدها، روغن‌های ضروری، استروئیدها و سایر فرآورده‌های ثانویه گیاهی هستند که علاوه بر ارزش دارویی، در صنایع شیمیایی، عطرسازی و غذایی کاربرد فراوان دارند. حضور متابولیت‌های ثانویه در گونه‌ها و جمعیت‌های مختلف گیاهی بسته به شرایط محیطی بسیار متنوع می‌باشد. این ترکیبات مستقیماً در رشد و نمو گیاه مورد استفاده قرار نمی‌گیرند و فاقد نقش ساختاری هستند. با این وجود، به لحاظ اکوفیزیولوژی، در واکنش‌های تدافعی گیاه در مقابل پاتوژن‌ها، حشرات و گیاه‌خواران، برقراری روابط همزیستی و سازگاری گیاه با تنش‌های غیرزیستی نظیر گرما، خشکی، شوری، فلزات سنگین و پرتوهای ماورای بنفش مشارکت دارند. سازوکار شیمیایی و آنتی‌اکسیدانی آن‌ها می‌تواند در عین دخالت در واکنش‌های دفاعی گیاه دارای اثرات بالقوه دارویی و درمانی برای انسان باشد. به‌طوری‌که فعالیت نوروتوکسین برخی متابولیت‌های ثانویه گیاهی در برابر گیاهخواری از طریق تأثیر بر سیستم عصبی مرکزی انسان در تهیه داروهای ضد افسردگی، آرام‌بخش، شل‌کننده عضلات و بی‌حس‌کننده ها مشارکت مؤثری داشته است. کیفیت و کمیت متابولیت‌های ثانویه و عملکرد گیاهان دارویی به‌طور قابل‌توجهی تحت تأثیر عوامل محیطی نظیر دما، شدت نور، میزان رطوبت، شرایط خاک و حضور جمعیت‌های میکروبی و جانوری خاک تغییر می‌کند. بنابراین، مطالعه بیشتر و عمیق‌تر برای ایجاد شرایط رشدی و محیطی مناسب، شناسایی اثرات تنش‌های مختلف زیستی و غیرزیستی بر متابولیسم ثانویه، استفاده از روش‌های کشت سلول و بافت به منظور اصلاح ژنتیکی برای دستیابی به کیفیت و کمیت بالاتر در تولید متابولیت‌های ثانویه در گیاهان دارویی بسیار ضروری است. مطالعه در زمینه شرایط رشد گیاهان دارویی، علاوه بر اینکه می‌تواند آگاهی و شناخت از سازوکار عمل و توانایی فراورده‌های ثانویه گیاهی در مقابله با شرایط محیطی ارتقاء بخشد، گامی

مفید در راستای بهینه‌سازی کارآمد و پایدار تکنیک‌های کشت در شرایط محیطی مختلف با هدف افزایش کیفیت و کمیت متابولیت‌های ثانویه در گیاهان خواهد بود. شناسایی و کلونینگ ژن‌های درگیر در مسیر بیوسنتزی این ترکیبات به کمک مهندسی متابولیک می‌تواند علاوه بر بهبود تحمل گیاه در مقابله با تنش‌های محیطی، گام مؤثری در جهت تحریک سنتز متابولیت‌های ثانویه در سیستم‌های کشت گیاهی به کمک تکنیک‌های زیست‌فناوری مدرن باشد. بدیهی است تعامل هرچه بیشتر و همکاری سازنده‌تر بین متخصصین و پژوهشگران حوزه فیزیولوژی گیاهی، زیست‌فناوری گیاهی، ژنتیک گیاهی، فیتوشیمی و فارماکوگنوزی می‌تواند در تحقق اهداف مرتبط با هر تخصص و در نهایت رشد و توسعه زیرساخت‌های پایدار در تولیدات گیاهی دارویی کشور سهم بسزایی داشته باشد.

امید است که کنفرانس زیست‌شناسی گیاهان دارویی بتواند گامی مؤثر و مفید در راستای آشنایی با آخرین دستاوردهای پژوهشی در زمینه گیاهان دارویی، ارتباط و تبادل اطلاعات علمی بین اساتید، متخصصین، پژوهشگران و دانشجویان علاقمند و معرفی محققان و دانش‌آموختگان دانشگاهی توانمند این حوزه با هدفمند نمودن پژوهش‌های علمی مربوطه باشد.

دکتر مریم شهبازی

رئیس کمیته علمی کنفرانس و رئیس هیات مدیره انجمن فیزیولوژی گیاهی ایران
اسفندماه ۱۴۰۱

قطعنامه کنگره زیست گیاهان دارویی قم ۱۴۰۱

به نام خدای مهربان

با یاری ایزد منان و همیاری انجمن فیزیولوژی گیاهی ایران، اتحادیه انجمن‌های گیاهان دارویی و دانشگاه قم، اولین کنفرانس بین المللی زیست‌شناسی گیاهان دارویی در سال جهانی علوم پایه در روزهای نهم و دهم اسفند ماه سال ۱۴۰۱ با شرکت متخصصین بین المللی، اعضای هیات علمی دانشگاه‌ها، مراکز و موسسه‌های پژوهشی، کارشناسان و دانشجویان تحصیلات تکمیلی در شهر مقدس قم برگزار شد. ارائه آخرین نوآوری‌ها و دستاوردهای علمی در کنفرانس زیست شناسی گیاهان دارویی در زمینه علوم مرتبط و ارائه راه‌حل‌های مناسب در مورد چالش‌های موجود کشور می‌تواند برای نیل به حفظ منابع طبیعی و تنوع زیستی با ارزش کشور و توسعه گیاهان دارویی و بهره‌برداری مناسب جهت ارتقا سطح سلامت جامعه مفید واقع شود.

شرکت‌کنندگان در این کنفرانس خواهان توجه بیشتر متخصصین، پژوهشگران، برنامه‌ریزان و مسئولان اجرایی کشور به موارد زیر می‌باشند:

با عنایت به اهمیت و جایگاه علم زیست‌شناسی به عنوان یکی از رشته‌های علوم پایه و نظر به توانایی‌های قابل توجه جامعه زیست‌شناسان کشور و غنای کشور ایران از نظر پوشش گیاهی بویژه گیاهان دارویی، شرکت‌کنندگان این کنفرانس بر توجه بیشتر به آموزش و پژوهش بنیادی و پایه در حوزه گیاهان دارویی تاکید نمودند.

با توجه به تهدید تنوع زیستی کشور در اثر دخالت های بی‌رویه انسانی و افزایش روزافزون تعداد گونه‌های در معرض خطر انقراض و دانش سنتی مرتبط با آنها، شرکت‌کنندگان این کنفرانس بر ضرورت حساسیت و توجه بیشتر جامعه علمی، سازمان‌های دولتی و غیردولتی و نیز آحاد مردم بر حفظ این ذخایر ارزشمند و برنامه‌ریزی جهت پیشگیری از برداشت بی‌ضابطه گیاهان دارویی و ارائه سازوکار نظارتی در راستای بهره‌برداری علمی و کنترل شده به عنوان یک اولویت تاکید نمودند.

شناسایی گیاهان دارویی بومی و بومزاد کشور و شناخت یافته‌ها و دانش سنتی مرتبط با آنها، تعیین پروفایل مواد موثره در آنها به منظور معرفی پتانسیل و شناسنامه‌دار کردن این گونه‌ها در اولویت قرار گیرد.

شرکت‌کنندگان این کنفرانس ضمن اعلام آمادگی خود جهت کمک به تصمیم‌سازی و برنامه‌ریزی در سطح کلان کشور در حوزه‌های مرتبط با گیاهان دارویی با تاکید بر علوم نوین و استفاده از توانمندی‌های علمی و تخصصی انجمن فیزیولوژی گیاهی ایران و اتحادیه انجمن‌های گیاهان دارویی تاکید دارند.

تسهیل ایجاد شرکت‌های دانش بنیان و ایجاد شرکت‌های حدواسط از قبیل شتابدهنده‌ها جهت تکمیل زنجیره ایده تا محصول و توسعه فناوری مواد اولیه دارویی، بهداشتی و مکمل‌ها با حمایت‌های مادی و معنوی دولت و سازمان‌های مربوطه، همچنین زمینه‌سازی به منظور کارآفرینی و رونق اشتغال، بازاریابی، برند سازی و صادرات مورد تاکید قرار گرفت.

استفاده کاربردی از نتایج پژوهش‌های حوزه گیاهان دارویی در دانشگاه‌ها و مراکز تحقیقاتی کشور توسط سازمان‌های دولتی ذیربط از قبیل وزارت جهاد کشاورزی، بهداشت، درمان و آموزش پزشکی، صنایع داروسازی و شرکت‌های خصوصی مورد تاکید می‌باشد.

از نظر شرکت‌کنندگان این کنفرانس، ایجاد پالایشگاه‌های تخصصی و به روزرسانی و اقتصادی کردن روش‌های استخراج مواد طبیعی و توسعه صنایع تبدیلی به منظور جلوگیری از صادرات گیاهان دارویی به صورت خام و استاندارد سازی تولید فرآورده‌های طبیعی حائز اهمیت ویژه می‌باشد.

برنامه‌ریزی علمی جهت توسعه کاشت و پرورش ارگانیک و سالم گونه‌های اقتصادی دارویی با بهره‌گیری از متخصصین دانشگاهی کشور ضروری می‌باشد.

ارتقا سطح آمادگی فناوری در حوزه گیاهان دارویی از طریق گسترش ارتباطات بین‌المللی جهت تبادل علوم و فناوری های حوزه زیست‌شناسی، فیتوشیمی، زیست‌فناوری و تولید مواد موثره دارویی ضروریست در اولویت قرارگیرد.

شرکت‌کنندگان در این کنفرانس از همکاری‌های همه‌جانبه و مجدانه ریاست محترم، معاونین و مدیران محترم، اعضای محترم هیات علمی، دانشجویان و کارکنان عزیز دانشگاه قم و مسئولین و مدیران محترم اجرایی شهر و استان قم در برگزاری شایسته اولین کنفرانس بین‌المللی گیاهان دارویی که زمینه تبادل یافته‌های علمی و پژوهشی صاحب‌نظران این حوزه را فراهم آورد، صمیمانه قدردانی می‌نمایند.

کمیته علمی همایش

دبیران

رئیس کمیته علمی: دکتر مریم شهبازی

دبیر کمیته علمی: دکتر محمد باقر رضایی

اعضا

- آقای دکتر محمد باقر رضایی، رئیس انجمن اتحادیه انجمنهای گیاهان دارویی ایران
- خانم دکتر مریم شهبازی، دانشیار زیست شناسی گیاهی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان
- آقای دکتر محسن شریفی، دانشیار فیزیولوژی گیاهی دانشگاه تربیت مدرس تهران
- خانم دکتر فائزه قناتی، استاد فیزیولوژی گیاهی دانشگاه تربیت مدرس تهران
- آقای دکتر مرتضی یوسف زادی، استاد فیزیولوژی گیاهی، دانشگاه قم
- آقای دکتر رضا شیخ اکبری مهر، استادیار سیستماتیک گیاهی، دانشگاه قم
- آقای دکتر منصور شریعتی، استاد فیزیولوژی گیاهی دانشگاه اصفهان
- آقای دکتر علی اکبر احسانپور، استاد فیزیولوژی گیاهی دانشگاه اصفهان
- آقای دکتر وحید نیکنام، استاد فیزیولوژی گیاهی دانشگاه تهران
- آقای دکتر پرویز احسان زاده، دانشیار زراعت و اصلاح نباتات دانشگاه صنعتی اصفهان
- آقای دکتر افشین توکلی، دانشیار زراعت و اصلاح نباتات دانشگاه زنجان
- آقای دکتر منصور افشارمحمدیان، دانشیار فیزیولوژی گیاهی دانشگاه گیلان
- آقای دکتر حمیدرضا صادقی‌پور، دانشیار فیزیولوژی گیاهی دانشگاه گلستان
- خانم دکتر مهناز اقدسی، دانشیار فیزیولوژی گیاهی دانشگاه گلستان
- آقای دکتر نادر چاپارزاده، استاد فیزیولوژی گیاهی دانشگاه شهید مدنی آذربایجان
- خانم دکتر سمر خیامیم، بانک ژن ملی ایران، موسسه تحقیقات و اصلاح بذر و نهال
- آقای دکتر علی اکبر قطبی راوندی، استادیار فیزیولوژی گیاهی دانشگاه شهید بهشتی
- خانم دکتر رویا رضوی زاده، دانشیار فیزیولوژی گیاهی، دانشگاه پیام نور اصفهان
- خانم دکتر لیلا شبانی، دانشیار فیزیولوژی گیاهی دانشگاه شهر کرد
- خانم دکتر پرژک ذوفن، عضو هیات علمی فیزیولوژی گیاهی دانشگاه شهید چمران اهواز
- خانم دکتر عذرا صبورا، دانشیار فیزیولوژی گیاهی، دانشگاه الزهرا
- خانم دکتر لیلا زرندی، استادیار فیزیولوژی گیاهی دانشگاه شهید مدنی آذربایجان
- خانم دکتر سارا خراسانی نژاد، استادیار فیزیولوژی گیاهان باغی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان
- آقای دکتر مرتضی ابراهیمی، رئیس پژوهشکده گیاهان دارویی اصفهان
- آقای دکتر علی جلیلیان، عضو هیات علمی پژوهشکده گیاهان دارویی اصفهان

کمیته اجرایی همایش

دبیر اجرایی: دکتر مرتضی یوسف زادی

دبیرخانه کنفرانس:

مسئول: دکتر رضا شیخ اکبری مهر

اعضاء: زهرا بی‌غم، زهره قنبریان، نرگس لطیفی، کوثر ناصری، امیرحسین نصیری همراه

کمیته اسکان و پذیرایی :

مسئول: مهندس ابولقاسم سجادی

اعضاء: امیرحسین نصیری همراه، حمیدرضا رازقی، محمدعلی حیدری

کمیته سالن و اجرا :

مسئول: دکتر حسین نبی زاده

اعضاء: کوثر ناصری، سیدمحمدسجاد سجادی، زینب نادرپور، فاطمه علی‌مددی

کمیته نمایشگاه و غرفه ها :

مسئول: دکتر ابراهیم چراغی

اعضاء: حمیدرضا رازقی، محسن نوری، محمدعلی حیدری، امیرمحمد علیوردی لو

کمیته پذیرش و امور دبیرخانه:

مسئول: دکتر میثم مسعودی

اعضاء: هاجر شیروانی، زهرا خوانساری، فاطمه یزدانی‌تنها، نرگس لطیفی

دبیر امور اجرایی کنفرانس: دکتر غلامرضا راونجی

مجموعه مقالات کنفرانس:

رشد و نمو و تکوین گیاهان دارویی

Optimization of Seed Germination and Antioxidant Conditions of Keluss Seedlings Under Potassium Nitrate Pretreatment

Khadijeh Ahmadi[1], Heshmat Omidi[1*], Elias Soltani[2]

[1]Department of Agronomy and Crop Breeding, College of Agriculture and Medicinal Plants Research Center, Shahed University, Tehra, Iran

[2] Department of Agronomy and Plant Breeding Sciences/College of Aburaihan, University of Tehran, Tehra, Iran

Abstract

In this research, pre-germination priming with the osmotic solution was used to improve the germination percentage of Keluss. Seeds in a Petri dish with concentrations (0.1, 0.2, 0.3, 0.4, 0.5, and 0.6%) of KNO_3 solution at a constant temperature of 2°C for 12, 24, 48, and 72 h were placed in the growth chamber. Germination percentage was different based on the duration of priming as well as the concentration of priming. Based on the germination percentage 14 days after absorption, the most promising priming conditions were treatment with 0.4 and 0.3% KNO_3 for 72 h at a constant temperature of 2°C and 0.2 to 0.4% KNO_3 for 48 h. Both concentrations of 0.3% and 0.4% in 24, 48 and 72 h showed a reasonable germination percentage of more than 85%. Improvement in growth and increase in antioxidant activity was observed in concentrations of 0.2 to 0.4 and 48 and 72 h. In general, priming with concentrations of 0.2 to 0.4% of KNO3 for 48 and 72 h is a recommended method for better domestication and conservation that can be practically used to increase germination and antioxidant enzymes at 2°C in the Keluss. This study aimed to develop techniques that improved Keluss germination.

Keywords: Antioxidant, Keluss, priming**.**

* e-mail for the corresponding author: omidi@shahed.ac.ir

1. Introduction

Mountain celery (*K. odoratissima*) with the Persian name Keluss, is a perennial and aromatic plant from the Apiaceae family, one of the species with medicinal value in the Zagros region, which has ecological and economic importance (Mozaffarian, 2007). Keluss contains two groups of essential oil and flavonoid compounds. Flavonoids are an important part of the compounds of this plant, which have anti-inflammatory, antiviral, anti-diabetic, and anti-cancer effects (Gandomkar, 1999). Due to its excessive harvesting at the beginning of the vegetative period and the relatively long time required for establishment and seed production, this plant does not have the opportunity to regenerate and produce seeds, many of its natural habitats in Central Zagros have been destroyed, and are at risk of extinction. (Ahmadi et al., 2020). One of the simple techniques that improve the strength and establishment of seedlings and thus the efficiency of the plant in fields is seed priming. During priming, seeds usually absorb a little water to the extent that it does not reach germination (root emergence), but allows the occurrence of a series of physiological and biochemical processes before germination (Basra et al., 2004). Potassium nitrate is one of the osmotic compounds used in seed pretreatment and it improves germination, seedling growth, and seedling structure index and also increases the activity of alpha-amylase, dehydrogenase, and catalase enzymes under environmental stress (Chang-Zheng et al., 2002). The study by Sarkar et al. (2020) showed on bamboo seeds that hydropriming and priming with potassium nitrate increased seed germination. The purpose of this research was to break seed dormancy and improve seedling growth under different levels of potassium nitrate concentration for four periods of time at a constant temperature of 2°C on the characteristics of seed germination, and some Keluss antioxidant enzymes.

2. Material and methods

2.1. Experimental site

The current study was conducted at Seed Technology Laboratory of Agricultural Sciences Faculty of Shahed University, Tehran, Iran during the period from 22 June 2022 to 22 August 2022. *K. odoratissima* Mozaff seeds were collected from their natural habitat in Fereydounshahr, Isfahan province in September 2021.

2.2. Experimental design and plant growth conditions

The cultivation was in a Petri dish with a constant temperature of 2°C after applying the priming treatment and duration. The experiment was carried out as a factorial in the form of a completely randomized basic design in four replications. Each replication consisted of 24 Petri dishes and 25 Keluss seeds were grown in each petri dish. The test factors included potassium nitrate (0.1, 0.2, 0.3, 0.4, 0.5 and 0.6% weight/volume) in four priming duration (12, 24, 48 and 72 h). Before applying the pretreatment, the seeds were placed in disposable glasses that were prepared like a strainer, and the seeds were placed inside the strainer so that they would not be submerged. For 7 days, ice was used to wash the seeds in such a way that the germination inhibiting substances were washed from the surface of the seeds by melting the ice. And the seeds were not immersed in the extract obtained from seed washing, and the washing process was provided as in the natural conditions of the plant. Then the seeds were placed in containers containing potassium nitrate solution and refrigerated at 2°C for the specified period. After washing the seeds, 25 seeds were placed in a Petri dish with a diameter of 10 cm and a height of 2 cm on Whatman No. 1 filter paper and transferred to a refrigerator at a temperature of 2°C in the dark. This experiment was carried out for two months. The confirmation of germination determined the end of the experiment, and after the end of the experiment, the measurements started.

2.3. Biochemical attributes of seeds

Biochemical attributes of KNO_3 and priming duration seeds were determined following the methods of Hedge and Hofreiter (1962) for soluble carbohydrates using anthrone reagent, Roberts and White-House (1976) for alpha-amylase, Nakano and Asada (1981) for ascorbate peroxidase enzyme, Aebi (1984) for catalase enzyme and Chance and Maehly (1995) for peroxidase enzyme.

2.4. Data analysis

To analyze the data variance, the SAS 9.1 statistical software was used. The comparison of means of traits was performed using the LSD test at a 5% probability level. Excel software was also used to plot the charts.

3. Results

Percentage and rate germination. The results of the present study showed that seed priming with KNO_3 improved Keluss seeds in the growth chamber. Germination rate and percentage were influenced by potassium nitrate concentrations and priming time (Table 1). Keluss seeds primed with 0.3% KNO3 had the highest germination percentage in all four priming times, so they showed better performance compared to other treatments. Maximum germination (97% in 72 h; 95% in 48 h) was observed in seeds treated with 0.3 concentration of KNO_3, while the lowest percentage of germination (53% "concentration 0.6%" and 56% "concentration 0.1%) was observed in 12 h. Seeds treated with 0.3% KNO_3 germinated earlier than other treatments (Fig. 1-A). The germination rate of seeds improved in concentrations of 0.2 to 0.4% and at 12 h, the germination rate increased the most (3.05 seeds per day). Keluss seeds had a high germination rate during 48 h of priming in all concentrations of potassium nitrate (Fig. 1-B).

Catalase and Peroxidase activity. The activities of catalase and peroxidase enzymes were affected by KNO_3 and the duration of priming (Table 1). The activities of catalase and peroxidase enzymes showed an increase in concentrations of 0.2 to 0.4% and decreased strongly in high concentrations. An increase in the activity of these two enzymes, which play an important role in germination, was observed at a concentration of 0.3% and a duration of 72 h (1.65 mg/g FW CAT and 35.51 mg/g FW APO). During 12 h and at a concentration of 0.6%, the activity of the antioxidant enzymes catalase (0.51 mg/g FW) and peroxidase (12.93 mg/g FW) decreased (Fig. 2).

Ascorbate activity and Alpha-amylase. KNO_3 concentrations and priming duration showed a significant effect on ascorbate peroxidase and alpha-amylase enzymes at a 1% level (Table 3). According to the treatment combination of potassium nitrate and the duration of priming, the activity of the ascorbate peroxidase enzyme at a concentration of 0.3% in a period of 48 h (5.48 mg/g FW), and a period of 72 h (5.34 mg/g FW) was the highest had the amount and decreased in high concentrations of potassium nitrate and durations of 12 and 24 h (Fig. 3-A). According to the comparison of potassium nitrate pretreatment average and priming duration, alpha-amylase enzyme activity first increased with increasing KNO3 concentration, to the point where the highest amount of this enzyme corresponds to the concentration of 0.3% (29.24% in 72 h of priming), and followed by the concentration of 0.2% (23.04% during 48 h of priming). In the following, during the concentrations of 0.5 and 0.6%, the activity of the alpha-amylase enzyme decreased. The concentration of 0.6% and the priming duration of 12h (15.99%) had the lowest amount of alpha-amylase enzyme (Fig. 3-B).

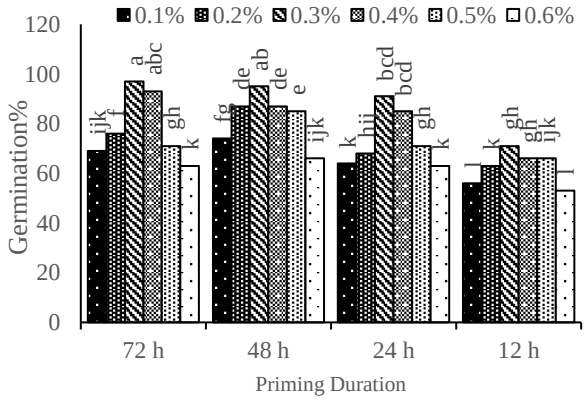


Figure 1. Comparison of the mean composition of KNO_3 and Priming duration on percentage of *K. odoratissima*.

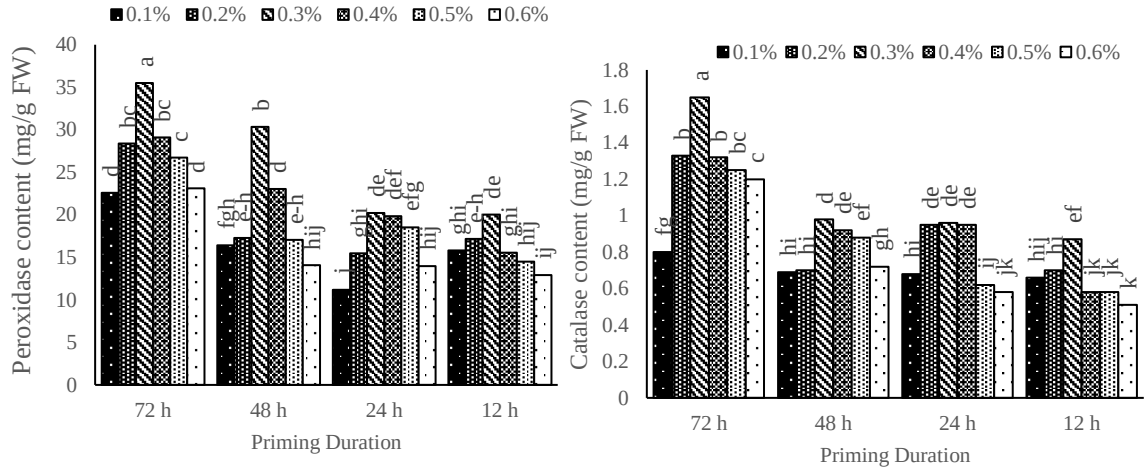


Figure 2. Comparison of the mean composition of KNO_3 and Priming duration on catalase and peroxidase activity of *K. odoratissima*.

Table 1- Analysis of variance (mean square) the different characteristics of *K. odoratissma* Mozaff. under treatments KNO_3 and Priming duration

S.O.V	Df	Germination percentage	Catalase content	Peroxidase content	Ascorbate content	Alpha-amylase
Priming Duration (PD)	3	1691.27**	1.66**	642.34**	8.76**	5.53**
KNO_3 (K)	5	1730.70**	0.09**	219.62**	1.67**	131.28**
PD*K	15	109.81**	0.15**	22.04**	0.19**	11.87**
Error	72	8.50	0.004	6.02	0.04	1.01
CV %	-		7.74	12.35	4.88	4.65

* * and ** indicate significant difference at P=0.05 and 0.01, respectively.

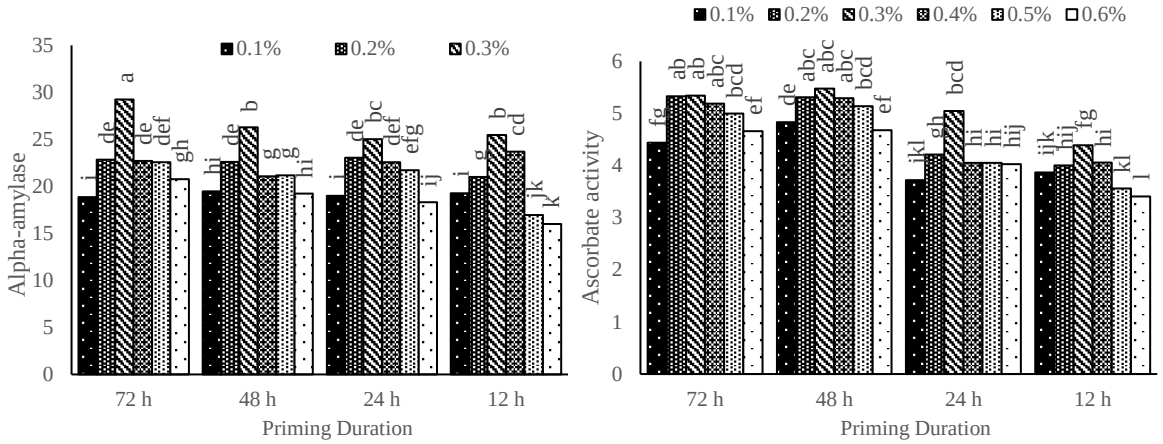


Figure 3. Comparison of the mean composition of KNO3 and Priming duration on Ascorbate activity and Alpha-amylase of *K. odoratissima.*

4. Discussion

Medicinal plant *K. odoratissma* with the name Keluss is an aromatic plant species with high industrial value in essential oil from the Apiaceae family. In nature, the existence of the sleeping mechanism in the seeds of medicinal plants, especially dark umbrella plants, causes a wide and wide variation in the germination rate and also the germination distribution over time, which this mechanism as a comparative advantage increases the chances of these plants to survive in adverse conditions (Sharifi et al., 2015). According to research results, the treatments of different levels of gibberellin, potassium nitrate, and different levels of washing at temperatures below 5 degrees Keluss had a significant effect on the final germination percentage of *Ferula assafoetida* L. seeds (Pirmoradi et al., 2013). Washing and removing inhibitory compounds around the seed coat and increasing oxygen absorption may be another important reason for increasing seed germination (Bahmani et al., 2014). Also, potassium nitrate salt causes the accumulation of nitrogen and potassium in the seed, disturbs the hormonal balance in the seed, and reduces growth-inhibiting substances (Bahmani et al., 2014). Priming increases the activity of the alpha-amylase enzyme, and the increase in the activity of this enzyme led to faster growth of *Echinacea purpurea* seedlings, which improves the establishment of the seedlings leading to an increase in yield (Ganji Arjenaki et al., 2011). The finding here could be attributed to the benefits of seed priming in enzyme activation and initiation of the germination process that gives the seeds a better start during KNO_3 priming concentrations of 0.2 and 0.3%. Ansari et al. (2016) reported that the pre-treatment of marigold seeds with potassium nitrate increased the activity of catalase, peroxidase and ascorbate enzymes and also increased the percentage and speed of germination compared to the treatment without priming. Priming increases the activity of antioxidant enzymes such as ascorbate and glutathione, as a result of which lipid peroxidation activity is reduced during germination and ultimately leads to increased germination (Makizadeh Tafti et al., 2011).

References

Aebi, H. 1984. Catalase in vitro. Methods Enzymol pp:121–126.

Ahmadi, K., Omidi, H., Amini Dehaghi, M., Naghdi Badi, H.A. 2020. Review of the botanical, phytochemical, and pharmacological characteristics of *Kelussia odoratissima* Mozaff. Journal of Medicinal Plants. 18(72): 30-45.

Ansari, K., Salehi, A., Movahedi Dehnavi, M., Heydari, S. 2016. Effect of different seed priming on germination characteristics and some antioxidant enzymes activity of *Echinacea purpurea*. Iranian Journal of Seed Science and Research. 3(3): 1-10.

Bahmani, M., Jalali, G., Tabari, M. 2014. Effects of halopriming on germination traits of medicinal plant caper small shrub (*Capparis spinosa* var. parviflora) seeds. Arid Biome Scientific and Research Journal. 4(1): 79-82.

Basra, A, Dhillon, R., Malik, C. 2004. Influence of seed pretreatment with plant growth regulators on metabolic alternations of germinating maize embryos under stressing temperature regimes. Annals of Botany. 64: 76-79.

Chance, B. Maehly, A.C. 1955. Assay of Catalase and Peroxidase. Methods in Enzymology. 2: 764-775.

Chang-Zheng, H., Jin, H., Zhi-Yu, Z., Song Lin, R., Wen-Jian, S. 2002. Effect of seed priming with the mixed-salt solution on germination and physiological characteristics of seedling in rice (*Oryza sativa* L.) under stress conditions. Journal Agriculture Life Science. 28: 175–178.

Gandomkar, M, 1999. Phytochemical study of Cereal Escape Oil. Ph.D., Faculty of Pharmacy, Tehran University of Medical Sciences. Tehran. Iran. 1999.

Ganji Arjenaki, F, Amini Dehaghi, M, Jabbari, R. 2011. Effects of priming on seed germination of marigold (*Calendula officinalis*). Advances in Environmental Biology. 5: 276–280.

Hedge, J.E., Hofreiter, B.T. 1962. In: Carbohydrate Chemistry, 17 (Eds. Whistler R.L. and Be Miller, J.N.). Academic Press, New York.

MakkizadehTafti, M, Farhoudi, R, Rastifar, M. 2012. Effect of osmopriming on seed germination of Lemon balm (*Melissa officinalis* L.) under salinity stresses. Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants. 27(4): 586-573.

Mozaffarian, V. 2007. Umbelliferae: Flora of Iran Fundamentals of Analytical Chemistry. Grupo Editorial Norma. Tehran. Iran. 1072p.

Nakano, Y., Asada, K. 1981. Hydrogen peroxide is scavenged by ascorbate-specific peroxidase in spinach chloroplasts. Plant cell Physiology. 22: 867–880.

Pirmoradi, M., Omidbaigi, R., Naghavi, M., Baghizadeh, A., Yadollahi, A. 2013. Effect of elevation and different treatments on Asafetida (*Ferula assa-foetida* L.) seed germination. Iranian Journal of Horticultural Science. *43*(4): 461-471.

Sarkar, P.K., Kumar, P.R., Singh, A.K., Bhatt, B.P. 2020. Effect of priming treatments on seed germination and seedling growth in bamboo [*Dendrocalamus strictus* (Roxb.) Nees]. Acta Ecologica Sinica. 40: 128-133.

Sharifi, H., Khajeh Hosseini, M., Rashed Mohasse, M.H. 2015. Study of seed dormancy in seven medicinal species from Apiaceae. Iranian Journal Seed Research. 2: 25-36.

اثر تاریخ کاشت و دور آبیاری بر صفات رویشی گوار(لوبیا خوشه ای) در شهرستان کاشمر

زهرا طاهریان*[۱] ، مجید طاهریان[۲]، جلال قدوسی[۳]

[۱] دانشجو کارشناسی ارشد گیاهان دارویی،گروه باغبانی، جهاد دانشگاهی واحد کاشمر، خراسان رضوی

[۲] استادیار بخش تحقیقات علوم زراعی و باغی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی خراسان رضوی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، مشهد، ایران.

[۳]مدیر گروه باغبانی، جهاد دانشگاهی واحد کاشمر، خراسان رضوی

چکیده

این پژوهش به منظور ارزیابی بهترین تاریخ کاشت و مدار های آبیاری بر شاخص‌های رویشی گیاه گوار(لوبیا خوشه ای) در شرایط اقلیمی شهرستان کاشمر در محل مرکز تحقیقات شهرستان اجرا گردید. آزمایش مزرعه ای به صورت طرح اسپلیت پلات(طرح کرتهای خرد شده)در قالب بلوکهای کامل تصادفی در سه تکرار انجام گردید. عامل اصلی دور آبیاری شامل ۷روز،۱۱روز و ۱۵روز و عامل فرعی شامل تاریخ کاشت ۱۵ اسفند،۱۵ فروردین و ۱۵اردیبهشت می باشد. بدین منظور صفات مختلف شامل ارتفاع بوته، ،وزن تر بوته، وزن خشک بوته، تعداد شاخه فرعی، تعداد غلاف، وزن هزار دانه مورد نظر بررسی گردید. نتایج نشان داد که بالاترین ارتفاع بوته و وزن هزار دانه در مدار آبیاری ۷ روز و تاریخ کشت ۱۵ اسفند مشاهده شد. البته مدار آبیاری ۱۱ روز هم در برخی صفات به لحاظ آماری تفاوت معنی‌داری با مدار آبیاری ۷ روز نداشت.

واژگان کلیدی: تاریخ کاشت، مدار آبیاری ، گوار، ارتفاع بوته، تعداد شاخه فرعی

۱. مقدمه

کشاورزی نشانه تاریخ و تمدن بشری است. رسالت کشاورزی از دیرباز تامین غذا به عنوان یکی از مهمترین نیازهای بشر تعریف شده است. بنابراین، امنیت غذایی آنقدر مهم است که امروزه به عنوان کالاهای عمومی تعریف می شود و دولت ها موظف به تامین آن هستند(Rahimi *et al*, 2021). استفاده بهینه از ظرفیت های آب و خاک در مناطق مختلف موجب استقرار و پراکندگی مناسب کشور می شود. جمعیت در این مناطق از آنجایی که حضور جمعیت فعال در مرزهای یک کشور می تواند امنیت همه جانبه را به همراه داشته باشد در این مناطق، توسعه بخش کشاورزی می تواند به ثبات امنیت در مرزها کمک کند.

جوامع روستایی به عنوان یک جامعه مولد بستر اصلی فعالیت های کشاورزی در کشور هستند. بنابراین هرگونه تغییر در بخش کشاورزی تأثیر متقابلی بر این جوامع خواهد داشت. در نتیجه، رویکرد توسعه یکپارچه کشاورزی و روستایی باید به صورت تعاملی در نظر گرفته شود. آب یک منبع طبیعی کمیاب و حیاتی و کالایی با ارزش و بی بدیل است و نقش مهمی در توسعه ایفا می کند که یکی از مهم ترین مولفه ها در تولید و حفظ تعادل و پایداری اکوسیستم ها می باشد. میانگین بارندگی سالانه ایران حدود ۲۵۰ میلی متر و تقریباً یک سوم میانگین جهانی بارندگی و پتانسیل تبخیر و تعرق آن سه برابر پتانسیل جهانی است که کشور را در گروه کشورهای خشک و نیمه خشک قرار می دهد. در مجموع میانگین بارندگی کشور ۴۱۳ میلیارد مترمکعب در سال است که ۱۳۵ میلیارد مترمکعب آن قابل استحصال است(Rostami Ahmadvandi *et al*, 2021). درطی سالهای اخیر مشکل کم آبی در منطقه کاشمر حادتر و این مشکل هر ساله تولید گیاهان زراعی را تحت تاثیر قرارمی‌دهد، بنابراین انتخاب گیاهان زراعی مناسب می‌تواند دستیابی به عملکرد قابل قبول در شرایط کمبود آب را امکان پذیر کند. گوار با نام علمی *Cyamopsis tetragonoloba* L. گیاهی یک ساله از خانواده بقولات می باشد.

این گیاه یک لگوم یک ساله تابستانه متحمل به خشکی بوده و باعث تثبیت ازت اتمسفر و افزودن بقایای آن به خاک می گردد. به دلیل اتصال غلاف ها و گل ها در محل برگ به ساقه به صورت تجمعی به لوبیا خوشه ای معروف است. این گیاه در دمای بالا(حد اکثر ۵۰ درجه)می تواند در خاک های ضعیف و مراقبت کم زراعی به خوبی رشد نماید و وارد مرحله بذر دهی شود. گوار حدود ۲۲۰۰ تا ۳۰۰۰ متر مکعب در هکتار آب نیاز دارد(مفتاحی زاده و همکاران،۱۳۹۷). ارزش تجاری بالای دانه گوار عمدتا به دلیل استخراج صمغ اندوسپرمی (گالاکتومانان) از آن است که به عنوان تجاری صمغ گوار شناخته می شود(مهدی پور افرا و همکاران، ۱۳۹۸).

کاربردهای صنعتی متنوعی از صمغ گوار را میتوان برشمرد، به طوری که هر محصولی که در آن آب یکی از اجزای سازنده باشد (مواد غذا یی، دارویی، نساجی، لوازم آرایشی و بهداشتی) و در صنایع حفاری چاه های نفت و گاز و استخراج از معادن می توان از صمغ گوار استفاده کرد(Akhtar *et al*, 2015). در یک گزارش کاربرد صمغ گوار به عنوان عامل اصلی افزایش روز افزون تقاضای جهانی معرفی شده است(Falaska *et al*, 2015).

محققان به منظور بررسی تاریخ کاشت و دور آبیاری بر روی عملکرد بذر گیاه گوار در سال ۲۰۰۲ و ۲۰۰۴ که در شهر سیسیلی ایتالیا انجام گرفت، در طول مراحل مختلف رشد، آنالیزهای مرفولوژیکی شامل ارتفاع گیاه، تعداد شاخه فرعی در هر گیاه، تعداد غلاف در هر گیاه، تعداد بذر در هر غلاف مورد بررسی قرار گرفت و نتایج نشان داد که در کاشت زود هنگام (ماه می)، مقدار ۲۶۵۰ مترمکعب در هکتار آبیاری انجام شده است (Fabio *et al*, 2014). مطالعات زیادی در خصوص اثر تنش آبی بر روی رشد گیاه گوار صورت گرفته است. اکثر نتایج محققان نشان می دهد که بیشترین تاثیر تنش آبی بر ارتفاع گیاه می باشد . (Kacir, 2004)

تاکنون تحقیقات اندکی در مورد گیاه گوار در ایران انجام شده و معرفی آن برای شروع کشت و کار در کشور نیاز به بررسی تاثیر عواملی مانند زمان کاشت و میزان آب مورد نظر بر عملکرد محصول دارد .اصولا زمان کاشت هر گیاه زراعی با توجه به رقم مورد نظر برای کشت متفاوت است، زمان کاشت رسیدگی محصول گوار را تحت تاثیر قرار می-دهد.بنابراین هدف از این مطالعه معرفی بهترین تاریخ کاشت در منطقه کاشمر و سایر مناطق آب و هوایی مشابه و واکنش گوار به تاریخ کاشت های متفاوت و استفاده این گیاه از بارشهای بهاره می‌باشد.

۲. مواد و روش‌ها

۱.۲. منطقه مورد مطالعه

این آزمایش در سال زراعی ۱۴۰۰-۱۴۰۱ در مزرعه مرکز تحقیقات کاشمر با مختصات طول جغرافیایی ۳۵ درجه و ۲۸ دقیقه شمالی و عرض جغرافیایی ۵۸ درجه و ۱۰ دقیقه شرقی و ۱۰۶۳ متر ارتفاع از سطح دریا اجرا شد. این منطقه بر اساس طبقه بندی کوپن دارای اقلیم گرم و خشک است و متوسط درجه حرارت سالیانه در این منطقه۱۸/۸درجه سانتیگراد،متوسط بارش سالیانه ۱۲۰ میلیمتر است. در گرمترین روزهای تابستان دمای آن به ۴۵ درجه و در سردترین شب های زمستان به ۵ درجه سانتی گراد زیر صفر می رسد.

۲.۲. روش تحقیق

به منظور ارزیابی اثر زمانهای مختلف کاشت و مدار آبیاری بر اجزاء عملکرد و صفات مورفولوژیک گیاه گوار این پژوهش طی دو مرحله مطالعات آزمایشگاهی و عملیات مزرعه ای در ایستگاه تحقیقاتی کشاورزی و منابع طبیعی و آزمایشگاه تکنولوژی بذر جهاد دانشگاهی کاشمر در سال۱۴۰۱ انجام شد. آزمایشات مزرعه ای در سال زراعی۱۴۰۱در ایستگاه تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی کاشمر به صورت طرح اسپلیت پلات(طرح کرتهای خرد شده) در قالب بلوکهای کامل تصادفی در سه تکرار اجرا شده است.دور آبیاری به عنوان عامل اصلی شامل ۷ روز،۱۱ روز و ۱۵ روز و تاریخ کاشت به عنوان عامل فرعی در سه تاریخ ۱۵ اسفند،۱۵فروردین و ۱۵ اردیبهشت انجام گردید. آنالیز آماری داده ها با استفاده از نرم افزار SAS شامل تجزیه واریانس طرح و مقایسه میانگین تیمارها با استفاده از روش دانکن انجام شد. نمودارها نیز با استفاده از برنامه Excel رسم شد.

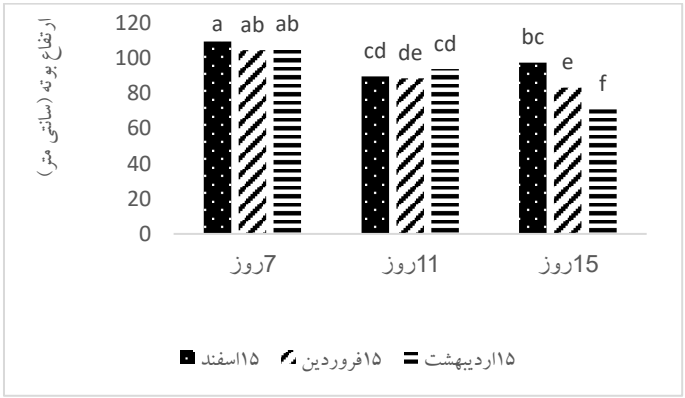
۳. نتایج

نتایج تجزیه واریانس، تأثیر مدار آبیاری و تاریخ کاشت بر همه صفات مورد بررسی گوار در سطح احتمال ۵ درصد معنی‌دار بود(جدول ۴-۱). همچنین تاثیر معنی‌داری بر صفات توسط بلوک در این بررسی مشاهده نشد.

جدول ۱- تجزیه واریانس اثر دور آبیاری و تاریخ کشت بر ویژگی های اندازه گیری شده

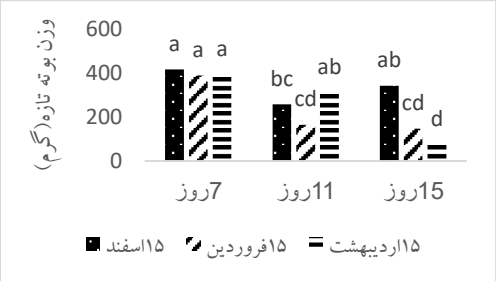
منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات					
		ارتفاع بوته	وزن بوته تازه	وزن بوته خشک	تعداد شاخه فرعی	تعداد غلاف	وزن هزاردانه
بلوک	۲	ns۱۴۲/۲۲	ns۸۱۵/۹۹۸۵	ns۵۹۳/۹۱۱۹	ns۵۱۴/۰	*۹۷۷/۵۳۳	*۵۲۶/۳
دور آبیاری	۲	**۴۲۱/۱۲۱۵	**۷۰۴/۱۰۸۰۶۷	**۴۸۲/۸۷۱۰۰	**۳۶۰/۳۳	**۲۴۷/۴۰۹۹۹	**۷۶۸/۸۲
خطای کرت اصلی	۴	ns۸۲۴/۱۶	ns۳۷۱/۳۸۲۶	ns۰۳۷/۳۵۵۵	ns۸۱۴/۰	**۱۰۶/۴۸	ns۳۷۳/۲
تاریخ کاشت	۲	**۲۹۶/۱۹۳	*۲۵۹/۲۶۸۹۶	*۸۱۵/۲۱۸۷۱	ns۴۴۸۵/۰	**۲۹۹۹/۷۷۹۶	ns۱۴۵/۱
تاریخ کاشت* دور آبیاری	۴	**۲۶۴/۱۹۲	**۱۴۸/۲۴۰۵۸	**۵۹۳/۲۱۷۰۷	ns۳۳۸/۴	**۰۹۸۹۱/۲۱۷۴	ns۲۱۵۵/۰
خطای کرت فرعی	۱۲	۵۲۳/۲۴	۲۴۱/۴۳۳۹	۷۷۸/۳۵۵۴	۸۰۸/۲	۵۶۸/۱۰۴	۸۵۳/۰
ضریب تغییرات(%)	-	۲۹۳/۵	۶۴۵/۲۳	۳۰۶/۲۴	۰۱۹/۱۵	۹۷۲/۵	۸۴۶/۱

در رابطه با ارتفاع بوته بالاترین ارتفاع بوته در مدار آبیاری ۷ روز دیده شد و مدار ۱۱ و ۱۵ روز در مرتبه بعد قرار گرفت.کمترین ارتفاع بوته در مدار ۱۵ روز البته تفاوت معنی‌داری با مدار آبیاری ۱۱ روز در تاریخ کشت ۱۵ اسفند و ۱۵ اردیبهشت نداشت. تاریخ کشت ۱۵ اسفند در همه مدارهای آبیاری بیشترین ارتفاع بوته را در برداشت.



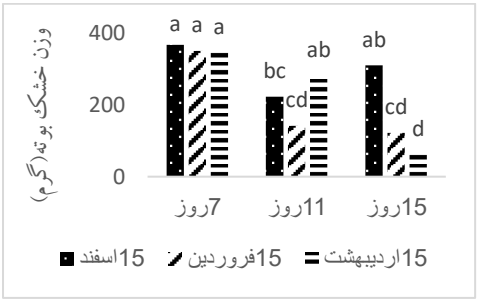
شکل ۱- مقایسه میانگین اثر مدار آبیاری و تاریخ کشت بر ارتفاع بوته

نتایج مقایسه میانگین صفت وزن تر بوته نشان داد که بیشترین وزن تر در مدار آبیاری ۷ روز و در تاریخ کشت ۱۵ اردیبهشت و ۱۵ اسفند در مدارهای آبیاری ۱۱ روز و ۱۵ روز مشاهده شد. در مدار آبیاری ۷ روز سه تاریخ کشت به لحاظ وزن تر تفاوت معنی‌داری به لحاظ آماری باهم نداشتند.

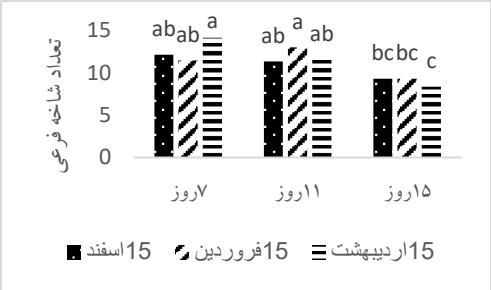


شکل ۲- مقایسه میانگین اثر مدار آبیاری و تاریخ کشت بر وزن بوته تازه

در رابطه با صفت وزن خشک بوته بالاترین وزن خشک در مدار آبیاری ۷ روز دیده شد و در مدار ۱۱ روز وزن خشک در تاریخ کشت ۱۵ اردیبهشت و در مدار ۱۵ روز تاریخ کشت ۱۵ اسفند تفاوت معنی داری با مدار آبیاری ۷ روز نداشتند . کمترین وزن خشک ۱۵ فروردین و ۱ اردیبهشت در مدار آبیاری ۱۱ و ۱۵ روز مشاهده شد. در رابطه با صفت تعداد شاخه فرعی بالاترین تعداد شاخه در مدار آبیاری ۷ و ۱۱ روز دیده شد و مدار ۱۵ در مرتبه بعد قرار گرفت. تاریخ ۱۵ اردیبهشت تعداد شاخه فرعی کم بود و به نظر می‌رسد برای منطقه کاشمر بهترین تاریخ بعد از ۱۵ اسفند ۱۵ اردیبهشت باشد.

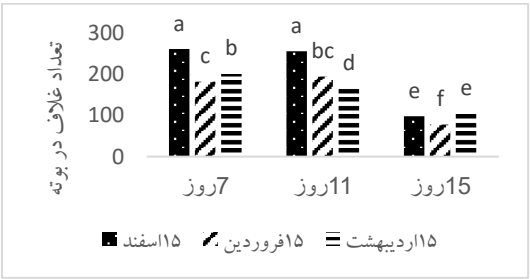


شکل ۳- مقایسه میانگین اثر مدار آبیاری و تاریخ کشت بر وزن خشک بوته



شکل ٤- مقایسه میانگین اثر مدار آبیاری و تاریخ کشت بر تعداد شاخه فرعی

نتایج مقایسه میانگین صفت تعداد غلاف نشان داد که بیشترین غلاف در مدار آبیاری ۷ و ۱۱ روز و در تاریخ کشت ۱۵ اسفند مشاهده شد. در مدار آبیاری۷ و ۱۱ روز تاریخ ۱۵ اردیبهشت در مرتبه بعد قرار گرفت ولی به لحاظ معنی داری این دو تاریخ مشابه بودند. کمترین تعداد غلاف هم در تاریخ ۱۵ اردیبهشت دیده شد.



شکل ٥- مقایسه میانگین اثر مدار آبیاری و تاریخ کشت بر تعداد غلاف در بوته

نتایج مقایسه میانگین وزن هزار دانه نشان داد که بیشترین وزن هزار دانه در مدار آبیاری ۷ روز مشاهده شد. البته قابل ذکر است به لحاظ آماری تفاوت معنی داری بین مدار ۷ و ۱۱ روز دیده نشد. مدار آبیاری ۱۵ روز در مرتبه بعد قرار داشت. در همه مدارهای ابیاری تاریخ کشت تاثیر معنی داری بر وزن هزار دانه نگذاشت به فرض مثال در مدار ۱۵ روز تاریخ کشت ها نتایج مشابهی نشان دادند.

شکل ٦- مقایسه میانگین اثر مدار آبیاری و تاریخ کشت بر وزن هزار دانه

حیدرزاده و همکاران(۱۳۹۹) با بررسی تاریخ کشت و تراکم بذر به این نتیجه رسیدند که تاریخ کشت ۲۲ اردیبهشت نتایج مشابه گزارش کردند که با پژوهش حاضر مطابقت دارد. چمنی و همکاران (۱۳۹۹) با بررسی اثر تنش خشکی بر گوار دور آبیاری ۶ روز بهترین گزار ش کردند که با نتایج این پژوهش مطابقت دارد. با توجه به ویژگی های منحصر به فرد گیاه گوار و وابستگی زیاد ایران به کشت محصولات کم آب، به نظر می رسد توسعه کشت این محصول در شرایط خشکسالی و تغییرات اقلیمی می تواند گام بزرگی در جهت امنیت غذایی کشور باشد. این هدف بدون شک برای مطالعه پایداری و سازگاری و ویژگی های زراعی- اکولوژیکی این محصول تحقیقات گسترده ای را می طلبد.

منابع

چمنی، ف.، توحیدی نژاد، ع، مهیجی،م. ۱۳۹۷.اثر تنش خشکی و اسید سالیسیلیک بر برخی صفات فیزیولوژیکی و زراعی گیاه گوار(*Cyamopsis tetragonoloba L*). نشریه فیزیولوژی گیاهان زراعی.۱۸-۵ :(۴)۱۰.

حیدرزاده، م، احتشامی، م.ر.، ربیعی، م.۱۳۹۹.اثر تاریخ کاشت و تراکم بوته بر ویژگی های کیفی، عملکرد و اجزای عملکرد گوار اثر تاریخ کاشت و *tetragonoloba Cyamopsis* در استان گیلان. فرآیند و کارکرد گیاهی ۱۸-۱ :(۳۹)۹.

مهدی پور افرا،م.،م. آقا علیخانی،ع.مختصی بیدگلی و س.صوفی زاده.۱۳۹۸.اثر زمان کاشت و تراکم بوته بر رشد و عملکرد دانه در اکوتیپ گوار(*Cyamopsis tetragonoloba* L.).مجله علوم زراعی ایران.۲۱(۲):۱۲۶-۱۰۹.

مفتاحی زاده، حیدر و حمید اوغلی، یوسف و عصاره، محمد حسن و جوانمرد داخلی، مجید ۱۳۹۷، "اثر تاریخ کشت و رژیم های مختلف آبیاری بر خواص فیتو شیمیایی سه ژنوتیپ گیاه گوار (Cyamopsis tetragonoloba L.) "،دو ماهنامه علمی- پژوهشی تحقیقات گیاهان دارویی و معطر ایران،جلد۳۴،شماره۴، ۱۳۹۷

Akhtar, Lal Hussain., Rashid, M., Muhammad, Sh.B. and Syed Awais, S. H. (2015).Genetic Analysis of some Quantitative Traits in Claster Bean (***Cyamopsis tetragonoloba* L.**). Journal of Environmental and Agricultural Sciences. 4,48-51.

Cakir, R. (2004). Effect of water stress at different development stages on vegetative and reproductive grows of corn. Feild Crops Reaserch. 89(1), 1-6.

Fabio G., Anna, I., De, L., Alfio, S., Giacomo, F., Carmelo, S., Umberto A., and Giovanni, G. (2014). Economic and environmental sustainability analysis of guar (Cyamopsis tetragonoloba L.) farming process in a Mediterranean area; two case studies. Italian Journal of Agronomy. 9, 20-24.

Falasca, S.L., M. del Fresno, M. Carolina, and S.I. Pitta Alvarez, Modeling an agroclimatic zoning methodology to determine the potential growing areas for Cyamopsis tetragonoloba (Guar gum) in Argentina. 2015.

Rahimi T., Kahrizi D., Feyzi M., Rostami Ahmadvandi H., Mostafaei M. 2021. Catalytic performance of MgO /Fe2O3- SiO2 core-shell magnetic nanocatalyst for biodiesel production of Camelina sativa seed oil: Optimization by RSM-CCD method. Industrial Crops & Products 159, 113065.

Rostami Ahmadvandi, H., Zeinodini, A., Ghobadi, R., & Gore, M. (2021). Benefits of adding camelina to rainfed crop rotation in Iran: a crop with high drought tolerance. Agrotechniques in Industrial Crops, 1(2), 91-96.

The effect of planting date and irrigation cycle on vegetative characteristics of Guar (cluster bean) in Kashmar city

Taherian, Zahra[1*], Taherian, Majid[2], Ghodoosi, Jalal[3]

[1]Master's student of medicinal plants, Department of Horticulture, University Jihad of Kashmar, Branch, Khorasan Razavi
[2] Assistant Prof., Field and Horticultural Crops Research Department, Khorasan Razavi Agricultural and Natural Resources Resaerch and Education Center, AREEO, Mashhad, Iran.
[3] Director of Horticulture Department, Academic Jihad, Kashmir Branch, Khorasan Razavi

Abstract

This research was carried out in order to evaluate the best planting date and irrigation circuits on the vegetative indicators of guar plant (cluster bean) in the climatic conditions of Kashmer city at the location of the city's research center. The field experiment was conducted in the form of a split plot design in the form of randomized complete blocks in three replications. The main factor of the irrigation cycle includes 7 days, 11 days and 15 days and the secondary factor includes the planting date of 15 March, 15 April and 15 April. For this purpose, various traits including plant height, plant fresh weight, plant dry weight, number of sub-branches, number of pods, weight of 1000 seeds were investigated. The results showed that the highest plant height and 1,000 seed weight were observed in the 7-day irrigation circuit and the planting date was March 15. Of course, the 11-day irrigation cycle was not statistically significantly different from the 7-day irrigation cycle in some traits.

Keywords: planting date, irrigation circuit, guar, plant height, number of sub-branches

اثر تنظیم کننده‌های رشد بر رنگیزه‌های فتوسنتزی و تولید دانه گیاه شب‌بو

مجید صفایی[۱]، مجید رستمی[۲*]، زهرا موحدی[۳]

[۱] دانش‌آموخته کارشناسی ارشد، گروه تولید و ژنتیک گیاهی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ملایر

[۲] گروه تولید و ژنتیک گیاهی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ملایر

[۳] گروه تولید و ژنتیک گیاهی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ملایر

چکیده

شب‌بوی معمولی با نام علمی *Matthiola incana* از خانواده *Brassicaceae* (چلیپائیان سابق) یکی از گیاهان زینتی و دارویی علفی است که اگرچه بیشتر به عنوان گیاه زینتی شناخته می‌شود ولی موارد کاربرد گسترده‌ای هم در طب سنتی و هم در طب نوین و فراورده‌های دارویی جدید دارد. عوامل متعدد داخلی و خارجی می‌تواند رشد و نمو گیاهان را تحت تاثیر قرار دهد که ازجمله آن‌ها می‌توان به تنظیم کننده‌های رشد گیاه اشاره کرد. به منظور بررسی اثر کاربرد سطوح مختلف تنظیم کننده‌های رشد بر عملکرد و برخی صفات فیزیولوژیک گیاه شب بو این آزمایش در قالب طرح کاملا تصادفی با ۹ تیمار و سه تکرار انجام شد. تیمارهای آزمایش شامل کاربرد اکسین، سیتوکینین، اسید جیبرلیک و اسید سالیسیلیک به همراه تیمار شاهد بود. هر یک از ترکیبات شیمیایی در دو غلظت متفاوت محلول‌پاشی شدند. براساس نتایج اثر تیمارهای مختلف بر میزان رنگیزه‌های فتوسنتزی (کلروفیل *a*، کلروفیل *b*، کاروتنوئیدها) و همچنین نسبت کلروفیل *a* به کلروفیل *b* در برگ شب‌بو معنی‌دار بود. بیشترین میزان کلروفیل *a* و کلروفیل *b* در تیمار محلول‌پاشی سیتوکینین با غلظت زیاد مشاهده شد، درحالی‌که بیشترین میزان کاروتنوئیدها مربوط به تیمارهای کاربرد اکسین و اسید جیبرلیک بود. تاثیر ترکیبات مورد استفاده بر تعداد خورجین در بوته و همچنین تعداد دانه در هر خورجین متفاوت بود. اگرچه در تیمار شاهد بیشترین تعداد دانه در خورجین مشاهده شد ولی در این تیمار تعداد خورجین تشکیل شده در هر بوته به صورت معنی‌داری کمتر از برخی از تیمارهای مورد استفاده بود. کاربرد اکسین در هر دو سطح کم و زیاد باعث شد که تعداد خورجین در بوته به صورت معنی‌داری در مقایسه با شاهد افزایش یابد.

واژگان کلیدی: تعداد خورجین، چلیپائیان، کلروفیل، کاروتنوئیدها، گیاهان دارویی

ایمیل نویسنده مسئول

E-mail: majidrostami7@yahoo.com

۱. مقدمه

شب‌بوی معمولی با نام علمی *Matthiola incana* از خانواده Brasicaceae یکی از گیاهان زینتی و دارویی علفی است. این جنس شامل ۵۵ گونه یک‌ساله، دوساله و چندساله‌های علفی است. این گونه‌ها بومی اروپا، جنوب غربی و مرکز آسیا و شمال آفریقاست (Salehi, 2013). بسیاری از گیاهانی که در این خانواده قرار دارند از قدیم به عنوان گیاهان دارویی در نقاط مختلف دنیا و از جمله ایران مورد استفاده قرار می‌گرفته‌اند. وجود گل‌های فراوان و معطر باعث شده تا گیاه شب‌بو بیشتر به عنوان یک زینتی مورد توجه قرار گیرد. با این وجود خواص دارویی فراوان این گیاه در طب سنتی و همچنین طب نوین به اثبات رسیده‌است. در برخی از کشورها از جمله ایتالیاکل شاخساره گیاه را به عنوان دمنوش دارویی استفاده می‌کنند در حالی‌که در نقاط دیگر از گل‌ها یا دانه‌های شب‌بو برای درمان مواردی مانند درد معده، بیماری‌های قلبی، سرفه، اگزما و مشکلات عصبی استفاده می‌شود (Miceli et al., 2021).

ثابت‌شده است که مواد تنظیم‌کننده رشد گیاهی در غلظت‌های بسیار کم، می‌توانند در کنترل بعضی از جنبه‌های رشد و نمو گیاهی تأثیر داشته باشند و این تاثیرات از هنگام جوانه‌زنی بذر تا زمان پیری و مرگ گیاه ادامه دارد. پس‌از آن‌که اکسین‌ها به‌عنوان اولین گروه از مواد تنظیم‌کننده رشد گیاهان کشف شدند، گروه‌های دیگری از مواد رشد گیاهی به نام جیبرلین، اسید آبسیزیک، سیتوکنین و اتیلن پیدا شدند. به دنبال آن براسینواستروئیدها، سالیسیلات‌ها و جاسمونات‌ها نیز به‌عنوان جدیدترین مواد تنظیم کننده رشد گیاهی جایگاه ویژه‌ای پیداکردند (فتحی و اسماعیل‌پور، ۱۳۷۹).

مطالعات نشان داده‌اند که تأثیر کاربرد خارجی تنظیم کننده‌های رشد به عوامل گوناگونی مانند نوع گونه، مرحله نموی گیاه، روش کاربرد و غلظت بستگی دارد. به عنوان مثال هرچند افزایش غلظت اکسین موجب طویل شدن سلول‌های ساقه می‌شود؛ اما اثر بازدارندگی نیز دارد یعنی اکسین با همان غلظتی که سبب تشدید طویل شدن اندام هوایی می‌شود، طویل شدن ریشه را کند می‌سازد. موارد مشابهی نیز برای سایر ترکیبات گزارش شده است. در آزمایشی گزارش شد که اسید سالیسیلیک در غلظت‌های پایین‌تر در رفع آسیب اکسایشی نقش مؤثر دارد، ولی غلظت‌های بالای آن سبب بروز تنش در گیاه می‌گردد (Nemeth et al., 2002).

برخی از اثرات کاربرد این ترکیبات از جمله تاثیر آن‌ها بر رنگیزه‌های فتوسنتزی در پژوهش‌های بیشتری مورد بررسی قرار گرفته‌است. نتایج تحقیقی که روی دو گیاه مرزنجوش و ریحان انجام شد نشان داد که با محلول‌پاشی اسید سالیسیلیک میزان رنگیزه‌های فتوسنتزی و از جمله کلروفیل افزایش یافت (Kang et al., 2003). سیتوکینین نیز می‌تواند مستقیماً پارامترهای فتوسنتزی مانند میزان کلروفیل، سنتز و تجزیه پروتئین‌های فتوسنتزی، انتقال الکترون و فعالیت‌های آنزیمی را تحت تأثیر قرار دهد (Pospisilova et al., 2005). مطالعه حاضر با هدف بررسی تاثیر کاربرد خارجی تنظیم‌کننده‌های رشد بر وضعیت رنگیزه‌های فتوسنتزی و همچنین تغییرات برخی از اجزای عملکرد دانه گیاه شب بو انجام شد.

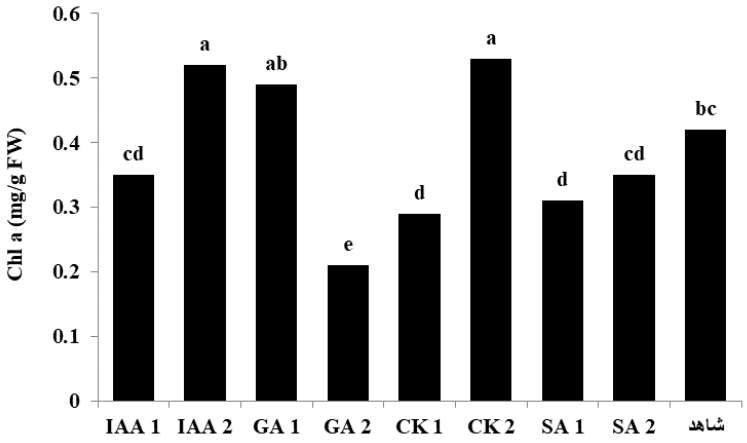
۲. مواد و روش‌ها

۱.۲. روش تحقیق

آزمایش به‌صورت طرح کاملاً تصادفی با ۹ تیمار و ۳ تکرار در شرایط گلخانه انجام شد. تیمارهای آزمایشی شامل کاربرد اکسین با غلظت ۹ قسمت در میلیون (IAA1)، کاربرد اکسین با غلظت ۱۸ قسمت در میلیون (IAA2)، کاربرد اسید جیبرلیک با غلظت ۱۸ قسمت در میلیون (GA1)، کاربرد اسید جیبرلیک با غلظت ۳۶ قسمت در میلیون (GA2)، کاربرد سیتوکینین با غلظت ۱۱ قسمت در میلیون (CK1)، کاربرد سیتوکینین با غلظت ۲۲ قسمت در میلیون (CK2)، کاربرد اسید سالیسیلیک با غلظت ۷ قسمت در میلیون (SA1)، کاربرد اسید سالیسیلیک با غلظت ۱۴ قسمت در میلیون (SA2) و تیمار شاهد بود. در تیمار شاهد به‌منظور یکنواختی بیشتر شرایط آزمایش و کاهش خطای آزمایشی هم‌زمان با تیمارهای محلول‌پاشی هورمونی آب مقطر بر روی گیاه پاشیده شد. انتخاب غلظت هر یک از هورمون‌ها با توجه به بررسی نتایج سایر محققین صورت پذیرفت. پس از اعمال تیمارها در طول فصل از برگ‌های کاملا توسعه یافته گیاه جهت سنجش میزان رنگیزه‌های فتوسنتزی استفاده شد و پس از استخراج رنگیزه‌ها توسط محلول استون ۸۰ درصد میزان کلروفیل a، کلروفیل b و کارتنوئید موجود در برگ‌ها به روش اسپکتروفتومتری مورد سنجش قرار گرفت (Arnon, 1949). در پایان فصل رشد و هم‌زمان با زرد شدن بوته‌ها خورجین‌های تولیدشده در هر بوته به صورت مجزا جمع‌آوری و شمارش شد. پس از یک هفته نگهداری خورجین‌ها در دمای اتاق و خشک شدن کامل آن‌ها، تعداد بذر تولید شده در هر خورجین شمارش و ثبت شد. برای آنالیز نتایج و داده‌های آزمایش از نرم افزار Minitab استفاده شد و مقایسه میانگین‌ها در سطح احتمال ۵ درصد و با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن انجام شد.

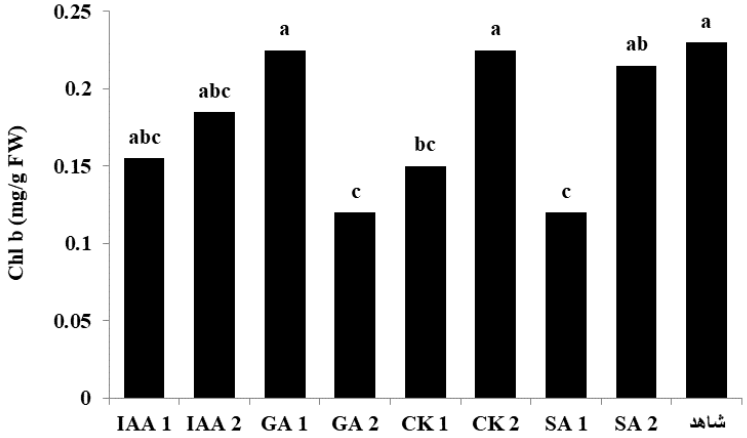
۳. نتایج و بحث

بر اساس نتایج اثر تیمارهای مختلف، بر میزان کلروفیل a برگ شب‌بو معنی‌دار بود. بیشترین میزان کلروفیل a (۰/۵۳ میلی گرم بر گرم وزن‌تر) در تیمار کاربرد سیتوکینین با غلظت زیاد (CK2) و کمترین میزان کلروفیل a (۰/۲۲ میلی‌گرم بر گرم وزن‌تر) در تیمار GA2 مشاهده شد (شکل ۱). از بین تیمارهای مختلف فقط تیمارهای CK2، GA1 و IAA2 در مقایسه با تیمار شاهد کلروفیل a بیشتری داشتند و در سایر تیمارها میزان این رنگیزه کاهش یافت. به نظر می‌رسد که اثر هورمون‌های مختلف بر میزان رنگیزه‌های گیاهی علاوه بر این‌که به نوع هورمون بستگی دارد به غلظت مورداستفاده نیز بستگی دارد و همان‌گونه که در شکل شماره ۱ مشاهده می‌شود با افزایش و دو برابر شدن غلظت هورمون‌های اکسین، سیتوکینین و اسید سالیسیلیک میزان کلروفیل a افزایش یافت درصورتی‌که با دو برابر شدن غلظت اسید جیبرلیک غلظت این رنگیزه کاهش یافت. افزایش کلروفیل a در اثر استفاده از هورمون اکسین در گیاهان مختلفی گزارش شده است. اکسین‌ها با تحریک فعالیت فتوسنتزی باعث افزایش کلروفیل می‌گردند (Czerpak et al., 2002).



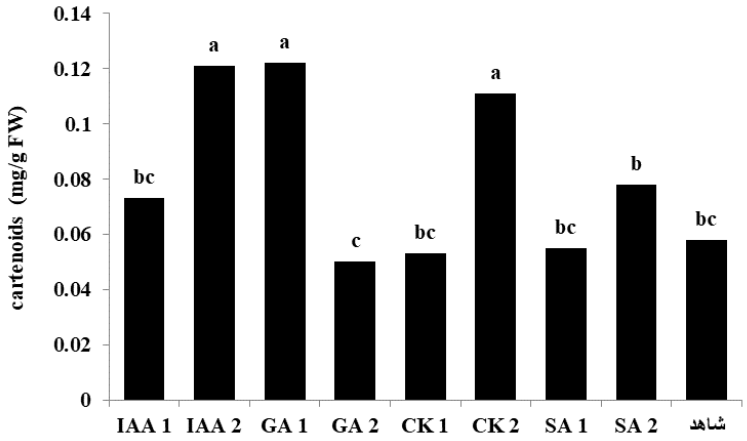
شکل۱- اثر سطوح مختلف تنظیم کننده‌های رشد بر میزان کلروفیل a در برگ گیاه شب‌بو

بر اساس نتایج اثر تیمارهای مختلف تنظیم‌کننده رشد، بر میزان رنگیزه کلروفیل b برگ شب‌بو معنی‌دار بود. بیشترین میزان کلروفیل b (۰/۲۲ میلی‌گرم بر گرم وزن‌تر) در تیمار کاربرد سیتوکینین با غلظت زیاد (CK2) و تیمار کاربرد اسید جیبرلیک با غلظت کم (GA1) و کمترین میزان کلروفیل b (۰/۱۲ میلی‌گرم بر گرم وزن‌تر) در تیمار GA2 و SA1 مشاهده شد (شکل۲). اثر تیمارهای مختلف هورمون، بر نسبت کلروفیل a به‌کلروفیل b در برگ گیاه شب‌بو معنی‌دار بود، به‌طوری‌که بیشترین نسبت (۲/۸۱) مربوط به غلظت زیاد اکسین (IAA2) و کمترین نسبت (۶۲/۱) مربوط به غلظت زیاد اسید سالیسیلیک (SA2) بود. افزایش کلروفیل b در اثر استفاده از هورمون سیتوکینین در گیاه ذرت قبلاً توسط محققین دیگر گزارش‌شده است (دوانی و همکاران، ۱۳۹۳) و این پژوهشگران دلیل افزایش کلروفیل توسط سیتوکینین را تجمع کلروفیل و همچنین کاهش تجزیه و افزایش بیوسنتز کلروفیل گزارش کرده‌اند.



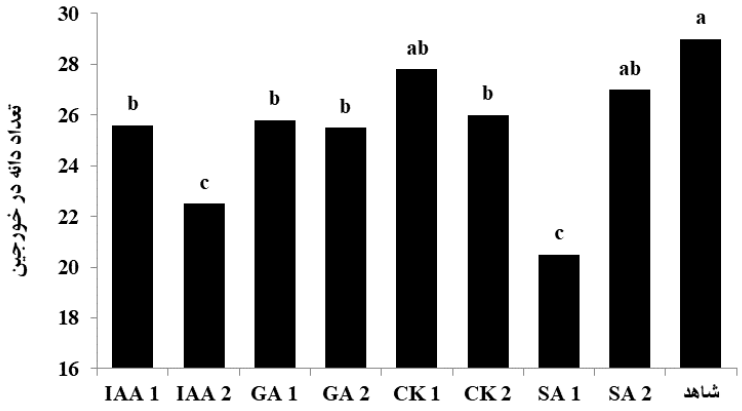
شکل۲- تغییرات میزان کلروفیل b برگ شب‌بو در اثر کاربرد سطوح مختلف تنظیم‌کننده‌های رشد

بر اساس نتایج اثر تیمارهای مختلف هورمون، بر مقدار کارتنوئید موجود در برگ شب‌بو معنی‌دار بود. بیشترین میزان کارتنوئید (۰/۱۲ میلی‌گرم بر گرم وزن‌تر) در تیمارهای کاربرد اسید جیبرلیک با غلظت کم (GA1) و اکسین با غلظت زیاد (IAA2) و همچنین کمترین میزان کارتنوئید (۰/۰۵ میلی‌گرم بر گرم وزن‌تر) در تیمار (GA2) کاربرد غلظت زیاد اسید جیبرلیک مشاهده شد (شکل ۳). تنظیم‌کننده‌های رشد نقش حیاتی در جهت افزایش تقسیم سلولی، بیوسنتز رنگ‌دانه‌های گیاهی و تعدیل غالبیت انتهای در گیاهان دارند (Taiz and Zeiger, 2006). با افزایش غلظت اکسین میزان کارتنوئید برگ گیاه شب بو به میزان معنی‌داری کاهش یافت. افزایش میزان کارتنوئید در اثر استفاده از اکسین توسط سایر محققین نیز گزارش‌شده است (Czerpak et al., 2002).



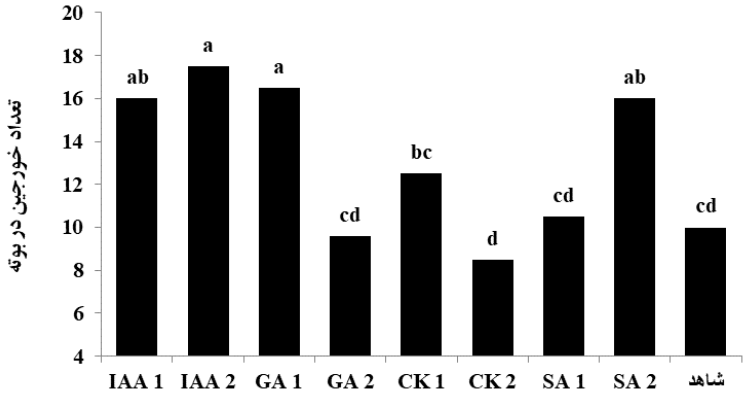
شکل۳- اثر سطوح مختلف تنظیم کننده‌های رشد بر میزان کاروتنوئیدهای برگ گیاه شب‌بو

بر اساس نتایج اثر تیمارهای مختلف هورمون بر تعداد دانه در خورجین در گیاه شب‌بو معنی‌دار بود. پس از تیمار شاهد، بیشترین تعداد دانه در خورجین (۲۷/۸ عدد) در تیمار کاربرد سیتوکینین با غلظت کم (CK1) و کمترین تعداد دانه در خورجین (۲۰/۵ عدد) در تیمار کاربرد غلظت کم اسید سالیسیلیک (SA1) مشاهده شد (شکل ۴). اثر افزایشی هورمون سیتوکنین بر تعداد بذر در سایر گیاهان پیش‌ترگزارش‌شده است (Yang et al., 2002). دوانی و همکاران (۱۳۹۵) اثر هورمون‌های سیتوکنین و اکسین و الگوی کاشت بر روی عملکرد و اجزای عملکرد ذرت دانه‌ای در شرایط شور را مورد مطالعه قراردادند و تأثیر معنی‌داری نیز در خصوص وزن هزار دانه و عملکرد بیولوژیک و عملکرد دانه به دست آوردند. اگرچه تغییر اجزای عملکرد در اثر استفاده از هورمون‌ها در گیاهان متعددی گزارش‌شده است، اما میزان این تغییرات به عواملی همچون نوع گیاه، نوع، مقدار و زمان استفاده از هورمون بستگی دارد. در آزمایش حاضر هیچ یک از تیمارهای آزمایشی از لحاظ تعداد دانه در خورجین در مقایسه با تیمار شاهد برتری نداشتند و دلیل احتمالی این امر را می‌توان به پدیده جبران عملکرد مرتبط دانست. به عبارت دیگر چون در تیمار شاهد تعداد خورجین کمتری در هر بوته تشکیل شده، امکان تولید تعداد دانه بیشتری در هر خورجین فراهم شده است.



شکل٤- اثر سطوح مختلف تنظیم کننده‌های رشد بر تعداد دانه تولید شده در هر خورجین

بر اساس نتایج اثر تیمارهای مختلف هورمون بر تعداد خورجین در گیاه شب‌بو معنی‌دار بود. بیشترین میزان تعداد خورجین (۱۷/۵ عدد در بوته) در تیمار کاربرد اکسین با غلظت زیاد (IAA2) و کمترین میزان تعداد خورجین (۸/۵ عدد در بوته) در تیمار کاربرد غلظت زیاد سیتوکینین (CK2) مشاهده شد (شکل ۵). تأثیر جیبرلین و اکسین برافزایش فاکتورهای زایشی و رویشی در گیاهان مختلف به اثبات رسیده و فقط غلظت مناسب آن در گیاهان متفاوت است. مقادیر کم برخی از مواد تنظیم‌کننده رشدی نظیر جیبرلین و اکسین روی گیاه اثرات زیادی در رشد و نمو و عملکرد گیاه دارد. همچنین این مواد در بسیاری از جنبه‌های رشد و نمو گیاه نظیر گلدهی، ریشه‌زایی و سایر فرآیندها دخالت دارند. این هورمون‌ها رشد و نمو گیاه را با تأثیر بر ارتفاع ساقه، جوانه‌زنی و انتقال از حالت رویشی به رشد زایشی تنظیم می‌کنند (Rostami and Mohammadi, 2022).



شکل٥- اثر سطوح مختلف تنظیم کننده‌های رشد بر تعداد خورجین در بوته

٤. نتیجه‌گیری

کاربرد تنظیم‌کننده‌های رشد گیاهی بر میزان رنگیزه‌های فتوسنتزی تاثیر آشکاری داشت. افزایش میزان این رنگیزه‌ها می‌تواند به عنوان یکی از عوامل موثر در بهبود فرایند فتوسنتز گیاه مورد توجه قرار گیرد. با این وجود از آنجاکه واکنش‌های

فیزیولوژیک گیاهان به این تنظیم کننده‌های رشد به غلظت مورد استفاده بستگی دارد لازم است برای هر یک از این ترکیبات غلظت بهینه کاربرد شناسایی شود. علاوه بر این تاثیرات متفاوت این تنظیم‌کننده‌های رشد بر اجزای عملکرد ممکن است یکسان نباشد و همانگونه که مشاهده شد هرچند کاربرد این تنظیم‌کننده‌ها موجب افزایش تعداد خورجین در بوته شد ولی به دلیل افزایش رقابت برای فراورده‌های فتوسنتزی تعداد دانه تشکیل شده در هر خورجین درمقایسه با شاهد کاهش یافت.

فهرست منابع:

دوانی، د.، نبی پور، م.، روشنفکر دزفولی، ح. ۱۳۹۵. اثر هورمون‌های سیتوکنین و اکسین و الگوی کاشت بر روی عملکرد و اجزای عملکرد ذرت دانه‌ای در شرایط شور. پژوهش‌های زراعی ایران، ۱۴(۱)، ۱۸۴-۱۷۱.

فتحی، ق.، اسماعیل‌پور، ب.، جلیل وند، پ.۱۳۹۱. مواد تنظیم‌کننده رشد گیاهی: اصول و کاربرد. جهاد دانشگاهی مشهد.

Arnon, D.I. 1949. Copper enzymes in isolated chloroplasts. Polyphenoloxidase in Beta vulgaris. Plant Physiology, 24(1): 1-8.

Czerpak, R., Dobrzyń, P., Krotke, A., Kicińska, E. 2002. The Effect of Auxins and Salicylic Acid on Chlorophyll and Carotenoid Contents. Polish Journal of Environmental Studies, 11(3): 231-235.

Kang, G., Wang, C., Sun, G., Wang, Z. 2003. Salicylic acid changes activities of H2O2-metabolizing enzymes and increases the chilling tolerance of banana seedlings. Environmental and Experimental Botany, 50(1): 9-15.

Miceli, N., Cavò, E., Spadaro, V., Raimondo, F.M., Ragusa, S., Cacciola, F., El Majdoub, Y.O., Arena, K., Mondello, L., Condurso, C. and Cincotta, F., 2021. Phytochemical Profile and Antioxidant Activity of the Aerial Part Extracts from Matthiola incana subsp. rupestris and subsp. pulchella (Brassicaceae) Endemic to Sicily. Chemistry & Biodiversity, 18(7), 2100167.

Németh, M., Janda, T., Horváth, E., Páldi, E., Szalai, G. 2002. Exogenous salicylic acid increases polyamine content but may decrease drought tolerance in maize. Plant Science, 162(4): 569-574.

Pospisilova, J., Vagner, M., Malbeck, J., Travnickova, A., Batkova, P. 2005. Interactions between abscisic acid and cytokinins during water stress and subsequent rehydration. Biologia Plantarum, 49: 533-540.

Rostami, M., Mohammadi, H. 2022. Exogenous gibberellin and bulb size affect morpho-physiological traits and allicin content of Persian shallot (*Allium hirtifolium* Boiss.). European Journal of Horticultural Science, 87(3): 1-13.

Salehi, M., Honarjoo, N., Etemadi, N., Jafarpour, M. 2013. The Comparisonof Some Fertilizers on Growth Indicators of Pot Stock (*Matthiola incana*). International Journal of Agriculture and Crop Sciences, 5(18): 2125-2128.

Taiz, L., Zeiger, E. 2006. Plant physiology. 4th. Sinauer Associate, Sunderland, Mass., EUA.

Yang, J., Zhang, J., Huang, Z., Wang, Z., Zhu, Q., Liu, L. 2002. Correlation of cytokinin levels in the endosperms and roots with cell number and cell division activity during endosperm development in rice. Annals of Botany, 90(3): 369-377.

Effect of growth regulators on photosynthetic pigments and seed production of common stock

Majid Doctor Safaei[1], Majid Rostami[2*], Zahra Movahedi[3]

[1] Department of Plant Production and Genetics, Faculty of Agriculture, Malayer University, Iran

Abstract

The common stock (*Matthiola incana*) belonging Brassicaceae (formerly Cruciferae) family is an ornamental and herbal medicinal plant, mostly known as an ornamental plant, but it has particular uses in both traditional and modern medicine. Many internal and external factors could affect plant growth and development, among them plant growth regulators can be mentioned. In order to investigate the effect of the application of different levels of growth regulators on the seed production and some of the physiological traits of the common stock plants, this experiment was conducted in a completely randomized design with 9 treatments and three replications. The experimental treatments included auxin, cytokinin, gibberellic acid and salicylic acid, and the control treatment. Each chemical compound was sprayed in two different concentrations. According to the results, the effect of different treatments on the photosynthetic pigments (chlorophyll a, chlorophyll b, carotenoids) and also the ratio of chlorophyll a to chlorophyll b was significant. The highest amount of chlorophyll a and chlorophyll b was related to cytokinin treatment and the highest amount of carotenoids was related to auxin and gibberellic acid. The highest number of seeds per silique was observed in the control treatment, whereas foliar application of auxin in low and high concentrations resulted in the highest number of siliques per plant.

Keywords: Silique number, Cruciferae, chlorophyll, carotenoids, medicinal plants

* majidrostami7@yahoo.com

اثر کلرید کلسیم بر برخی ویژگی‌های مورفولوژیکی گیاه دارویی خرفه (Portulaca oleracea) تحت نور LED آبی–قرمز

مرضیه رضائی*، شاهپور خانقلی

گروه علوم باغبانی، دانشکده علوم کشاورزی، دانشگاه شاهد، تهران

چکیده

به‌منظور بررسی تأثیر اسپری غلظت‌های کلرید کلسیم بر خصوصیات رشد گیاه دارویی خرفه (*Portulaca oleracea*) در شرایط ترکیب نور LED قرمز+آبی، آزمایشی در آزمایشگاه‌های دانشکده علوم کشاورزی دانشگاه شاهد طی سال ۱۴۰۱ به اجرا در آمد. تیمارهای آزمایش شامل کلرید کلسیم در سه غلظت ۰، ۱۰ و ۱۵ میلی‌گرم در لیتر تحت نورLED (قرمز ۵۰٪+آبی ۵۰٪) بود که بصورت آزمایشی در قالب طرح کاملاً تصادفی در سه تکرار انجام شد. طبق نتایج جدول تجزیه واریانس، صفات مورد بررسی شامل وزن تر و خشک کل، وزن تر و خشک کوتیلدون، وزن تر و خشک هیپوکتیل، شاخص برگ، تردی برگ، تردی ساقه و تراکم بوته تحت تاثیر اسپری غلظت‌های کلرید کلسیم در سطح احتمال ۱٪ قرار گرفتند. اسپری غلظت ۱۰ میلی‌گرم بر لیتر کلرید کلسیم موجب بهبود و افزایش صفات مورد بررسی در شرایط ترکیب نور LED قرمز+آبی شد و همچنین با افزایش غلظت به ۱۵ میلی‌گرم در لیتر موجب کاهشی شدن صفات شد. کمترین میزان صفات مورد ارزیابی مربوط به کنترل (آب مقطر) بود. این تحقیق پیشنهاد می کند که غلظت‌های پایین کلرید کلسیم سبب افزایش ویژگی‌های رشد میکروگرین‌های خرفه می شود.

واژگان کلیدی: خرفه، شاخص برگ، میکروگرین، وزن خشک، وزن تر.

* E-mail: khangholi@shahed.ac.ir.

۱. مقدمه

خرفه با نام علمی *Portulaca oleracea* گیاهی از تیره خرفه‌سانان (Portulacaceae) می باشد. این خانواده دارای ۹ جنس و ۵۰۰ گونه است. خرفه از دوران باستان به عنوان یک گیاه دارویی وخوراکی استفاده شده است. خرفه دارای ترکیبات محافظ زیستی مانندآنتی‌اکسیدان‌ها و ویتامین‌ها،اسیدهای آمینه ضروری، اسیدهای چرب امگا ۳ وچندین ماده معدنی ازجمله پتاسیم می‌باشد (Gimenez et al., 2021). با توجه به مصرف روز افزون میکروگرین‌ها به عنوان تقویت کننده ، طعم دهنده و سرشار بودن از عناصر مفید غذایی سعی در بهینه سازی شرایط پرورش آنها می شود. کلسیم در لایه میانی دیواره سلولی با پکتات پیوند داده و سبب استحکام دیواره سلولی می شود و از تجمع ترکیباتی که باعث تخریب دیواره سلولی می‌شوند جلوگیری می کند (Marschner, 201). این باعث می شود که عمر قفسه‌ای میکروگرین افزایش یافته وباعث بهره وری می‌شود. یکی از راههای تولید میکروگرین ها استفاده از تولید در شرایط کنترل شده می باشد. در چنین شرایط کنترل نور از مهمترین عوامل محیطی موثر بر تولید میکروگرین ها می باشد. امروزه کاربرد نورهای تک رنگ یا ترکیبی دیودهای ساطع کننده نور(LED) در تولید میکروگرین ها مورد توجه قرار گرفته است. این منابع نوری علاوه بر تاثیر بر رشد سبب تغییر در مسیرهای بیوسنتز برخی ترکیبات زیستی میکروگرین می شوند.(Gimenez et al., 2021). بنابر گزارشی نور LED باعث بهبودرشد میکروگرین بادرنجبویه شدبطوریکه نورقرمز و ترکیب آن با آبی منجر به افزایش ارتفاع ساقه، میانگین تعداد ساقه، تعداد برگ ووزن تروخشک اندام هوایی شد (احمدی و همکاران، ۱۳۹۶). هدف از این آزمایش بررسی صفات مورفولوژیکی میکروگرین‌های گیاه دارویی خرفه تحت اسپری غلظت‌های کلرید کلسیم تحت ترکیب نور LED قرمز+آبی بود.

۲.۱. محل و نحوه اجرا

این آزمایش به‌منظور بررسی میزان کلرید کلسیم بر میزان رشد میکروگرین خرفه و بیومس آن و نیز کیفیت ظاهری در آزمایشگاه فیزیولوژی پس از برداشت دانشکده علوم کشاورزی دانشگاه شاهد در سال ۱۴۰۱ اجرا شد. پس از تهیه لامپهای LEDاز شرکت گرولایت و سیستم تهویه،بذرتهیه شده با قوه نامیه۸۸.۵درابتدا بااستفاده از هیپوکلریدسدیم ۵درصد ضدعفونی وسپس آبکشی شدودر ظروف با اندازه۱۲*۱۷ که از قبل با محیط کشت کوکوپیت و پیت موس به نسبت مساوی پر شده بودند کشت شدند وروی بذرها با یک لایه نازک از محیط کشت پوشانده شد.در هر ظرف میزان ۷/ گرم بذرکشت شد. میزان آب داده شده نیز طبق نیاز گیاه انجام گرفت.آزمایش در قالب طرح کاملاً تصادفی با سه تکرارانجام شد. فاکتور آزمایش شامل سه سطح کلرید کلسیم ،کنترل (آب مقطر)، ۱۰ و ۱۵ میلی گرم در لیتر به صورت اسپری بود و به منظور اعمال تیمار نوری از ۲ عدد والواشر خطی(۱۸وات)که دارای شدت نور ۳۰۰ میکرومول بر سانتی‌متر مربع در ثانیه بودند استفاده گردید.لامپ های LED در فاصله ۶.۵ سانتی متری از سطح گلدان ها نصب شدند.دوره تاریکی ۸ ساعته و روشنایی ۱۶ ساعته برقرار بود.حداقل میزان دما ۱۹ درجه سانتیگراد وحداکثر میزان دما ۲۳ درجه سانتیگراد بود که به علت نوسانات دمایی جهت برقراری دمای نرمال به طورهمزمان ازهیتر و پنکه استفاده شد.پس ازگذشت ۲۰ روز و رسیدن به مرحله میکروگرین که رویش دوبرگ حقیقی می‌باشد برداشت صورت گرفت.دراین تحقیق صفاتی از قبیل خصوصیات مورفولوژی ورشد گیاهچه از قبیل وزن تروخشک

کوتیلدون،وزن تروخشک هیپوکتیل،وزن تروخشک کل،تردی برگ وساقه،شاخص برگ و تراکم بوته موردراندازه‌گیری گرفت.

$$\text{تردی برگ} = \frac{\text{وزن خشک کوتیلدون} - \text{وزن تر کوتیلدون}}{\text{وزن خشک کوتیلدون}}$$

$$\text{تردی ساقه} = \frac{\text{وزن خشک هیپوکوتیل} - \text{وزن تر هیپوکوتیل}}{\text{وزن خشک هیپوکوتیل}}$$

$$\text{تراکم بوته} = \frac{\text{خشک بقیه گلدان} + \text{وزن خشک } \mathbf{10} \text{ گیاهچه از گلدان}}{\text{وزن خشک } \mathbf{10} \text{ گیاهچه} \Big/ \mathbf{10}}$$

۲.۲. تجزیه آماری داده‌ها

دراین پژوهش تجزیه آماری داده‌هاشامل تجزیه واریانس با استفاده از نرم‌افزار SAS 9. و مقایسه میانگین صفات موردارزیابی با آزمون LSD درسطح احتمال ۵درصدانجام گرفت.

۳. نتایج

طبق نتایج جدول تجزیه واریانس،صفات موردبررسی شامل وزن تر وخشک کوتیلدون،وزن تروخشک هیپوکتیل،وزن تروخشک کل،تردی برگ وساقه،شاخص برگ و تراکم بوته تحت اثراسپری غلظت‌های کلرید کلسیم در سطح احتمال ۱٪ قرار گرفتند (جدول ۱).

جدول ۱. تجزیه واریانس (میانگین مربعات) صفات کمی گیاه دارویی خرفه تحت کلرید کلسیم

منابع تغییرات	درجه آزادی	وزن تر گیاهچه	وزن خشک گیاهچه	وزن تر کوتیلدون	وزن خشک کوتیلدون	وزن تر هیپوکتیل	وزن خشک هیپوکتیل
کلرید کلسیم	۲	۰/۰۰۰۵**	۰/۰۰۰۰۱**	۰/۰۰۱**	۰/۰۰۰۰۰۰۱**	۰/۰۰۱**	۰/۰۰۰۰۰۷**
خطا	۶	۰/۰۰۰۰۰۶	۰/۰۰۰۰۰۵	۰/۰۰۰۰۱	۰/۰۰۰۰۰۰۰۱	۰/۰۰۰۰۲	۰/۰۰۰۰۰۰۳
ضریب تغییرات (٪)	-	۱/۱۴	۶/۳۲	۲/۴۴	۴/۶۸	۵/۶۵	۱۹/۲۴

** معنی‌دار در سطح احتمال ۱ ٪.

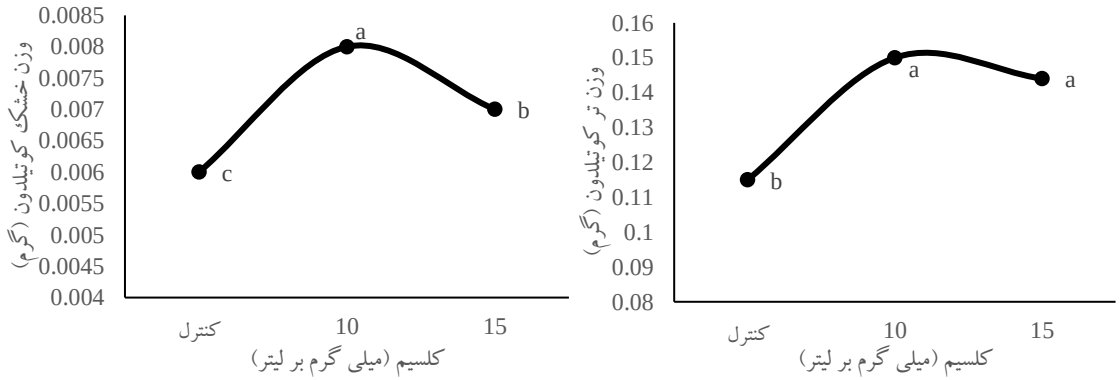
ادامه‌ی جدول ۱. تجزیه واریانس (میانگین مربعات) صفات کمی گیاه دارویی خرفه تحت کلرید کلسیم

منابع تغییرات	درجه آزادی	وزن تر کل	وزن خشک کل	برگ آبدار	ساقه آبدار	شاخص برگ	تراکم بوته
کلرید کلسیم	۲	۸/۶۸**	۰/۰۵**	۲۳/۷۴**	۳۱۶۷/۶۸**	۰/۲۰**	۴۳۳۳۶۳/۴۴**
خطا	۶	۱/۴۷	۰/۰۰۲	۰/۴۶	۸۷/۰۷	۰/۰۰۵	۲۹۱۱/۲۲
ضریب تغییرات (٪)	-	۶/۲۲	۶/۷۰	۴/۱۲	۱۷/۱۹	۴/۵۸	۷/۳۹

** معنی‌دار در سطح احتمال ۱ ٪.

۱.۳. وزن تر و خشک کوتیلدون

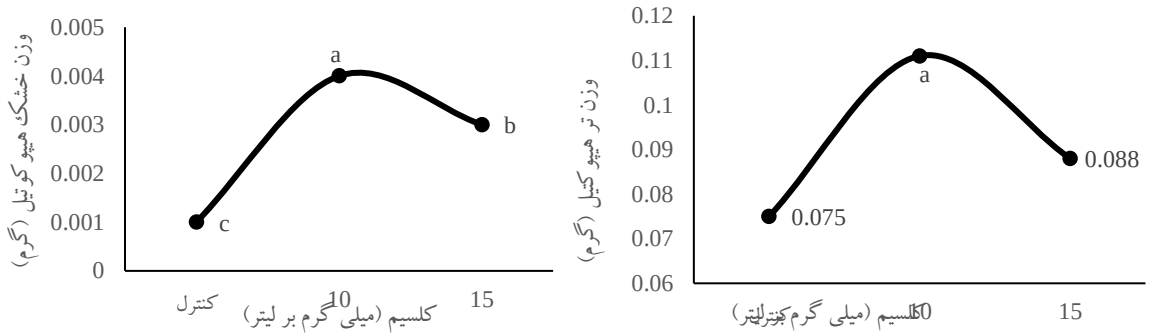
طبق یافته‌های حاصل از نتایج مقایسه میانگین،کاربرد ۱۰ میلی‌گرم کلریدکلسیم موجب افزایش وزن تر(۰/۱۵ گرم) نسبت به شاهد با مقدار ۰/۱۱ شد که معادل ۲۶ درصدافزایش بود.وزن خشک نیز به همین نسبت افزایش یافت بطوریکه در تیمار کلرید کلسیم ۱۰ برابر (۰/۰۰۸ گرم) در برابر(0/006 گرم)در شاهد بود. هرچند باافزایش غلظت کلسیم مقداراین صفات کاهشی شد بااین حال کمترین مقدار این صفات مربوط به عدم کاربرد کلرید کلسیم بود (شکل ۱).



شکل ۱.مقایسه میانگین اثر کلرید کلسیم بر صفات وزن تر و خشک کوتیلدون

۲.۳.وزن تروخشک هیپوکتیل

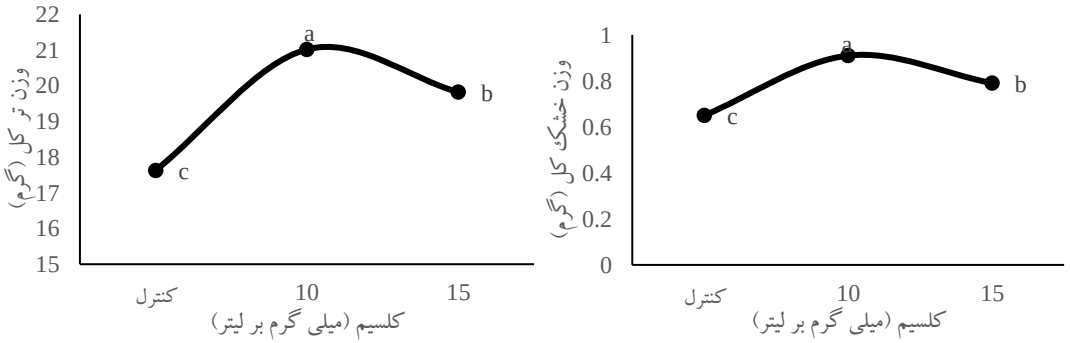
وزن تروخشک هیپوکتیل میکروگرین‌های خرفه تحت اثر تیمار اسپری غلظت‌های کلرید کلسیم ابتدادرغلظت ۱۰ میلی‌گرم افزایشی و بعد کاهش پیداکردند،به‌طوری که بیش‌ترین میزان وزن تر(میانگین ۰/۱۱۱ گرم)و خشک(میانگین ۰/۰۰۴ گرم)هیپوکتیل دراسپری غلظت ۱۰میلی‌گرم بر لیتر نسبت به دوسطح دیگرمشاهده شد(شکل ۲).



شکل ۲.مقایسه میانگین اثر کلرید کلسیم بر صفات وزن تر و خشک هیپوکتیل

۳.۳. وزن تروخشک کل

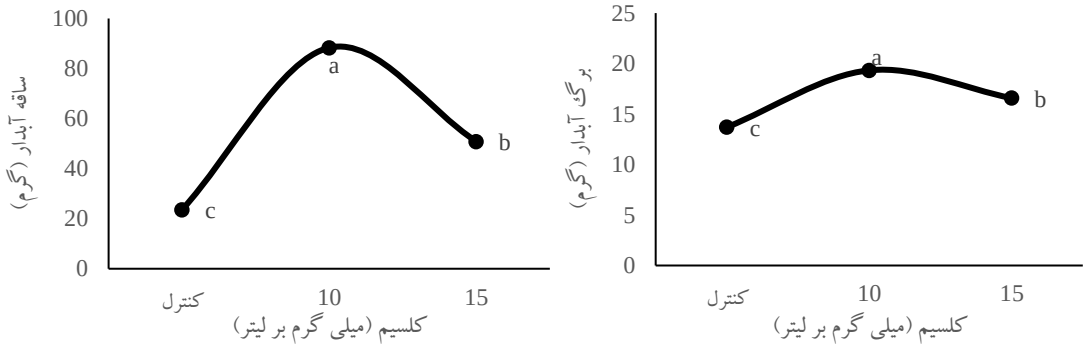
نتایج حاصل از مقایسه میانگین داده‌های صفات وزن تر و خشک کل نشان دادکه اسپری غلظت‌های کلریدکلسیم نسبت به عدم کاربردکلرید کلسیم موجب افزایش این صفات شد.غلظت ۱۰ میلی‌گرم بر لیتر کلرید کلسیم سبب افزایش ۱۶ درصدی وزن تر نسبت به شاهد شد. همچنین وزن خشک از ۰/۶۵ گرم در شاهد به ۰/۹۱ گرم در کلسیم ۱۰ میلی گرم در لیتر افزایش یافت به عبارت دیگر میزان ماده خشک در تیمار باغلظت۱۰ میلی گرم برلیتر کلرید کلسیم برابر ۴.۳درصد در برابر ۳.۷ درصد شاهد بودکه ۰.۶درصدمیزان ماده خشک راافزایش داده است.(شکل ۳). بر اساس تحقیقات منتشر شده توسط Kou et al. (۲۰۱۴)، محلول پاشی کلسیم قبل از برداشت با غلظت ۱۰ میلی مولار باعث افزایش عملکرد وزن تر تا حدود ۵۰ درصد در میکروگرین کلم بروکلی شد. البته چنین اثری همیشه ایجاد نمی شود. بطور مثال در آزمایش گوبل (Goble۲۰۱۸)وهمچنین درآزمایش حاضر چنین اثر بارزی مشاهده نشدهر چند که ایجاداختلاف را معنی دار کرد.



شکل ۳. مقایسه میانگین اثر کلرید کلسیم بر صفات وزن تر و خشک کل

۴.۳. شاخص های تردی برگ و ساقه

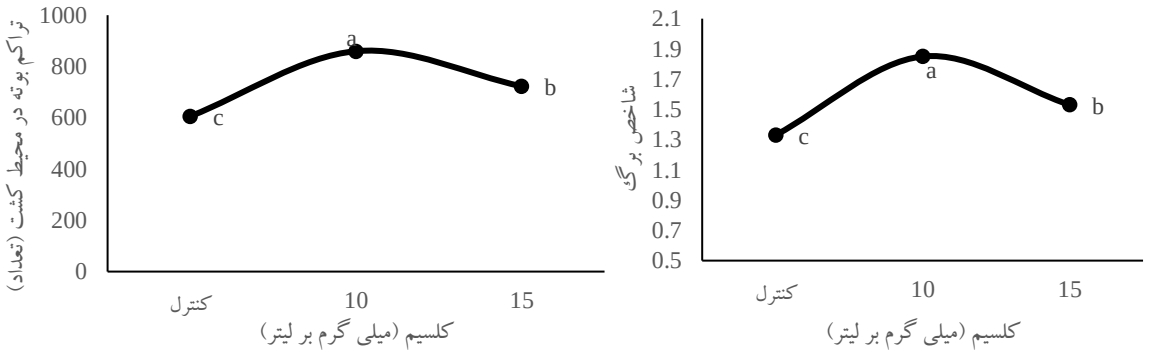
طبق نتایج مقایسه میانگین همانطور که در شکل ۴ نشان داده شده صفات تردی برگ و ساقه ،اسپری غلظت ۱۰ میلی‌گرم برلیتر کلریدکلسیم موجب افزایش میزان تردی برگ (با میانگین ۸۸/۳۳ گرم) وساقه (با میانگین ۱۹/۳۳ گرم)میکروگرین خرفه شد.کمترین میزان این صفات مربوط به شاهد با میانگین‌های ۲۳/۶۱ و ۱۳/۷ گرم به ترتیب برای صفات تردی برگ و تردی ساقه می‌باشد(شکل ۴). تردی برگ و ساقه باعث بافت وعطر و طعم بهتر میکروگرین می شود.



شکل ٤. مقایسه میانگین اثر کلرید کلسیم بر صفات برگ و ساقه آبدار

۵.۳. شاخص برگ و تراکم بوته

نتایج مقایسه میانگین شاخص برگ و تراکم بوته میکروگرین‌های خرفه بااسپری غلظت‌های کلریدکلسیم نشان دادکه،درغلظت ۱۰میلی‌گرم افزایشی وبعدکاهش پیداکردند به طوری که بیش ترین میزان شاخص برگ(میانگین ۱/۸۵)بوده است که نشان دهنده بزرگی و قوی تر بودن برگ ها نسبت به ساقه و نقش بیشتر آنها در وزن گیاه می باشد. تراکم بوته(میانگین ۸۵۹/۶۷ تعداد بوته درمحیط کشت)دراسپری غلظت ۱۰ میلی‌گرم برلیتر نسبت به دوسطح دیگرمشاهده شد(شکل ۵). در چنین حالتی با اینکه میزان بذر مورد استفاده در تمام گلدانها یکسان بود اما از نظر میزان محصول کلرید کلسیم ۱۰ باعث تولید محصول بیشتر می شود. غلظت های بالای کلرید کلسیم می توانند اثر سمی برای گیاه داشته باشند.



شکل ۵.مقایسه میانگین اثر کلرید کلسیم بر صفات شاخص برگ و تراکم بوته

٤. بحث و نتیجه‌گیری

کاربرد غلظت‌های کلرید کلسیم موجب اثر معنی‌دار و افزایشی صفات گیاه دارویی خرفه شد. به‌طوری که در غلظت ۱۰ میلی‌گرم بر لیتر افزایش در تمامی صفات مورد ارزیابی در مطالعه حاضر در شرایط نور LED قرمز+آبی مشاهده شد. کلسیم یکی از عناسر معدنی بسیار مهم در زندگی انسان و گیاه می‌باشد. افزایش میزان صفات را می‌تواند به این دلیل باشد که، کلسیم در بسیاری از مسیرهای سلول‌های گیاهی از جمله رشد و نمو گیاه، مقاومت در برابر تنش محیطی، پاسخ هورمونی، تعامل با میکروارگانیسم‌های بیماری‌زا و فتوسنتزنقش دارد. کانال‌های کلسیمی در غشاهای سیتوپلاسمی، غشای هسته سلول و غشای اندامک‌های مختلف وجود دارند. کلسیم می‌تواند رونویسی و ترجمه ژن‌هایی را تنظیم کند که پروتئین‌ها و آنزیم‌های کلروپلاست را که در واکنش‌های فتوسنتز نقش دارند، کد می‌نمایند. فتوسنتز گسترده‌ترین فرآیند بیوسنتزی روی زمین است که در کلروپلاست‌ها که دارای مخزن کلسیم هستند،رخ می‌دهد. در آزمایشی گیاهان تیمار شده با کلسیم $CaCl_2$ نسبت به گیاهان تیمار شده با آب مقطر، فتوسنتز بالاتر و افزایش قطر روزنه و سطح کلروپلاست را نشان دادند که موجب افزایش صفات کمی و کیفی گیاهان شد (Wang et al., 2019) ، که با نتایج پژوهش حاضر نیز هم‌خوانی داشت.

اسپری غلظت ۱۰ میلی‌گرم بر لیتر کلرید کلسیم موجب بهبود و افزایش صفات مورد بررسی در شرایط ترکیب نور LED قرمز+آبی شد و با افزایش غلظت به ۱۵ میلی‌گرم در لیتر موجب کاهش صفات شد ولی به‌طوری کلی اسپری کلرید کلسیم موجب افزایش میزان صفات مورفووژیکی میکروگرین گیاه دارویی خرفه شد و می‌توان غلظت‌های کم را برای افزایش ویژگی‌های رشد آن توصیه کرد.

تشکر و قدردانی

نویسندگان برخودلازم می‌دانند از مسئولین دانشکده کشاورزی،گروه علوم باغبانی وهمچنین آزمایشگاه‌های فیزیولوژی پس از برداشت و آزمایشگاه زیست فناوری مرکزی برای فراهم کردن امکانات این پژوهش تشکرو قدردانی نمایند.

منابع

احمدی، ط.، شبانی، ل.، سبزعلیان، م. ۱۳۹۶. بررسی طیف‌های مختلف نور برشاخص‌های رشد و محتوای رزمارینیک اسید در بادرنجبویه. فرایند وکارکرد گیاهی. ۲۱: ۲۲۱-۲۱۳.

Wang, Q., Sha Yang, S.W., Xinguo, L. 2019. The Significance of Calcium in Photosynthesis. International Journal of Molecular Sciences 20(6): 1353.

Giménez, A., Carmen, M., Ballesta, M., Gilabert, E., Gómez, C., Perla, A., Hernández, A. 2021. Combined effect of salinity and led lights on the yield and quality of purslane (*Portulaca oleracea* L.) microgreens. Horticulturae. 7(180): 2-15

Kou, L., T. Yang, Y. Luo, X. Liu, L. Huang, and E. Codling. 2014. Pre-harvest calcium application increases biomass and delays senescence of broccoli microgreens. Postharvest Biol. Technol. 87:70-78.

Goble, Cady C., ۲۰۱۸.Effects of Calcium Fertilization on Growth, Yield, and Nutrient Content of Hydroponically Grown Radish Microgreens. MSU Graduate Theses. 3328.

The effect of calcium chloride on the morphological characteristics of purslane medicinal plant under blue-red LED light combination

Marzieh Rezaei, Shahpour Khangholi*

Department of Horticultural Sciences, Faculty of Agricultural Sciences, Shahed University, Tehran, Iran

Abstract

In order to investigate the effect of calcium chloride spray on the growth characteristics of the medicinal plant purslane (*Portulaca oleracea*) under the combination of red + blue LED light, an experiment was carried out in the laboratories of Shahid University Faculty of Agricultural Sciences during 2022. The experimental treatment including calcium chloride (control (distilled water), 10 and 15 mg/lit as spray) under the condition of red+blue LED light combination was carried out in three replications in a completely randomized design. According to the results of variance analysis table, the examined traits include fresh and dry weight of 10 seedlings, fresh and dry weight of cotyledon, fresh and dry weight of hypocotyl, total fresh and dry weight, leaf and stem, leaf index and plant density under the effect of concentration spray. Calcium chlorides were placed at the probability level of 1%. The spray concentration of 10 mg/liter of calcium chloride improved and increased the investigated traits under the condition of red+blue LED light combination, and also, increasing the concentration to 15 mg/lit caused a decrease in the traits. The lowest amount of evaluated traits was related to the control level (distilled water). Low concentrations of calcium chloride can be recommended to increase the growth characteristics of purslane microgreens.

Keywords: Purslane, Leaf Index, Microgreens, Dry Weight, Fresh Weight.

* e-mail khangholi@shahed.ac.ir.

اثر استفاده ازسطوح مختلف جیبرلیک اسید بر برخی شاخص‌های جوانه زنی بومادران (*Achillea millefolium* L.) در شرایط تنش خشکی

فاطمه فاطمی نیک*

مربی کشاورزی دانشگاه پیام نور، ایران

چکیده

به منظور بررسی اثرات هورمون جیبرلین (جیبرلیک اسید) بر پارامترهای جوانه زنی و رشد گیاهچه‌های بومادران در شرایط تنش خشکی، آزمایشی با استفاده از جیبرلیک اسید در چهار سطح (۰، ۵۰، ۱۵۰، ۲۵۰ بخش در میلیون) و تنش خشکی در چهار سطح (۰ ، -۰/۰۱، ۰/۰۳ ، ۰/۰۵) میلی گرم در لیتر) در تابستان ۱۳۹۸ در دانشگاه پیام نور شوش استان خوزستان صورت گرفت. این آزمایش به صورت فاکتوریل و در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی و با سه تکرار انجام شد. پس از تجزیه آماری صفات در مرحله جوانه زنی و رشد گیاهچه‌ها، مشاهده شد که با افزایش شرایط تنش خشکی درصد جوانه زنی و سرعت جوانه زنی بذور، طول ریشه چه و طول ساقه چه تحت تأثیر قرار گرفته و کاهش یافت ولی اعمال تیمار جیبرلیک اسید مانع کاهش میزان و سرعت جوانه زنی بذور در سطوح مختلف خشکی شد و اثرات تحریک کننده ای بر رشد طولی ساقه چه بذور جوانه زده و گیاهچه‌های بومادران داشت.

واژه های کلیدی: بومادران، تنش خشکی، جیبرلیک اسید، جوانه زنی، ساقه چه.

مقدمه:

*: ایمیل نویسنده مسئول:

ffateminick@pnu.ac.ir

بومادران (*Achillea millefolium* L.) یک گیاه علفی چند ساله متعلق به تیره کاسنی (Asteraceae) است و اثرات اشتهاآور، ضداسپاسم، معرق، تحریک کننده، هضم کننده و پایین آورنده فشار خون و مهار کننده خون‌ریزی در این گیاه به تأیید رسیده است (عباسیان، ۱۳۹۰).جیبرلیک اسید یک هورمون مهم گیاهی است که فعالیت‌های متنوعی در گیاهان را تنظیم کرده و در بسیاری از فرآیندهای گیاهی نظیر جوانه زنی بذور، رشد طولی ساقه، تقسیم شدن و طویل شدن سلول های گیاهی نقش مؤثری ایفا می‌کند (Corinna et al., 2010). خشکی یکی از مهمترین تنشهای محیطی محدودکننده تولید در گیاهان زراعی در سرتاسر جهان است (Omidi et al., 2012). اثر منفی تنش خشکی بر مراحل مختلف رشد گیاهان از جوانه‌زنی تا رسیدگی در مطالعات مختلف به اثبات رسیده است (Nematpour et al., 2020).

مقالهٔ حاضر نیز گزارشی از اثرات تنظیم کنندهٔ رشدی جیبرلیک اسید بر روی جوانه زنی بذور و رشد اولیه گیاهچه های بومادران تحت تنش خشکی است . هدف از این پژوهش بررسی نقش تیمار خارجی این تنظیم کننده رشد در وضعیت تحمل به خشکی و احتمال برگشت اثرات تنش خشکی در بومادران بود.

مواد و روشها:

به منظور بررسی اثرات هورمون جیبرلین بر پارامترهای جوانه زنی و رشد گیاهچه های بومادران در شرایط تنش خشکی این آزمایش در تابستان ۱۳۹۸ در دانشگاه پیام نور شوش استان خوزستان صورت گرفت. ابتدا بذور بومادران به مدت ۳ دقیقه با محلول ضدعفونی کننده سدیم هیپوکلرید ۵ درصد ضد عفونی شدند و سپس با آب مقطر آبشویی شدند. آزمایش به‌صورت فاکتوریل با دو فاکتور خشکی و جیبرلیک اسید در قالب طرح بلوک های کاملاً تصادفی با سه تکرار انجام شد. برای پیش تیمار بذر با محلول جیبرلیک اسید در چهار سطح صفر، ۵۰، ۱۵۰، ۲۵۰ بخش در میلیون ، بذرها به مدت ۶ ساعت در تاریکی و در دمای ۲۰ درجه سانتی گراد درون محلول قرار گرفتند. پس از آن بذرها تا قبل از آزمون جوانه زنی به مدت ۳۶ ساعت در دمای اتاق خشک شدند (برای سطح صفر میلی مولار جیبرلیک اسید از بذرهای تیمار نشده استفاده شد). به منظور آزمون جوانه زنی بذرهای تیمار شده، بذرها درون پتری دیش هایی(۲۵ بذر برای هر پتری دیش) حاوی کاغذ صافی قرار گرفتند. برای انجام جوانه زنی، بذر ها در درون پتری دیش به مدت دوهفته در اتاقک رشد با دمای ^{0}C ۱ ± ۲۳ تنظیم شده، قرار گرفتند که در طول این مدت آن ها با محلول پلی اتیلن گیکول (۰، ۰/۰۱-، ۰/۰۳-، ۰/۰۵- میلی گرم در لیتر) روزانه آبیاری شدند. پس از کشت بذور، بصورت روزانه تعداد بذور جوانه زنه در هر واحد آزمایشی به منظور برآورد سرعت جوانه زنی در هر واحد آزمایشی شمارش می شد و این کار تا زمانی انجام شد که د رهر واحد آزمایشی سه روز متوالی تغییری در تعداد بذور جوانه زده مشاهده نشد. در آخرین روز شمارش از بذرهای جوانه زده در هر پتریدیش، چند نمونه به‌صورت تصادفی انتخاب شده و بعد از تفکیک ریشه چه و ساقه چه، اندازه آنها با خط کش مدرج اندازه‌گیری شد و سپس وزن خشک ریشه چه و ساقه چه پس از خشک شدن در آون با دمای ۷۵ درجه سانتیگراد به مدت ۴۸ ساعت با ترازوی حساس با دقت ۰/۰۰۰۱ اندازه گیری شد.

درصد جوانه زنی بذرها از طریق فرمول زیر محاسبه گردید (Ashraf and Shakra, 1978).

۱۰۰× (تعداد کل بذرها / تعداد بذور جوانه زده تا روز آخر) = درصد جوانه زنی

سرعت جوانه زنی:

$$R_s = \sum_{i=1}^{n} \frac{S_i}{D_i}$$

RS: سرعت جوانه زنی (تعداد بذر در روز)

Si: تعداد بذر جوانه زده در هر شمارش

D: ام n تعداد روز در هر شمارش

رسم اشکال با استفاده از نرم افزار (EXCEL) و تجزیه واریانس داده‌ها نیز با استفاده از نرم افزار (SAS) صورت گرفت.

نتایج و بحث :

اثرات خشکی بر جوانه زنی و رشد گیاهچه ها:

تجزیه آماری صفات بررسی شده نشان تنش خشکی موجب کاهش محسوسی در تمام صفات گردید (جدول ۱) که می توان نتیجه گرفت که در نتیجه افزایش تنش خشـــکی قدرت بذر در جذب آب برای جوانه زنی کاهش می یابد. بطوریکه تنش خشکی در تمام صفات مورد مطالعه در سطح احتمال یک درصد معنی دار شده است (جدول ۱). با افزایش تنش خشکی در سطح ۰/۰۵- میلی گرم و بالاتر توانسته است قدرت جوانه زنی بذر را در حد بسیار بالایی محدود کرده و کاهش دهد.

جدول ۱- تجزیه واریانس اثرات جیبرلیک اسید و تنش خشکی بر برخی صفات بررسی شده در بومادران

منابع تغییرات	درجه آزادی	جوانه زنی %	سرعت جوانه زنی	طول ریشه چه (mm)	طول ساقه چه (mm)	وزن تر گیاهچه (mg)	وزن خشک گیاهچه (mg)
تکرار	۲	۲۱/۲۸	۱۳/۶۳**	۴/۷۲**	۱۱۲/۶۲**	۰/۴۲**	۰/۰۶۲**
PEG	۳	۲۶۵۹/۳۹**	۵۸/۳۴**	۲۱/۵۳*	۱۳۹/۱۲**	۱/۶۹**	۰/۰۹۹**
جیبرلیک اسید	۳	۵۰۱/۶۳**	۳/۲۳**	۰/۹۴*	۱/۰۹*	۰/۱۴۱**	۰/۴۵۱**
جیبرلیک اسید ×PEG	۹	۶۲/۳۱*	۲/۷۳*	ns۰/۹۵	۲/۳۹*	ns۰/۰۲۵	ns۰/۰۱۵
خطا	۳۰	۱۱۰/۱۷	۱/۱۴	۰/۴۹	۱/۵۴	۰/۰۴	۰/۰۰۳
ضریب تغییرات (٪)		۳/۰۵	۴/۱۵	۰/۸۹	۳/۳۵	۲/۶۹	۱/۸۹

جدول ۲- مقایسه صفات ارزیابی شده در ارتباط با جوانه زنی بذور بومادران جوانه زنی

در سطوح مختلف جیبرلیک اسید و تنش خشکی

تیمارهای آزمایشی		جوانه زنی %	سرعت جوانه زنی	طول ریشه چه (mm)	طول ساقه چه (mm)	وزن تر گیاهچه (mg)	وزن خشک گیاهچه (mg)
تنش خشکی	۰/۰۰-	۴۳/۱۹a	۴/۳۸a	۲/۹۳a	۵/۶۴a	۱/۹۱a	۰/۵۶a

	-۰/۰۱	۳۶/۴۹ ab	۳/۳۵b	۱/۸۳b	۴/۲۹b	۱/۸۲ab	۰/۴۹b
	-۰/۰۳	۲۷/۵۴ bc	۲/۳۲c	۱/۲۶b	۲/۶۹c	۱/۵۱c	۰/۴۸b
	-۰/۰۵	۲۲/۸۹ c	۱/۴۹c	۱/۰۳b	۲/۱۴c	۱/۵۸bc	۰/۴۷b
	۰	۳۵/۸۳a	۳/۸۵a	۲/۳۱a	۳/۲۹b	۱/۹۱a	۰/۵۶a
جیبرلیک اسید	۵۰	۳۲/۹۵a	۲/۸۳b	۲/۳۲a	۳/۵۲ab	۱/۸۲b	۰/۴۲b
(بخش در میلیون)	۱۵۰	۲۷/۴۳ab	۲/۳۴bc	۱/۸۹a	۳/۷۹a	۱/۷۲ab	۰/۴۸b
	۲۵۰	۲۲/۹۷b	۲/۱۴c	۱/۸۸a	۳/۹۱a	۱/۶۳b	۰/۴۵b

اثرات اسید جیبرلیک بر جوانه زنی و رشد گیاهچه های بذور بومادران:

نتایج نشان داد اسید جیبرلیک اثرات مثبتی بر درصد جوانه زنی و سرعت آن داشت. همانطور که انتظار می رفت جیبرلیک اسید باعث افزایش در طول ساقه چه شده است، در ارتباط با اثرات این هورمون گیاهی بر رشد رویشی گیاهچه با افزایش اسید جیبرلیک در سطوح مختلف خشکی از طول ریشه چه کاسته شد ولی طول ساقه چه افزایش یافت اما وزن گیاهچه ها در مجموع چندان از این هورمون گیاهی متأثر نشد. صابری (۱۳۹۱) گزارش کرده است که اسید جیبرلیک اثرات مثبتی در کاهش مواد بازدارنده رشد مانندآبسیزیک دارد و به طور معنی‌داری رشد اولیه علف پشمکی را در شرایط تنش و غیر تنش افزایش می‌دهد.در آزمایش دیگری بیشترین درصد جوانه زنی گونه دارویی آنغوزه در تیمار استفاده از جیبرلیک اسید با غلظت ۷۵ میلی‌گرم بر لیتربه‌دست آمد (رجبیان و همکاران، ۱۳۸۶).

برای بررسی برهمکنش احتمالی بین خشکی و جیبرلیک اسید در ارتباط با صفات اندازه‌گیری شده، اطلاعات مربوط به این تیمارها به صورت فاکتوریل دو عاملی تجزیه واریانس شد (جدول ۱). نتایج نشان‌دهنده واکنش یکنواخت فرآیند جوانه زنی و رشد گیاهچه ها به اسید جیبرلیک در سطوح مختلف خشکی بود (جدول ۲). به عبارتی اثرات متقابل معنی‌داری بین اثرات تیمار تنش خشکی و جیبرلیک اسید نبوده و روند واکنش بذور بومادران تحت اثرات توأم این دو عامل همسان بوده و مطابق همان اثر ساده آنها می باشد. این نتایج نشان می دهد که تیمار جیبرلیک اسید تأثیری بر جوانه زنی بذور و رشد گیاهچه های در بومادران در سطوح مختلف خشکی نداشته است. چنین استدلال می شود که فرآیند جوانه زنی و استقرار گیاهچه ها در بومادران در شرایط تنش خشکی چندان تحت تأثیر هورمون جیبرلیک اسید قرار نمی گیرد.

نتیجه گیری کلی :

نتایج این آزمایش نشان داد که جیبرلیک اسید اثر افزایش دهنده در درصد و سرعت جوانه زنی بذور و طول ساقه چه گیاه دارویی بومادران داشته ولی بر طول ریشه چه و وزن تر گیاهچه تأثیر معنی‌داری نداشت و تنش خشکی نیز اثر بازدارنده و محدود کننده بر صفات اندازه گیری شده داشت و چون اثرات متقابل جیبرلیک اسید و تنش خشکی معنی‌دار نشد توصیه می‌شود آزمایش‌های تکمیلی در این خصوص انجام گیرد.

منابع :

رجبیان، ط.، صبورا، ع.، حسنی،ب. و فلاح حسینی، ح. ۱۳۸۶. اثر جیبرلیک اسید و سرمادهی بر جوانه زنی بذر آنغوزه (Ferula assa-foetida L.). فصلنامهٔ علمی-پژوهشی تحقیقات گیاهان دارویی و معطر ایران. ۲۳(۳): ۴۰۴-۳۹۱.

صابری، م. ۱۳۹۱. تأثیر محرک‌های شیمیایی بر بهبود جوانه زنی،حمایت و مقاوم سازی گونه *Bromus inermis* Leyss تحت تنش با ترکیبات آللوپاتیک *Thymus kotschyanus* Boiss and Hohen فصلنامه علمی-پژوهشی تحقیقات حمایت و حفاظت جنگل‌ها و مراتع ایران، ۱۰(۱): ۶۶-۵۶.

Ashraf, C. M. and Shakra, S. A. 1978. Wheat seed germination under low temperature and moisture stress. Agronomy Journal. 65:135-139.

Corinna, S., Sabine, G.G., Paolo, G., Ralf, S. and Johannes, N. 2010. Influence of gibberellin and daminozide on the expression of terpene synthases and on monoterpenes in common sage (*Salvia officinalis*). Journal of Plant Physiology, 167: 779–786.

Nematpour, A., Eshghizadeh, H.R., Zahedi, M., Ghorbani, G.R., 2020. Millet forage yield and silage quality as affected by water and nitrogen application at different sowing dates. Grass and Forage Science. 75, 169-180.

Omidi. H., Movahadi, F., Movahadi, S.H., 2012. The effect of salicylic acid and scarification on germination characteristics and proline, protein and soluble carbohydrate content of Prosopis (Prosopis farcta L.) seedling under salt stress. Scientific Information Database. 18, 608-623.

The effect of using different levels of gibberellic acid on some germination indicators of Yarrow (*Achillea millefolium* L.) under drought stress conditions

Fatemeh Fateminick *

[1]Agriculture Faculty, Payam e Noor University, Iran

Abstract:

In order to investigate the effects of gibberellin hormone (gibberellic acid) on germination and growth parameters of yarrow seedlings under drought stress conditions, an experiment using gibberellic acid at four levels (0.50, 150, 250 parts per million) and drought stress at four levels (0.01, -0.01, 0.03, 0.05) milligrams per liter) was conducted in the summer of 2018 at Payam Noor Shush University, Khuzestan province. This experiment was carried out factorially and in the form of randomized complete block design with three replications. After the statistical analysis of the traits in the germination and seedling growth stage, it was observed that with the increase in drought stress conditions, the percentage of germination and the rate of germination of seeds, the length Both root and stem length were affected and decreased, but the application of gibberellic acid treatment prevented the decrease in the amount and speed of seed germination at different dry levels and had stimulating effects on the longitudinal growth of the stem, germinated seeds and yarrow seedlings.

Keywords: drought stress, germination, gibberellic acid, stem, yarrow

*ffateminick@pnu.ac.ir

ارزیابی فاکتورهای جوانه‌زنی تحت تنش شوری توسط نرم‌افزار تحت وب «GerminaQuant for R» (مطالعه موردی: آشواگاندا)

میترا جباری*[۱]، مجید جعفری[۲]، زهرا کوچک‌پور[۳]

۱- استادیار، گروه تولید و ژنتیک گیاهی، دانشکده کشاورزی، مجتمع آموزش عالی سراوان، سراوان، سیستان و بلوچستان

۲- استادیار، گروه گیاهپزشکی، دانشکده کشاورزی، مجتمع آموزش عالی سراوان و شرکت دانش بنیان رویان گیاه شستون سبز، سراوان، سیستان و بلوچستان

۳- پژوهشگر، دانش آموخته دکتری اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه زابل، زابل، سیستان و بلوچستان و اداره امور عشایر، شهرستان سیب و سوران، سیستان و بلوچستان

چکیده

آشواگاندا یا گیلاس زمستانه با نام علمی *Withania somnifera* از جمله گیاهان دارویی مناطق معتدل و گرمسیری به شمار می‌ورد و در درمان طیف وسیعی از بیماری‌ها کاربرد دارد. بحرانی‌ترین مرحله زندگی گیاهان دارویی جوانه‌زنی بوده، زیرا اکثراً دارای قوه نامیه کم و مشکل در جوانه‌زنی و استقرار گیاهچه به خصوص در مواجهه با تنش‌های غیرزیستی می‌باشند. لذا تأثیر تنش شوری بر فاکتورهای جوانه‌زنی این گیاه مورد بررسی قرار گرفت. آزمایشی در قالب طرح کاملاً تصادفی در سه تکرار ۳۰ بذری در سال ۱۴۰۰ اجرا گردید. تیمارها شامل تنش شوری در چهار سطح پتانسیل اسمزی صفر، ۳، ۶ و ۹ بار اعمال شده توسط کلرید سدیم (NaCl) بود. شاخص‌های جوانه‌زنی GRS (تعداد کل بذور جوانه‌زده) و GRP (درصد جوانه‌زنی)، MGT (متوسط زمان لازم برای جوانه‌زنی)، MGR (متوسط نرخ جوانه‌زنی) و GSP (سرعت جوانه‌زنی) برآورد گردید. در شرایط پتانسیل اسمزی صفر (آب مقطر)، بذور بعد از دو روز شروع به جوانه‌زنی کرده و در سطح دوم تنش شوری (پتانسیل اسمزی bar ۳) جوانه‌زنی از روز ششم شروع شد. تیمار شاهد (آب مقطر) بالاترین درصد و سرعت جوانه‌زنی را در مقایسه با دیگر سطوح پتانسیل اسمزی داشت. بذور در پتانسیل اسمزی ۳ بار در مدت طولانی‌تری به درصد و سرعت جوانه‌زنی تیمار شاهد رسیدند. تغییرات میانگین شاخص‌های مورد بررسی در سطح تنش صفر و ۳ بار تفاوت مشخصی با سایر سطوح داشتند.

واژگان کلیدی: پتانسیل اسمزی، شاخص جوانه‌زنی، پکیج R

۱. مقدمه

E-mail: jabbari.mitra2@gmail.com

Withania somnifera که تحت عنوان گیلاس زمستانه یا آشواگاندا نیز شناخته می‌شود، به دلیل استفاده گسترده در مکمل‌های بهداشتی و فعالیت‌های درمانی آن در انواع بیماری‌ها مورد مطالعه قرار گرفته است. آشواگاندا هزاران سال است که به طور سنتی در هند و کشورهای همسایه آن به عنوان یک درمان خانگی و مکمل غذایی استفاده می‌شود و به طور گسترده در آب و هوای گرمسیری شبه قاره هند، آفریقای جنوبی، مناطق مدیترانه و خاورمیانه پراکنده است. مشخصات فارماکولوژیک *W. somnifera* نشان‌دهنده طیف وسیعی از خواص درمانی از جمله اثرات ضد التهابی، ضد میکروبی، آنتی اکسیدانی، آداپتوژن، تقویت کننده جنسی، ضد درد، ضد آرتریت، ضد استرس، محافظت از قلب و اثرات ضد سرطانی است (Mishra *et al.*, 2000; Yu *et al.*, 2017).

بحرانی‌ترین مرحله زندگی گیاهان دارویی، جوانه‌زنی و سبز شدن است، زیرا در این مرحله بذر در معرض شرایط نامساعد محیطی قرار می‌گیرد و استقرار بوته در مزرعه دچار مشکل می‌شود (Baskin and Baskin, 2014). افزایش تحمل به شوری در گیاهان دارویی یک روش مؤثر و اقتصادی برای مقابله با مشکل توسعه حوزه کشت می‌باشد. پاسخ گیاهان به تنش شوری فرآیندی بسیار پیچیده است و این پاسخ‌ها تحت تأثیر غلظت نمک، نوع یون‌ها، عوامل محیطی موجود و مرحله رشدی گیاه قرار می‌گیرند. به طور کلی گیاهان دارویی در مراحل اولیه رشد نسبت به تنش‌های محیطی حساس‌تر هستند. بنابراین بررسی سطح تحمل به شوری در گیاهان دارویی نیز بایستی در مراحل اولیه رشدی ارزیابی گردد. چنین ارزیابی‌هایی ممکن است منجر به رفع موانع موجود در توسعه کشت گیاهان دارویی بالاخص گیاه آشواگاندا گردد. به دلیل نقش و اهمیت دارویی بسیار زیاد این گیاه و عدم تولید وسیع آن در ایران و نیز گسترش وسیع اراضی دارای خاک‌های شور، شناسایی سطوح تحمل بذر به تنش شوری جهت توسعه حوزه کشت لازم و ضروری می‌باشد. کاربرد محلول NaCl در آزمایشات جوانه‌زنی بسیار شایع است و پاسخ بذرها به تنش یونی ناشی از کلرید سدیم در آزمایش‌های جوانه‌زنی می‌تواند شبیه‌سازی گردد (Baskin and Baskin, 2014). درصد جوانه‌زنی رایج‌ترین روش برای ارزیابی جوانه‌زنی است، اما اغلب داده‌های محدودی تولید می‌کند، به‌ویژه هنگام ارزیابی جوانه‌زنی در طول زمان (McNair *et al.*, 2012). سرعت و همزمانی جوانه‌زنی، پارامترهای ضروری برای درک وضعیت فیزیولوژیکی بذر مانند خواب و تحمل به تنش هستند (Marques *et al.*, 2015).

پکیج‌های مختلفی برای بررسی جوانه‌زنی بذر توسعه داده شده است و بسیاری از این برنامه‌ها «open source» هستند (Chang *et al.*, 2017)، اما هیچ کدام به طور اختصاصی برای تجزیه و تحلیل شاخص‌های جوانه‌زنی بذر توسعه داده نشده است، پکیج «GerminaR» اولین پکیجی بود که این قابلیت را داشت (Katabuchi, 2015). این پکیج شامل یک نرم‌افزار تحت وب «GerminaQuant for R» برای تجزیه و تحلیل شاخص‌های جوانه‌زنی به روشی ساده است. باتوجه به موارد ذکر شده این پژوهش به منظور بررسی تأثیر تنش شوری بر فاکتورهای جوانه‌زنی گیاه دارویی Winter cherry با استفاده از قابلیت‌های نرم‌افزار تحت وب «GerminaQuant for R» صورت گرفت.

۲. مواد و روش‌ها

به منظور ارزیابی اثر تنش اسمزی بر شاخص‌های جوانه‌زنی بذر گیاه دارویی آشواگاندا، آزمایشی در قالب طرح کاملاً تصادفی در سه تکرار ۳۰ بذری در سال ۱۴۰۰ اجرا گردید. تیمارها شامل تنش شوری در چهار سطح پتانسیل اسمزی صفر، ۳، ۶ و ۹ بار اعمال شده توسط کلرید سدیم (NaCl) بود. بذور در محلول ۳٪ هیپوکلریت سدیم تجاری به مدت ۳۰ ثانیه ضدعفونی شده و سپس سه تا پنج مرتبه با آب مقطر استریل شستشو داده شدند. پس از آن بذرها در داخل پتری دیش‌هایی با قطر ۱۰ سانتی‌متر قرار گرفتند. بعد از عمل کشت تمامی پتری دیش‌ها در داخل انکوباتور ۲۵ درجه سانتی‌گراد به مدت ۱۴ روز قرارگرفته و با محلول ۳ میلی‌لیتر تیمار مربوطه به صورت روزانه آبیاری گردید. بسترهای کاغذ صافی برای جلوگیری از تجمع نمک پس از ۴۸ ساعت در صورت لزوم تعویض شدند. تعداد بذور جوانه‌زده از روز دوم کشت شمارش شد. شاخص‌های جوانه‌زنی طبق فرمول‌های زیر در نرم‌افزار «GerminaQuantR» برآورد گردید. محاسبات آماری این شاخص‌ها بر اساس طرح پایه در ماژول «Statistics» و نمودارهای مربوطه در ماژول‌های «Exploratory» و «Graphics» و «In Time» رسم گردید (Lozano-Isla *et al.*, 2019). مقایسات میانگین به روش SNK در سطح ۵ درصد صورت گرفت.

۱- GRS[1]: تعداد کل بذور جوانه‌زده $0 \leq grs \leq n_i$

۲- GRP[2]: درصد جوانه‌زنی $0 \leq grp \leq 100$ $GRP = \left(\frac{\sum_{i=1}^{k} n_1}{N}\right) \times 100$

۳- GSP[3]: سرعت جوانه‌زنی $0 < gsp \leq 100$ $GSP = \left(\frac{\sum_{i=1}^{k} G_i}{\sum_{i=1}^{k} G_i X_i}\right) \times 100.$

۴- MGT[4]: متوسط زمان لازم برای جوانه‌زنی $0 \leq mgt \leq k$ $MGT = \frac{\sum_{i=1}^{k} n_i t_i}{\sum_{i=1}^{k} n_i},$

۵- MGR[5]: متوسط نرخ جوانه‌زنی (معکوس MGT) $0 < mgr \leq 1$

۳. نتایج

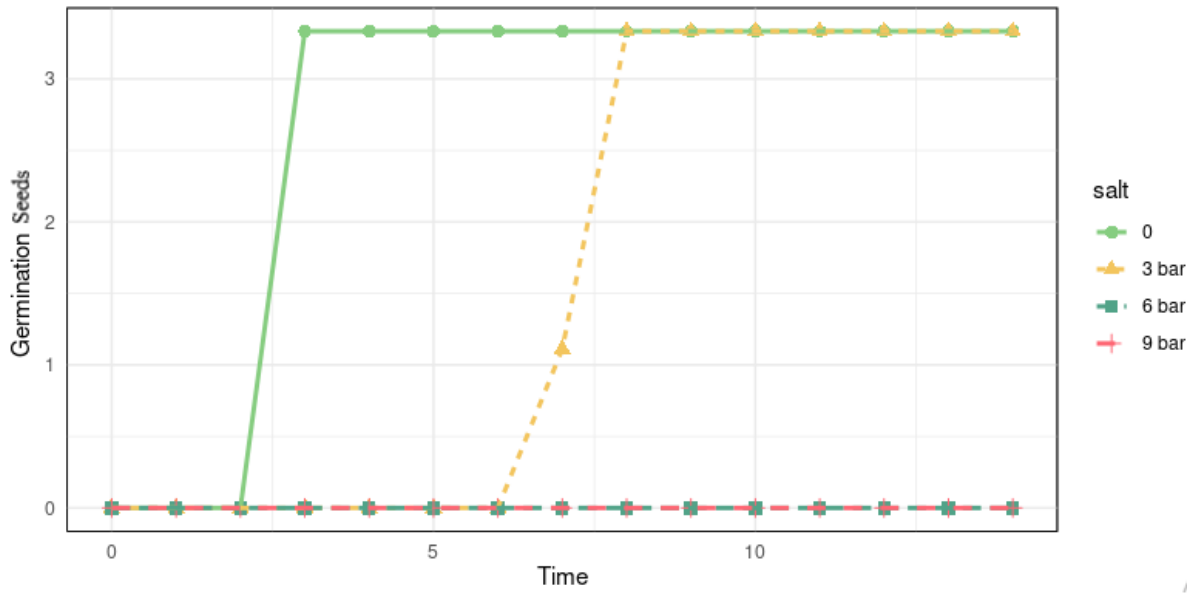
نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثر وجود پتانسیل اسمزی مختلف در محیط کشت تأثیر بسیار معنی‌داری ($P \leq 0.01$) بر تمامی شاخص‌های مورد اندازه‌گیری داشت (جدول ۱). بذور گیاه مورد مطالعه دارای قدرت جوانه‌زنی بسیار کم و دوره خواب طولانی هستند. به همین دلیل مقادیر تجزیه و تحلیل‌های آماری (ضریب تغییرات و ضریب تبیین) شاخص‌های مرتبط با جوانه‌زنی در این بذور دستخوش تغییرات نامتعارف می‌شوند.

جدول ۱. مقادیر میانگین مربعات شاخص‌های جوانه‌زنی بر سطوح مختلف پتانسیل اسمزی

[1] - Germinated seeds
[2] - Germinability
[3] - Germination speed
[4] - Mean germination time
[5] - Mean germination rate

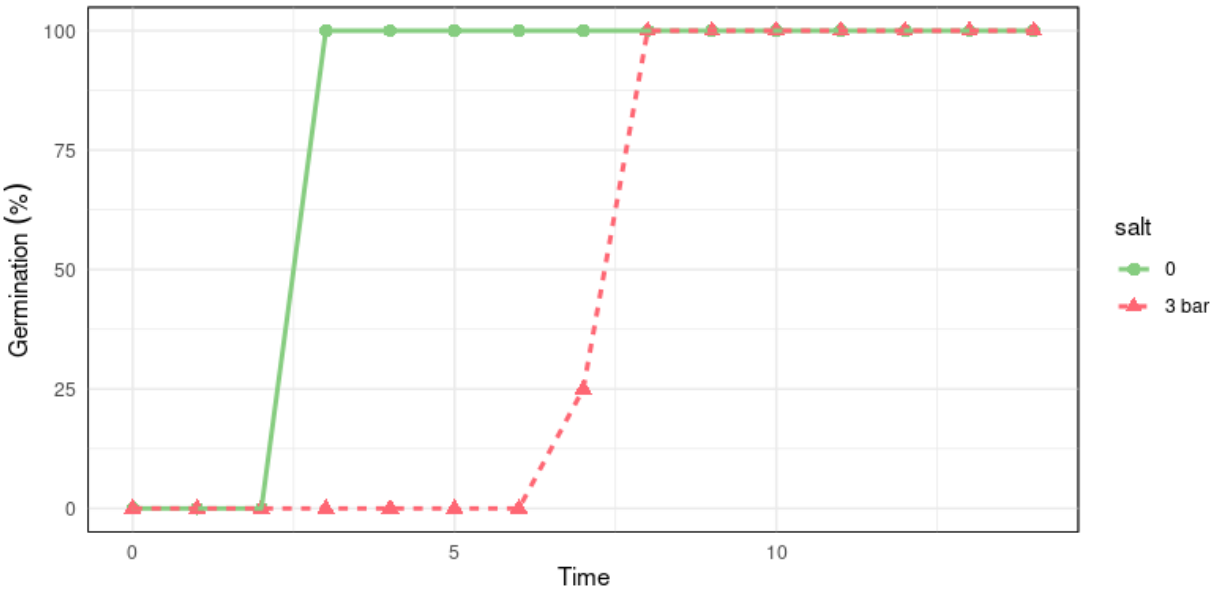
منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات				
		GRS	GRP	MGT	MGR	GSP
تیمار	۳	۰/۵۰**	۵/۵۵**	۴/۱۲**	۶/۰۵**	۵۹۹/۸**
خطا	۹	۰/۱۲۵	۱/۳۸	۴/۶۲	۰/۵۶	۱۳/۷
ضریب تغییرات		۷۰/۷	۷۰/۷	۶۸/۸	۴۲/۵	۲۵/۹۳
ضریب تبیین		۰/۷۵	۰/۷۵	۰/۴۰	۰/۸۸	۰/۹۷

برازش مدل مورد نظر داده‌های سرعت و درصد جوانه‌زنی (بر اساس تعداد بذر جوانه‌زده در زمان) در سطوح مختلف پتانسیل اسمزی در شکل یک نشان داده شده است. بر اساس این نتایج در شرایط پتانسیل اسمزی صفر (آب مقطر)، بذور بعد از دو روز شروع به جوانه‌زنی کرده و در روز دوم و سوم سه عدد بذر از کل بذرهای پلات جوانه‌زده است. به همین ترتیب در سطح دوم تنش شوری (پتانسیل اسمزی ۳ bar) جوانه‌زنی از روز ششم شروع شده و تا روز هشتم به تعداد سه بذر در پلات رسیده است (شکل ۱). در دو سطح تنش شوری ۶ و ۹ بار جوانه‌زنی مشاهده نگردید.



شکل ۱. تعداد تجمعی جوانه‌زنی بذرهای Winter Cherry در سطوح مختلف پتانسیل اسمزی

سرعت و درصد جوانه‌زنی تجمعی بذرهای آشواگاندا در پتانسیل اسمزی صفر و ۳ بار در شکل ۲ نشان داده شده است. بر اساس این نتایج می‌توان گفت که تیمار شاهد (آب مقطر) بالاترین درصد و سرعت جوانه‌زنی را در مقایسه با دیگر سطوح پتانسیل اسمزی داشت. بذور در پتانسیل اسمزی ۳ بار در مدت طولانی‌تری به درصد و سرعت جوانه‌زنی تیمار شاهد رسیدند. بنابراین می‌توان گفت افزایش پتانسیل اسمزی، افزایش مدت زمان لازم برای جوانه‌زنی را به دنبال دارد (شکل ۲).



شکل ۲. درصد جوانه‌زنی تجمعی بذرهای Winter Cherry در سطوح مختلف پتانسیل اسمزی

نتایج حاصل از مقایسات میانگین شاخص‌های مرتبط با جوانه‌زنی نشان داد که افزایش پتانسیل اسمزی سبب کاهش چشم‌گیر جوانه‌زنی و به‌تبع آن کاهش مقادیر شاخص‌های مرتبط با جوانه‌زنی می‌گردد (جدول ۲). به طوریکه با افزایش تنش شوری تفاوت معنی‌داری در میانگین شاخص‌های مورد نظر ایجاد شد. تمامی شاخص‌های مورد مطالعه در دو سطح اول تنش (یعنی پتانسیل اسمزی صفر و ۳ بار) بیشترین مقادیر را به خود اختصاص دادند و تفاوت معنی‌داری را با دو سطح دیگر تنش (یعنی پتانسیل اسمزی ۶ و ۹ بار) نشان دادند.

جدول ۲. مقادیر مقایسات میانگین تأثیر سطوح مختلف پتانسیل اسمزی بر شاخص‌های جوانه‌زنی

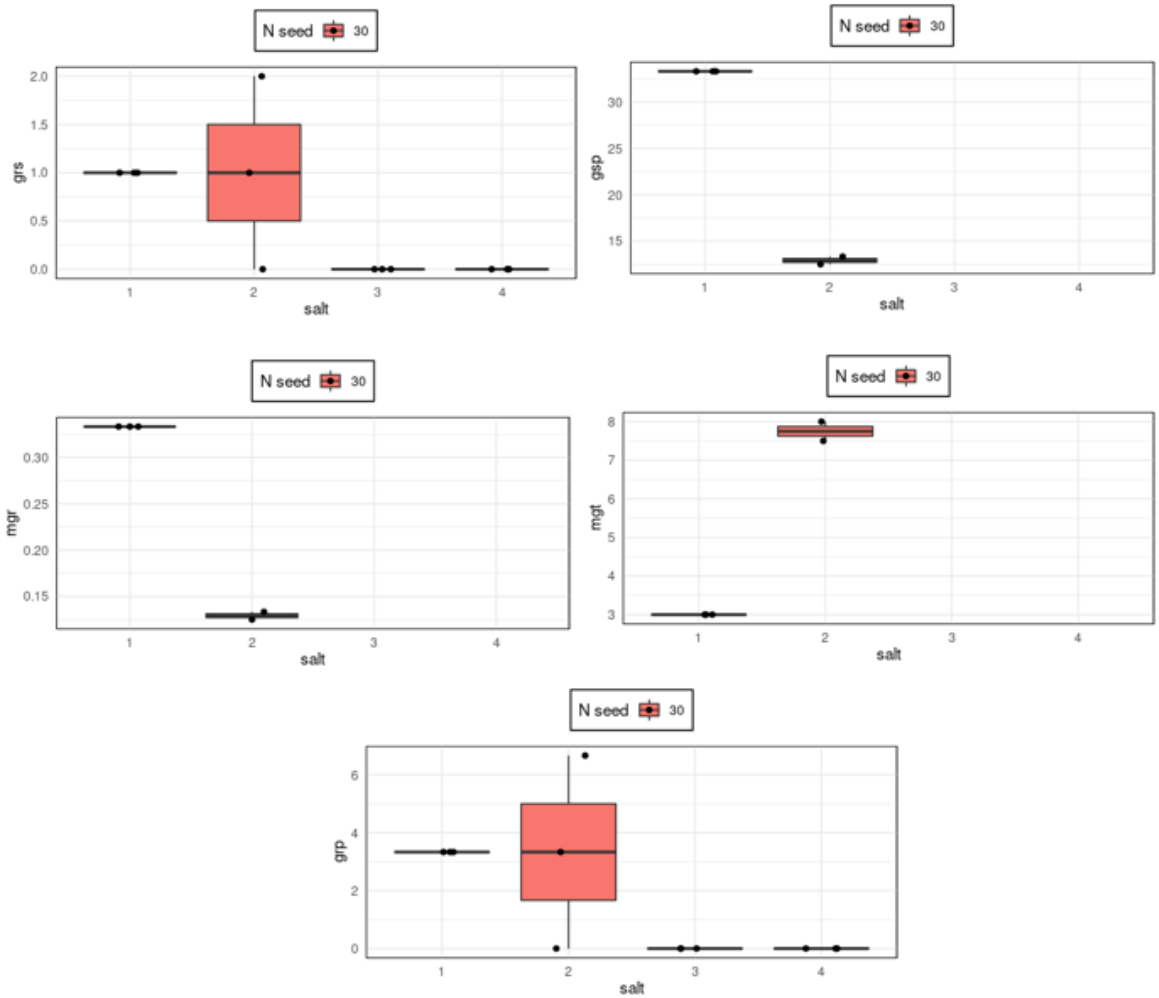
تیمارها	GRS	GRP	MGT	MGR	GSP
صفر (آب مقطر)	۱a	۳/۳۳a	۵/۰۰a	۴/۰۰a	۳۳/۳۳a
پتانسیل اسمزی 3 bar	۰/۵a	۱/۶a	۳/۰۰a	۳/۰۰a	۷/۲۵b
پتانسیل اسمزی 6 bar	۰ab	۰ab	۳/۰۰ab	۱/۰۶b	۰b
پتانسیل اسمزی 9 bar	۰ab	۰ab	۱/۵ab	۰/۳۳b	۰b

تغییرات میانگین شاخص GRS (تعداد کل بذور جوانه‌زده) و GRP (درصد جوانه‌زنی)، MGT (متوسط زمان لازم برای جوانه‌زنی)، MGR (متوسط نرخ جوانه‌زنی) و GSP (سرعت جوانه‌زنی) در سطوح مختلف تیمار بر اساس تعداد بذر جوانه‌زده در شکل ۳ نشان داده شده است. همانطور که مشاهده می‌گردد میانگین تمامی شاخص‌های مذکور در محدوده عددی شاخص

مورد نظر در سطح تنش صفر و ۳ بار تفاوت مشخصی با سایر سطوح دارند (شکل ۳). بدین مفهوم که افزایش سطح پتانسیل اسمزی بیشتر از ۳ بار، جوانه‌زنی بذور آشواگاندا را بسیار محدود نموده و میانگین شاخص‌های جوانه‌زنی مؤید این موضوع است.

٤. بحث و نتیجه‌گیری

از آنجاییکه کشت گیاه آشواگاندا به دلیل درصد جوانه‌زنی پایین بذر و بنیه ضعیف آن، و نیز استقرار نامناسب در مزرعه با چالش مواجه است، از این رو، مداخله علمی برای بررسی نحوه و میزان جوانه‌زنی و بنیه بذر، به خصوص در شرایط ویژه تنش‌های غیرزیستی مورد نیاز است (Kaur *et al.*, 2018). نتایج این تحقیق نشان داد که در شرایط شکستن خواب بذور، تحمل این گیاه به تنش اسمزی تا سطح ۳ بار بسیار مطلوب بوده و همانند شرایط بدون تنش خواهد بود. ضمناً انجام تجزیه و تحلیل‌ها با استفاده از نرم‌افزار تحت وب «GerminaQuantR» کار محاسبات آماری را بسیار آسان نموده و در مدت زمان بسیار کوتاهی نتایج مطلوبی را ارائه می‌دهد (Lozano-Isla *et al.*, 2022). این اولین بار است که یک برنامه تجزیه و تحلیل جوانه‌زنی چنین سهولت و انعطاف‌پذیری را برای استفاده نوآورانه فراهم می‌کند (Lozano-Isla *et al.*, 2019).



شکل ۳. تغییرات شاخص‌های مورد مطالعه بر اساس تعداد کل بذر کشت شده

منابع

Baskin, C. C., & Baskin, J. M. 2014. Seeds: Ecology, biogeography, and, evolution of dormancy and germination (2nd ed.). San Diego, CA: Elsevier.

Chang, W., Cheng, J., Allaire, J., Xie, Y., & McPherson, J. 2017. Shiny: Web application framework for R, Available from: https://cran.r-project.org/web/ packages/shiny/index.html

Katabuchi, M. 2015. LeafArea: An R package for rapid digital image analysis of leaf area. Ecological Research, 30, 1073–1077. https://doi.org/10.1007/ s11284-015-1307-x

Kaur P, Stoltzfus J, Yellapu V. 2018. Descriptive statistics. International Journal of Academic Medicine. 4:60-3

Lozano-Isla F, Benites- Alfaro OE, Pompelli MF. 2019. GerminaR: An R package for germination analysis with the interactive web application "GerminaQuant for R." Ecol Res. 34:339–346. https://doi.org/10.1111/1440-1703.1275

Lozano-Isla F, Benites- Alfaro OE, Pompelli MF, de Santana DG, Ranal MA. 2022. Package GerminaR: Indices and Graphics for Assess Seed Germination Process. Federal University of Pernambuco. GPL-3 | file LICENSE. UTF-8. 7.2.0

Marques, F. R. F., Meiado, M. V., Castro, N. M. C. R., Campos, M. L. O., Mendes, K. R., Santos, O. O., & Pompelli, M. F. 2015. GerminaQuant: A new tool for germination measurements. Journal of Seed Science, 37, 248–255. https://doi.org/10.1590/2317-1545v37n3145605

McNair, J. N., Sunkara, A., & Frobish, D. 2012. How to analyse seed germination data using statistical time-to-event analysis: Non-parametric and semiparametric methods. Seed Science Research, 22, 77–95. https://cran.rproject. org/web/packages/agricolae/index.html

Mishra LC, Singh BB, Dagenais S. 2000. Scientific basis for the therapeutic use of Withania somnifera (Ashwagandha): a review. Altern Med Rev. 5: 334-346. PMID: 10956379

Yu Y, Katiyar SP, Sundar D, Kaul Z, Miyako E, Zhang Z, et al. 2017. Withaferin-A kills cancer cells with and without telomerase: chemical, computational and experimental evidences. Cell Death Dis. 8: e2755. https://doi.org/10.1038/cddis.2017.33 PMID: 28425984

Evaluation of generation factors under salt stress by GerminaQuant for R web software (case study: Ashwagandha)

Mitra Jabbari[1*], Majid Jafari[2], Zahra Koochakpour

[1*] Faculty of Agriculture, Higher Education Complex of Saravan, Saravan, Sistan and Baluchestan, Iran
[2] Faculty of Agriculture, Higher Education Complex of Saravan and Royangiah Shastoon Sabz knowledge base company, Saravan, Sistan and Baluchestan, Iran
[3] Researcher, Ph.D of Plant Breeding, Faculty of Agriculture, Zabol University and Department of nomadic affairs, Sib and Suran, Sistan and Baluchestan, Iran

Abstract

Ashwagandha or winter cherry (*Withania somnifera*) is one of the medicinal plants of temperate and tropical regions and is used in the treatment of a wide range of diseases. The most critical life stage of medicinal plants is germination, because most of them have low vegetative viability and difficulty in germination and seedling establishment, especially in abiotic stresses. Therefore, the effect of salinity stress on the germination factors of this plant was investigated. An experiment was conducted completely randomized design with three replications of 30 seeds in 2021. The treatments included salinity stress at four osmotic potential levels of zero, 3, 6 and 9 bar applied by sodium chloride (NaCl). Germination indices GRS (total number of germinated seeds) and GRP (germination percentage), MGT (average time required for germination), MGR (average germination rate) and GSP (germination speed) were estimated. In zero osmotic potential (distilled water), seeds started to germinate after two days, and at the second level of salinity stress (osmotic potential 3bar), germination started on the sixth day. The control treatment (distilled water) had the highest percentage and germination rate compared to other osmotic potential levels. The seeds in 3bar osmotic potential reached the germination percentage and speed of the control treatment in a longer time period. The average changes of the studied indicators at the zero and 3bar stress were clearly different from other levels.

Keywords: Osmotic potential, Germination index, R package

[1] E-mail: jabbari.mitra2@gmail.com

ارزیابی مقایسه‌ای ریزازدیادی گیاه دارویی مرزه (*Satureja hortensis* L.)

فاطمه جمال امیدی[۱] *، مطهره امیدی پور[۲]

[۱] گروه زیست‌شناسی، دانشکده علوم‌پایه، دانشگاه گیلان، رشت، ایران

چکیده

مرزه با نام علمی (*Satureja khazra* L.) از خانواده Lamiaceae می‌باشد. این گیاه دارای خواص دارویی همچون تقویت‌کننده معده، برطرف‌کننده درد مفاصل، محافظت از کبد، اثرات ضد قارچی، ضد ویروسی، ضد سرطانی و HIV-1 می‌باشد. در عصر جدید صنایع داروسازی، پزشکان و گروه‌های تحقیقاتی بسیاری از کشورها مجددا توجه خود را به منابع طبیعی و گیاهان دارویی معطوف داشته‌اند، بنابراین تکثیر و ازدیاد آن از طریق کشت درون شیشه‌ای که به تولید گیاه عاری از آلودگی می‌انجامد حائز اهمیت است. بدین منظور آزمایشی در قالب طرح کاملا تصادفی با سه تکرار در دانشگاه گیلان اجرا شد. ابتدا بذور ضدعفونی و در محیط MS نیم غلظت کاشته شدند، سپس به محیط MS کامل بدون هورمون انتقال داده شد. پس از گذشت ۳۰ روز، واکشت نمونه‌ها از گیاهچه‌های استریل انجام شد. ریزنمونه ساقه با دو گره به محیط کشت MS کامل، حاوی غلظت‌های مختلف هورمون ((۲، ۱، ۰) KIN، NAA (۰،۰/۳)) و((۲، ۱، ۰) BAP، NAA (۰،۰/۳)) میلی‌گرم در لیتر انتقال داده شد و طول شاخه، تعداد شاخه، تعداد گره و درصد بقای گیاهچه در دو نوع محیط کشت مورد بررسی قرار گرفت. نتایج این پژوهش نشان داد که بهترین پاسخ ریزنمونه‌ها به باززایی، مربوط به محیط کشت BAP و NAA با غلظت هورمونی NAA ۰/۳ و BAP ۲ میلی‌گرم در لیتر بدست آمد. همچنین بالاترین میزان باززایی برای محیط KIN وNAA مربوط به نسبت هورمونی NAA ۰/۳ و KIN ۱ میلی‌گرم در لیتر بدست آمد. مقایسه دو نوع محیط کشت نیز با نسبت هورمونی ۰:۰/۳ میلی‌گرم در لیتر تفاوت معنی‌داری را در سطح احتمال ۵ درصد نشان نداد.

واژگان کلیدی: مرزه، ریزازدیادی، کشت‌بافت، BAP، NAA، KIN

* Fjamalomidi97@gmail.com

۱. مقدمه

مرزه با نام علمی (*Satureja hortensis* L.) گیاهی دارویی، یکساله، علفی و متعلق به خانواده نعنائیان می‌باشد (Keshavarzi, 2011). گیاهان دارویی و ادویه‌ای به عنوان منابعی از پروتئین، ویتامین (آ، ب، ث)، مواد معدنی نظیر کلسیم، سدیم، فسفر، پتاسیم و آهن از دیدگاه تغذیه‌ای مطرح هستند. مهمترین ترکیبات موجود در اسانس گیاه دارویی مرزه شامل فنول، تیمول، لینالول، کارواکرول، رزمارینیک اسید و ترکیبات ترپنوئیدی و فلاونوئیدی است که دارای خواص ضدمیکروب، ضداکسیدان و ضدقارچ می‌باشد (Cho *et al*., 2011). ریزازدیادی یکی از روش‌های آسان و کم هزینه‌ای می‌باشد که با استفاده از آن می‌توان در زمانی کوتاه تعداد زیادی گیاهچه از کلون‌ها و یا گونه‌های که در معرض خطر انقراض قرار دارند، تولید کرد. از دیگر مزایای استفاده از این تکنیک، عدم وابستگی به فصل رشد و تولید گیاهچه‌های مشابه و عاری از بیماری را می‌توان نام برد (George *et al*., 2008) . از طرفی با توجه به اهمیت روز افزون این گونه گیاهان و نیاز صنایع دارویی و غذایی به مواد اولیهٔ گیاهی، اهلی کردن، ایجاد ارقام مرغوب و همگن و کشت وسیع این گیاه ضروری است (Hadian *et al*., 2011). امروزه تولید متابولیت‌های ثانویه در گیاهان ازطریق کشت کالوس و سوسپانسیون و در شرایط کنترل شده، با توجه به ارزش اقتصادی این ترکیبات دارای اهمیت فراوانی است (Elyasi *et al*., 2017). در پژوهشی بر روی دو گونه مرزه گزارش نمودند که طویل‌ترین شاخه‌ها در غلظت‌های ۱/۵ و ۲ میلی‌گرم در لیتر BA بدست آمد. همچنین بیشترین میزان گره را در محیط حاوی ۲ میلی‌گرم در لیتر BA و به همراه ۰/۵ میلی‌گرم در لیتر IBA گزارش نمودند (Afzalifar *et al*., 2012). باتوجه به مصرف خوراکی و دارویی این گیاه و اهمیت گیاهان خانواده نعناییان، تکثیر و باززایی آن در شرایط درون شیشه‌ای ضروری بنظر می‌رسد.

۲. مواد و روش‌ها

۱.۲. منطقه مورد مطالعه

بذر گیاه مورد آزمایش از مرکز تحقیقات استان گیلان تهیه و سپس به صورت درون شیشه‌ای کشت شد.

۲.۲. روش تحقیق

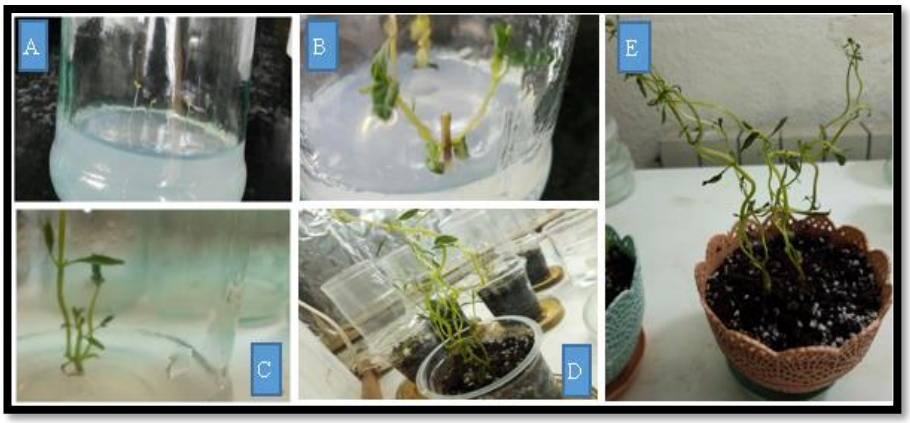
بذور پس از ضدعفونی، در محیط کشت موراشیگ و اسکوگ MS نیم‌غلظت کشت شدند (Murashige and Skoog, 1962). محیط با ۶ گرم آگار برای رطوبت بیشتر و ۳۰ گرم ساکارز به عنوان منبع کربن ساخته شد. pH محیط قبل از افزودن عامل ژله‌کننده به ۵/۸ تنظیم و بمدت ۲۰ دقیقه اتوکلاو شد. سپس در هر پلیت شیشه‌ای که حاوی ۲۰ میلی‌لیتر محیط کشت بود به تعداد ۱۶ بذر کاشته شد. بذور بمدت ۲۰ روز در شرایط نوری ۱۶ و تاریکی ۸ نگهداری شد. نخستین شمارش بذرهای جوانه زده ۳ روز بعد از آغاز آزمایش بود و آخرین شمارش روز دهم بود. درخصوص ایجاد یکنواخت‌کردن کشت‌ها، بهترین گیاهچه انتخاب و واکشت بر روی آن انجام گرفت. پس از بدست آوردن تعداد کافی ریزنمونه، مرحله بعدی ریزازدیادی شروع شد. بمنظور بررسی اثر سطوح مختلف هورمون‌های سیتوکینین و اکسین، شاخه‌های تشکیل‌شده در مرحله قبل به قطعاتی دارای ۲ گره برش داده شدند و سپس به محیط کشت MS کامل، حاوی غلظت‌های مختلف هورمون ((۲، ۱، ۰) KIN[1]، (۰/۳، ۰) NAA[1])

[1] Kinetin
[2] α- Naphthaleneacetic acid

و((۲، ۱، ۰) BAP[1]، (۰/۳، ۰) NAA) میلی‌گرم در لیتر بصورت منفرد و ترکیبی انتقال داده شد. کشت‌های این ویترو در اتاق رشد در ۱۶ ساعت روشنایی و ۸ ساعت تاریکی و شدت نور LUX 1500، دمای ۳±۲۳ درجه سانتی‌گراد و رطوبت ۲±۵۰٪ قرار داده شد. ۳۰ روز پس از کاشت پارامترهای لازم در رابطه با طول ساقه، تعداد گره، تعداد شاخه و درصد بقای گیاهچه ثبت شد. داده‌ها طی آزمایش فاکتوریل در قالب طرح کاملا تصادفی با سه تکرار پی‌ریزی شد. مرحله سازگاری با هدف انتقال گیاهچه‌ها به خاک و سازگار کردن با محیط انجام شد. آبیاری نیز بصورت روزانه صورت پذیرفت. تجزیه داده‌ها با استفاده از نرم افزار SPSS 22 و آزمون دانکن، رسم نمودارها نیز با Excell ۲۰۱۶ انجام پذیرفت.

۳. نتایج

بر اساس نتایج به دست آمده، ۵۰/۸ درصد بذور طی ده روز بعد از کشت در محیط MS ۱/۲ غلظت جوانه زدند و سپس به محیط MS انتقال داده شدند. در این پژوهش از MS نیم غلظت و آگار ۶٪ استفاده شد. مراحل جوانه‌زنی تا سازگاری مرزه در (شکل ۱) قابل مشاهده است.



شکل ۱-
شاخه‌زایی مراحل سازگاری گیاه مرزه A) کشت بذر در شرایط بدون هورمون B,C) واکشت نمونه با دو میانگره و انتقال به محیط هورمون دار D) مرحله سازگاری E) سازگار شدن کامل گیاه.

مقایسه دو نوع محیط کشت هورمون‌دار نشان داد که تنها در نسبت هورمونی ۲:۰/۳ ((NAA:BAP و ۰:۱:KIN) NAA) تفاوت معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد در میزان طول ساقه بدست آمد و در نسبت‌های هورمونی مختلف تفاوت معنی‌داری ثبت نشد (نمودار ۱). همچنین در بررسی جداگانه محیط کشت‌ها مشخص شد که محیط حاوی هورمون‌های BAP:NAA بیشترین طول ساقه برای نسبت هورمونی ۲:۰/۳ بدست آمد. علاوه بر آن نسبت هورمونی ۱:۰/۳ میزان طول ساقه بیشتر از نسبت هورمونی ۲:۱ بدست آمد (جدول ۱). در این آزمایش هورمون BAP همراه با غلظت ۰/۳ اکسین، افزایش طول ساقه و ریشه مشاهده شد،

[3] 6-Benzyl amino purine

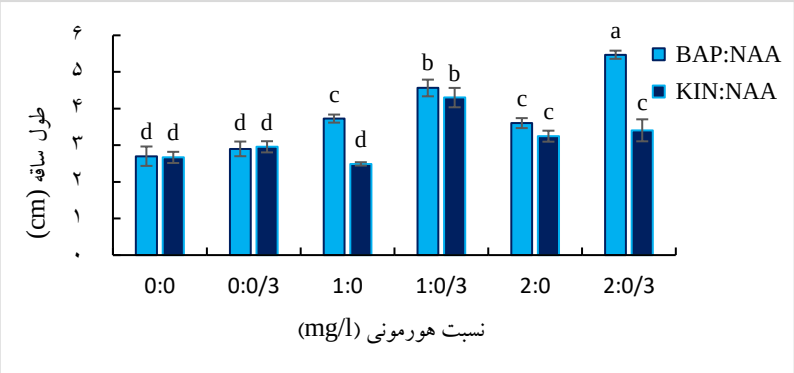
کمترین مقدار این پارامترها برای نمونه شاهد بدست آمد. این درحالی است که در مقایسه با شاهد خود تفاوت معنی‌داری در سطح احتمال ۵ درصد نشان داد.

جدول ۱- اثر ترکیب های مختلف هورمون‌های رشدی بر تکثیر شاخه در گونهٔ دارویی مرزهٔ خضرا.

ترکیب هورمون رشدی		تعداد شاخه	طول شاخه (cm)	تعداد گره	بقای گیاهچه‌ها (٪)
NAA (mg/l)	BAP (mg/l)				
۰	۰	۱/۴۱^{d}	۲/۷۱^{d}	۲/۸۲^{b}	۸۵^{a}
۰/۴	۰	۱/۰۱^{d}	۲/۹^{d}	۲/۹^{b}	۸۰^{a}
۰	۱	۱/۹۹^{c}	۳/۷۲^{c}	۳/۳۳^{a}	۸۹/۹^{a}
۰/۴	۱	۲/۴^{b}	۴/۵۶^{b}	۲/۴^{bc}	۷۲/۱^{b}
۰	۲	۱/۸۲^{c}	۳/۶^{c}	۳/۴۲^{a}	۹۰/۱^{a}
۰/۴	۲	۱/۵۹^{a}	۵/۴۷^{a}	۳/۴^{a}	۷۹/۹^{ab}
NAA (mg/l)	Kinetin (mg/l)				
۰	۰	۱/۴۴^{d}	۲/۶۶^{cd}	۲/۷۲^{b}	۸۹/۲^{a}
۰/۴	۰	۱/۲^{d}	۲/۹۵^{cd}	۲/۸^{b}	۸۶^{a}
۰	۱	۱/۴۱^{d}	۲/۴۹^{cd}	۲/۴۹^{bc}	۵۴/۲۴^{c}
۰/۴	۱	۱/۲۲^{b}	۴/۴^{b}	۲/۸^{bc}	۹۲/۴۱^{a}
۰	۲	۱/۲^{c}	۳/۲۴^{c}	۲/۴۱^{bc}	۶۸/۶^{b}
۰/۴	۲	۱/۸۹^{c}	۳/۴^{c}	۲/۲۱^{bc}	۶۸/۸^{b}

دارای / فاقد — داده‌های حروف مشترک اختلاف

معنادار بر اساس آزمون دانکن در سطح ۵ درصد **هستند**.



نمودار ۱- ساقه‌زایی نمونه‌های مرزه در محیط‌کشت حاوی غلظت‌های مختلف BAP:NAA و Kin:NAA را نشان می‌دهد. مقادیر، میانگین ۳ تکرار ±SE است. حروف یکسان بیانگر عدم اختلاف معنی‌دار با استفاده از آزمون دانکن در سطح احتمال P≤۰/۰۵ است.

٤. بحث و نتیجه‌گیری

در پژوهش حاضر، پس از اتخاذ روش‌های متفاوت، اینگونه مشخص شد که روش انجام شده روشی کارآمد جهت مرحله ضدعفونی پژوهش حاضر می‌باشد. اما در تحقیقات پیشین مشخص شد که ضدعفونی بذر مرزه با استفاده از الکل ۷۰٪ بمدت ۱۰ ثانیه، هیپوکلریت سدیم ۱۰٪ (وایتکس ۱۰٪) بمدت ۶۰ ثانیه و بنویل دو در هزار به مدت یک دقیقه انجام شد، پس از هر مرحله، ضدعفونی کردن بذرها لااقل دو مرتبه با آب مقطر شستشو داده شدند (Seghe, 2010). در تحقیق دیگری که روی جنین‌زایی بدنی مرزه صورت گرفت محیط جوانه‌زنی بذر با استفاده از محیط پایه MS همراه با ویتامین و ساکارز ۳۰٪ و آگار ۸٪ استفاده شد (Aguilar *et al.*, 1997). این درحالی است که در این پژوهش از MS نیم غلظت و آگار ۶٪ استفاده شد.

مقایسه دو نوع محیط کشت هورمون‌دار نشان داد که محیط حاوی هورمون‌های BAP:NAA بیشترین طول ساقه برای نسبت هورمونی ۲:۰/۳ بدست آمد (جدول ۱). Afzalifar و همکاران (۲۰۱۲) نیز هورمون BAP را به منزلهٔ مؤثرترین هورمون در پرآوری گونه مرزه معرفی کردند و موثرترین غلظت را ۲ میلی گرم در لیتر عنوان نمودند. این بدان معناست که گیاهان مرزهٔ بررسی شده، به غلظت های متوسط به بالای سیتوکنین BAP جواب دهی بهتری ازخود نشان می‌دهند. نیز ایشان بیان کردند که استفاده از غلظت بالای هورمون کینتین تأثیر کمتری در افزایش طول ساقه در مقایسه با BAP داشته است، زیرا در هیچ یک از سطوح غلظتی ۲ میلی‌گرم در لیتر کینتین تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد در این آزمایش نیز می‌توان نتیجه گرفت که هورمون BAP همراه با غلظت ۰/۳ اکسین، به جهت تولید ریشه بیشتر توانایی جذب مواد مغذی از محیط کشت افزایش یافته و افزایش طول ساقه را در پی دارد، کمترین مقدار این پارامترها در نمونه شاهد مشاهده شد، این نتایج با نتایج مریم گلی مطابقت داشت (Arikat *et al*., 2008). حتی درصد بقای گیاهچه‌ها در کمترین میزان بدست آمد، این درحالی است که در مقایسه با شاهد خود تفاوت معنی‌داری در سطح احتمال ۵ درصد نشان داد که با نتایج Zahedi و Sahraro (۲۰۱۷) مطابقت دارد.

منابع

Kumari, S., Chandel, K.S., 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.

Afzalifar M. 2012. Evaluation of different propagation and androgenesis in *Satureja khuzistanica* and S *rechingeri*. M.Sc. thesis. Medicinal Plants and Drug Research Institute. Shahid Beheshti University, Iran. (in Farsi).

Aguilar R. M., villalobos A.V., Salgado G.R., Cabera A. J., Vidales F.I. 1997. Oganogenesis y emberiojenesis somatica en. satuureja macrostema benth briq.

Arikat N. A., Jawad F. M., Karam N. S. and Shibli, R. A. 2004. Micropropagation and accumulation of essential oils in wild sage (*Salvia fruticosa* Mill.). Scientia Horticulturae. 100, 193-202.

Cho S., Choi Y., Park, S. 2011. Carvacrol prevents diet-induced obesity by modulating gene expressions involved in adipogenesis and inflammation in mice fed with high-fat diet. J NUTR BIOCHEM, 23 (2), 192-201.

Elyasi L., A.A. Mehrabi M. Seyedi and Z. Safari.2017. Optimization of callus culture of *Satureja Bachtiarica* L. using different explants and concentrations of growth regulators. Journal of Crop Breeding. 8(20): 124-132

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 Plant propagation by tissue culture. Springer, Dordrecht: 65-113.

Hadian J., Mirjalili M. H. and Ganjipoor N.2011. Morphological and phytochemical characterization of natural populations of Satureja khuzestanica. Chemistry and Biodiversity; 8, 902-915.

Iram S. and Anis, Man.2008. improved plant regeneration system and ex vitro acclimatization of *Ocimum basilicum* L. Acta Physiologiae Plantarum. 30, 493-499.

Keshavarzi M. H. B.2011 Effect of salt stress on germination and early seedling growth of savory (*Satureja hortensis*). Aust. *J. Basic* and Appl. Sci:5(12), 3274-3279.

Murashige T., and Skoog F. 1962. A revised medium for rapid growth and bio assays with tobacco tissue cultures. Physiologia plantarum.1962; *15*(3), 473-497.

Seghe eslam M. J.2010. Effect of salinity on germination of three species of *Satureja hortensis* L., Chicory (*Cichorium intybus* L.) and Artichoke (*Cynara scolymus* L.)". Iranian Agricultural Research; 8(5), 818-823.

Zahedi B., Sahraroo A. 2017. Micro-evaluation of medicinal plant of Khuzestan border (*Satureja khuzistanica*). Iranian Horticultural Sciences; 46 (2), 291-296.

Micropropagation comparative evaluation of Satureja (*Satureja hortensis* L.)

Fatemeh Jamalomidi[*1], Motahare Omidipour[1]

[1]Department of Biology, Faculty of Sciences, University of Guilan, Rasht, Iran

Abstract

Savory is a scientific name (*Satureja khazra* L.) from the family Lamiaceae. It has medicinal properties such as stomach booster, relieves joint pain, liver protection, antifungal, antiviral, anti-cancer and HIV-1 effects. In the modern age of the pharmaceutical industrys, physicians and research groups in many countries have again turned their attention to natural resources and medicinal plants, so reproduction and micro-propagation through in vitro cultivation leading to without pollution plant production is important. For this purpose, an experiment was conducted in a completely randomized design with three replications at the University of Guilan. Seeds were first disinfected and half-concentrations were planted in MS medium, then transferred to complete MS medium without hormones. After 30 days, the subculture of samples done from sterile seedlings. Stem explants with two nodes in complete MS medium containing hormone different concentrations of (KIN (0, 1, 2), NAA (0, 0.3)) and (BAP (0, 1, 2), NAA (0, 0.3)) mg/l was transferred and shoot length, number of shoots, number of nodes and seedling survival percentage were studied in two types of media. The results of this study showed that the highest response of explants to regeneration was obtained in BAP and NAA medium with hormone concentration of NAA 0.3 and BAP 2 mg/L. Also, the highest regeneration rate was obtained for Kinetin and NAA in relation to NAA ratio of 0.3 and Kinetin 1 mg/L. Comparison of two types of media with hormonal ratio of 0:0.3 mg/l showed no significant difference at 5% probability level.

Keywords: Savory, Micropropagation, Tissue culture, BAP, NAA, KIN

بررسی اثر تراکم و الگوی کاشت بر خصوصیات رشد و عملکرد گشنیز و کدوی دلمه‌ای در کشت مخلوط

نجمه زینلی‌پور[1*]، سید محمد جواد آروین[2]، فاطمه عاقبتی[3]، زهرا پاک کیش[4]، حمیده محمدی[5]

[1،2،3و4]: گروه علوم و مهندسی باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهید باهنر کرمان، کرمان، ایران

چکیده

موضوع این مطالعه، بررسی تأثیر کشت توأم دو گیاه گشنیز و کدوی دلمه‌ای، فواصل و الگوی کشت بر عملکرد و نسبت برابری زمین در گلخانه واقع در ماهان از توابع کرمان بود. آزمایش به صورت بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار طراحی و گشنیز و کدوی دلمه‌ای به صورت کشت مخلوط گشنیز بین بوته‌های کدو، گشنیز بین ردیف‌های کدو و گشنیز هم بین بوته‌ها و هم بین ردیف‌های کدو در سه فاصله بین بوته مختلف ۲۰، ۳۰ و ۴۰ سانتی‌متر در کنار هم انجام شد. هم‌چنین کشت خالص هر دو گیاه نیز در همان فواصل بوته یاد شده صورت گرفت. نتایج نشان داد تیمار کشت مخلوط گشنیز بین ردیف‌های کدو با فاصله کشت ۳۰ سانتی‌متر بیشترین عملکرد رویشی گشنیز و میوه گیاه کدو را دارا بود. با ارزیابی پارامتر نسبت برابری زمین نیز مشخص شد در همه تیمارهای کشت مخلوط دو گیاه در هر سه فاصله کشت LER بزرگ‌تر از واحد یک به دست آمد و سودمندترین مخلوط کشت در تیمار کشت بوته‌های گشنیز هم بین بوته‌ها و هم بین ردیف‌های کدو با فاصله ۳۰ سانتی‌متر بود. بر اساس نتایج این آزمایش، توأم نمودن کشت گیاه دارویی گشنیز با کدوی دلمه‌ای سودمند ارزیابی شده و در راستای اهداف کشاورزی پایدار قابل توصیه می‌باشد.

واژگان کلیدی: الگوی کاشت، کدو دلمه‌ای، کشت توأم، گشنیز، نسبت برابری زمین.

E-mail: Nzeinali.uk.ac.ir

۱. مقدمه

گشنیز (*Coriandrum sativum*) گیاهی دارویی، یک‌ساله از خانواده Apiaceae است که تنها یک فصل رشد زنده مانده و ارتفاع آن به ۳۰، ۵۰ و گاهی ۱۰۰ سانتی‌متر می‌رسد. شکل برگ‌های گیاه متغیر است. کدو دلمه‌ای (*Cucurbita pepo* cv. Tondo di piacenza) واریته‌ای پر بار، زودرس، با میوه‌های مدور، سبز، با خطوطی تیره رنگ و دارای طعم بسیار مطلوبی است که به تازگی در بین کشاورزان محبوبیت فراوانی پیدا کرده است. زمان مناسب برداشت محصول وقتی است که قطر میوه کدو به ۱۰ سانتی‌متر برسد.

در دهه‌های اخیر ضمن نگرش بازگشت انسان به طبیعت، توجه بیشتری به کشاورزی پایدار معطوف شده که همگام با طبیعت بوده و اصل بنیادین آن ایجاد و حفاظت تنوع زیستی است (Beheshti *et al*., 2010)، از این رو گرایش به سمت طراحی و مدیریت سیستم‌های متکی بر فرآیندهای اکولوژیکی جهت تولید و کنترل آفات، بیماری‌ها و علف‌های هرز و کاهش وابستگی به کاربرد مواد شیمیایی، افزایش یافته است (Liebman, 1989). از جمله این روش‌های مدیریتی می‌توان به کشت گیاهان ارزشمند دارویی و سبزی‌های میوه‌ای در کنار یکدیگر به صورت ترکیبی، جهت استفاده بهتر از منابع زیست محیطی و ایجاد رقابت مثبت، طبق سازگاری آن‌ها اشاره نمود (Ghanbari Bonjar, 2000). به طور کلی، مهم‌ترین دلیل توجه به کشت مخلوط، سودمندی عملکرد نسبت به کشت خالص هر گیاه است (Li *et al*., 2001)، که از طریق افزایش اثرات همراهی گونه‌ها و کاهش رقابت بین گونه‌های مورد استفاده در ترکیب و افزایش جذب و بهبود استفاده از نور، اغلب یکی از مزایای آن بیان گردیده است (Ofosu and Limbant, 2007).

این مطالعه با هدف برآورد میزان سودمندی زمین در حالت کشت مخلوط این دو گیاه و تعیین بهترین الگو و فاصله کشت صورت گرفت. هم‌چنین بررسی مقدار عملکرد هر دو محصول تحت شرایط فعلی و نیز ارزیابی میزان تجمع نیترات انجام شد.

۲. مواد و روش‌ها

این پژوهش در مجتمع گلخانه‌ای ماهان در ۲۵ کیلومتری شهر کرمان با اقلیم معتدل اجرا شد. شرایط گلخانه در پاییز ۱۴۰۰، با میانگین دمای روزانه ۲۱ درجه سانتی‌گراد، رطوبت نسبی ۷۰ درصد و شدت نور حدود ۷۵۰۰ لوکس بود. کشت بذورگشنیز و کدو دلمه‌ای در بستر ترکیبی خاک گلخانه شامل؛ الک شده+ ماسه بادی+ پیت ماس و زئولیت با نسبت‌های ۴ :۲: ۰/۵ و ۰/۵ و به صورت ایجاد جوی و پشته کم عمق برای هر دو گیاه انجام گردید. فاصله بین بوته‌های کدو در کشت مخلوط ۶۰ سانتی‌متر از هم و بوته‌های گشنیز با فواصل ۲۰، ۳۰ و ۴۰ سانتی‌متر از گیاهان کدو در کشت مخلوط جای‌گذاری و کشت شدند. هم‌چنین کشت هر دو گیاه به صورت تک کشتی نیز برای گشنیز در هر سه فاصله ردیف یاد شده (۲۰، ۳۰ و ۴۰ سانتی‌متر) برای کدو (۳۰، ۴۰ و ۵۰ سانتی‌متر) انجام شد. جهت تغذیه گیاهان مخلوط، از کود کامل NPK با نسبت‌های ۲۰: ۲۰: ۲۰ در طی دو بار محلول‌پاشی با توالی زمانی یک ماه، پس از شش برگی شدن گشنیز و چهار برگی شدن کدو دلمه‌ای استفاده شد. پارامترهای؛ عملکرد، رطوبت نسبی، تجمع نیترات، کلروفیل کل و نسبت برابری زمین مورد ارزیابی قرار گرفتند. عملکرد با توزین پیکره رویشی گشنیز قبل از شروع گلدهی و در مجموع سه بار برداشت اندازه‌گیری و مجموع میوه‌های تولید شده کدو دلمه‌ای از هر تیمار وزن‌گیری و ثبت انجام شد. رطوبت نسبی برگ به روش ویترولی، کلروفیل کل به روش برادفورد و بررسی تجمع نیترات در برگ هر دو گیاه با استفاده از دستگاه اسپکتروفوتومتر انجام شد

(Coronel *et al*., 2008). برای سنجش نسبت برابری زمین از فرمول ($LER= \sum^{m}_{n=1} Yi/Yii$) که در آن Yi مقدار محصول یک گونه به صورت توأم در واحد سطح زمین و Yii مقدار محصول همان گونه در کشت خالص یا تک کشتی است. اگر مقدار LER مساوی ۱ باشد، عملکرد تک کشتی و توأم یکسان است. اگر LER مساوی با X+1 باشد، مقدار اضافه محصول و راندمان کشت توأم برابر با X100% می‌باشد. داده‌ها با نرم افزار SAS تجزیه و بررسی مقایسات میانگین طبق آزمون LSD در سطح پنج درصد انجام شد.

۳. نتایج

۱.۳. رطوبت نسبی برگ

طبق نتایج حاصل از مقایسه میانگین، در تک کشتی گیاهان، بیشترین رطوبت نسبی برگ گشنیز و کدو در کشت تکی در فاصله کشت بین بوته ۵۰ سانتی‌متر مشاهده شد (جدول ۱). احتمال دارد این افزایش در میزان رطوبت نسبی برگ به دلیل بهره‌مندی هر بوته از منابع آب بیشتر و ذخیره آن در برگ‌ها در مقایسه با تیمارهای تک کشتی با تراکم بیشتر باشد. در خصوص درصد رطوبت نسبی این دو گیاه در کشت مخلوط، برای هر دو گونه تیمار برتر شامل مخلوط دو گیاه در فاصله کشت ۳۰ سانتی‌متر گشنیز هم بین بوته‌ها و هم بین ردیف‌های کدو دلمه‌ای بود (جدول ۱). شاید دلیل این موضوع هم زیستی مسالمت آمیز و سازگاری دو گیاه در خصوص جذب رطوبت از خاک و ذخیره و حفظ آن در برگ‌ها باشد که در پر ازدحام‌ترین الگوی کشت فاصله ۳۰ سانتی‌متر، میزان تبخیر و تعرق از سطح برگ نیز به دلیل برخورداری آن‌ها از تراکم بالاتر و سایه‌اندازی نسبی اندام‌های رویشی، به احتمال کاهش یافته است.

۲.۳. کلروفیل کل

بررسی مقایسه میانگین نشان داد که بیشترین میزان کلروفیل برگ در گیاه دارویی گشنیز در کشت توأم دو گیاه در فاصله کشت ۳۰ سانتی‌متری از بوته‌های کدو و البته در هر سه الگوی کشت شامل؛ گشنیز بین بوته‌ها، گشنیز بین ردیف‌ها و گشنیز هم بین بوته‌ها و هم بین ردیف‌های کدو دلمه‌ای حاصل شد. این در حالی است که بیشترین مقدار کلروفیل برگ کدو دلمه‌ای در تیمار کشت مخلوط گشنیز با فواصل ۳۰ سانتی‌متر، هم بین بوته‌ها و هم بین ردیف‌های کدو به دست آمد (جدول ۱). سازگاری گیاهان در این فاصله کشت و کارایی بهتر منابع آب و غذا احتمالا دلیل افزایش در محتوای کلروفیل کل باشد که رقابت بین گونه‌ها نتوانسته بر آن فائق آید و یا شاید رقابت مثبت ایجاد شده باشد. در کشت توأم معمولا از گیاهان با سیستم ریشه متفاوت، نیازهای غذایی متفاوت و با کارآیی متمایز در خصوص نهاده‌های زمین و عوامل محیطی استفاده می گردد که وجود این تفاوت‌ها باعث رقابت مثبت بین گونه‌های موجود در ترکیب شده و توانمندی آن‌ها را در حفظ ویژگی‌های فیزیولوژیکی و زیست شناسی تقویت می‌نماید (Kashi *et al*., 2007).

۳.۳. تجمع نیترات در برگ

بر اساس نتایج مقایسه میانگین، بیشترین میزان تجمع نیترات در برگ های گشنیز در تیمار کشت توأم گشنیز با فواصل ۲۰ سانتی‌متر در الگوی کشت متراکم گشنیز هم بین بوته‌ها و هم بین ردیف‌های کدو دلمه‌ای به دست آمد (جدول ۱). به نظر می‌رسد که در

این تیمارها که متراکم‌ترین الگو و فاصله کشت در شرایط این تحقیق می‌باشند، سایه‌اندازی برگ‌های دو گیاه بر هم منجر به تجمع نور مادون قرمز بیشتر و کاهش فعالیت آنزیم نیترات ردوکتاز و در نتیجه افزایش تجمع نیترات در برگ‌های گشنیز شده است. همین نتیجه در خصوص تجمع نیترات در برگ‌های کدو دلمه‌ای نیز به دست آمد، با این تفاوت که دو تیمار با تراکم بالا یعنی گشنیز بین بوته‌ها، گشنیز هم بین بوته‌ها و هم بین ردیف‌ها بیشترین تجمع نیترات را در برگ‌های کدو دلمه‌ای به دنبال داشت. کمترین انباشت نیترات در برگ‌های گشنیز در تیمار کشت توأم گشنیز با فواصل ۳۰ سانتی‌متر بین بوته‌های کدو دلمه‌ای و کمترین تجمع نیترات در برگ‌های کدو دلمه‌ای نیز در همین تیمار مشاهده شد (جدول ۱).

جدول ۱. مقایسه میانگین صفات مورد ارزیابی در گشنیز و کدو دلمه‌ای در کشت مخلوط این دو گیاه.

تیمارها	رطوبت نسبی برگ گشنیز (%)	کلروفیل کل برگ گشنیز (mg/g FW)	تجمع نیترات برگ گشنیز (mg/kg FW)	عملکرد رویشی گشنیز (ton/h)	نسبت برابری زمین (ELR)	رطوبت نسبی برگ کدو (%)	کلروفیل کل برگ کدو (mg/g FW)	تجمع نیترات برگ کدو (mg/kg FW)	عملکرد میوه کدو (ton/h)
گشنیز ۲۰	۹۲/۴ b	۱/۷۶ c	۳۸۸/۲ b	۹/۹ de	-	-	-	-	-
گشنیز ۳۰	۹۲/۸ b	۱/۸۳ bc	۳۱۲/۴ c	۸/۲ f	-	-	-	-	-
گشنیز ۴۰	۹۳/۱ a	۱/۷۲ c	۲۸۹/۴ cd	۷/۴ g	-	-	-	-	-
کدو ۳۰	-	-	-	-	-	۹۰/۵ e	۰/۸۸ c	۱۱۳/۷ b	۳۵/۶ d
کدو ۴۰	-	-	-	-	-	۸۹/۷ e	۰/۹۵ c	۶۴/۳ d	۳۲/۱ e
کدو ۵۰	-	-	-	-	-	۸۸/۶ f	۰/۹۲ c	۶۷/۶ d	۲۴/۷ j
گشنیز و کدو B ۲۰	۹۰/۰ d	۱/۵۶ d	۳۶۲/۴ bc	۹/۷ de	۱/۱۴ f	۹۴/۲ b	۰/۷۶ d	۱۲۴/۳ a	۳۸/۲ c
گشنیز و کدو R ۲۰	۹۲/۷ b	۱/۸۱ bc	۳۸۲/۹ b	۹/۴ de	۱/۲۹ d	۹۴/۱ b	۰/۹۸ bc	۷۳/۰ c	۳۱/۴ f
گشنیز و کدو RB ۲۰	۹۲/۱ b	۱/۵۲ d	۴۸۹/۲ a	۱۰/۸ c	۱/۳۶ b	۹۴/۱ b	۱/۰۷ b	۱۲۲/۷ a	۳۹/۷ b
گشنیز و کدو B ۳۰	۹۲/۲ b	۲/۲۵ a	۲۰۹/۵ e	۱۱/۹ b	۱/۴۱ b	۹۳/۹ b	۰/۹۹ bc	۵۵/۹ e	۴۰/۱ b
گشنیز و کدو R ۳۰	۹۱/۳ c	۲/۲۰ a	۱۸۹/۵ f	۱۰/۰ d	۱/۲۳ e	۹۴/۱ b	۰/۸۹ c	۳۶/۷ g	۳۸/۷ c
گشنیز و کدو RB ۳۰	۹۳/۴ a	۲/۱۱ a	۲۴۱/۸ d	۱۲/۱ a	۱/۴۷ a	۹۵/۳ a	۱/۲۳ a	۴۳/۱ f	۴۲/۴ a
گشنیز و کدو B ۴۰	۹۱/۴ c	۲/۰۰ b	۲۱۰/۵ e	۷/۸ fg	۱/۱۲ f	۹۲/۱ d	۰/۶۴ d	۴۵/۳ f	۳۰/۷ g
گشنیز و کدو R ۴۰	۹۰/۸ d	۱/۹۸ b	۲۰۲/۷ e	۷/۴ g	۱/۱۱ f	۹۲/۲ d	۰/۸۳ cd	۴۴/۲ f	۲۸/۵ i
گشنیز و کدو RB ۴۰	۹۱/۲ c	۱/۸۷ c	۲۴۵/۲ d	۸/۱ f	۱/۰۳ g	۹۳/۱ c	۰/۸۸ c	۶۵/۲ d	۳۰/۳ h

حروف مشترک در هر ستون نشان دهنده عدم تفاوت معنی‌دار بین تیمارها در سطح احتمال پنج درصد است.

(R به معنی فاصله بین ردیف‌ها، B به معنی فاصله بین بوته‌ها و RB به معنی هم بین ردیف‌ها و هم بین بوته‌ها است).

٤.٣. عملکرد

نتایج حاکی از آن بود که در کشت خالص گشنیز، بیشترین عملکرد در فاصله ۲۰ سانتی‌متر بین بوته‌ها که بیشترین تراکم گیاهی وجود داشت، به دست آمد. بیشترین عملکرد کدو دلمه‌ای در کشت خالص نیز در فاصله کشت ۳۰ سانتی‌متر بین بوته‌ها حاصل شد (جدول ۱). این افزایش عملکرد در هر دو گیاه به دلیل افزایش تراکم در واحد سطح است که احتمالا به دلیل قوی‌تر بودن رقابت درون گونه‌ای در مقایسه با رقابت برون گونه‌ای می‌باشد (Zeinali Pour *et al*., 2010). در کشت مخلوط، بیشترین عملکرد گشنیز و کدو دلمه‌ای در تیمار کشت توأم گشنیز با فواصل ۳۰ سانتی‌متر، هم بین بوته‌ها و هم بین ردیف‌های کدو به دست آمد (جدول ۱). در این فاصله کشت هر دو گیاه با استفاده از مواد غذایی و آب در دسترس و نیز با توجه به وجود تعداد بیشتر گیاه گشنیز بین بوته‌ها و بین ردیف‌های کدو دلمه‌ای از واحد سطح زمین مشخص شده، بهترین بهره را برده و در مقایسه با سایر تیمارها عملکرد چشمگیرتری را ایجاد نموده است. در سیستم کشت مخلوط این دو گیاه باید نوعی سازگاری و در عین حال رقابت مثبت سبب شده باشد تا هر دو گیاه بهترین تولید عملکرد را ضمن بهره‌مندی از تراکم قابل تحمل ایجاد کرده‌اند. اجزای مخلوط در واحد سطح نسبت به کشت خالص، به دلیل استفاده بهتر از عوامل محیطی عملکرد بهتری را تشان می‌دهند و این از مزایای کشت‌های توأم می‌باشد (Banik *et al*., 2006).

٥.٣نسبت برابری زمین

نتایج مقایسه میانگین بیانگر آن بود که بیشترین نسبت برابری زمین در تیمار توأم کشت گشنیز بین بوته‌ها، بین ردیف‌ها و هم بین بوته‌ها و ردیف‌های کدو دلمه‌ای با فاصله ۳۰ سانتی‌متر به دست آمد (جدول ۱). نسبت برابری زمین در این تیمار (۱/۴۷) بود و نشان دهنده این است که کشت توأم این دو گیاه در مقایسه با کشت خالص و تنهایی هر یک از آن‌ها ۴۷ درصد سودمندتر است.

٤. بحث و نتیجه‌گیری

با توجه به این که در همگی الگوهای مخلوط و فواصل کشت نسبت برابری زمین بیش از ۱ بود، بنابراین می‌توان اظهار داشت که کشت توأم این دو گیاه در مقایسه با کشت خالص هر یک از آن‌ها سودمندتر است و از نظر اغلب خصوصیات رویشی، فیزیولوژیکی و نیز عملکرد، راندمان کشت مخلوط این دو گیاه در مقایسه با تک کشتی بیشتر بود. از این رو می‌توان کشت این دو گیاه از خانواده‌های مختلف را به لحاظ همسویی با اهداف کشاورزی پایدار و ایجاد ارزشمندی غذایی در کنار یکدیگر به صورت توأم توصیه نمود.

منابع

Banik, P., Midya, A., Sarkar, B.K., Ghosh, S.S. 2006. Wheat and chickpea inter-cropping system in an additive series experiment: Advantages and weed smothering. European Journal of Agronomy 24: 325-332.

Beheshti, H., Beheshti, M. 2010. Improving productivity and firm performance with enterprise resource planning. Enterprise Information Systems 4.

Coronel, G., Chang, M., Rodríguez-Delfín, A. 2008. Nitrate reductase activity and chlorophyll content in lettuce plants grown hydroponically and organically. In: Proceedings of 3th International Symposium on Soilless Culture and Hydroponics. pp. 137-144.

Ghanbari-Bonjar, A. 2000. Intercropped Wheat and Bean as a Low-Input Forage. PhD Thesis, Wye College, University of London, London.

Kashi, A. 2007. Intercropping systems in horticulture plants. Handbook of Tehran University.

Ofosu, A., Limbant, N. 2007. Effect of intercropping on the growth and yield of cucumber (*Cucumis sativus* L.) and Okra (*Abelmoschus esculentus* L.). International Journal of Agriculture and Biology 9(4): 594-597.

Zeinali Pour, N., Kashi, A., Fatahi Moghadam, M. 2010. Investigating the effect of density and cropping pattern on yield and yield components of cucumber and celery in combined cultivation. Journal of Horticultural Sciences of Iran. 41(1): 55-61.

Investigating the Effect of Density and Cropping Pattern on the Growth Characteristics and Yield of *Coriandrum sativum* and *Cucurbita pepo* in Combined Cultivation

Najme Zeinali Pour[*1], Seyed Mohammad Javad Arvin[2], Fatemeh Aghebati [3], Zahra Pakkish[4], Hamideh Mohammadi [5]

[1,2,3,4]: Department of Horticultural Science, Faculty of Agriculture, Shahid Bahonar University of Kerman, Kerman, Iran

Abstract

The subject of this study was to investigate the effect of the intercropping between coriander (*Coriandrum sativum*) and gourd pumpkin (*Cucurbita pepo*), their cultivation distances and pattern on the yield and the land equivalent ratio in a greenhouse located in Mahan, around of Kerman. Experiment designed in complete randomized blocks in three replications as intercropping the coriander between pumpkin's bushes, coriander between pumpkin's rows and coriander between both bushes and rows of pumpkin at three different distances including 20, 30 and 40 cm side by side .Also, the pure cultivation of both plants was done at the same like as above-mentioned distances. The results showed that the intercropping coriander between the pumpkin rows and with the planting distance of 30 cm had the highest vegetative yield of coriander and fruit yield of the pumpkin. By evaluating the parameter of land equivalent ratio (LER), it was also found that in all treatments of intercropping culture of two plants, LER greater than 1 was obtained in three distances and the most beneficial cultivation mixture in the treatment of coriander plants was obtained between rows and bushes pumpkin with a distance of 30 cm. Based on the results of this experiment, multiple cropping of coriander as medicinal plant with gourd pumpkin has been evaluated useful and is recommended parallel with the goals of sustainable agriculture.

Keywords: Coriander, Cultivation Pattern, Gourd pumpkin, Intercropping, Land equivalent ratio.

* E-mail: Nzeinali.uk.ac.ir

بررسی اثر غلظت‌های مختلف اسید آسکوربیک بر جوانه‌زنی بذر *Withania somnifera*

میترا جباری*[۱]، مجید جعفری[۲]، زهرا کوچک‌پور[۳]

۱- استادیار، گروه تولید و ژنتیک گیاهی، دانشکده کشاورزی، مجتمع آموزش عالی سراوان، سراوان، سیستان و بلوچستان

۲- استادیار، گروه گیاهپزشکی، دانشکده کشاورزی، مجتمع آموزش عالی سراوان و شرکت دانش بنیان رویان گیاه شستون سبز، سراوان، سیستان و بلوچستان

۳- پژوهشگر، دانش آموخته دکتری اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه زابل، زابل، سیستان و بلوچستان و اداره امور عشایر، شهرستان سیب و سوران، سیستان و بلوچستان

چکیده

آشواگاندا یک درختچه کوچک همیشه سبز است بومی هندوستان است و از گذشته به دلیل خواص ترمیم کننده آن شناخته شده است. تیمار بذور پیش از کاشت می‌تواند تأثیر مستقیمی بر سرعت و درصد نهایی جوانه‌زنی داشته باشد. لذا تحقیق حاضر به منظور بررسی اثر تیمارهای مختلف پرایمینگ بر شاخص‌های جوانه‌زنی آشواگاندا انجام شد. تیمارهای پرایمینگ شامل اسید آسکوربیک (۱۰۰ mg/L)، اسید آسکوربیک (۲۰۰ mg/L)، هیدروپرایمینگ و تیمار بدون پرایم بود. بر اساس تعداد بذر جوانه زده در روز، شاخص‌های تعداد کل بذور جوانه زده، درصد جوانه‌زنی، متوسط زمان لازم برای جوانه‌زنی، متوسط نرخ جوانه‌زنی و سرعت جوانه‌زنی برآورد گردید. بر اساس نتایج، پرایمینگ بذر و عدم پرایمینگ بذر از لحاظ تعداد کل بذور جوانه زده و درصد جوانه‌زنی تفاوت معنی‌داری نداشتند. پیش‌تیمار ۱۰۰ mg/L اسید آسکوربیک منجر به تأخیر در جوانه‌زنی بذور گردید. پیش تیمار بذور با آب مقطر و اسید آسکوربیک (۲۰۰ mg/L)، از لحاظ متوسط نرخ جوانه‌زنی تفاوت معنی‌داری نداشتند. کمترین متوسط نرخ جوانه‌زنی در تیمار اسید آسکوربیک (۱۰۰ mg/L) مشاهده گردید. براساس نتایج بدست آمده از این مطالعه پرایمینگ بذور آشواگاندا با آب مقطر و اسید آسکوربیک (۲۰۰ mg/L)، در مقایسه با بذور بدون پرایم تأثیر معنی‌داری بر شاخص‌های جوانه‌زنی ایجاد نخواهد نمود. در حالیکه پرایمینگ بذر با استفاده از اسید آسکوربیک (۱۰۰ mg/L) تأثیر منفی بر تمامی شاخص‌های جوانه‌زنی مورد مطالعه داشت.

واژگان کلیدی: پرایمینگ، خواب بذر، شاخص جوانه‌زنی

۱. مقدمه

E-mail: jabbari.mitra2@gmail.com

آشواگاندا (W. somnifera) از خانواده سولاناسه (Solanaceae)، یکی از با ارزش‌ترین گیاهان در سیستم‌های سنتی پزشکی هند است. یک درختچه کوچک همیشه سبز است که ارتفاع آن تقریباً به چهار تا پنج فوت می‌رسد. در هند، در مقیاس تجاری، در ایالت‌های مادیا پرادش، اوتار پرادش، پنجاب، گجرات و راجستان کشت می‌شود (Ven Murthy *et al.*, 2010). این گیاه در بیش از ۱۰۰ فرمولاسیون در آیورودا، یونانی و سیدا استفاده می‌شود (Sangwan *et al.*, 2004). آشواگاندا یکی از داروهای اصلی مواد دارویی آیورودا است. آشواگاندا گیاهی است که از زمان قدیم به دلیل خواص ترمیم کننده‌ای که دارد شناخته شده است، این گیاه که اسمش به معنی بوی اسب است سیستم ایمنی بدن را بخصوص بعد از بیماری تقویت می‌کند و یک گیاه آداپتوژنیک از آیووردا (شاخه‌ای باستانی و کهن و از طب سنتی هند) بوده که به شدت در جهت کمک به بدن در مقابله با اضطراب و استرس کارامد است (Jayanthi *et al.*, 2012). امروزه، از آن برای درمان طیف وسیعی از بیماری‌ها از جمله آرتروز، افسردگی، بی‌خوابی، آسم، برونشیت، کمردرد و بیماری مزمن کبدی استفاده می‌شود. در زبان سانسکریت، آشواگاندا با عنوان «بوی اسب» ترجمه شده، و اشاره به یک باور قدیمی دارد که مصرف این گیاه می تواند قدرت و طراوت یک اسب نر را به شما دهد. اما جدایی از اعتقادات سنتی، تا به امروز مطالعات علمی منتشر شده در مورد این گیاه حمایت کننده این واقعیت هستند که این گیاه یک سوپرفود همه جانبه و تمام عیار می‌باشد (Sivamani *et al.*, 2014).

جوانه‌زنی فرآیند فیزیولوژیکی پیچیدای است که تحت تأثیر عوامل ژنتیکی محیطی قرار می گیرد (Foley & Fennimore, 1998). پرایمینگ روشی است که اجازه جذب آب به صورت کنترل شده به بذر قبل از کاشت تا سطحی داده می‌شود اما از خروج ریشه‌چه جلوگیری می‌شود. مطالعات متعددی نقش مهم پرایمینگ اسید آسکوربیک را در شکستن خواب بذر گزارش کرده اند (Khan *et al.*, 2006; Nadjafi *et al.*, 2006). هیدروپرایمینگ روشی است که در آن بذر در محلول آب قرار گرفته و دو فاز اول جوانه‌زنی به وقوع می‌پیوندد. گزارش‌های متعددی مبنی بر تأثیر هیدروپرایمینگ بر جوانه‌زنی و سبز شدن در گیاهان مختلف وجود دارد (Fujikura *et al.*, 1993). تیمار پیش از کاشت بذر می‌تواند تأثیر مستقیمی بر سرعت و درصد نهایی جوانه‌زنی داشته باشد. لذا تحقیق حاضر به منظور بررسی اثر تیمارهای مختلف پرایمینگ بر شاخص‌های جوانه‌زنی آشواگاندا انجام شد.

۲. مواد و روش‌ها

به منظور ارزیابی اثر پرایمینگ بذر بر شاخص‌های جوانه‌زنی بذر گیاه دارویی آشواگاندا، آزمایشی در قالب طرح کاملاً تصادفی در سه تکرار ۳۰ بذری در سال ۱۴۰۰ اجرا گردید. تیمارهای پرایمینگ شامل اسید آسکوربیک به مقدار ۱۰۰ mg/L (asc1)، اسید آسکوربیک به مقدار ۲۰۰ mg/L (asc2)، هیدروپرایمینگ با استفاده از آب مقطر (DW) و تیمار بدون پرایمینگ (non) بود. بذور پس از ضدعفونی و شستشو با آب مقطر استریل، جهت پیش تیمار به مدت ۲۴ ساعت در تاریکی و در دمای ۲۰ درجه سلسیوس درون محلول‌های پرایمینگ قرار گرفتند. پس از آن بذرها در داخل پتری دیش هایی با قطر ۱۰ سانتی‌متر کشت شدند. بعد از عمل کشت تمامی پتری‌دیش‌ها در داخل انکوباتور ۲۵ درجه سانتی‌گراد قرار گرفت. ۲۴ ساعت پس از قرار

دادن بذور در دستگاه، شمارش بذور جوانه زده بطور روزانه انجام شد. در این تحقیق معیار جوانه‌زنی خروج ۲ میلی‌متر ریشه‌چه بود. شمارش بذور تا ۱۴ روز ادامه یافت. بر اساس تعداد بذر جوانه زده در روز، شاخص‌های مختلف جوانه‌زنی طبق روابط زیر در نرم‌افزار تحت وب «GerminaQuantR» برآورد گردید (Lozano-Isla *et al.*, 2019). محاسبات آماری این شاخص‌ها بر اساس طرح پایه انجام و نمودارهای مربوطه رسم گردید (Lozano-Isla *et al.*, 2022). مقایسات میانگین به روش دانکن در سطح ۵ درصد صورت گرفت.

۱- GRS[1]: تعداد کل بذور جوانه‌زده $0 \leq grs \leq n_i$

۲- GRP[2]: درصد جوانه‌زنی $GRP = \left(\frac{\sum_{i=1}^{k} n_1}{N}\right) \times 100$ $0 \leq grp \leq 100$

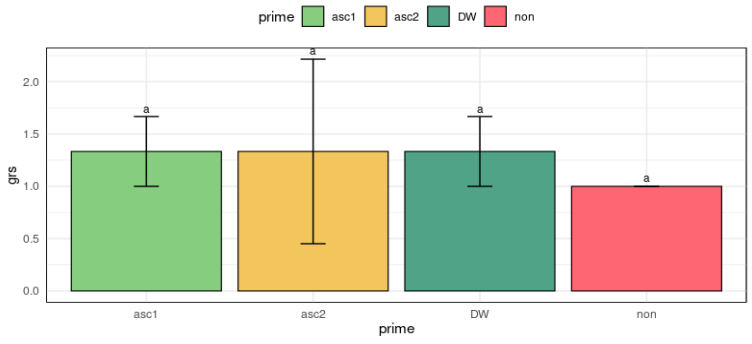
۳- GSP[3]: سرعت جوانه‌زنی $GSP = \left(\frac{\sum_{i=1}^{k} G_i}{\sum_{i=1}^{k} G_i X_i}\right) \times 100.$ $0 < gsp \leq 100$

۴- MGT[4]: متوسط زمان لازم برای جوانه‌زنی $MGT = \frac{\sum_{i=1}^{k} n_i t_i}{\sum_{i=1}^{k} n_i},$ $0 \leq mgt \leq k$

۵- MGR[5]: متوسط نرخ جوانه‌زنی (معکوس MGT) $0 < mgr \leq 1$

۳. نتایج

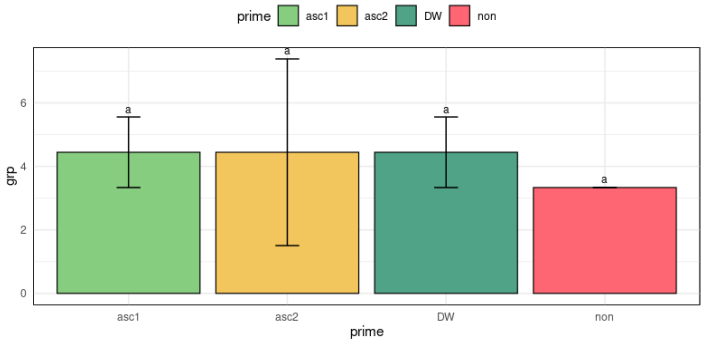
بر اساس نتایج، پرایمینگ بذر و عدم پرایمینگ بذر از لحاظ شاخص GRS (تعداد کل بذور جوانه‌زده) تفاوت معنی‌داری نداشتند (جدول ۱). در شکل یک مقایسه مقادیر میانگین GRS در هر یک از چهار تیمار پرایمینگ پلات شده است. همانطور که مشاهده می‌گردد تفاوت معنی‌داری در تعداد کل بذر جوانه زده بین غلظت‌های مختلف اسید آسکوربیک، هیدروپرایم و بدون پرایم وجود ندارد.



شکل ۱. اثر پرایمینگ بذر بر شاخص GRS (تعداد کل بذر جوانه زده)

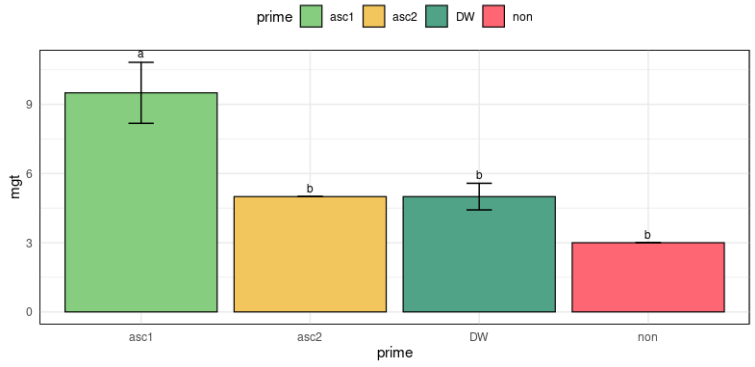
[1] - Germinated seeds
[2] - Germinability
[3] - Germination speed
[4] - Mean germination time
[5] - Mean germination rate

شاخص GRP (درصد جوانه‌زنی) که رابطه مستقیمی با تعداد کل بذر جوانه زده دارد نیز نتایجی مشابه با GRS داشت (جدول ۱). چهار نوع پیش تیمار مورد استفاده در این تحقیق تأثیر آماری متفاوت و معنی‌داری بر درصد نهایی جوانه‌زنی بذرهای آشواگاندا نداشتند (شکل ۲).



شکل ۲. اثر پرایمینگ بذر بر شاخص GRP (درصد جوانه زنی)

متوسط زمان لازم برای جوانه‌زنی (MGT) رفتار متفاوتی در سطوح مختلف پرایمینگ نشان داد (جدول ۱). مقدار این شاخص در تیمارهای بدون پرایم (non)، هیدروپرایمینگ (DW) و اسید آسکوربیک به مقدار ۲۰۰ mg/L (asc2)، تفاوت معنی‌داری نداشت. اما در غلظت ۱۰۰ mg/L اسید آسکوربیک (asc1)، تفاوت آشکاری از لحاظ متوسط زمان لازم برای جوانه‌زنی مشاهده شد. البته این تفاوت در جهت بیشتر شدن مدت زمان لازم برای جوانه‌زنی اتفاق افتاد. یعنی پیش‌تیمار asc1 منجر به تأخیر در جوانه‌زنی بذور گردید (شکل ۳).

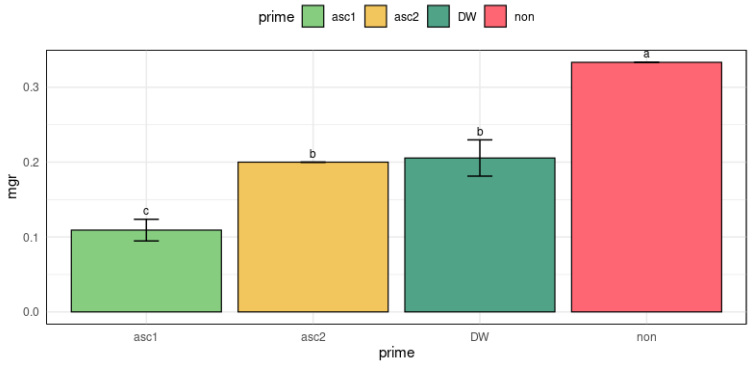


شکل ۳. اثر پرایمینگ بذر بر شاخص MGT (متوسط زمان لازم برای جوانه زنی)

جدول ۱. مقادیر مقایسات میانگین تأثیر پیش‌تیمارهای مختلف بذر بر شاخص‌های جوانه‌زنی

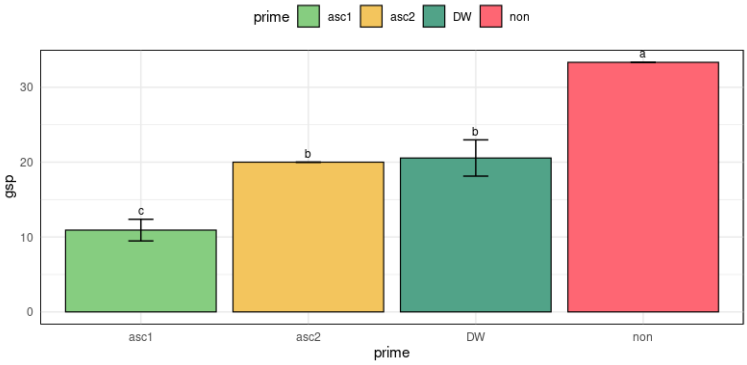
تیمارها	GRS	GRP	MGT	MGR	GSP
ASC1	۱/۳۳a	۴/۴۴a	۹/۵a	۰/۱۰۹c	۱۰/۹۲۶c
ASC2	۱/۳۳a	۴/۴۴a	۵b	۰/۲b	۲۰b
DW	۱/۳۳a	۴/۴۴a	۵b	۰/۲۰۶b	۲۰/۵۵۶b
Non	۱a	۳/۳۳a	۳b	۰/۳۳۳a	۳۳/۳۳۳a

MGR (متوسط نرخ جوانه‌زنی) که به صورت معکوس MGT برآورد می‌گردد و (0<MGR≤1) ، بیشترین میانگین را در پلات‌های بدون پرایم داشت (جدول ۱). پیش تیمار بذور با آب مقطر و اسید آسکوربیک به مقدار ۲۰۰ mg/L (asc2)، از لحاظ متوسط نرخ جوانه‌زنی تفاوت معنی‌داری نداشتند (شکل ۴). کمترین متوسط نرخ جوانه‌زنی در تیمار پرایمینگ بذور با اسید آسکوربیک به مقدار ۱۰۰ mg/L (asc1)، مشاهده گردید.



شکل ٤. اثر پرایمینگ بذر بر شاخص MGR (متوسط نرخ جوانه‌زنی)

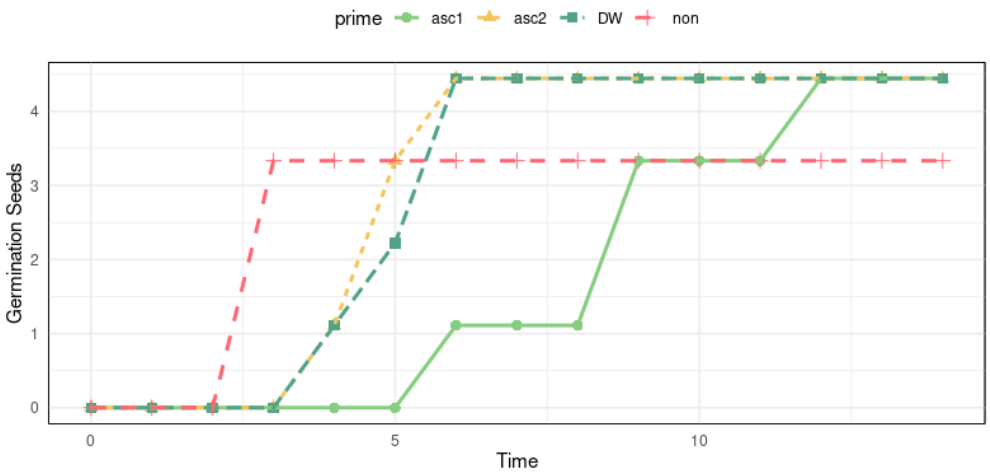
برآورد سرعت جوانه‌زنی (GSP)، نشان داد که بذرهای بدون پرایم بیشترین مقدار متوسط این شاخص را به خود اختصاص دادند (جدول ۱). همانند شاخص MGR، پیش تیمار بذور با آب مقطر و اسید آسکوربیک به مقدار ۲۰۰ mg/L (asc2)، از لحاظ میانگین سرعت جوانه‌زنی (GSP) تفاوت معنی‌داری نداشتند اما برتری آنها نسبت به تیمار بدون پرایم در مرتبه دوم قرار داشت (شکل ۵). کمترین میانگین سرعت جوانه‌زنی نیز در تیمار پرایمینگ بذور با اسید آسکوربیک به مقدار ۱۰۰ mg/L (asc1)، مشاهده گردید.



شکل ۵. اثر پرایمینگ بذر بر شاخص GSP (سرعت جوانه‌زنی)

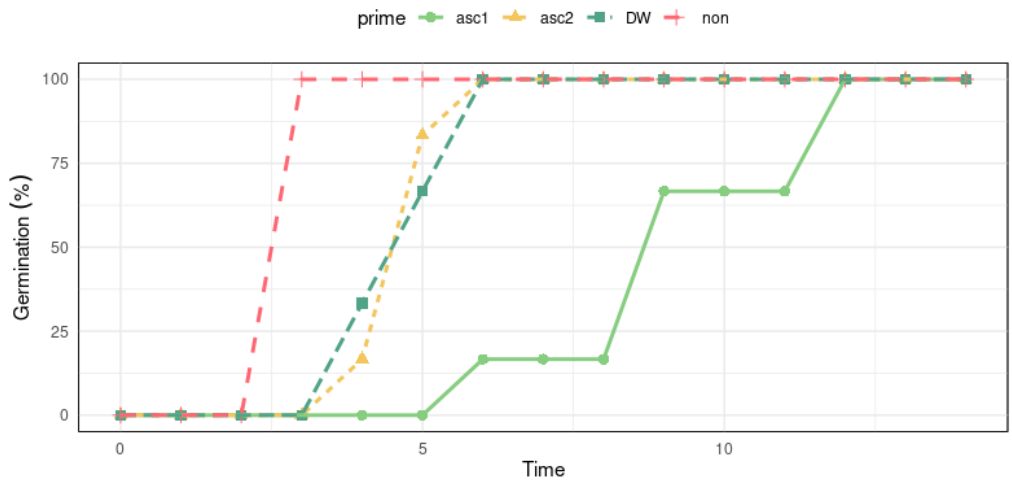
برازش مدل مورد نظر داده های سرعت و درصد جوانه‌زنی (بر اساس تعداد بذر جوانه زده در زمان) در سطوح مختلف پرایمینگ بذر نشان داد در بذرهای بدون پرایم جوانه‌زنی از روز دوم شروع شده و تا روز سوم به حداکثر خود (سه عدد بذر) رسید (شکل ۶). در حالیکه جوانه‌زنی در تیمارهای هیدروپرایمینگ (DW) و اسید آسکوربیک به مقدار ۲۰۰ mg/L (asc2)، از روز سوم شروع شده و با اختلاف ناچیزی از یکدیگر در روز ششم به حداکثر مقدار خود (چهار عدد بذر) رسید.

در تیمار پرایمینگ بذور با اسید آسکوربیک به مقدار ۱۰۰ mg/L (asc1)، تأخیر در شروع جوانه‌زنی مشاهده گردید. به طوریکه در این تیماراز روز پنجم شاهد ظهور ریشه‌چه بودیم و این روند به صورت کند و پلکانی تا روز دوازدهم به حداکثر مقدار خود (چهار عدد بذر) رسید.



شکل ٦. تعداد تجمعی جوانه‌زنی بذور در انواع مختلف پرایمینگ

درصد جوانه‌زنی تجمعی بذها در انواع مختلف پرایمینگ مورد بررسی در شکل ۷ نشان داده شده است. بر این اسا می‌توان نتیجه گرفت که تیمار بدون پرایم بالاترین سرعت جوانه‌زنی را در مقایسه با دیگر سطوح پرایمینگ داشت. در تیمار پرایمینگ بذور با اسید آسکوربیک به مقدار ۱۰۰ mg/L (asc1)، این روند با سرعت معنی‌دار کمتری طی شد و بذور در این سطح پرایمینگ مدت طولانی‌تری به درصد و سرعت جوانه‌زنی تیمارهای دیگر رسیدند. بنابراین می‌توان گفت پرایمینگ بذور با اسید آسکوربیک به مقدار ۱۰۰ mg/L (asc1)، افزایش مدت زمان لازم برای جوانه‌زنی را به دنبال خواهد داشت (شکل ۷).



شکل ۷. درصد جوانه‌زنی تجمعی بذور در انواع مختلف پرایمینگ

٤. بحث و نتیجه‌گیری

براساس نتایج بدست آمده از این مطالعه پیش‌تیمار بذور آشواگاندا به منظور شکستن خواب بذور با آب مقطر و اسید آسکوربیک به مقدار ۲۰۰ mg/L، در مقایسه با بذور بدون مداخله پیش‌تیمار تأثیر معنی‌دار مثبتی بر شاخص‌های جوانه‌زنی ایجاد نخواهد نمود. در حالیکه پرایمینگ بذر با استفاده از اسید آسکوربیک به غلظت ۱۰۰ mg/L تأثیر منفی بر تمامی شاخص‌های جوانه‌زنی مورد مطالعه داشت. به نظر می‌رسد دلیل این امر تفاوت در مکانیسم‌های جوانه‌زنی و مواد موجود در اطراف بذور بوته‌های مختلف در این گیاه دارویی باشد، که هنوز هم کاملاً وارد فاز اهلی‌سازی نشده است، حتی ممکن است بدلیل وجود مکانیسم‌های خاص بقاء بر روی بذور حاصل از یک بوته نیز واکنش‌های متفاوتی را شاهد باشیم.

منابع

Foley, M.E., and Fennimore, S.A. 1998. Genetic basis for seed dormancy. Seed Science Research 8: 173-179.

Fujikura, Y., Kraak, H.L., Basra, A.S., and Karssen, C.M. 1993. Hydropriming, a simple and inexpensive priming method. Seed Sci and Technol. 21: 693-642

Jayanthi M.K, prathima C, huralikuppi J. C., Suresha R.N and Muralidhar. 2012. Anti-depressant effects of withania somnifera fat (Ashwagandha ghrutha) extract in experimental mice. IJPBS, 3(1): 33-42.

Khan, A.M., Ahmed, M.Z., and Hameed, A. 2006. Effect of sea salt and L-ascorbic acid on the seed germination of halophytes. Journal of Arid Environment 67: 535-540.

Lozano-Isla F, Benites- Alfaro OE, Pompelli MF. 2019. GerminaR: An R package for germination analysis with the interactive web application "GerminaQuant for R." Ecol Res. 34:339–346. https://doi.org/10.1111/1440-1703.1275

Lozano-Isla F, Benites- Alfaro OE, Pompelli MF, de Santana DG, Ranal MA. 2022. Package GerminaR: Indices and Graphics for Assess Seed Germination Process. Federal University of Pernambuco. GPL-3 | file LICENSE. UTF-8. 7.2.0

Nadjafi, F., Bannayan, M., Tabrizi, L., and Rastgoo, M. 2006. Seed germination and dormancy breaking techniques for Ferula gummosa and Teucrium polium. Journal of Arid Environment 64: 542-547.

Sangwan RS, et al. 2004. Phytochemical variability in commericial herbal products and preparations of Withania somnifera (Ashwagandha). Curr. Sci. 86:461–465.

Sivamani, S., et al., 2014. Anti-inflammatory activity of Withania somnifera leaf extract in stainless steel implant induced inflammation in adult zebrafish. Journal of Genetic Eng. and Biotech. http://dx.doi.org/10.1016/j.jgeb.2014.01.002

Ven Murthy MR, Ranjekar PK, Ramassamy C, Deshpande M. 2010. Scientific basis for the use of Indian Ayurvedic medicinal plants in the treatment of neurodegenerative disorders: Ashwagandha. Cent Nerv Syst Agents Med Chem. Sep 1;10 (3):238 - 246.

Investigating the effect of different concentrations of Ascorbic Acid on Withania Somnifera seed germination

Mitra Jabbari[1*], Majid Jafari[2], Zahra Koochakpour[3]

[1*] Faculty of Agriculture, Higher Education Complex of Saravan, Saravan, Sistan and Baluchestan, Iran
[2] Faculty of Agriculture, Higher Education Complex of Saravan and Royangiah Shastoon Sabz knowledge base companySaravan, Sistan and Baluchestan, Iran
[3] Researcher, Ph.D of Plant Breeding, Faculty of Agriculture, Zabol University and Department of nomadic affairs, Sib and Suran, Sistan and Baluchestan, Iran

Abstract

Ashwagandha is a small evergreen shrub native to India and has long been known for its medical properties. Seed treatment before sowing can have a direct effect on the speed and final percentage of germination. Therefore, the present research was carried out in order to investigate the effect of different priming treatments on germination indices of Ashwagandha. The priming treatments included Ascorbic Acid (100 mg/L), Ascorbic Acid (200 mg/L), Hydro-priming and Non-priming treatments. Based on the number of germinated seeds per day, indices such as: the total number of germinated seeds, Germinability, Germination speed, Mean germination time and Mean germination rate were estimated. Based on the results, priming and unpriming were not significantly different in terms of total number of germinated seeds and germinability. 100 mg/L Ascorbic Acid priming led to a delay in seed germination. Seed priming with distilled water and Ascorbic Acid (200 mg/L) did not have a significant difference in terms of mean germination rate. The lowest mean germination rate was observed in the Ascorbic Acid (100 mg/L). Based on the results obtained from this study, priming Ashwagandha seeds with distilled water and Ascorbic Acid (200 mg/L) will not have a significant effect on germination indices compared to unprimed seeds. While seed priming using Ascorbic Acid (100 mg/L) had a negative effect on all studied germination indices.

Keywords: Priming, Seed Dormancy, Germination Index

[1] E-mail: jabbari.mitra2@gmail.com

بررسی اثرات کم آبیاری به روش‌های PRD و RDI بر خصوصیات رشد، عملکرد اسانس و کارآیی مصرف آب در گشنیز

نجمه زینلی‌پور[1*]، فاطمه عاقبتی[2]، سید محمد جواد آروین[3]، زهرا پاک کیش[4]

[1،2،3و4]: گروه علوم و مهندسی باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهید باهنر کرمان، کرمان، ایران

چکیده

در شرایطی که ایران از لحاظ تأمین منابع آب شیرین دارای محدودیت بسیار است، توجه به بهبود راندمان آب کشاورزی یک ضرورت اجتناب ناپذیر است. از جمله روش‌های مدیریتی که می‌تواند در جهت بهبود بهره‌وری آب در کشاورزی مؤثر باشد، کم آبیاری (RDI) و آبیاری ناقص (PRD) می‌باشند. پژوهش حاضر به منظور بررسی برخی خصوصیات رشد، عملکرد اسانس و کارآیی مصرف آب گشنیز به صورت طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار و تیمارها شامل؛ دو تکنیک آبیاری به صورت دو سطح کم آبیاری RDI (۱/۵- و ۳- بار)، دو سطح آبیاری ناقص PRD (۱/۵- و ۳- بار) و شاهد به صورت آبیاری کامل اجرا شد. نتایج نشان داد بیشترین ارتفاع ساقه، وزن خشک اندام رویشی و وزن تازه ریشه در تیمار آبیاری کامل و بوته‌های شاهد (F) به دست آمد. این در حالی است که در هر دو سطح تنش کم آبیاری این تحقیق، بیشترین کارآیی مصرف آب و اسانس کاروون حاصل شد. درصد اسانس α-پینن در تیمار کم آبیاری در پتانسیل ماتریک ۱/۵- (RDI-1/5 Bar) در بالاترین درصد بود و تیمار آبیاری ناقص در پتانسیل ماتریک ۱/۵- بار (PRD-1/5 Bar) نیز موجب تولید بیشترین درصد اسانس لینالوول در بذر گشنیز شد. به نظر می‌رسد اعمال تنش کنترل شده آبیاری ناقص تا پتانسیل ماتریک ۱/۵- بار ضمن حفظ عملکرد و وزن خشک پیکره رویشی، از طریق بهبود کارآیی مصرف آب و نیز افزایش راندمان درصد اسانس قابل توصیه می‌باشد.

واژگان کلیدی: عملکرد اسانس، کارآیی مصرف آب، کم آبیاری، گشنیز.

۱. مقدمه

E-mail: Nzeinali@uk.ac.ir

کشور ایران در ناحیه خشک و نیمه خشک و متمرکز بر کمربند خشکسالی کره زمین و در نزدیکی خط بحران قرار دارد و موضوع ارتقای بهره‌وری آب یک ضرورت اجتناب ناپذیر است (Pirmoradian *et al*., 2003). نرخ پایین راندمان گیاهان دارویی در مزارع با سطح کوچک و غیر بهینه بودن کارآیی مصرف آب آبیاری، لزوم استفاده از تکنیک‌های مناسب که به طور نسبی حداکثر عملکرد در واحد سطح یا استفاده حداکثر از هر واحد آب مصرفی را ممکن سازند، به عنوان الگوی مناسب مدیریتی برجسته و ضروری می‌باشد. یکی از روش‌های مدیریت آبیاری که می‌تواند مورد توجه جدی قرار گیرد، کم آبیاری (RDI: Regulated Deficit Irrigation) و یکی از شیوه‌هایی که مورد توجه محققان قرار گرفته آبیاری ناقص نیمی یا بخشی از ریشه‌ها به تواتر (PRD: Partial Rootzone Drying) می‌باشد (تدین‌نژاد و همکاران، ۱۳۸۹). در روش آبیاری ناقص به خصوص در شرایط مزرعه، به جای جاری شدن و یا ورود آب در همه فاروها در هر نوبت آبیاری، با توالی یک در میان آب وارد فاروها شده و ریشه‌های گیاه به جای تمرکز بر پشته‌ها به سمت منطقه خیس شده حرکت کرده و منشعب شده و آب و مواد غذایی محلول را دریافت می‌نماید. در واقع در این تکنیک، هدف اساسی، افزایش راندمان مصرف آب به وسیله افزایش کفایت آبیاری است. در روش RDI با استفاده از تانسیومتر شروع آبیاری مجدد در شرایط مختلف پتانسیل آب خاک، طبق نیاز و تحمل گیاه صورت می‌گیرد و حجم آب مصرفی بسته به پتانسیل‌های ماتریک برنامه‌ریزی شده که عدد آن توسط تانسیومتر تعیین می‌گردد، متفاوت خواهد بود (چراغی زاده و همکاران، ۱۳۹۷).

در شرایط نزدیک به تنش کمبود آب، گیاه در مقایسه با شرایط آبی مناسب و کافی، نسبت به مقدار آب مصرفی محصول بیشتری تولید می‌کند. در تحقیقی در گیاه همیشه بهار با سه سطح تنش خشکی ۴۰، ۸۰ و ۱۲۰ میلی‌متر تبخیر از سطح تشتک، بیشترین عملکرد دانه در سطح ۴۰ میلی‌متر از سطح تشتک و بیشترین درصد روغن در سطح ۱۲۰ میلی‌متر تبخیر از سطح تشتک حاصل شد (رحمانی و همکاران، ۱۳۸۸). بررسی رژیم‌های مختلف رطوبتی خاک بر گونه‌ای از نعناع نشان داد که افزایش رطوبت خاک، شاخص سطح برگ و تجمع ماده خشک، به طور معنی‌داری افزایش یافته است (نظامی و همکاران، ۱۳۹۵). نتایج مطالعات انجام شده حاکی از آن است که توزیع خاص رطوبت در خاک در روش آبیاری ناقص ریشه موجب افزایش تولید ریشه‌های ثانویه و هم‌چنین گسترش بیشتر ریشه‌های اولیه درخت سیب، افزایش رشد ریشه انگور و پرتقال شد (Du *et al*., 2017; Consoli *et al*., 2017). با تولید بیشتر هورمون آبسیزیک اسید، افزایش هدایت هیدرولیکی ریشه‌های انار و در نتیجه افزایش جذب عناصر غذایی از خاک و افزایش عملکرد گیاه مشاهده گردید (Parvizi *et al*., 2014). در گیاه رزماری کم آبیاری ناقص ۷۵ درصد حدود ۱۲/۷ درصد افزایش در کارآیی مصرف آب و ۱۰/۷ درصد افزایش در حجم ریشه‌ها را به همراه داشت (اسدی و همکاران، ۱۳۹۷). به طورکلی ریشه گیاه مشابه پل ارتباطی بین گیاه و خصوصیات فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی خاک عمل می‌کند. هم‌چنین ازآن جایی که بازشدگی روزنه‌های برگ و عملکرد گیاه با جذب آب و مواد غذایی توسط سیستم ریشه گیاه کنترل می‌شود، بنابراین شناخت و مطالعه نحوه پراکندگی و تراکم ریشه، به منظور مدیریت آبیاری به موضوع مورد علاقه دهه اخیر بین پژوهشگران تبدیل شده است (Sezen *et al*., 2019).

هدف از انجام پژوهش حاضر بررسی عملکرد و اسانس پیکره رویشی، هم‌چنین میزان کارآیی مصرف آب در گیاه گشنیز تحت اثر دو تکنیک مدیریت کم آبی و آبیاری ناقص جهت شبیه سازی وضعیت کم آبی در این محصول ارزشمند دارویی بود.

۲. مواد و روش‌ها

این تحقیق در بهار ۱۴۰۰ در منطقه ماهان از توابع استان کرمان و با اختلاف فاصله ۲۵ کیلومتری از مرکز استان انجام شد. خاک مزرعه دارای بافت لومی و با زهکش مناسب بود که با کاربرد کود دامی پوسیده قبل از کشت دارای محتوای آلی مناسبی گشت. واحدهای آزمایش در قالب قطعات مجزا و کاشت گیاهان روی پشته‌ها با آرایش دو طرفه صورت گرفت. بذرهای گشنیز از شرکت پاکان بذر اصفهان تهیه و در محل داغاب به فواصل ردیف‌های ۴۰ و فاصله بین بوته ۱۰ سانتی‌متر از یکدیگر و با آرایش دو طرفه کشت شدند. نمونه برداری جهت اندازه‌گیری صفات از خطوط وسط هر کرت صورت گرفت. در این آزمایش پنج دسته تیمار متفاوت به روش قطره‌ای با دبی قابل تنظیم استفاده شد. تیمارها شامل؛ آبیاری کامل به صورت فراهمی ۱۰۰ درصد آب سهل الوصول معادل ۱۰۰ درصد نیاز آبی گشنیز، کم آبیاری تنظیم شده در دو سطح (PRD-3 و PRD-1/5) و آبیاری ناقص ریشه در دو سطح (RD-3 و RD-1/5) که در این دو تیمار آبیاری به صورت یک فارو در میان انجام شد، به نحوی که در هر بار آبیاری رطوبت رسانی متناوب نیمی از ریشه و خشک نگه داشتن نیمه دیگر مد نظر بود و برای تعدیل آب‌رسانی نوبتی ریشه‌ها، بعد از هر چهار آبیاری متوالی، جای ردیف‌های خشک و مرطوب عوض می‌شد. تیمارها در کرت‌هایی به عرض و طول سه متر شامل چهار ردیف کشت به فاصله ۷۵ سانتی‌متر از وسط یک پشته تا وسط پشته دیگر و فاصله بین بوته ۱۰ سانتی‌متر از یکدیگر اعمال شدند. برای کشت گشنیز به صورت تجاری، آبیاری معمول مورد نیاز هر پنج روز یک بار (آبیاری غرقابی معمول) است که تقریبا معادل پتانسیل ماتریک ۰/۵- بار با کاربرد تانسیومتر جیوه‌ای در عمق ۳۵ سانتی‌متری خاک ارزیابی شد و همین دور آبیاری برای گیاهان شاهد (F) تا پایان آزمایش در نظر گرفته شد. برای اعمال تیمارهای کم آبیاری در تکنیک RDI دو سطح ۱/۵- و ۳- بار، با کارگذاری تانسیومتر در قسمت‌های متفاوت کرت‌های آزمایشی کالیبراسیون صورت گرفت که به طور تجربی معادل دورهای آبیاری هر ۸ و ۱۲ روز یک بار بود. در تکنیک RDI برای سطح تنش، سطوح اول و دوم این آزمایش هرگاه عدد تانسیومتر به ۱/۵- و ۳- بار می‌رسید، آبیاری مجدد انجام می‌شد.

اندازه‌گیری صفات پس از گذشت ۵۵ روز از زمان کاشت بذرها با نمونه‌گیری از واحدهای آزمایش آغاز و صفات؛ ارتفاع بوته، حجم ریشه، عملکرد پیکره رویشی گشنیز، راندمان مصرف آب و در نهایت در ابتدای مرحله گلدهی میزان اسانس‌های کاروون[1]، لینالوول[2] و α-پینن[3] اندازه‌گیری شدند. اندازه‌گیری ارتفاع بوته‌های گشنیز با استفاده از خط کش صورت گرفت. پس از آبیاری بستر کشت با ایجاد پروفایل عمیق در محیط ریشه بوته‌های گشنیز بدون آسیب به ریشه‌ها به طور کامل خارج شده و با ترازو بلافاصله وزن تر ریشه‌ها ثبت گردید. برای تعیین کارآیی مصرف آب از رابطه زیر و به روش (Alvarez *et al.*, 2011) استفاده شد که در این رابطه WP: راندمان یا کارآیی مصرف آب (کیلوگرم بر متر مکعب)، YT وزن خشک پیکره رویشی (کیلوگرم) و VT حجم آب آبیاری (متر مکعب) است (Allen *et al.*, 1998). برای سنجش عملکرد اسانس، نمونه‌های ۵۰ گرمی انتخاب و به روش تقطیر مایع و با استفاده از دستگاه کلونجر اسانس‌گیری به عمل آمد و در نهایت عملکرد اسانس از حاصل‌ضرب عملکرد بذر این گیاه در درصد اسانس حاصل محاسبه گردید. عملکرد پیکره رویشی گشنیز با قرار گرفتن گیاه در شرایط سایه و دمای محیط از طریق توزین محصول

$$WP=YT/VT$$

[1] Carvone
[2] Linalool
[3] α-Pinene

خشک به دست آمد و از تعمیم آن به عملکرد یک هکتار محاسبه و با واحد کیلوگرم بر هکتار بیان شد. جهت محاسبات آماری از نرم افزار SAS استفاده شد و با استفاده از آزمون دانکن (در سطح احتمال یک و پنج درصد) مقایسه میانگین‌ها انجام شد.

۳. نتایج

۱.۳. ارتفاع ساقه

طبق تجزیه واریانس تأثیر تیمارهای آبیاری بر ارتفاع ساقه اصلی گشنیز در سطح احتمال کمتر از ۱ درصد معنی‌دار بود (جدول ۱). بیشترین ارتفاع ساقه مربوط به نمونه شاهد بود (جدول ۲). یکی از اولین اثرات کم آبی اعمال شده در گیاه آویشن نیز مربوط به کاهش ارتفاع بوته بود (Khosh-Khui *et al*., 2012).

۲.۳ وزن خشک پیکره رویشی

تأمین کامل کمبود رطوبت خاک در شرایط تیمار F (آبیاری کامل با فراهمی صد درصد رطوبت خاک تا حد ظرفیت زراعی) باعث بالاترین وزن خشک اندام رویشی (۳۳۸۹ کیلوگرم در هکتار) شد و کمترین میزان وزن خشک پیکره رویشی (۲۴۶۶) در تیمار آبیاری ناقص ریشه‌ها (PRD -3) رخ داد (جدول ۲). با کاهش میزان آبیاری از پتانسیل ماتریک ۱/۵- به ۳- بار، وزن خشک اندام رویشی به طور معنی‌داری کاهش یافت که می‌تواند ناشی از تأثیر تنش رطوبتی بر اجزای وزن خشک اندام رویشی گشنیز باشد. هر دو تکنیک اعمال تنش رطوبتی در سطح پتانسیل ماتریک ۱/۵- بار موجب حفظ وزن خشک اندام رویشی گشنیز شدند و با میانگین این صفت در شرایط شاهد و آبیاری کامل تفاوت آماری معنی‌داری نداشتند. در رزماری نیز اعمال روش آبیاری ناقص (PRD) تا سطح ۷۵ درصد آبیاری کامل، موجب حفظ بهتر ماده خشک اندام هوایی در مقایسه با کم آبیاری (RDI) شد (اسدی و همکاران، ۱۳۹۷).

۳.۳. وزن تازه ریشه

طبق تجزیه واریانس اثر تیمارهای آبیاری بر وزن تازه ریشه در سطح ۵ درصد معنی‌دار بود (جدول ۱). نتایج مقایسه میانگین نشان داد که وزن تازه ریشه گشنیز در شرایط تنش کم آبیاری PRD-1/5 که آبیاری ناقص هر زمان که پتانسیل آب خاک به عدد ۱/۵- می‌رسید صورت می‌گرفت، به دست آمد که اختلاف معنی‌داری با تیمار آبیاری کامل و شاهد (F) نداشت (جدول ۲). می‌توان علت این رخداد را آبیاری ناقص ریشه دانست که باعث افزایش ریشه‌های ثانویه می‌گردد. کاهش رشد ریشه در شرایط کم آبیاری شدیدتر ممکن است به علت کاهش فعالیت میتوزی یا مهار طویل شدن سلول‌های ریشه باشد که بیش از توان و تحمل گیاه گشنیز است.

جدول ۱. نتایج تجزیه واریانس صفات مورد بررسی.

منابع تغییرات	درجه آزادی	ارتفاع ساقه	وزن خشک پیکره رویشی	وزن تازه ریشه	کارآیی مصرف آب	کارووون	α-پینن	لینالوول
تکرار	۲	۱۵/۱۶ ns	۱۴/۸ ns	۰/۰۷ ns	۰/۰۰۴ ns	۰/۹۱۱ ns	۰/۴۳۱ ns	۳/۲۱ ns
تیمار	۴	۲۰۱۴/۲**	۱۷۳۱/۱ **	۰/۵*	۰/۰۰۷**	۳۲/۳۰۹**	۲/۵۲۸**	۳۳/۲۶**
خطا	۸	۶/۰۸	۱۰/۳۴	۰/۰۳	۰/۰۰۱	۱/۶	۶/۲۷	۱۴/۵۶

****معنی‌دار در سطح احتمال یک درصد، *معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد و ns غیر معنی‌دار.**

٤.٣. کارآیی مصرف آب

نتایج حاصل از تجزیه واریانس نشان داد که تأثیر تیمارهای آبیاری برکارآیی مصرف آب معنی‌دار شده است (جدول ۱). می‌توان اظهار داشت که در شرایط آبیاری ناقص ریشه در سطح شدیدتر (PRD-3) با بهره‌وری بهتر آب نسبت به سطح تأمین کامل رطوبت خاک (F)، علاوه بر صرفه‌جویی در مصرف آب، از افزایش دو برابری در صفت کارآیی مصرف آب برخوردار بود (جدول ۲). هم‌چنین، در روش آبیاری ناقص ریشه، درک کم آبی توسط سمت خشک ریشه، سبب تولید اسید آبسیزیک در گیاه و بسته شدن روزنه‌ها و کاهش تنفس می‌گردد. از سوی دیگر جذب آب توسط سمت مرطوب ریشه سبب حفظ آب گیاه در حد مطلوب و ادامه رشد آن می‌شود که این امر بهبود کارآیی مصرف آب در تیمار دیگر آبیاری ناقص ریشه (PRD-1/5) را در پی دارد. گزارش شده که اعمال آبیاری ناقص در تاکستان انگور منجر به ۴۰ درصد کارآیی مصرف آب و حفظ کیفیت شده است (Kirda *et al*., 2000). در ذرت نیز این تکنیک آبیاری منجر به افزایش حجم ریشه و افزایش راندمان مصرف آب گردید (Kang *et al*., 1998).

٥.٣. درصد اسانس‌های کاروون، α-پینن و لینالوول در پیکره رویشی گشنیز

طبق تجزیه واریانس اثر تیمارهای آبیاری بر اسانس‌های غالب در گیاه گشنیز شامل؛ کاروون، α-پینن و لینالوول معنی‌دار بود (جدول ۱). بیشترین درصد کاروون و لینالوول مربوط به تیمار آبیاری ناقص در پتانسیل ماتریک ۱/۵- بار و بیشترین درصد تولید اسانس α-پینن در تیمار کم آبیاری در پتانسیل ماتریک ۱/۵- ارزیابی گردید (جدول ۲). در گیاه بادرشبویه عملکرد اسانس برگ و بذر در کم آبیاری ملایم (۷۰ درصد نیاز آبی این سبزی) در مقایسه با نیاز آبی ۱۰۰ درصد افزایش معنی‌داری نشان داد (حسنی، ۱۳۸۵).

جدول ۲. مقایسه میانگین صفات مورد بررسی تحت تأثیر تیمارهای مختلف آبیاری.

نام تیمار (سطوح آبیاری)	ارتفاع ساقه (cm)	وزن خشک پیکره رویشی (kg/h)	وزن تازه ریشه (gr)	کارآیی مصرف آب (kg/m^3)	کاروون (%)	α-پینن (%)	لینالوول (%)
F	۳۵ a	۳۳۸۹ a	۳/۵۹ a	۰/۸۹ bc	۳/۳۳ b	۰/۵۷ d	۸/۶۵ b
RDI-1/5	۳۱ b	۳۱۰۷ ab	۳/۲۱ ab	۱/۰۲ b	۳/۲۸ b	۰/۹۰ a	۸/۴۵ b
RDI-3	۲۹ bc	۲۷۸۵ b	۲/۹۳ b	۰/۶۸ c	۲/۷۵ c	۰/۵۴ d	۶/۶۷ c
PRD-1/5	۲۵ c	۳۲۸۷ ab	۳/۷۱ a	۱/۲۸ a	۴/۲۵ a	۰/۸۰ b	۱۱/۹ a
PRD-3	۲۴ c	۲۴۶۶ c	۲/۸۱ b	۱/۴۱ a	۴/۴۱ a	۰/۶۵ c	۷/۹ bc

حروف مشترک در هر ستون نشان دهنده عدم تفاوت معنی‌دار بین تیمارها در سطح احتمال پنج درصد آزمون دانکن می‌باشد.

٤. بحث و نتیجه‌گیری

نتایج این پژوهش نشان داد که اثر تیمارهای مورد بررسی بر تمامی صفات معنی‌دار بود. با تأمین کامل نیاز آبی گیاه بیشترین وزن خشک اندام هوایی و ارتفاع ساقه گشنیز به دست آمد. اما اعمال آبیاری ناقص در پتانسیل ماتریک ۱/۵- بار با تحریک تولید ریشه‌های ثانویه، منجر به افزایش معنی‌دار وزن تر ریشه‌ها شد. در دورهای آبیاری می‌باشد. همین سطح تنش ناقص ضمن این که کارآیی مصرف آب به نحو معنی‌دار و مؤثری افزایش داشت، در خصوص تولید اسانس نیز گیاه وضعیت بهتری داشت. بنابراین می‌توان با اعمال تنش آبیاری ناقص در حد متوسط در این گیاه ضمن حصول راندمان مصرف آب بهتر، کیفیت دارویی و متابولیتی گیاه را در تولید اسانس ارتقاء داد. هم‌چنین در شرایط کم آبیاری در پتانسیل ماتریک ۱/۵- بار نیز نتایج خوبی برای پارامترهای رویشی و عملکرد اسانس در گشنیز به دست آمده است که بیانگر حد مناسب تحمل گیاه در این مقادیر و

منابع

اسدی، ر.، حسن پور، ف.، مهربانی، م.، باقی زاده، ا.، کاراتدیش، ف. ۱۳۹۷. بررسی تأثیر کم آبیاری بر توزیع ریشه و رشد رویشی گیاه رزماری. مدیریت آب و آبیاری. ۸ (۲): ۳۰۱-۲۸۹.

چراغی زاده، م.، شاه نظری، ع.، ضیاء، م. ۱۳۹۷. بررسی اثر کم آبیاری بخشی ریشه در دورهای آبیاری مختلف بر کارآیی مصرف آب و پارامترهای رشد گیاه آفتابگردان. نشریه آب و خاک. ۳۲ (۳): ۵۱۶-۵۰۱.

حسنی، ع. ۱۳۸۵. بررسی تأثیر تنش کم آبی بر رشد، عملکرد و میزان اسانس گیاه دارویی بادرشبو. فصلنامه تحقیقات گیاهان دارویی و معطر ایران. ۲۲ (۳): ۲۶۱-۲۵۶.

رحمانی، ن.، دانشیان، ج.، ولدآبادی، ع.، بیگدلی، م. ۱۳۸۸. تأثیر تنش کم آبی و نیتروژن بر خصوصیات رشدی و عملکرد گیاه دارویی همیشه بهار. مجله پژوهش‌های زراعی ایران. ۷ (۳): ۴۵۱-۴۴۳.

نظامی، س.، نعمتی، ح.، آرویی، و.، باقری، ع. ۱۳۹۵. تأثیر رژیم‌های رطوبتی خاک در شرایط کنترل شده روی خصوصیات رشدی و زیست توده گونه‌های نعناع. مجله پژوهش‌های تولید گیاهی. ۲۳ (۲): ۷۲-۵۱.

Allen, R.G., Pereira, L.S., Raes, D., Smith, M. 1998. Crop evapotranspiration Guidelines for computing crop water requirements. FAO Irrigation and drainage paper 56. FAO, Rome, 300, 6541.

Alvarez, S., Navarro, A., Nicolas, E., SanchezBlanco, M.J. 2011. Transpiration, photosynthetic responses, tissue water relations and dry mass partitioning in Callistemon plants during drought conditions. Scientia Horticulture. 129: 306-312.

Consoli, S., Stango, F., Vanella, D., Boaga, J., Cassiani, G., Roccuzzo, G. 2017. Partial root-zone drying irrigation in orange orchards: Effects on water use and crop production characteristics. Journal of Agronomy. 82: 190-202.

Du, S., Kang, S., Li, F., Du, T. 2017. Water use efficiency is improved by alternate partial root-zone irrigation of apple in arid northwest China. Agricultural Water Management. 179: 184-192.

Kang, S.Z., Liang, Z.S., Hub, W., Zhang, J. 1998. Water use efficiency of controlled alternate irrigation on root divided maize plants. Agricultural Water Management. 38: 69-76.

Khosh-Khui, M., Ashiri, F., Sahakhiz, M.J. 2012. Effects of irrigation regimes on antioxidant activity and total phenolic content of thyme (*Thymus vulgaris* L.). Medicinal and Aromatic Plants. 1: 1-7.

Kirda, C. 2000. Deficit irrigation scheduling based on plant growth stages showing water stress tolerance. FAO Corporate Document Repository. Water Reports 22.

Parvizi, H., Sepaskhah, A.R., Ahmadi, S.H. 2014. Effect of drip irrigation and fertilizer regimes on fruit yields and water productivity of a pomegranate (*Punica granatum* L. cv. Rabab) orchard. Agricultural Water Management. 146: 45-56.

Pirmoradian, N., Sepaskhah, A.R., Mafton, M. 2003. Effects of deficit irrigation and nitrogen on water use efficiency of rice. 11th Iranian National Committee on Irrigation and Drainage. 261-271.

Sezen, S.M., Yazar, A., Tekin, S. 2019. Physiological response of red pepper to different irrigation regimes under drip irrigation in the Mediterranean region of Turkey. Scientia Horticulture. 245: 280-288.

Comparison Between the Effects of Deficit Irrigation by PRD and RDI Methods on Growth Characteristics, Essential Oil Yield and Water Use Efficiency in *Coriandrum sativum*

Najme Zeinali Pour[1*], Fatemeh Aghebati[2], Seyed Mohammad Javad Arvin[3], Zahra Pakkish[4]

[1,2,3,4]: Department of Horticultural Science, Faculty of Agriculture, Shahid Bahonar University of Kerman, Kerman, Iran

Abstract

In condition where Iran has very limited supply of suitable water resources, paying attention to improving water use efficiency is an inevitable necessity. Among the management methods that can be effective in improving water use efficency are deficit irrigation (RDI) and partial irrigation (PRD). The present study was conducted in order to investigate some growth characteristics, essential oil yield and water use efficiency of coriander in a randomized complete block design with three replications and treatments including two irrigation techniques such as two levels of deficit irrigation as RDI (-1.5 and -3 Bars), two levels of partial irrigation as PRD (-1.5 and -3 Bars) and the control was complete regular irrigation. The results showed that the highest stem height, vegetative dry weight and root fresh weight were obtained in the full irrigation (control or F), while at the deficit irrigation level of this research (both of -1.5 and -3 Bars), the highest water use efficiency and carvone were obtained. The percentage of α-pinene essential oil was in the highest percentage in the deficit irrigation at the matric potential of -1.5 Bar (RDI -1/5 Bar) and the partial irrigation at the matric potential of -1.5 Bar (PRD -1.5 Bar) also caused the highest percentage of linalool was produced in coriander seeds. It seems that it is recommended to apply the full irrigation as control of incomplete irrigation up to the matric potential of -1.5 Bar, while maintaining the yield and dry weight of the vegetative organs, through improving the water use efficiency and the essential oil percentage.

Keywords: Coriander, Deficit irrigation, Essential performance, Water use efficiency.

* E-mail: Nzeinali@uk.ac.ir

بررسی تأثیر آرژنین و سدیم‌نیتروپروساید بر ویژگی‌های مرفوفیزیولوژیکی گیاهان لوبیا سبز تحت تنش شوری

سمیه سادات منصوری، علی گنجعلی*، مهرداد لاهوتی

گروه زیست شناسی، دانشکده علوم پایه، دانشگاه فردوسی، شهر مشهد

چکیده

پژوهش حاضر با هدف بررسی تأثیر آرژنین و سدیم‌نیتروپروساید بر ویژگی‌های مرفوفیزیولوژیکی گیاهان لوبیا سبز تحت تنش شوری انجام شد. برای مطالعه تأثیر شوری بر گیاهان لوبیا سبز، پژوهش به صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با ۳ تکرار انجام گرفت. فاکتورهای آزمایش شامل غلظت‌های مختلف تنش شوری (۰، ۸۰ و ۱۲۰ میلی‌مولار) بود که هم‌زمان با اعمال تنش شوری، تیمار آرژنین و سدیم‌نیتروپروساید نیز در غلظت‌های ۰، ۱۰۰، ۲۰۰ میکرومولار هر هفته یک‌بار با محلول‌پاشی برگی انجام شد. ویژگی‌های مرفولوژیکی (وزن تر و خشک ساقه و ریشه) و فیزیولوژیکی (محتوای نسبی آب برگ، پرولین، مالون‌دی‌آلدئید) گیاه مورد سنجش قرار گرفتند. نتایج نشان داد که تنش شوری به ویژه در غلظت بالاتر منجر به کاهش وزن تر و خشک ریشه و ساقه شد. ویژگی‌های فیزیولوژیکی گیاه مانند محتوای نسبی آب برگ تحت شوری کاهش و مقدار پرولین و مالون‌دی‌آلدئید افزایش یافت. علاوه بر این، کاربرد آرژنین و سدیم‌نیتروپروساید، موجب بهبود ویژگی‌های رشد گیاه و همچنین افزایش محتوای نسبی آب برگ و پرولین و کاهش مقدار مالون‌دی‌آلدئید شد. به‌طورکل، می‌توان نتیجه گرفت که آرژنین و سدیم‌نیتروپروساید با بهبود ویژگی‌های مرفوفیزیولوژیکی گیاهان لوبیا سبز به کاهش اثرات منفی شوری کمک می‌کنند.

واژگان کلیدی: آرژنین، سدیم نیتروپروساید، ویژگی‌های مرفوفیزیولوژیکی، لوبیا سبز.

* e-mail: ganjeali@um.ac.ir

۱. مقدمه

در سرتاسر جهان، تنش شوری یکی از چالش‌های کلیدی برای تحقیقات کشاورزی در نظر گرفته می‌شود. به‌ویژه مناطق خشک و نیمه‌خشک به دلیل میزان تبخیر بیشتر مستعد شور شدن هستند که این شوری بر رشد و تولید محصولات زراعی تأثیر نامطلوب می‌گذارد (Kapadia et al., 2022). قرار گرفتن گیاهان در معرض شوری منجر به افزایش تولید گونه‌های اکسیژن فعال می‌شود. گونه‌های فعال اکسیژن باعث آسیب اجزای سلولی و تخریب کلروفیل و پراکسیداسیون لیپیدی غشاء شده و سیالیت و انتخاب‌پذیری غشاء را کاهش می‌دهند (Al-huraby and Bafeel, 2022). در مطالعات متعدد تأثیر ترکیباتی مانند آرژنین و سدیم‌نیتروپروساید[1] بر بهبود تنش شوری و سایر تنش‌های غیرزیستی به صورت مجزا، گزارش شده است (Freitas et al., 2022; Li et al., 2022). ال-آرژنین یکی از متنوع‌ترین آمینواسیدها و پیش‌ساز بیوسنتز پلی‌آمین‌ها و نیتریک اکساید[2] است. پلی‌آمین‌ها چندین فرآیند بیولوژیکی از جمله تقسیم سلولی، تمایز و پیری را در گیاهان تعدیل می‌کنند (Hussein et al., 2022). سدیم-نیتروپروساید به عنوان یک اهداکننده نیتریک‌اکسایدکه نوعی مولکول فعال زیستی قابل انتشار است، نقش مهمی در رشد، فرآیندهای متابولیسمی و بهره‌وری گیاهان در شرایط نرمال یا تنش برعهده دارد. کاربرد این ماده باعث افزایش فتوسنتز، هدایت روزنه‌ای، سرعت تعرق، محتوای نسبی آب و جذب مواد مغذی در گیاهان تحت شرایط تنش غیرزیستی شده است (Ragaey et al., 2022). لوبیا سبز به عنوان یک محصول حساس به شوری با سطح شوری آستانه ۱دسی زیمنس یکی از پرمصرف‌ترین حبوبات در دنیا است که به طور معمول در مناطق گرمسیری و معتدل رشد می‌کند. این گیاه منبع مواد معدنی است که به طور بالقوه تمام ۱۵ ماده معدنی ضروری و پروتئین‌های مورد نیاز روزانه انسان را تأمین می‌کند (Garcia et al., 2019). ازهمین‌رو، با توجه به اهمیت غذایی این گیاه و همچنین، نظر به روند فزاینده شورشدن منابع آب و خاک به دلیل بهره‌برداری وسیع و بی‌رویه، پژوهش حاضر با هدف بررسی تأثیر آرژنین و سدیم‌نیتروپروساید بر ویژگی‌های مرفوفیزیولوژیکی گیاه لوبیا سبز تحت تنش شوری انجام شد.

۲. مواد و روش‌ها

۲. ۱. کاشت بذر و اعمال تیمارها

بذرهای گیاه لوبیا سبز (*Phaseolus vulgaris*) ضدعفونی و سپس در گلدان‌های پلاستیکی حاوی پرلیت دانه متوسط کشت شدند. برای هر تیمار سه گلدان حاوی ۵ بذر به عنوان سه تکرار بیولوژیک در نظر گرفته شد. گلدان‌ها در دو هفته اول با محلول هوگلند ۵۰ درصد به صورت دو روز در میان آبیاری شدند. سه هفته پس از شروع کاشت، غلظت‌های مختلف شوری (۰، ۸۰، ۱۲۰ میلی‌مولار) همراه با آبیاری به گیاه اعمال شد. همزمان با اعمال تنش شوری، تیمار آرژنین و سدیم‌نیتروپروساید با غلظت‌های ۰، ۱۰۰ و ۲۰۰ میکرومولار به صورت مجزا و هر هفته یک‌بار از طریق محلول‌پاشی برگی و به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح

[1] sodium nitroprusside
[2] Nitric oxide

کاملاً تصادفی با سه تکرار انجام شد. نه هفته پس کاشت، گیاهان در مرحله رشد رویشی برای انجام سنجش‌های مرفوفیزیولوژیکی برداشت شدند.

۲.۲. روش تحقیق

برای سنجش وزن تر ساقه و ریشه، از ترازوی دیجیتال با دقت ۰/۰۰۱ استفاده شد. برای سنجش محتوای نسبی آب برگ از روش Bian و Jiang (۲۰۰۹)، برای سنجش محتوای پرولین از روش Bates و همکاران (۱۹۷۳) و برای سنجش مالون‌دی‌آلدئید از روش Heath و Packer (۱۹۶۸) استفاده شد. درنهایت آنالیز داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SPSS16 و مقایسه میانگین‌ها توسط آزمون دانکن در سطح احتمال خطای ۰/۰۵ ($P\leq 0.05$) انجام شد.

۳. نتایج

با توجه به نتایج جدول ۱ تأثیر شوری، مواد تنظیم‌کننده رشد و تأثیر متقابل شوری و تنظیم‌کننده‌های رشد بر کلیه صفات مرفوفیزیولوژیکی (وزن تر و خشک ساقه و ریشه، محتوای نسبی آب برگ، پرولین و مالون‌دی‌آلدئید) در سطح ۰/۰۵ معنی‌دار بود. تنش شوری موجب کاهش وزن تر و خشک ساقه و ریشه، وزن تر برگ و نیام، کاهش محتوای نسبی آب برگ، محتوای کلروفیل و کاروتنوئید و افزایش مقدار پرولین و مالون‌دی آلدئید نسبت به گیاهان شاهد شد. از طرفی کاربرد آرژنین و نیتروپروساید با افزایش وزن تر و خشک ساقه و ریشه، افزایش محتوای نسبی آب برگ و کاهش مقدار پرولین و مالون‌دی‌آلدئید منجر به تعدیل تنش شوری شد (جدول ۲).

جدول ۱. میانگین مربعات منابع تغییر برخی صفات مرفولوژیکی گیاهان لوبیا سبز تحت تنش شوری و کاربرد آرژنین و سدیم نیتروپروساید

منبع تغییرات	درجه آزادی	وزن تر ساقه (gr)	وزن خشک ساقه (gr)	وزن تر ریشه (gr)	وزن خشک ریشه (gr)	محتوای نسبی آب برگ (٪)	پرولین ($mg/g^{-1}fw$)	مالون‌دی‌آلدئید ($mg/g^{-1}fw$)
شوری	۲	٤٤٧/۲۰*	۸۱/٦۹*	۱۰٤/۷٤*	۲۱/۰۰٦ ns	۱۱۳٦/۸۱*	۰/٥۹*	۰/۰٥۰*
مواد تنظیم-کننده رشد	٤	۱۲۸/٦۸*	٤۳/٥۱*	۲٥۳/۳۷*	۳۳/۸۱*	٥۲/۲۸*	۰/۰۸۷ *	۰/۰۳۲*
شوری × مواد تنظیم-کننده رشد	۸	۲٦/٥۰*	۱٦/۳٤*	۳۳/۱٥*	۱۹/٦٤*	۷۸/۸۳*	۰/۱٤*	۰/۰۳۸*
خطا	۳۰	٥/۲۱	۱/۳٤	٥/۸۱	۷/۲٦	۱۷/٤٦	۰/۰۰۳	۰/۰۰۲

ns: عدم معنی‌داری؛ *: معنی‌داری در سطح ۰/۰۵

جدول ۲. نتایج مقایسه میانگین اثرات متقابل شوری و مواد تنظیم‌کننده رشد بر ویژگی‌های مرفوفیزیولوژیکی گیاه لوبیا سبز

سطوح شوری (میلی مولار)	سطوح تیمار (میکرومولار)	وزن تر ساقه (gr)	وزن تر ریشه (gr)	وزن خشک ساقه (gr)	وزن خشک ریشه (gr)	RWC (%)	پرولین (mg/g-1 fw)	MDA (mg/g-1 fw)
صفر	صفر	۳۵ abc	۲۱/۲۲ g	۷/۹۰ d	de ۱۶/۶۶	۸۳/۴۶ a	ef ۰/۱۴۹	۰/۱۹۳ def
صفر	نیترو (۱۰۰)	۳۷/۶۶ a	efg ۲۳/۴۹	۸/۳۸ c	bcde ۲۰/۳۳	۷۳/۳۶ b	۰/۲۳۵ e	۰/۴۶۵ a
صفر	نیترو (۲۰۰)	۳۸ a	bcd ۳۰/۲۲	۱۰/۳۱ c	abcde ۲۱/۳۳	bc ۷۰/۰۱	۰/۰۶۷ f	۰/۲۳۸ d
صفر	آرژنین (۱۰۰)	۳۶ ab	cde ۲۷/۵۸	۸/۰۶ d	de ۱۷/۶۶	cd ۶۵/۲۴	ef ۰/۱۶۱	۰/۳۲۹ b
صفر	آرژنین (۲۰۰)	۳۸ a	bc ۳۰/۷۵	۱۰/۲۰ c	۱۸ de	bc ۶۹/۹۲	ef ۰/۱۷۱	۰/۳۱۹ bc
۸۰	صفر	۲۶/۶۶ fg	۲۰/۳۰ g	۷/۱۹ d	۱۶/۳۳ e	ef ۵۶/۴۲	۰/۴۱۹ d	۰/۳۵۸ b
۸۰	نیترو (۱۰۰)	۳۰/۶۶ def	efg ۲۳/۹۶	۷/۲۸ d	abcd ۲۱/۶۶	de ۶۲/۰۵	۰/۴۱۹ d	۰/۱۳۲ f
۸۰	نیترو (۲۰۰)	۳۸/۳۳ a	bc ۳۱/۲۹	۱۲/۳۳ b	۲۴ ab	ef ۵۵/۷۶	cd ۰/۴۶۶	۰/۱۵۸ ef
۸۰	آرژنین (۱۰۰)	۳۳ bcd	۳۶/۱۹ a	۱۲/۹۱ b	bcde ۱۹/۶۶	def ۵۸/۵۸	۰/۵۳۵ c	۰/۱۹۳ def
۸۰	آرژنین (۲۰۰)	۳۶ ab	۳۶ a	۱۸/۶۵ a	cde ۱۸/۳۳	def ۵۷/۷۲	۰/۸۴۹ a	۰/۱۲۹ f
۱۲۰	صفر	۱۶ h	۱۵/۵۷ h	۴/۹۳ e	۱۷ de	ef ۵۴/۰۳	ab ۰/۷۸۱	۰/۴۴۶ a
۱۲۰	نیترو (۱۰۰)	۲۵ g	۲۵/۸۱ ef	۷/۱۳ d	abcde ۲۱/۳۳	de ۵۹/۹۸	۰/۷۳۹ b	۰/۲۴۸ cd
۱۲۰	نیترو (۲۰۰)	۲۸/۱۶ efg	de ۲۶/۳۸	۷/۳۵ d	bc ۱۸/۶۶	ef ۵۵/۶۳	ef ۰/۱۳۴	۰/۱۴۴ f
۱۲۰	آرژنین (۱۰۰)	۳۰ def	۲۱/۵۲ fg	۷/۶۶ d	۲۵/۵۰ a	de ۶۱/۷۹	۰/۳۶۹ d	۰/۱۲۵ f
۱۲۰	آرژنین (۲۰۰)	۳۱ cde	ab ۳۲/۰۷	۸/۰۶ d	abc ۲۳/۳۳	۵۱/۷۸ f	۰/۲۲۹ e	۰/۲۳۴ de

٤. بحث و نتیجه‌گیری

درمجموع یافته‌های پژوهش حاکی از اثرات کاهنده تنش شوری بر ویژگی‌های مرفولوژیکی و افزایش مقدار پرولین و محتوای مالون‌دی‌آلدئید در گیاهان لوبیا سبز بود. کاربرد آرژنین و سدیم‌نیتروپروساید به واسطه افزایش محتوای نسبی آب برگ و همچنین مواد محافظ کننده اسمزی مانند پرولین و کاهش محتوای مالون‌دی‌آلدئید موجب تعدیل اثرات مخرب تنش شوری و بهبود ویژگی‌های مرفولوژیکی گیاه شدند. در مطالعات Ragaey و همکاران (۲۰۲۲)، Li و همکاران (۲۰۲۲) نیز به اثرات بهبوددهنده آرژنین و سدیم‌نیتروپروساید اشاره شده است. وجود نیتریک‌اکساید در بافت‌های آوندی و سلول‌های اپیدرمی ریشه، ساقه و برگ ثابت شده است، بنابراین به نظر می‌رسد استفاده از سدیم‌نیتروپروساید در مرحله قبل از برداشت می‌تواند از طریق توسعه و بهبود عملکرد سیستم آوندی و همچنین تأثیر مثبت بر روابط آبی گیاه بر وزن تر گیاه مؤثر باشد (Ragaey et al., 2022). همچنین Hasanuzzaman و همکاران (۲۰۱۸) اظهار داشتند که استفاده از آرژنین خارجی با افزایش محتوای نیتریک‌اکساید درون‌زا، باعث ارتقای سیستم گلی‌اکسالاز شد که نتیجه آن بهبود محتوی نسبی آب برگ و افزایش بیشتر محتوای پرولین در شرایط تنش شوری است. در مطالعه دیگری دریافتند نقش آرژنین در جلوگیری از پراکسیداسیون لیپیدی به توانایی آن در واکنش با رادیکال‌های لیپیدی و توقف زنجیره پراکسیداسیون مربوط می‌شود. اثر دیگر آرژنین بر پراکسیداسیون لیپیدی به مهار فعالیت لیپوکسیژناز نسبت داده شد (Kabiri et al., 2016). درمجموع می‌توان دریافت که آرژنین و سدیم نیتروپروساید ترکیباتی هستند که کاربرد خارجی آن‌ها می‌تواند با افزایش سطح نیتریک‌اکساید درون‌زا منجر به بهبود اثرات مخرب ناشی از تنش شوری در گیاهان لوبیا سبز شود.

منابع

Al-huraby, A.I., Bafeel, S.O. 2022. The effect of salinity stress on the *Phaseolus vulgaris* L. plant. African Journal of Biological Sciences. 4(1): 94-107.

Bates, L.S., Waldren, R.P., Teare, I.D. 1973. Rapid determination of free proline for water-stress studies. Plant and Soil. 39(1): 205-207.

Bian, S., Jiang, Y. 2009. Reactive oxygen species, antioxidant enzyme activities and gene expression patterns in leaves and roots of *Kentucky bluegrass* in response to drought stress and recovery. Scientia Horticulturae. 120(2): 264-270.

Freitas, I.S., Trennepohl, B.I., Acioly, T.M.S., Conceição, V.J., Mello, S.C., Dourado Neto, D., Azevedo, R.A. 2022. Exogenous application of L-arginine improves protein content and increases yield of *Pereskia aculeata* mill. grown in soilless media container. Horticulturae. 8(2): 142.

Garcia, C.L., Dattamudi, S., Chanda, S., Jayachandran, K. 2019. Effect of salinity stress and microbial inoculations on glomalin production and plant growth parameters of snap bean (*Phaseolus vulgaris*). Agronomy. 9(9): 545.

Hasanuzzaman, M., Nahar, K., Rahman, A., Inafuku, M., Oku, H., Fujita, M. 2018. Exogenous nitric oxide donor and arginine provide protection against short-term drought stress in wheat seedlings. Physiology and Molecular Biology of Plants. 24(6): 993-1004.

Heath, R.L., Packer, L. 1968. Photoperoxidation in isolated chloroplasts: I. Kinetics and stoichiometry of fatty acid peroxidation. Archives of biochemistry and biophysics. 125(1): 189-198.

Hussein, H.A.A., Alshammari, S.O., Kenawy, S.K., Elkady, F.M., Badawy, A.A. 2022. Grain-priming with L-arginine improves the growth performance of wheat (*Triticum aestivum* L.) plants under drought stress. Plants. 11(9): 12-19.

Kabiri, R., Naghizadeh, M., Hatami, A. 2016. Protective role of arginine against oxidative damage induced by osmotic stress in Ajwain (*Trachyspermum ammi*) seedlings under hydroponic culture. Journal of Plant Physiology and Breeding. 6(1): 13-22.

Kapadia, C., Patel, N., Rana, A., Vaidya, H., Alfarraj, S., Ansari, M.J., Sayyed, R.Z. 2022. Evaluation of plant growth-promoting and salinity ameliorating potential of *halophilic bacteria* isolated from saline soil. Frontiers in Plant Science. 13.

Li, X., Wang, S., Chen, X., Cong, Y., Cui, J., Shi, Q., Diao, M. 2022. The positive effects of exogenous sodium nitroprusside on the plant growth, photosystem II efficiency and Calvin cycle of tomato seedlings under salt stress. Scientia Horticulturae. 299: 111016.

Ragaey, M.M., Sadak, M.S., Dawood, M.F., Mousa, N.H., Hanafy, R.S., Latef, A.A.H.A. 2022. Role of Signaling Molecules Sodium Nitroprusside and Arginine in alleviating salt-induced oxidative stress in wheat. Plants. 11(14): 1786.

Investigating the effects of arginine and sodium nitroprusside on the morph physiological characteristics of bean plants under salt stress

Somayeh Sadat Mansoori, Ali Ganjali*, Merhdad Lahoti

Department of Biology, Faculty of Basic Science, Ferdowsi University, Mashhad, Iran

Abstract

The present study was conducted with the aim of investigating the effect of arginine and sodium nitroprusside on the morphophysiological characteristics of green bean plants under salt stress. In order to evaluation of the effect of salinity on bean plants, an experiment was carried out in a factorial based on completely randomized design with 3 replications. Different concentrations of salinity (0, 80, and 120 mM), and application of plant growth regulators including arginine and sodium nitroprusside (0, 100, and 200 µM) were evaluated. Plant growth regulators was done by foliar spraying. The morphological characteristics (wet and dry weight of stem and root) and physiological (relative content of leaf water, proline, malondialdehyde) of the plant were measured. The results showed that salt stress, especially at a higher concentration, led to a decrease in fresh and dry weight of roots and stems. Physiological characteristics of the plant such as the relative content of leaf water decreased under salinity and the amount of proline and malondialdehyde increased. In addition, the use of arginine and sodium nitroprusside improved the growth characteristics of the plant and also increased the relative content of leaf water and proline and decreased the amount of malondialdehyde. In general, it can be concluded that arginine and sodium nitroprusside help to reduce the negative effects of salinity by improving the morpho-physiological characteristics of green bean plants.

Keywords: Arginine, sodium nitroprusside, morphophysiological characteristics, *Phaseolus vulgaris* L.

* e-mail: ganjeali@um.ac.ir

بررسی تاثیر روشهای مختلف کنترل علفهای هرز بر خصوصیات کیفی گیاه دارویی بادرشبو (*Dracocephalum moldavica*)

محسن جان محمدی[۱]

گروه مهندسی تولید و ژنتیک گیاهی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه مراغه

چکیده

در این بررسی روشهای مختلف کنترل علف‌های هرز بر روی خصوصیات کیفی گیاه بادرشبو در شرایط مزرعه ای در منطقه مراغه مورد مطالعه قرار گرفت. تیمارهای کنترلی علف هرز شامل بدون عملیات کنترلی (شاهد)، یکبار وجین ۲۰ روز بعد از کاشت، دو بار وجین ۲۰ و ۴۰ روز بعد از کاشت، وجین مکرر (شرایط بدون علف هرز)، کنترل شیمیایی پیش از کاشت (ترفلان)، کنترل شیمیایی پس از کاشت (سوپر گالانت) و آفتابدهی خاک (استفاده از پلاستیک در سطح خاک) بودند. نتایج حاکی از آن بود که بیشترین گستره کانوپی در تیمارهای وجین مکرر، دو بار وجین و علف کش پیش کاشت مشاهده شد که حدود ۷۵-۳۲ درصد در مقایسه با شاهد بهبود یافت. بالاترین محتوای اسانس در شرایط وجین مکرر و آفتابدهی به ثبت رسید. بالاترین عملکرد اسانس در شرایط بدون علف هرز از طریق وجین مکرر مشاهده شد. کاربرد علف کش پیش کاشت و پس کاشتی به ترتیب مقادیر اسانس نیرال و گرانیل استات را به طور معنی‌داری افزایش داد. نتایج این آزمایش نشان داد که به کارگیری روشهای سازگار با محیط زیست نظیر وجین با دفعات بالا و آفتابدهی می‌تواند جنبه های کیفی اسانس را تا حد قابل توجهی بهبود بخشد.

واژگان کلیدی: آفتاب دهی، عملکرد اسانس، کنترل شیمیایی، کنترل مکانیکی، گستره کانوپی، محتوای اسانس

[۱] E-mail: jmohamad@ut.ac.ir

۱. مقدمه

طبق برآورد سازمان بهداشت جهانی در حدود ۸۰ درصد از جمعیت کشورهای در حال توسعه برای مراقبت های اولیه بهداشتی از گیاهان دارویی استفاده می‌کنند و تقریبا دو سوم از ۵۰ هزار گونه مختلف گیاهان دارویی به صورت طبیعی از مراتع و زیستگاههای وحشی آنها جمع آوری می‌شوند (Edwards, 2004; Upadhyay et al., 2011). در قاره اروپا تنها ۱۰ درصد از گیاهان دارویی به صورت تجاری کشت می‌شوند و این امر تا حدودی ناشی از محدودیت های موجود بر سرراه کشت و کار گیاهان دارویی می‌باشد. امروزه کاهش چشمگیر جمعیت گیاهان دارویی در اثر برداشت های مکرر از زیستگاههای طبیعی مشهود می‌باشد و به همین دلیل کاهش تنوع ژنتیکی، انقراض محلی، تخریب زیستگاههای طبیعی بیش از پیش مد نظر محققین قرار گرفته است. اگرچه حفاظت کافی از برخی گونه‌ها می تواند از طریق افزایش مقرارت و ارائه روش‌های صحیح برداشت از مکانهای طبیعی و مراتع صورت گیرد ولی با توجه به افزایش نیاز گیاهان دارویی با جایگزین مناسب‌تر و با دوام بلند مدت‌تر نظیر کشت و کار گیاهان دارویی در اکوسیستم های زراعی و افزایش سطح زیر کشت آنها می‌توان این مشکل را مرتفع نمود (Canter et al., 2005; Pouresmaeil et al., 2022). در این میان بررسی و انتخاب راهکارهای مناسب کنترل علف‌های هرز بسیار حائز اهمیت است. علاه بر آن، کشت و کار گیاهان دارویی با مشکلاتی نظیر سرعت رشد پایین، جوانه زنی غیر یکنواخت، غیر یکنواختی در رشد رویشی، مشکل هجوم علف‌های هرز را شدیدتر می‌سازد. با وجودی که اثرات مدیریت‌های تغذیه و مدیریت آبیاری تا حدودی بر روی این گیاهان مطالعه و بررسی شده است ولی با این حال اطلاعات در رابطه با مدیریت علف‌های هرز بسیار ناچیز می‌باشد (Ebrahimi et al., 2020). به طوری که ۴۵ درصد افت عملکرد در مزارع زارعی ناشی از وجود علف‌های هرز در مزارع می‌باشد. برآورد می‌شود روند مشابهی در مزارع گیاهان دارویی نیز وجود داشته باشد. علف‌های هرز با استفاده از منابع غذایی خاک، آب ذخیره شده در خاک، اشغال فضاها، سایه اندازی و یا ترشح مواد آللوشیمیایی با رشد گیاهان دارویی مداخله می‌نمایند و رشد و حتی کیفیت مواد موثره را تحت تاثیر قرار دهد (Upadhyay et al., 2011). با این حال روش‌های متعددی برای کنترل علف‌های هرز و هدایت آنها به پایین‌تر از حد آستانه اقتصادی وجود دارد که از آن طریق می‌توان عملکرد، صفات موثر بر تولید ماده موثر و کیفیت گیاهان دارویی را بهبود بخشید. حد آستانه به جمعیتی از علف‌های هرز گفته می‌شود که در جمعیت‌های بالاتر از آن صرف هزینه اقتصادی برای انجام کنترل توجیه پذیر می‌باشد. کاربرد دزهای کم ولی موثر علف کش‌ها می‌تواند میزان مصرف نهاده‌های شیمیایی را به طور معنی‌داری کاهش دهد و این روش در کنار برخی روش‌های مناسب مکانیکی می‌تواند به شکل موثری علف‌های هرز را کنترل نماید (Amini et al., 2020). همچنین به نظر می‌رسد استفاده تلفیقی از روش‌های مختلف کنترل علف هرز نظیر کاربرد مالچ و علف‌کش‌های شیمیایی می‌تواند به طور موثری رشد علف‌های هرز را بازداری نماید (Ebrahimi et al., 2020; Pouresmaeil et al., 2022). پوشش‌های مالچی از طریق ممانعت از رسیدن نور به بذور علف های هرز و همچنین ایجاد مانع فیزیکی در برابر خروج گیاهچه و رشد اولیه، تراکم علف‌های هرز را تا حد قابل توجهی کاهش می‌دهند. هدف از اجرای آزمایش حاضر بررسی تاثیر تیمارهای مختلف کنترل علف‌های هرز (شیمیایی، وجین و آفتابدهی) بر مواده موثره گیاه بادرشبی می‌باشد.

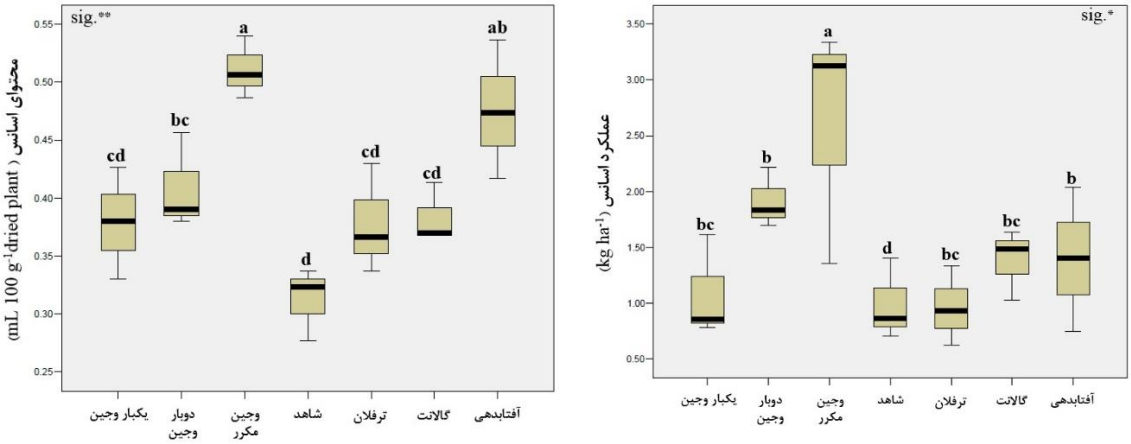
۲. مواد و روش‌ها

پژوهش حاضر در کشتزار پژوهشی دانشکده کشاورزی دانشگاه مراغه با مختصات جغرافیایی ۳۷ درجه و ۲۳ دقیقه عرض شمالی، ۴۶ درجه و ۱۶ دقیقه طول شرقی و ۱۴۸۵ متر ارتفاع از سطح دریا، میانگین دراز مدت بارندگی ۳۷۵ (۷۳ درصد به صورت باران و ۲۷ درصد به صورت برف) انجام گرفت. این منطقه طبق تقسیم بندی های اقلیمی جز مناطق نیمه خشک و معتدل سرد طبقه بندی شده است. تیمارهای کنترل علف‌های هرز شامل T_1: بدون کنترل (شاهد)، T_2: یک‌بار وجین در ۲۰ روز بعد از کاشت، T_3: دوبار وجین در ۲۰ و ۴۰ روز بعد از کاشت، T_4: وجین مکرر در بازه ۱۰ روز تا مرحله برداشت (بدون علف هرز)، T_5: کنترل شیمیایی با علف کش پیش از کاشت ترفلان (۲/۵ لیتر در هکتار)، T_6: کنترل شیمیایی با علف کش بعد از کاشت سوپر گالانت (۱ لیتر در هکتار)، T_7 : آفتابدهی (استفاده از پلی اتیلن شفاف) بودند. آزمایش به صورت بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار انجام گردید. ابعاد هر پلات آزمایش ۶×۵ بود. کاشت در تاریخ ۳۰ فروردین انجام گردید. پس از مرحله ۸-۶ برگی کرتها تنک و تعداد بوته در واحد سطح در همه کرتها برابر گردید. در مرحله تنک نهایی فاصله گیاهان روی ردیف ۱۰ سانتی متر لحاظ شد. برداشت گیاهان در مرحله ۵۰ درصد گلدهی (اوایل مردادماه) انجام شد. در مرحله برداشت سرشاخه‌های جوان (برگ‌ها و گل) در سایه به طور طبیعی خشک شدند و پس از آسیاب کردن، توسط دستگاه کلونجر به روش تقطیر با آب اسانس گیری شدند. شناسایی اسانس در با استفاده از دستگاه کروماتوگرافی گازی فوق سریع (Ultra-Fast GC) و کروماتوگرافی گازی متصل به طیف سنج جرمی (GC/MS) انجام شد. تجزیه آمای از طریق نرم افزار SAS (9.1) انجام گردید. رسم نمودارها از طریق نرم افزارهای Excle و SPSS صورت گرفت. مقایسه میانگین از طریق آزمون حداقل تفاوت معنی‌دار (LSD) در سطح آماری ۵ درصد انجام گردید.

۳. نتایج

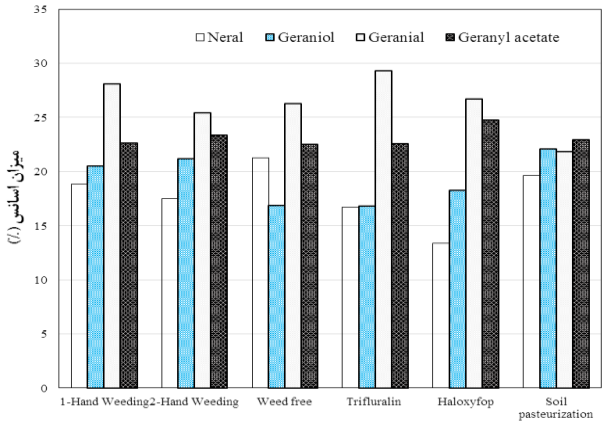
مقایسه میانگین این صفت بین تیمارها نشان داد که گیاهان پرورش یافته در شرایط وجین مکرر، دوبار وجین و کنترل شیمیایی با ترفلان بیشترین گستره کانوپی را دارا بودند. کانوپی این گیاهان در مقایسه با شاهد به ترتیب ۲/۳۲، ۲/۲۰ و ۱/۹۰ برابر افزایش داد. کمترین میزان گستره در گیاهان پرورش یافته در شرایط عدم کنترل علف‌های هرز و یکبار وجین به ثبت رسید (شکل ۱). گیاهان رشد یافته در شرایط آفتابدهی، گالانت و ترفلان از نظر گستره کانوپی تفاوت معنی‌داری بایکدیگر نداشتند. در همین راستا گزارش شده است که کنترل علف‌های هرز می‌تواند رشد کانوپی و در نهایت سایه‌اندازی روی سطح زمین را تحت تاثیر قرار دهد و با دریافت بخش بیشتری از تشعشعات راندمان مصرف نور را نیز بهبود دهد (Purcell et al., 2002). بالاترین محتوای اسانس در گیاهان پرورش یافته در شرایط عاری از علف‌های هرز و شرایط آفتابدهی به ثبت رسید (شکل ۱). مقایسه میانگین‌ها حاکی از آن بود که محتوای اسانس در گیاهان پرورش یافته در شرایط عاری از علف‌های هرز و در شرایط دو بار وجین به ترتیب ۱/۶۳ و ۱/۵۲ برابر بیشتر از گیاهان پرورش یافته در شرایط شاهد بود. پیش‌تر نیز تاثیر مثبت کنترل علف‌های هرز بر محتوای اسانس گیاه دارویی همیشه بهار (*Calendula officinalis* L.) گزارش شده بود. به طوری که محتوای اسانس در گیاهان

پرورش یافته تحت شرایط استفاده از مالچ پلاستیکی سیاه، مالچ پلاستیکی سفید و وجین دستی به ترتیب ۱/۶۶، ۱/۴۶ و ۱/۵ برابر گیاهان پرورش یافته در شرایط عدم کنترل بود (Abaas, 2014).



شکل ۲- تاثیر تیمارهای مختلف کنترل علف‌های هرز بر علمکرد و محتوای اسانس در گیاه بادرشبو (*Dracocephalum moldavica* L) در بین تیمارهای مختلف کنترل علف‌های هرز در منطقه مراغه.

میزان عملکرد اسانس در شرایط عاری از علف هرز به طور مشهودی بالاتر از سایر تیمارها بود (شکل ۳) این در حالی بود که از نظر عملکرد اسانس بین گیاهان پرورش یافته در شرایط آفتابدهی، کنترل شیمیایی قبل از کاشت (ترفلان)، کنترل شیمیایی بعد از کاشت (گالانت) و یکبار وجین تفاوت معنی دار مشاهده نشد. با این تمامی تیمارهای کنترلی در مقایسه با شاهد (عدم کنترل) این مولفه کیفی را بهبود دادند. عملکرد اسانس برآیندی از رشد گیاه و تجمع مواد معطر در آن می‌باشد. به نظر می‌رسد علف‌های هرز هم از طریق کاهش رشد و همچنین از طریق تغییر مسیرهای بیوشیمیایی درون سلولی (مسیر مشتق شده از گلیکولیز) مانع از تولید مقادیر زیاد اسانس در گیاه می‌شوند. در شرایط وجود علف‌های هرز مقدار زیادی از فتوآسیمیلات‌ها صرف فرایندهای رقابتی و گسترش ریشه می‌گردد که در این امر نقش چندانی در بهبود عملکرد اسانس ندارد. نتایج تجریه اسانس و ترکیبات شناسایی شده حاکی از آن بود که در بین ترکیبات شناسایی شده بیشترین سهم مربوط به Geranial بود. این ماده در تمامی تیمارها درصدی بین ۳۰-۲۵ درصد داشت و تنها در شرایط آفتابدهی میزان Geranial در حدود ۲۲ درصد و کمتر از شرایط شاهد (بدون کنترل) بود. سیتیرال (Citeral) یا گرانیل (3,7-dimethyl-2,6-octadienal) از اصلی‌ترین ترکیبات معطر در گیاه بادرشبو می‌باشد این ترکیب ($C_{10}H_{16}O$) عامل اصلی ایجاد عطر می‌باشد. که این امر پیش‌تر نیز توسط Maham و همکاران (۲۰۱۳) گزارش شده است. بالاترین میزان گرانیل در شرایط کاربرد علف‌کش پیش رویشی (ترفلان) با ۲۹/۳۲ درصد مشاهده شد. این در حالی بود که کمترین میزان در شرایط آفتابدهی ثبت گردید. گیاهان در شرایط عدم کنترل نیز حاوی مقادیر نسبتا بالای از گرانیل بودند.



شکل ۴- تاثیر تیمارهای مختلف کنترل علف‌های هرز بر اجزای اصلی اسانس (گرانیل استات، گرانیال، گرانیول، نیرال) در گیاه بادرشبو (*Dracocephalum moldavica* L.) در بین تیمارهای مختلف کنترل علف‌های هرز در منطقه مراغه.

٤. بحث و نتیجه‌گیری

کنترل علف‌های هرز می‌توانند به طور معنی‌داری باعث افزایش رشد و بهبود مولفه های کیفی گردید. در بین تیمارهای کنترلی بهترین نمود گیاهی در شرایط عاری از علف‌های هرز مشاهده شد و تیمار دوبار وجین در جایگاه دوم قرار داشت. تیمارهای کنترل شیمیایی نیز در مقایسه با کنترل مکانیکی (وجین) چندان کارآمد نبودند. با این حال تاثیر کنترل شیمیایی قبل از کاشت (ترفلان) بهتر از سمپاشی پس از رویش (گالانت) بود.

منابع

Abaas, I.S. 2014.Effect of biological competition of weeds on growth and volatile oil yield of marigold (*Calendula officinalis* L.) as medicinal plant used in herbal medicine of Iraq. International Journal of Pharmacy and Pharmaceutical Sciences. 6 (1): 217-219.

Amini, R., Ebrahimi, A., Nasab, A. D. M. 2020. Moldavian balm (*Dracocephalum moldavica* L.) essential oil content and composition as affected by sustainable weed management treatments. Industrial crops and products, *150*, 112416.

Canter, P. H., Thomas, H., Ernst, E. 2005. Bringing medicinal plants into cultivation: opportunities and challenges for biotechnology. *TRENDS in Biotechnology*, *23*(4), 180-185.

Ebrahimi, A., Amini, R., Dabbagh, M. 2020. Integrated weed management of Moldavian balm (*Dracocephalum moldavica* L.) using reduced rates of herbicides and straw mulch. Journal of Agricultural Science and Sustainable Production, 29 (4) 129-144.

Edwards, R. (2004). No remedy in sight for herbal ransack. *New Scientist*, *181*(2429), 10-11.

Maham, M., Akbari, H., Delazar, A. 2013. Chemical composition and antinociceptive effect of the essential oil of Dracocephalum moldavica L. *Pharmaceutical sciences*, *18*(4), 187-192

Pouresmaeil, M., Sabzi-Nojadeh, M., Movafeghi, A., Aghbash, B. N., Kosari-Nasab, M., Zengin, G., Maggi, F. (2022). Phytotoxic activity of Moldavian dragonhead (*Dracocephalum moldavica* L.) essential oil and its possible use as bio-herbicide. Process Biochemistry, *114*, 86-92.

Upadhyay, R. K., Baksh, H., Patra, D. D., Tewari, S. K., Sharma, S. K., Katiyar, R. S. 2011. Integrated weed management of medicinal plants in India. International Journal of Medicinal and Aromatic Plants, *1*(2), 51-56.

Investigating the effect of different weed control methods on the qualitative characteristics of the dragonhead (*Dracocephalum moldavica*)

Mohsen Janmohammadi*[1]

Department of Genetic and Plant Production, Faculty of Agriculture University of Maragheh, Iran

Abstract

In current study the effects of different weed control techniques has been evaluated on the content and composition of essential oils of dragonhead in northwest of Iran. Weed control treatments was including No weeding (weedy check); one hand weeding at 20 DAS, two hand weeding at 20 and 40 DAS, weed free (regular hand weeding at 10 days interval until harvest); *Treflan herbicide* (pre-emergence control), *Gallant* Super *herbicide (*post emergence control*) and* soil solarization (use of clear polyethylene). Canopy spread and content of essential oil were significantly influenced by different weed control treatments. Result showed that the maximum canopy size and essential oil content were obtained from weed free condition followed by two hand weeding and soil solarization. Essential oil analyses indicated that neral, geraniol, geranial, and geranyl acetate were the most abundant compounds. The lowest amount of neral was recorded in plants grown under chemical weed control. Overall finding of current experiments suggested that *eco-friendly* approaches, mainly *soil solarization* and regular manual weeding might be the best option to combat weed problems as well as to obtain satisfactory herbage yield and an acceptable quality of essential oil content in dragonhead.

Keywords: canopy spread, chemical control, essential oil content, essential oil yield, mechanical control, solarization,

[1] E-mail: jmohamad@ut.ac.ir

بررسی تاثیر مدار آبیاری و تراکم بذر بر عملکرد و اجزای عملکرد گیاه کاملینای بهاره در منطقه شهرستان خلیل اباد

اکرم حاتمی[۱] ، صادق باغبان خلیل آباد*[۲]، جلال قدوسی[۳]، نفیسه تقی زاده[۴]

[۱] دانشجوی کارشناس ارشد گیاهان دارویی ، گروه باغبانی ، موسسه آموزش عالی جهاد دانشگاهی کاشمر، خراسان رضوی

[۲]استادیار و عضو هیئت علمی جهاددانشگاهی خراسان رضوی –نویسنده مسئول

[۳]مدیر گروه باغبانی، موسسه آموزش عالی و مرکز علمی جهاد دانشگاهی کاشمر، خراسان رضوی

[۴] مدرس موسسه آموزش عالی و مرکز علمی جهاددانشگاهی کاشمر، خراسان رضوی

چکیده

خود کفایی در محصولات مهم از جمله دانه های روغنی به عنوان مهم ترین چالش در بخش کشاورزی به شمار می رود و کشور ما به واردات دانه های روغنی وابسته است. به منظور بررسی اثر سطوح مختلف مدار آبیاری و تراکم بذر بر محصول و اجزای محصول گیاه کاملینا آزمایشی یکساله در سال ۱۴۰۱ در مزرعه تحقیقاتی واقع در شهر خلیل آباد انجام شد. آزمایش فوق به صورت مزرعه ای در منطقه ی خلیل آباد به صورت اسپلیت پلات در قالب طرح بلوک های کامل تصادفی با سه تکرار و دو فاکتور یکی فاکتور اصلی کم آبیاری با چهار دور آبیاری ۱۰،۸،۶،۴ روزه از زمان گلدهی و فاکتور فرعی تراکم بذر در سه سطح ۱۵۰، ۲۰۰، ۲۵۰ بوته در متر مربع اجرا شد. که با توجه به اثرات متقابل مدار آبیاری و تراکم بذر مشخص شد ، بالاترین تعداد شاخه فرعی، تعداد دانه در کپسول، عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیک، شاخص برداشت در تراکم ۱۵۰ بوته در متر مربع و مدارهای آبیاری ۴، ۶، روز دیده شد و تراکم ۲۰۰ بوته در متر مربع در مرتبه بعد قرار گرفت سپس تراکم ۲۵۰ بوته در متر مربع در سطح بعدی قرار داشت و مدار آبیاری ۱۰ روز ، صفات را به طور معنی‌داری کاهش داد.

واژگان کلیدی: کاملینا، آبیاری، تراکم بذر، اجزاء عملکرد

۱. مقدمه

* hatamiakram61@gmail.com

خود کفایی در محصولات مهم از جمله دانه های روغنی به عنوان مهم ترین چالش در بخش کشاورزی به شمار می رود و کشور ما به واردات دانه های روغنی وابسته است. ایران در منطقه خشکی واقع گردیده است و مساله خشکسالی بسیار جدی است. کشت گیاهانی که با شرایط اقلیمی منطقه سازگار باشد و همچنین برای غنی کردن تناوب گندم نخود و جو رایج در مناطق زراعتی کشور ضروری به نظر می رسد. کاملینا **(*Camelina sativa*)** گیاهی روغنی- دارویی از خانواده چلیپاییان است ، دانه این گیاه مقادیر زیادی ترکیبات روغن به همراه دارد و می توان انواع اسیدهای چرب از جمله اسید اُلئیک، پالمتیک اسید و اسید لینولئیک را در آن یافت دانه گیاه اصلی ترین قسمت گیاه است که خاصیت دارویی دارد به دلیل وجود انواع اسیدهای چرب روغن دانه های گیاه اثر نرم کننده روی پوست بدن داشته و در درمان ترک پوست به کار می رود. حتی می توان از روغن دانه های این گیاه صابون های ویژه ای را نیز تولید نمود که این صابون ها قابلیت نرم کنندگی پوست بدن و لطیف نمودن آن را دارند. کاملینا برای مصرف تغذیه ای انسان (در انواع نان ها و کره) و کنجاله آن برای تغذیه دام ، ماهی و طیور به جهت داشتن ۴۰ درصد پروتئین بسیار کاربرد دارد ضمنا به جهت داشتن امگا ۳ در درمان سرطان سینه و درمان چاقی پس از یائسگی در زنان بکار رفته و به عنوان یک جایگزین مناسب برای واکسهای جاجوبا در صنایع آرایشی و بهداشتی کاربرد دارد همچنین از روغن آن برای تولید صمغ و انواع واکسها استفاده می شود. **(Rezaiei et al,2016)**. پتانسیل تولید عملکرد بالا در گیاه کاملینا در شرایط ایالت مونتانای آمریکا به اثبات رسیده و امکان قرار گرفتن آن به عنوان یک گزینه مناسب در تناوب با غلات دانه ریز گزارش شده است(افتخاری نسب و همکاران، ۱۳۹۹). نیاز آبی کاملینا بسیار پایین بوده و در شرایط اقلیمی شهرستان کرمانشاه بصورت دیم قابل کشت است (حسینی، ۱۳۹۷). سازگار با روش‌های کشاورزی موجود و متحمل به خشکی، شرایط نیمه خشک و خاک شور یا کم بارور است. افزایش علاقه به کشت آن، به دلیل نیاز حداقلی آن به آبیاری و کود و چرخه عمر کوتاهتر است.دانه‌های روغنی در بین محصولات زراعی اهمیت خاصی داشته، بنابراین نیاز به محصولات روغنی جدید با سازگاری بیشتر با تنش‌های محیطی و نیاز آبی کمتر به شدت احساس می‌شود. گیاهان در طول دوره‌ی رشدی خود در معرض تنش‌های مختلف قرار دارند و کمبود آب بزرگترین چالش در تولید محصولات زراعی به ویژه در مناطق خشک و نیمه خشک دنیا از جمله ایران و استان خراسان است(طالب نژاد و همکاران، ۱۴۰۰). در کاملینا یک دوره بحرانی از شکفتگی گل تا دو هفته پس از آن وجود دارد که در آن تنش خشکی، عملکرد را ۲۰ درصد کاهش می‌دهد. این کاهش در صورت تخفیف یافتن تنش خشکی در مرحله قبل از رسیدگی تا حد زیادی جبران می‌شود. کمبود آب و خشکی از مرحله شکفتگی گل تا مشاهده نیمی از غلاف‌های گل آذین اصلی و از این تا ۱۰ روز پس از بزرگ شدن دانه در داخل غلاف در کاملینا عملکرد و اجزای آن را به طور جدی تحت تاثیر قرار می‌دهد. توسعه‌ی روز افزون جمعیت و افزایش مصرف موادغذایی، نیاز به تولید بیشتر محصولات کشاورزی درجهان را تا سال ۲۰۵۰ افزایش خواهد داد. البته این افزایش بایستی بدون افزایش در سطح زیر کشت و نیز مصرف اضافی نهاده‌های کشاورزی صورت گیرد. بنابراین به ناچار، افزایش عملکرد محصولات کشاورزی باید به واسطه ی افزایش عملکرد هر بوته‌ی گیاه همراه باشد. لذا آگاهی از شناخت عوامل موثر در افزایش عملکرد هر گیاه و تاثیر آن بر افزایش عملکرد گیاهان زراعی، امری مهم تلقی می گردد(**Le Gall et al,2016**). تراکم مطلوب بوته به عواملی همچون شرایط رشد، سن فیزیولوژیکی بذر و

حاصلخیزی خاک وابسته است و بر روی خصوصیات مورفولوژیکی اکثر گیاهان تاثیر بسزایی دارد(زندی،۱۳۹۹). با توجه به اینکه تقریبا ۹۴ درصد مصرف روغن گیاهی کشور از طریق واردات تامین می‌شود و نیز شرکت های تجاری تولید سوخت زیستی درسراسر جهان از روغن این گیاه در تولید صنعتی سوخت های زیستی استفاده می کنند، از این رو انجام پژوهش در ابعاد مختلف به زراعی به خصوص پژوهشهای کاربردی تنش خشکی در گیاهان روغنی امری ضروری به نظر می‌رسد.

۲. مواد و روش‌ها

۱.۲. منطقه مورد مطالعه

این آزمایش در سال زراعی ۱۴۰۱-۱۴۰۰ در مزرعه‌ای در منطقه خلیل آباد با مختصات طول جغرافیایی ۳۵ درجه و ۲۸ دقیقه شمالی و عرض جغرافیایی ۵۸ درجه و ۱۰ دقیقه شرقی و ۱۰۶۳ متر ارتفاع از سطح دریا اجرا شد. این منطقه بر اساس طبقه‌بندی کوپن دارای اقلیم گرم و خشک است و متوسط درجه حرارت سالیانه در این منطقه۱۸.۸ درجه سانتی‌گراد و متوسط بارندگی سالیانه ۱۲۰ میلی‌متر است. در گرمترین روزهای تابستان دمای آن تقریبا به ۴۵ درجه و در سردترین شب های زمستان به ۵ درجه سانتی گراد زیر صفر می رسد.

۲.۲. روش تحقیق

به منظور بررسی اثر مدار آبیاری و تراکم بذر بر عملکرد و اجزای عملکرد گیاه کاملینا آزمایشی در شرایط مزرعه با دوعامل کم آبیاری به عنوان عامل اصلی در چهار سطح شامل دور آبیاری ۴،۶،۸،۱۰ روزه و تراکم بذر به عنوان عامل فرعی در ۳ سطح شامل ۱۵۰،۲۰۰ و۲۵۰ بوته در متر مربع و بصورت طرح اسپلیت پلات در قالب طرح بلوک های کامل تصادفی در سه تکرار انجام شد. تیمار های کم آبیاری از مرحله گلدهی به بعد اعمال شد. تاریخ کاشت اول فروردین ۱۴۰۱ در کرت هایی با ابعاد ۱*۲ متر با فاصله روی ردیف ۵ سانتیمتر و بین ردیف ها ۱۵ سانتیمتر به صورت ردیفی کشت شد. تا قبل از مرحله گلدهی آبیاری بطور منظم هر ۴ روز یکبار انجام شد. در طول دوره رشد عملیات مبارزه با علف های هرز بصورت وجین دستی انجام شد. به منظور اندازه گیری عملکرد و اجزاءآن در مرحله رسیدگی فیزیولوژیک ۱۰بوته از هر کرت به طور تصادفی از چهار خط میانی انتخاب شدند. و در آزمایشگاه اجزاء عملکرد شامل تعداد شاخه فرعی ، تعدادکبسول بوته ،تعداد دانه در کبسول ، وزن هزار دانه و عملکرد دانه اندازه گیری شد داده‌های به‌دست‌آمده از این پژوهش در رابطه با ویژگی‌های رشدی گیاهچه‌ها و ویژگی‌های زراعی با استفاده از نرم‌افزار آماری (SAS (9.1 تجزیه واریانس شد. در صورت معنی‌دار بودن اثر عوامل آزمایشی، از آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال یک درصد برای مقایسه میانگین تیمارها استفاده شد. برای رسم نمودارها از نرم‌افزار اکسل استفاده شد.

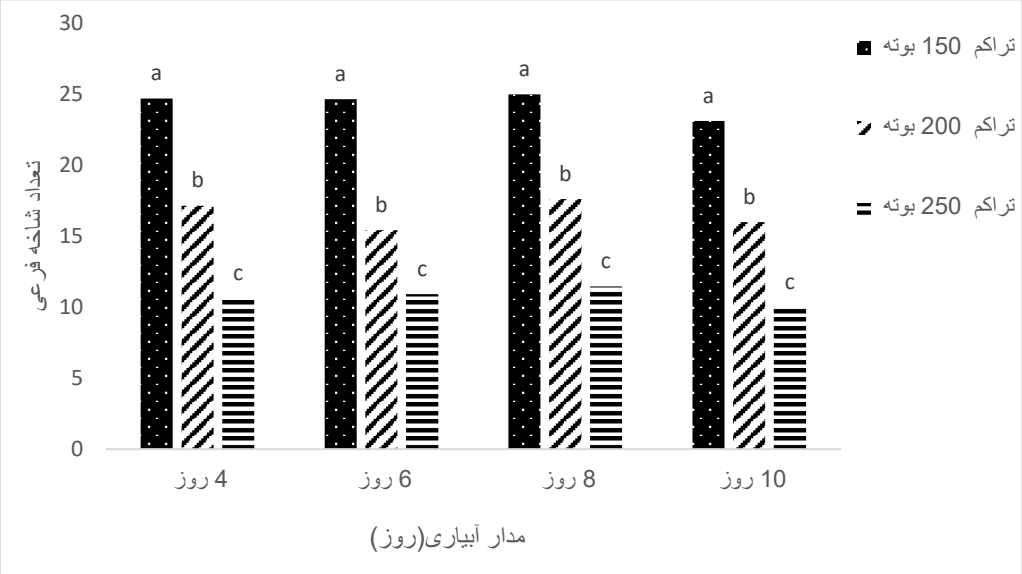
۳. نتایج

جدول۱- تجزیه واریانس اثر دور آبیاری و تراکم بوته بر ویژگی های اندازه گیری شده

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات				
		تعداد شاخه فرعی	تعداد کپسول بوته	تعداد دانه در کپسول	وزن هزاردانه (گرم)	عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار)
بلوک	۲	۰/۱۸ns	۱۲/۹۶ns	۰/۷۹ns	۰/۰۰۵ns	۷۳۲/۶۵ns
تراکم بذر	۲	۵۶۲/۹۴**	۷۴۴۱۷/۰۶**	۱/۲۵ns	۰/۰۱۹**	۱۸۷۲۷/۷۸**
خطای کرت اصلی	۴	۲/۱۳ns	۵/۸۶ns	۰/۴ns	۰/۰۰۱ns	۲۲۵/۶۴ns
مدار آبیاری	۳	۴/۱۳**	۱۳۵۳/۴۶**	۱۴/۲۱**	۰/۴۵**	۱۶۳۲۸۲/۲۹**
خطای کرت فرعی	۶	۰/۴	۲۹/۷۰ns	۱/۱۱	۰/۰۰۳ns	۰/۰۰۰۰۳ns
مدار آبیاری *تراکم بوته	۶	۰/۸۶**	۰/۲۵*	۱/۶۹*	۰/۰۰۶ns	۲۷۰۶/۳۷**
ضریب تغییرات (٪)	-	۶/۲۷	۵/۴۱	۹/۵۷	۵/۱۹	۱۰/۶۱

بر اساس نتایج بدست آمده از تجزیه واریانس، اثر کاربرد تراکم بذر و مدار آبیاری بر صفت تعداد شاخه فرعی در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار شد(جدول ۴-۱).

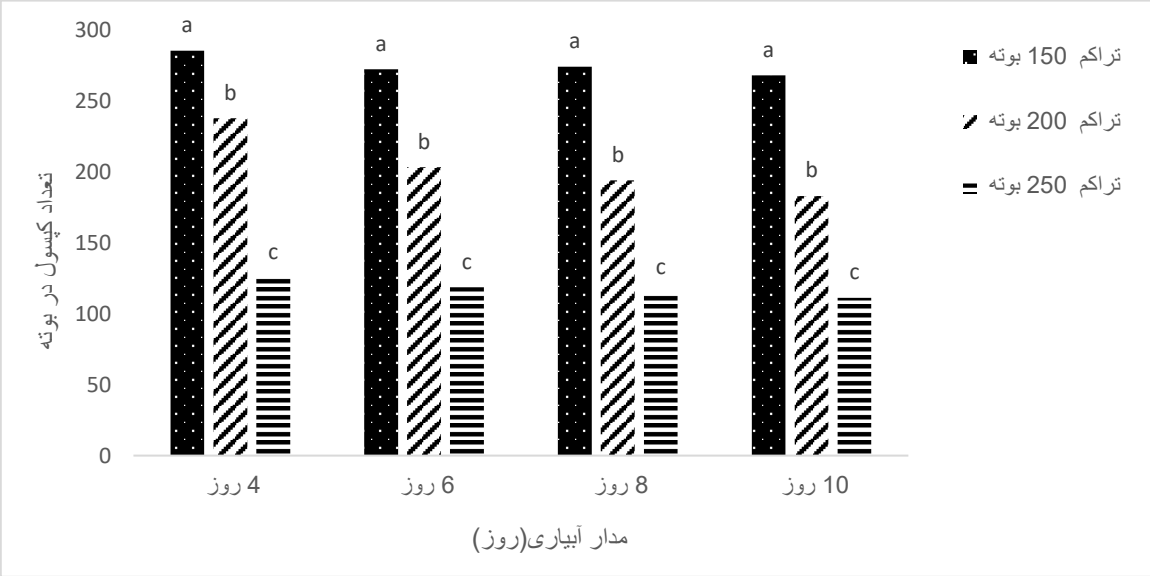
مقایسه میانگین ها نشان داد که اثر متقابل مدار آبیاری و تراکم کاشت بر تعداد شاخه فرعی در هر بوته در سطح ۱٪ تاثیرمعنی داری داشت بدین ترتیب که بالاترین تعداد شاخه فرعی در تیمار آبیاری ۸ روزه و در تراکم ۱۵۰ بوته با تعداد ۲۵ شاخه فرعی مشاهده شد که با مدار های آبیاری دیگر معنی دار نبود(شکل ۱)



شکل ۱- مقایسه میانگین اثر تراکم بذر و مدار آبیاری بر تعداد شاخه فرعی

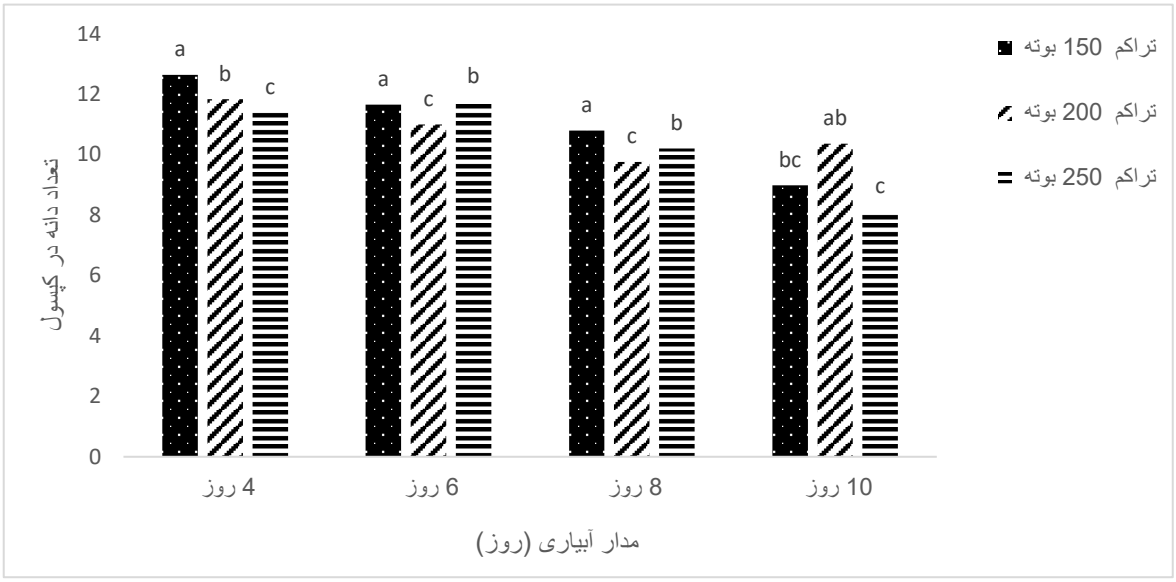
بر اساس نتایج بدست آمده از تجزیه واریانس، اثر تراکم بذر و مدار آبیاری بر صفت تعداد کپسول در بوته در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار شد(جدول ۴-۱). مقایسه میانگین ها نشان داد ، بالاترین تعداد کپسول در بوته در تراکم ۱۵۰ بوته

در متر مربع و مدارهای آبیاری ۴، ۶، ۸ و ۱۰ روز دیده شد و تراکم ۲۰۰ بوته در متر مربع در مرتبه بعد قرار گرفت سپس تراکم ۲۵۰ بوته در متر مربع در سطح بعدی قرار داشت و کمترین تعداد کپسول در بوته در همین سطح مشاهده شد.(شکل ۲)



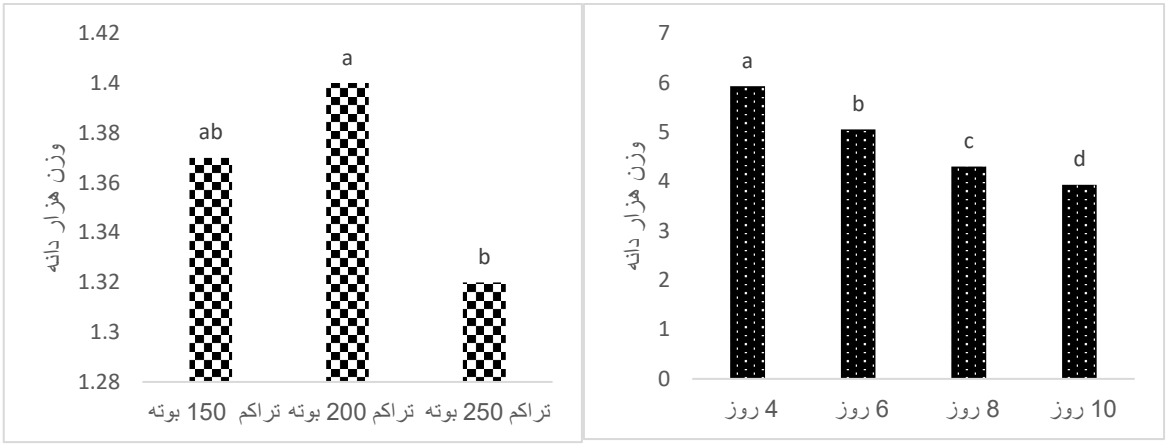
شکل۲- مقایسه میانگین اثر تراکم بذر و مدار آبیاری بر تعداد کپسول بوته

بر اساس نتایج بدست آمده از تجزیه واریانس، اثر تراکم بذر و مدار آبیاری بر صفت تعداد دانه در کپسول در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار شد(جدول ۴-۱). اثرات متقابل مدار آبیاری و تراکم بوته در رابطه با صفت تعداد دانه در کپسول نشان داد که بالاترین تعداد دانه درکپسول در تراکم ۱۵۰ بوته در متر مربع و مدار آبیاری ۴، ۶ و ۸ روز دیده شد. در مدار آبیاری ۱۰ روز و تراکم ۱۵۰ بوته تعداد دانه در کپسول در مرتبه بعدی قرار گرفت همچنین تفاوت معنی داری به لحاظ آماری بین تراکم ۱۵۰ بوته در متر مربع و تراکم ۲۰۰ بوته در متر در مدار آبیاری ۱۰ روز مشاهده نشد. تعداد دانه در کپسول در مدار آبیاری ۴ و ۶ روز در تراکم ۲۰۰ بوته باهم تفاوت معنی داری نداشتند. کمترین تعداد دانه در کپسول در تراکم ۲۵۰ و مدار آبیاری ۱۰ روز دیده شد.(شکل۳)



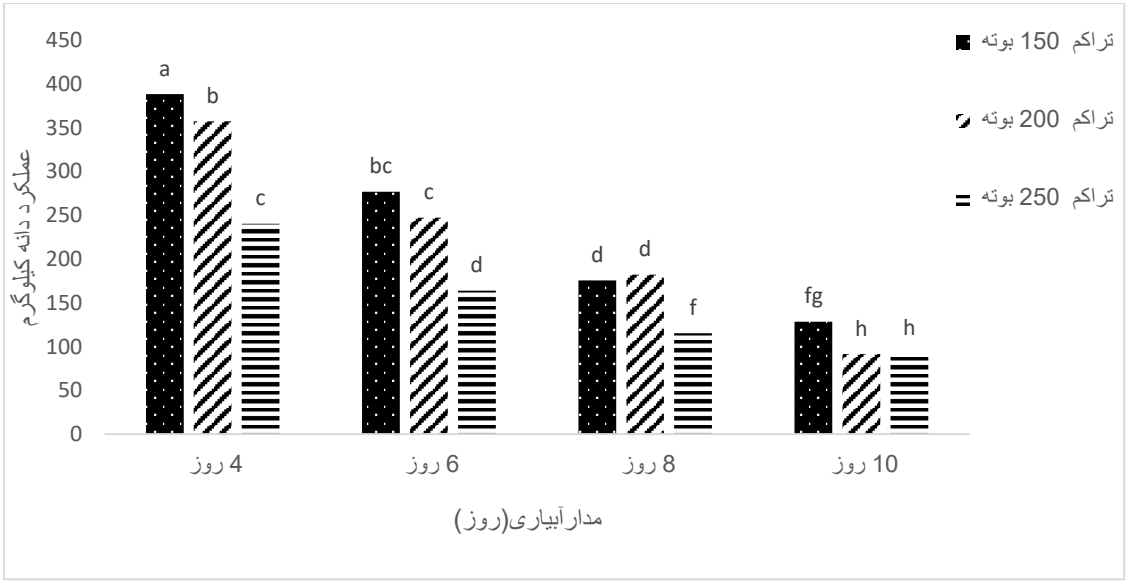
شکل۳- مقایسه میانگین اثر تراکم بذرو مدار آبیاری بر تعداد دانه در کپسول

بر اساس نتایج بدست آمده از تجزیه واریانس، اثر تراکم بذر و مدار آبیاری بر صفت وزن هزار دانه در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار شد(جدول ۴-۱). اثرات متقابل مدار آبیاری و تراکم بوته در رابطه با صفت وزن هزار دانه معنی دار نشد. اثر ساده مدار آبیاری در رابطه با صفت وزن هزار دانه نشان داد بالاترین وزن در مدار آبیاری ۴ روز و بقیه مدارها در مرتبه بعدی قرار گرفتند. میانگین اثر ساده تراکم بذر نشان داد که بیشترین وزن هزار دانه در تراکم ۱۵۰ بوته در متر مربع دیده شد و تراکم ۲۰۰ و ۲۵۰ بوته در متر مربع در سطح بعدی قرار گرفتند.(شکل۴)



شکل۴- مقایسه میانگین اثرات ساده مدار آبیاری و تراکم بذر بر وزن هزار دانه کاملینا

بر اساس نتایج بدست آمده از تجزیه واریانس، اثر تراکم بذر و مدار آبیاری بر صفت عملکرد دانه در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار شد(جدول ۴-۱). اثرات متقابل مدار آبیاری و تراکم بوته در رابطه با صفت عملکرد دانه نشان داد که بالاترین عملکرد (۳۸۸ کیلوگرم در هکتار)در تراکم ۱۵۰ بوته در متر مربع و مدار آبیاری ۴ روز دیده شد. در مدار آبیاری ۴ روز و تراکم ۲۰۰ بوته عمکلرد دانه در مرتبه بعدی قرار گرفت. عملکرد دانه در مدار آبیاری ۴ و ۶ روز در تراکم ۲۰۰ بوته باهم تفاوت معنی داری نداشتند. کمترین عمکلرد دانه (۹۲ کیلوگرم در هکتار) در تراکم ۲۵۰ و مدار آبیاری ۱۰ روز دیده شد.(شکل ۵)



شکل۵- مقایسه میانگن اثر تراکم بذرو مدار آبیاری بر عملکرد دانه کاملینا

نتایج این پژوهش نشان داد که بهترین تراکم برای کشت کاملینا تراکم ۱۵۰ بوته در متر مربع با مدار آبیاری ۴ روزه بود. با توجه به اثرات متقابل مدار آبیاری و تراکم بذر مشخص شد ، بالاترین تعداد شاخه فرعی، تعداد دانه در کپسول، عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیک، شاخص برداشت در تراکم ۱۵۰ بوته در متر مربع و مدارهای آبیاری ۴، ۶، روز دیده شد و تراکم ۲۰۰ بوته در متر مربع در مرتبه بعد قرار گرفت سپس تراکم ۲۵۰ بوته در متر مربع در سطح بعدی قرار داشت. اثر ساده مدار آبیاری بر همه صفات اندازه گیری شده نشان داد که کاملینا تا مدار آبیاری ۸ روز کاهش معنی‌داری در صفات نشان نداد و وقتی مدار آبیاری به ۱۰ روز رسید این کاهش معنی‌دار شد. بنابراین با توجه به سازگاری این گیاه به تنش خشکی تا حدودی پیشنهاد می‌شود در مناطق گرم و خشک به کشت و پرورش آن پرداخته شود.

منابع

افتخاری نسب، ن.،محمدی، غ.، کهریزی،د. ۱۳۹۹.بررسی خصوصیات کیفی دانه کاملینا و سودمندی کشت آن برای ورود تناوب زراعی دیمزارها. همایش ملی فرهنگ جهادی و جهش تولید.

مجنون حسینی, ن, غلامی, م. ب, افشون, ا, جهانسوز, م و ربیعیان, احسان. (۱۴۰۱). تأثیر رژیم آبیاری و تراکم کاشت بر عملکرد و اجزای عملکرد نخود (*Cicer arietinum* L) *تنش‌های محیطی در علومزراعی زراعی۷۸-۶۷*:(۱)۱۵.

طالب نژاد, ر, لر محمد حسنی, م, و سپاسخواه, ع. (۱۴۰۰). کشت زمستانه دانه روغنی کاملینا تحت رژیم‌های مختلف آبیاری در منطقه باجگاه استان فارس. نشریه آبیاری و زهکشی ایران, ۱۰۹۱-۱۰۸۱:(۱۵)۵.

حسینی،ک. ۱۳۹۷. مطالعه سازگاری، خصویات مورفولوژیک و عملکرد کمی و کیفی گیاه کاملینا در اقلیم های مختلف استان کرمانشاه. پایان امه کارشناسی ارشد. گرایش فیزیولوژی و اصلاح گیاهان دارویی، ادویه ای و عطری.

زندی، ف.۱۳۹۹. بررسی اثرات تراکم بذر و مقادیر نیتروژن بر عمکرد و صفات زراعی ارقام و لاین های گندم در مناطق سردسیر اردبیل.پایان نامه کارشناسی ارشد. رشته آگروتکنولوژی گرایش اکولوژی گیاهان زراعی.

Le Gall, H., Philippe, F., Domon, J. M., Gillet, F., Pelloux, J and Rayon, C. 2016. Cell wall metabolism in response to abiotic stress. Plants Science. 16: 112–166.

Rahimi T., Kahrizi D., Feyzi M., Rostami Ahmadvandi H., Mostafaei M. 2021. Catalytic performance of MgO /Fe2O3- SiO2 core-shell magnetic nanocatalyst for biodiesel production of Camelina sativa seed oil: Optimization by RSM-CCD method. Industrial Crops & Products 159, 113065.

Obour, A. K., Sintim, H. Y., Obeng, E., & Jeliazkov, D. V. (2015). Oilseed camelina (Camelina sativa L Crantz): Production systems, prospects and challenges in the USA Great Plains. Advances in Plants & Agriculture Research, 2(2), 1-10.

Rezaiei,Z., Kahrizi,D., Rostami-Ahmadvandi,H., F., Karami,F. 2016.production and fattyacid characterization of DHI025 a doubled haploid camelina sativa line. International Conference on Reserches inSience &Engineering. 28 july 2016. Istanbul University-Turkey.

The effect of irrigation and seed density on the yield components of spring camellia(*Camelina sativa L*) in Khalilabad city

Hatami, Akram[1], Baghban Khalil abad, sadegh2[*], Ghodoosi, Jalal[3] ,Taghizadeh , nafise[4]

[1]Master's student of medicinal plants, Department of Horticulture, University Jihad of Kashmar, Khorasan Razavi
[2]Assistant Professor, Department of Agronomy, ACECR -Khorasan Razavi, Kashmar Higher Education Institute, Khorasan Razavi
[3] Director of Horticulture Department, Academic Jihad, Kashmir Branch, Khorasan Razavi
[4] Teacher at the Institute of Higher Education and the Academic gihad Sientific Center of Kashmar, Khorasan Razavi.

Abstract:

Self-sufficiency in important products, including oilseeds, is considered the most important challenge in the agricultural sector, and our country is dependent on the import of oilseeds. In order to investigate the effect of different levels of irrigation circuit and seed density on the yield and components of the camellia plant, a one-year experiment was conducted in 1401 in a research farm located in Khalilabad city. The above experiment was carried out in a field in Khalil Abad region in the form of a split plot in the form of a randomized complete block design with three replications and two factors, one main factor is low irrigation with four rounds of irrigation 10, 8, 6, 4 times from the time of flowering and the factor The sub-seed density will be implemented at three levels of 150, 200, 250 plants per square meter. According to the mutual effects of irrigation circuit and seed density, the highest number of sub-branches, number of seeds per capsule, seed yield, biological yield, harvest index were found at a density of 150 plants per square meter and irrigation circuits of 4, 6 days, and density 200 plants per square meter was placed next, then the density of 250 plants per square meter was at the next level. the irrigation circuit 10 days significantly reduced the traits.

Keywords: Camelina, irrigation circuit, seed density,performance components

بررسی صفات جوانه زنی، فنولوژیک و اکوفیزیولوژیک پنج گونه مریم گلی (*Salvia* spp.)

نسترن جلیلیان*[۱]، برزو یوسفی[۱] و بهلول عباس‌زاده[۲]

۱. بخش تحقیقات جنگل و مرتع، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی کرمانشاه، کرمانشاه، ایران
۲. بخش تحقیقات گیاهان دارویی، موسسه تحقیقات جنگل‌ها و مراتع، تهران، ایران

چکیده

صفات فنولوژیک ۵ گونه از جنس مریم گلی (*Salvia*) در شرایط آزمایشگاهی و مزرعه‌ای در طی سال‌های ۱۳۹۷ و ۱۳۹۸ در ایستگاه تحقیقات ذخایر توارثی کرمانشاه بررسی شد. بذر گونه‌ها پس از ضدعفونی، در گلخانه و در بستر مخلوط پیت ماس، کوکوپیت و پرلیت کشت شد. پس از رشد کافی نشاها به زمین اصلی منتقل شد. بیشترین درصد جوانه‌زنی برای گونه *S. atropatana* با ۹۲ درصد و کمترین مربوط به گونه *S. bracteata* با ۲۵ درصد بود. بیشترین مقدار شاخص جوانه‌زنی مربوط به گونه‌های *S.multicauli* و *S. sclarea* به مقدار ۵۷۶ واحد بود و کمترین آن برای گونه‌های *S. bracteata* و *S. mirzayanii* به مقدار ۴۸۰ واحد بود. بیشترین تعداد روز تا شروع گلدهی برای گونه *S. scalera* (۹۶ روز) و کمترین آن برای گونه *S. bracteata* (۸۶ روز) بود .برای صفات درجه حرارت روز رشد موثر (درجه حرارت تجمعی روزانه) لازم برای جوانه‌زنی، بیشترین مقدار برای گونه *S. multicaulis* (۱۲۰ درجه سانتیگراد تجمعی) و کمترین آن برای گونه‌های *S. bracteata* و *S. mirzayanii* (۷۲ درجه سانتیگراد تجمعی) به‌دست آمد. بیشترین مقدار درجه حرارت روز رشد موثر برای شروع گلدهی درگونه *S. sclarea* (۱۲۶۲ درجه سانتیگراد) و کمترین آن برای گونه *S. bracteata* (۸۶۹ درجه سانتیگراد) مشاهده شد. برای صفت درجه حرارت روز رشد موثر تا شروع رسیدگی بذر بیشترین مقدار برای گونه *S. sclarea* به مقدار ۱۸۵۷ درجه سانتیگراد و کمترین مقدار برای گونه *S. mirzayanii* (۱۵۱۱ درجه سانتیگراد) بود.

واژگان کلیدی: مریم گلی، صفات فنولوژیک، جوانه زنی، درجه روز رشد، کرمانشاه

۱. مقدمه

* najalilian@gmail.com

جنس مریم گلی (*Salvia* L.) از تیره نعناعیان با حدود ۹۰۰ گونه پراکنش وسیعی در سرتاسر دنیا دارد. این جنس در ایران دارای ۵۸ گونه علفی یکساله و چند ساله است که ۱۷ گونه آن انحصاری می‌باشد. گونه‌های مختلف جنس مریم گلی دارای خواص مختلف دارویی بوده و اسانس آن در صنایع عطر سازی و آرایشی کاربرد دارد (Topcu, 2006). به‌طور معمول گونه‌های این جنس به‌واسطه داشتن اسانس از بوی مطبوع برخوردارند (لاری یزدی، ۱۳۸۴).

مریم گلی برگه‌دار (*Salvia bracteata*) در رویشگاه‌های کوهستانی شمال غرب و غرب کشور در دامنه ارتفاعی ۱۲۰۰ تا ۲۲۰۰ متر از سطح دریا و کشورهای ترکیه، عراق، سوریه و فلسطین پراکنش دارد. مریم گلی آذربایجانی (*S. atropatana*) در مناطق شمال، شمال غرب، غرب و مرکز ایران، گونه *S. mirzayanii* در دامنه‌های سنگی و صخره‌ای کوهستانی جنوب ایران و مریم گلی پر ساقه (*S. multicaulis*) در مناطق شمال غرب، غرب و مرکز ایران و مریم گلی کبیر (*S. sclarea*) در شمال، شمال غرب، غرب و مرکز ایران می‌رویند (جم زاد، ۱۳۹۱). تاکنون گزارشی از کشت، تولید و فرآوری این گونه‌های مریم گلی در سطح تجاری در ایران منتشر نشده است (بهادری و همکاران، ۱۳۹۶).

جوانه‌زنی بذر مریم گلی سخت بوده و پیش تیمار، جوانه‌زنی آن را افزایش می‌دهد. نتایج سلطانی پور و حاجبی (۱۳۸۶) بر روی گونه مریم گلی میرزایانی (*S. mirzayanii*) حاکی از تاثیر تیمار آب گرم بر جوانه زنی بذر این گیاه دارویی است. در صورتیکه تیمار آب گرم در گونه *S. verticillata* به‌عنوان یک عامل بازدارنده مانع از جوانه زنی بذر شده و جوانه زنی به صفر رسیده است.

مقدار واحد گرمایی معینی لازم است تا یک گونه خاص به مرحله‌ای از نمو وارد شود. از درجه روز رشد (GDD) برای پیش بینی تاریخ وقوع مراحل فنولوژیکی گیاهان استفاده می‌شود (Koocheki *et al.*, 2001).

Arnold (۱۹۵۹) معتقد است که افزون بر واحد گرمایی، درجه حرارت پایه نقش مهمی در جوانه زنی گیاهان دارد. نمو گونه‌ها با درجه حرارت روز رشد ارتباط همبسته‌ای دارد و این شاخص برای یک گونه خاص در تمام محیط‌مقداری ثابت است (آذرنیوند و همکارن، ۱۳۸۹).

برای اهلی کردن و کشت گیاهان دارویی خودرو، بررسی مراحل مختلف زیستی این گیاهان ضروری است. در این تحقیق تلاش شده است شرایط زیستی پنج گونه مریم گلی خودرو که برای تحقیقات آتی و کشت و اهلی کردن این گونه‌ها موثر است، بررسی و گزارش شود.

۲. مواد و روش‌ها

۱.۲ منطقه مورد مطالعه

محل اجرای طرح در شهر کرمانشاه، ایستگاه تحقیقات ذخایر توارثی (باغ شهری) واقع در شهر کرمانشاه با مختصات جغرافیایی ۴۷ درجه و ۶ دقیقه و ۲۱/۸۲ ثانیه طول شرقی و ۳۴ درجه و ۲۰ دقیقه و ۳۰/۷ ثانیه عرض شمالی و ارتفاع ۱۳۱۱ متر از سطح دریا است.

۲.۲. شرایط اقلیمی محل اجرای طرح

میانگین بارندگی ۳۰ ساله محل اجرای طرح ۴۰۷ میلی‌متر، میانگین حداکثر درجه حرارت ۴۱ درجه سانتی‌گراد در ماه تیر و میانگین حداقل آن ۱۲- درجه سانتی‌گراد در بهمن ماه است. اقلیم منطقه بر اساس روش دومارتن اصلاح شده نیمه خشک سرد است. در این تحقیق از آمار هواشناسی سال ۱۳۹۸ برای محاسبه درجه روز رشد استفاده شد (جدول شماره۱). مشخصات فیزیکوشیمیایی خاک در جدول شماره ۲ ارائه شده است.

جدول ۱- میانگین حداکثر و حداقل دمای شبانه روزی ایستگاه کرمانشاه در سال ۱۳۹۸ (درجه سانتی گراد)

درجه حرارت ماهانه	فروردین	اردیبهشت	خرداد	تیر	مرداد	شهریور	مهر	آبان	آذر	دی	بهمن	اسفند
میانگین حداکثر درجه حرارت ماهانه	۲۲	۲۱/۲	۳۱/۷	۳۹/۹	۴۰/۵	۳۶/۷	۲۹/۱	۱۷/۷	۱۱/۶	۱۰/۲	۱۱	۱۲/۲
میانگین حداقل درجه حرارت ماهانه	۶/۳	۹/۲	۱۲/۵	۱۷/۸	۱۹	۱۴/۶	۱۱/۳	۶/۸	۳/۴	-۱/۳	-۵.	۰/۱

جدول ۲- خصوصیات فیزیکو شیمیایی خاک محل اجرای آزمایش

عمق خاک (سانتی¬متر)	سدیم (میلی اکی والان بر لیتر)	هدایت الکتریکی (میلی موس بر سانتی¬متر)	اسیدیته کل اشباع	مواد خنثی شونده (درصد آهک)	کربن آلی (درصد)	نفوذپذیری (سانتی¬متر بر ساعت)
۰-۳۰	-	۰/۸۸	۷/۷۵	۲۵/۳	۱/۲۲	۰/۸۰
۳۰-۶۰	-	۰/۷۵	۷/۸۲	۲۵/۰	۰/۷۵	۰/۷۰
ظرفیت مزرعه (درصد)	**نقطه پژمردگی (درصد)**	**جرم مخصوص ظاهری (گرم بر سانتی¬متر مکعب)**	**شن (درصد)**	**سیلت (درصد)**	**رس (درصد)**	**کلاس بافت خاک**
۰/۴۴	۰/۲۸	۱/۲۱	۵/۰	۴۶/۶	۴۸/۴	Si-C
۰/۴۵	۰/۲۹	۱/۲۰	۴/۰	۴۵/۶	۵۰/۴	Si-C

۲. ۳. تهیه نشا و کاشت در زمین اصلی

بذرها با محلول هیپوکلریت ۵ درصد ضدعفونی، خشک و به مدت ۲۴ ساعت در آب مقطر خیسانده شدند. بذرها در سینی‌های نشا و در بستری از مخلوط کوکوپیت، پرلیت و پیت ماس در گلخانه تحقیقاتی مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی کرمانشاه (۱±۲۴ تا ۱±۱۸ درجه سانتی‌گراد) کشت و روزی یکبار به صورت مه‌پاش آبیاری شدند. گیاهچه‌ها پس از رشد کافی به گلدان‌های پلاستیکی منتقل شد. در اوایل اردیبهشت نشاها به زمین اصلی منتقل شد. مزرعه هر هفته یکبار با استفاده از آبیاری قطره‌ای آبیاری و مبارزه با علف‌های هرز به صورت مکانیکی انجام شد.

۲. ٤. آماربردای و محاسبات آماری

برای بررسی درصد و سرعت جوانه‌زنی، شمارش بذرهای جوانه زده در هر روز و تا زمانی که در دو شمارش متوالی، افزایشی در جوانه زنی مشاهده نگردید، ادامه یافت. کلیه مراحل نمو شامل تاریخ سبز شدن، طول مراحل رویشی، زمان آغاز گلدهی، طول مرحله گلدهی، آغاز تشکیل بذر و رسیدن بذر یادداشت برداری شد.شاخص تجمع حرارتی بر اساس درجه روز رشد (GDD) با استفاده از اطلاعات درجه حرارت ثبت شده در ایستگاه مطالعاتی محاسبه و با استناد به درجه حرارت پایه درجه روز رشد در طی مراحل مختلف مرحلهٔ رویشی محاسبه شد (آذرنیوند و همکارن، ۱۳۸۹). در مرحله جوانه‌زنی و تهیه نشا از درجه حرارت گلخانه و در کشت اصلی (مزرعه) از آمار روزانه ایستگاه هواشناسی کرمانشاه، برای تعیین مجموع درجه حرارت یا میزان انرژی گرمایی لازم برای مراحل مختلف فنولوژی و محاسبه GDD استفاده شد.

از حاصل جمع واحدهای حرارتی مؤثر روزانه، مجموع واحدهای حرارتی یا مجموع درجه روز رشد لازم برای هر مرحله فنولوژیکی گیاه به صورت مؤثر با استفاده از معادله‌های زیر محاسبه شد.

$$AGDD=\sum [(Tmax+Tmin)/2-Tbase] \qquad \text{(معادله ۱)}$$

درمعادله (۱) ، AGDD= درجه روز رشد تجمعی موثر لازم برای تکمیل شدن هر مرحله از فنولوژی گیاه، N = تعداد روز لازم برای تکمیل شدن هر مرحله از فنولوژی گیاه، درجه حرارت حداکثر روزانه (Tmax)، درجه حرارت حداقل روزانه (Tmin) درهر مرحله فنولوژیکی و درجه حرارت پایه (Tbase) است. درجه حرارت پایه یا صفر بیولوژیک که بطور تجربی محاسبه می‌شود، دمایی است که در آن میزان جوانه زنی صفر است (Allen, 1976; Arnold, 1951)، رشد و نمو گیاه متوقف می‌شود و برای هر گیاه متفاوت است. دمای پایه برای بیشتر گیاهان غیر زراعی ۴ درجه سانتی‌گراد در نظر گرفته می‌شود (Joran, 1989) همانطور که شریفی و همکاران (۱۳۹۲) برای گیاهان خانوده نعنا در نظر گرفتند. مقدار گرمای مورد نیاز به منظور رخداد ۵۰ درصد جوانه زنی هر گونه گیاهی، واحد گرمایی ویژه آن گونه نامیده می‌شود.

شاخص واحد گرمایی وشاخص جوانه زنی با استفاده از روابط زیر محاسبه شد (آذرنیوند و همکارن، ۱۳۸۹).

درجه حرارت پایه - میانگین درجه حرارت روزانه= گرمای مؤثر روزانه (درجه روز رشد مؤثر روزانه)

تعداد روز لازم تا وقوع ۵۰ درصد جوانه زنی × گرمای مؤثر روزانه = واحد گرمایی

درجه حرارت پایه × واحد گرمایی= شاخص جوانه‌زنی

۳. نتایج

درصد جوانه‌زنی بذر در گونه‌های *S. sclarea*، *S. mirzayanii*، *S. bracteata*، *S. multicaulis* و *S. atropatana* به ترتیب ۷۸، ۹۲، ۵۲، ۲۵ و ۷۱ درصد بود (جدول ۴). بیشترین درصد جوانه زنی مربوط به گونه *S. atropatana* (۹۲ درصد) و کمترین مربوط به گونه *S. bracteata* با ۲۵ درصد بود. بیشترین تعداد روز تا جوانه زنی (۱۰ روز) برای گونه *S. multicaulis* و کمترین آن (۶ روز) برای گونه‌های *S. bracteata* و *S. mirzayanii* بود (جدول ۴). بیشترین واحد گرمایی (تعداد روز تا ۵۰ درصد جوانه زنی بذرها) مربوط به گونه‌های *S. multicauli* و *S. sclarea* به مقدار ۱۴۴ واحد و کمترین مقدار آن برای

گونه‌های *S. bracteata* و *S. mirzayanii* به مقدار ۱۲۰ واحد بود. بیشترین مقدار درجه حرارت روز رشد موثر برای گونه *S. multicaulis* با مقدار ۱۲۰ درجه سانتیگراد تجمعی و کمترین آن برای گونه‌های *S. bracteata* و *S. mirzayanii* با مقدار ۷۲ درجه سانتیگراد به‌دست آمد (جدول ۵). طول مرحله رشد و همچنین شاخص تجمع حرارتی در گونه‌های مختلف بین ۱۰۴ تا ۱۱۸ روز و میزان تجمع حرارتی از ۱۵۱۱ تا ۱۸۳۴ درجه روز رشد متغیر بود (جدول ۵). بیشترین تعداد روز تا شروع گلدهی مربوط به گونه *S. sclarea* (۹۶ روز) و کمترین آن برای گونه *S. bracteata* به مدت ۸۶ روز بود. همچنین بیشترین روز تا ۱۰۰ درصد گلدهی برای گونه *S. scalrea* به مدت ۱۲۱ روز و کمترین آن برای گونه *S.atropatana* (۹۸ روز) به‌دست آمد (جدول ۴). بیشترین تعداد روز شروع بذر دهی برای گونه *S. sclarea* به مدت ۱۰۱ روزو کمترین آن برای گونه *S. mirzayanii* به مدت ۹۷ روز ثبت شد. برای صفت رسیدگی بذر بیشترین تعداد روز برای گونه *S. atropatana* (۱۱۸ روز) و کمترین آن برای گونه *S. mirzayanii* به مدت ۱۰۴ روز بود (جدول ۴). بیشترین طول دوره رویشی مربوط به گونه *S. atropatana* (۱۰۹ روز) و کمترین آن برای گونه *S. mirzayanii* به مدت ۹۸ روز بود (جدول ۴). بیشترین مقدار درجه حرارت روز رشد تا شروع گلدهی برای گونه *S. sclarea* به میزان ۱۲۶۲ درجه سانتیگراد و کمترین آن در گونه *S. bracteata* به میزان۸۶۹ درجه سانتیگراد محاسبه شد. بیشترین درجه حرارت روز رشد تا شروع رسیدگی بذر در گونه *S. sclarea* (۱۸۵۷ درجه سانتیگراد) و کمترین مقدار برای گونه *S. mirzayanii* (۱۵۱۱ درجه سانتیگراد) به‌دست آمد (جدول ۵).

جدول شماره (٤) – مقادیر صفات فنولوژیکی مختلف مورد بررسی برای ۵ گونه مریم گلی

نام گونه	تعداد روز تا شروع جوانه زنی	تعداد روز تا ۵۰ درصد جوانه زنی	در صد جوانه زنی	شاخص جوانه زنی	تعداد روز تا ۵۰ درصد ۲ برگی شدن	تعدا روز تا ۵۰ درصد ۴ برگی شدن	تعدا روز تا ۱۰۰ درصد ۴ برگی شدن
S. scalera	۹	۱۲	۷۸	۵۷۶	۱۵	۲۳	۲۸
S. atropatana	۹	۱۱	۹۲	۵۲۸	۱۶	۲۱	۲۷
S. multicaulis	۱۰	۱۲	۵۲	۵۷۶	۱۴	۲۲	۲۶
S. bracteata	۶	۱۰	۲۵	۴۸۰	۱۵	۲۳	۲۶
S. mirzayanii	۶	۱۰	۷۱	۴۸۰	۱۳	۲۴	۲۷

نام گونه	تعدا روز تا ۱۰۰ درصد ۶ برگی شدن	تعدا دروز تا ۱۰۰ در صد ۸ برگی شدن	تعداد روز تا شروع گلدهی	تعداد روز تا ۱۰۰ درصد گلدهی	تعداد روز تا شروع بذر دهی	تعداد روز تا رسیدگی بذر	طول دوره رویشی از جوانه زنی تا رسیدگی بذر
S. scalera	۳۶	۴۳	۹۶	۱۲۱	۱۰۱	۱۱۷	۱۰۸
S. atropatana	۳۶	۴۶	۸۸	۹۸	۹۹	۱۱۸	۱۰۹
S. multicaulis	۳۸	۴۷	۸۶	۱۰۸	۹۸	۱۱۱	۱۰۱
S. bracteata	۳۵	۴۶	۷۸	۱۰۵	۹۸	۱۰۹	۱۰۳
S. mirzayanii	۳۵	۴۷	۸۳	۱۰۲	۹۷	۱۰۴	۹۸

جدول شماره (۵) – درجه حرارت روز رشد موثر برای بروز صفات فنولوژیکی گونه‌های مختلف مریم گلی

نام گونه	تعداد روز تا جوانه زنی	درجه حرارت تجمعی موثر تا جوانه زنی	تعداد روز تا گلدهی	درجه حرارت تجمعی موثر تا گلدهی	تعداد روز تا بذر دهی	درجه حرارت تجمعی موثر تا بذر دهی)	تعداد روز تا رسیدگی بذر	درجه حرارت تجمعی موثر تا رسیدگی بذر
S. atropatana	۹	۱۰۸	۸۸	۱۱۱۷	۹۹	۱۳۶۴	۱۱۷	۱۸۳۲

S. bracteata	۶	۷۲	۷۸	۸۶۹	۹۸	۱۳۴۶	۱۰۹	۱۶۱۰
S. mirzayanii	۶	۷۲	۸۳	۱۰۲۷	۹۷	۱۳۲۸	۱۰۴	۱۵۱۱
S. sclarea	۹	۱۰۸	۹۶	۱۲۶۲	۱۰۱	۱۴۱۴	۱۱۸	۱۸۵۷
S. multicaulis	۱۰	۱۲۰	۸۶	۱۰۸۱	۹۸	۱۳۴۶	۱۱۱	۱۶۵۹

٤. بحث و نتیجه‌گیری

ظهور مراحل فنولوژیکی در بین گونه‌های مورد بررسی متفاوت بود. برای علف هرز کاتو (*Cynanchum acutum*) در کردستان (Pahlevani *et al.*, 2007) و گندم دیم (Farajzadeh *et al.*, 2011) نتایج مشابهی گرفته شده است.

شاخص درجه روز رشد برای مراحل مختلف فنولوژیکی در بین گونه‌های مورد بررسی متفاوت بود. Azimi و همکاران (۲۰۱۲) با بررسی اثر شاخص درجه روز رشد بر فنولوژی گونه *Stipa hohenackeriana* در مراتع خشک و نیمه خشک نتیجه گرفتند که مقدار این شاخص در هر دو محیط برای این گیاه ثابت بود. در بررسی تاثیر درجه روز رشد بر فنولوژی و نمو گونه مرتعی *Onobrychis melanotricha* در ایستگاه تحقیقات مراتع همند آبسرد (آذرنیوند و همکاران، ۱۳۹۱) و نیز چندین گونه مرتعی مختلف در همین ایستگاه (Mirhaji and Sanadgol, 2007) نتیجه‌گیری شد که میزان انرژی گرمایی مورد نیاز هر مرحله فنولوژیکی برای این گونه‌ها ثابت است. محاسبه درجه روز رشد (GDD) برای گیاه همیشه بهار نشان داده که زمان لازم برای طی مراحل هفت‌گانه فنولوژی این گیاه شامل سبزشدن، نمو گیاهچه، پنجه دهی و تشکیل ساقه، نمو جوانه گل، گلدهی، نمو بذر و رسیدگی به ترتیب ۱۰، ۶۶،۴۳،۲۷، ۸۷، ۱۰۲ و ۱۱۶ روز بوده است و طی این مدت این گیاه ۲۶۸۰/۶ درجه روز، دما جذب کرد (عامری و همکاران، ۱۳۹۱). بررسی‌های (نصر آبادی و همکاران، ۱۳۹۵) نشان داده است که برای ظهور مراحل فنولوژی گیاه ملیکا در طبیعت و روشهای مختلف کشت در ژرمیناتور و گلخانه GDD تقریباً مشابهی دریافت شده است. درصد جوانه زنی برای گونه‌های مورد بررسی از ۲۵ تا ۷۸ درصد متفاوت بود. در مطالعات شمسی سالاری (۱۳۹۳) حداکثر درصد جوانه زنی مریم گلی دارویی در درجه حرارت ۲۰ درجه سانتی گراد (۲۰/۳۴ درصد) به‌دست آمده است. عبادی و همکاران (۱۳۹۱) بیشترین درصد جوانه زنی مریم گلی سهندی را ۵۵/۶۱ درصد گزارش کرده است.

منابع

آذرنیوند، ح.، ترکش اصفهانی، م.، بصیری، م.، زارع چاهوکی، م.، سعیدفر، م. ۱۳۸۹. تعیین فنولوژی گونه *Bromus tomentelus* با استفاده ازروش درجه روز رشد. پژوهش‌های آبخیزداری ایران. ۸۹: ۱-۶.

آذرنیوند، ح.، محمدپور، ص.، حسین نیایی، ص.، دهقان، پ. ۱۳۹۱. بررسی تاثیر درجه روز رشد بر فنولوژی و نمو گونه مرتعی *Onobrychis melanotricha* . مجله مرتع و آبخیزداری ایران. ۶۵ (۱): ۱-۱۰.

بهادری، ف.، مداح، ا.، امیرجان، م. ۱۳۹۶. قابلیت کشت اکوتیپ بومی مریم گلی کبیر در اکوسیستم‌های زراعی گوناگون. نشریه طبیعت ایران. ۲(۵): ۷۴-۸۲.

جمزاد، ز. ۱۳۹۱. فلور ایران، تیره نعنا (*Lamiaceae*)، شماره ۷۶. انتشارات مؤسسه تحقیقات جنگلها و مراتع کشور: ۳۴۲ صفحه.

خاکپور، آ.، حبیبی بی بالانی، ق.، مهدوی، خ. ۱۳۹۶. شکست خواب بذر و تحریک جوانه زنی بذر مریم گلی بنفش (*S. verticillata*). هفتمین همایش سراسری کشاورزی و منابع طبیعی پایدار، تهران، ایران، ۲۴۵-۲۵۳.

زارع زاده، ع.، میروکیلی، س.، عرب زاده، م. ۱۳۸۶. بررسی فنولوژی و سازگاری گیاهان دارویی کشت شده در کلکسیون استان یزد، فصلنامهٔ علمی-پژوهشی تحقیقات گیاهان دارویی و معطر ایران. ۲۳(۲): ۲۱۷- ۲۲۸.

زمان، س. ۱۳۷۴. گیاهان دارویی: روش کاشت، برداشت و شرح مصور رنگی ۲۵۶ گیاه (ترجمه). انتشارات ققنوس تهران: ۳۶۶ صفحه.

سلطانی پور، م.ا. ۱۳۸۶. تشکیل کلکسیون گیاهان دارویی استان هرمزگان. گزارش نهایی طرح تحقیقاتی، انتشارات مؤسسه تحقیقات جنگلها و مراتع کشور: ۱۲۳ صفحه.

شریفی عاشورآبادی، الف.، اکبری نیا، الف.، حبیبی، ر.، صفایی، ل.، گریوانی، گ. م.، لارتی، م. ۱۳۹۲. تأثیر کشت و اهلی کردن بر رشد و مواد مؤثره تعدادی از گونه‌های جنس آویشن (*Thymus*) در اقالیم مختلف کشور. گزارش نهایی، انتشارات مؤسسه تحقیقات جنگلها و مراتع کشور: ۲۷۷ صفحه.

شمسی سالاری، و. ۱۳۹۳. مطالعه الگوی جوانه زنی مریم گلی با استفاده ازمعادله زمان هیدروترمال. پاین نامه کارشناسی ارشد، وزارت علوم، تحقیقات و فناوری - دانشگاه محقق اردبیلی - دانشکده کشاورزی، ۱۳۴ صفحه.

عامری، ع. ا. ۱۳۸۹. بررسی فنولوژی گیاه دارویی همیشه بهار (*Calendula officinalis*) در شرایط آب و هوایی مشهد. همایش ملی گیاهان دارویی، تهران، ایران. https://civilica.com/doc/342456

عبادی، م. ت.، فرزانه، ا. عبادی، ع.، نعمتی، س.ح. ۱۳۹۱. بررسی برخی ویژگی‌های جوانه زنی گیاه مریم گلی سهندی (*Salvia sahendica*) در شرایط تنش های خشکی و شوری. پژوهشهای زراعی ایران. ۳۸(۴):۷۷۴-۷۸۰.

فلاحی، ج.، عبادی، م.ت.، قربانی، ر.۱۳۸۷. اثر تنش‌های اسمزی و شوری بر خصوصیات جوانه زنی مریم گلی کبیر (*Salvia sclarea*). مجله تنش‌های محیطی در علوم کشاورزی. (۱): ۵۷-۶۷.

نصرآبادی، ا.، فرزام، م.، مصداقی، ع.، منصور،ع.، لبافیان، ح. ۱۳۹۵. بررسی اهلی سازی و استقرار گونه مرتعی بومی ملیکا (*Melica persica*) برای استفاده در فضای سبز شهری. نشریه علوم محیطی. ۱۴(۴):۱۷-۲۸.

هلالی، ج.، قهرمان، ن.، خلیلی، ع. ۱۳۹۵. مقایسه مقادیر درجه روز رشد گندم با استفاده از داده‌های ساعتی و روزانه دما در دو نمونه اقلیمی ایران، پژوهش وسازندگی، نشریه زراعت. ۱۱۰: ۸-۱۸.

Allen, J. C. 1976. A modified sine wave method for calculating degree days, Environmental Entomology, l (5): 388-396.

Arnold, C.Y. 1959. The determination and significant of the base temperature in a linear heat unit system. Proc. American Society of Horticultural Science, 74: 430-445.

Azimi, M.S., Bakhshande, S.M., Sanadgol, A.A., Akbarzade, M., Qasriani, F., Jafari, F. 2012. Effect of growing degree-day (GDD) and soil moisture on *Stipa hohenackeriana* in arid and semi-arid regions of Iran. Range and desert research of Iran Journal, 19: 321-332 (In Persian).

Farajzade, A.M., Khorani, A., Bazgir, S., Ziayian, P. 2011. Identify and analyze the impact of climate parameters and indices of agricultural climatology phenological stages of wheat in Kurdistan. Planning and Spatial Journal, 15: 1-17. (In Persian with English abstract).

Koocheki, A., Jamialahmadi, M., Kamkar, B., Mahdavi damghani, A. 2001. Principles of Ecological Agriculture. Jihad daneshgahi publishers: Tehran, Iran, Pp. 126-128 (In Persian).

Mirhaji, S.T., Sanadgol, A.A. 2005. Whole required temperature range of phenological stages a number of important species in grasslands research station Homand. Range and desert research of Iran Journal, 13: 212-221 (In Persian).

Pahlevani, A.H., Mighani, F., Rashed, M.MH., Baghestani, M.MA. 2007. Phenological stages of (*Cynanchum acutum* L). Research and development in agriculture and horticulture Journal, 20: 16-24 (In Persian).

Topcu, G. 2006. Bioactive triterpenoids from Salvia species. Journal of Natural product, 69: 482-487.

The study of germination, phonological and ecophysiological traits in five *Salvia* spp. species

N. Jalilian *[1], B. Yousefi[1] and B. Abbaszadeh[2]

[1] Department of Forests and Rangelands, Research and Education Center of Agriculture and Natural Resources, Kermanshah, Iran
[2] Department of medicinal plants, Research Institute of Forests and Rangelands, Tehran, Iran

Abstract

Phenological traits of five *Salvia* species were studied since years 2017 until 2018 in the Research Station of Hereditary Resources of Kermanshah under laboratory and farm conditions. Results showed that *Salvia atropatana* and *S. bracteata* has maximum and minimum percent of germination (92%) and (25%) respectively. Maximum days until germination (10 days) were observed for *S. multicaulis* and minimum (6 days) for *S. mirzayanii* and *S. bracteata.* Maximum amounts of germination index belonging to *S. multicauli and S. sclarea* (576 units) and minimum belong to *S. bracteata* and *S. mirzayanii* (480 units). Maximum days until flowering were observed for *S. sclarea* (96 days) and minimum for *S. bracteata* (86 days). *S. multicaulis* has maximum effective GDD for germination (120 ˚C) and minimum effective GDD for germination belonging to *S. bracteata* and *S. mirzayanii* (72 ˚C). Also maximum effective GDD for flowering (1262 ˚C) observed for *S. scalera* and minimum belongs to *S. bracteata* (869 ˚C). Maximum effective GDD for seed ripening was 1857 ˚C and beloning to *S. sclarea*, but minimum was observed in *S. mirzayaniii* (1511 ˚C).

Keywords: Germination, Growth day degree, Phonological traits, Kermanshah, Sage

بررسی کاربرد سرکه چوب بر بهبود خصوصیات جوانه زنی گیاه دارویی گوار (*Tetragonoloba Cyamopsis*)

فائزه دریایی

استادیار گروه کشاورزی، دانشگاه پیام نور، تهران، ایران

چکیده

جهت بررسی تأثیر آزمون پرایمینگ سرکه چوب بر صفات جوانه زنی بذر گوار، آزمایشی در آزمایشگاه کشاورزی دانشگاه پیام نور مرکز قم در آذرماه سال ۱۳۹۷ اجرا شد. آزمون در قالب طرح کاملاً تصادفی با شش تیمار و چهار تکرار انجام شد. تیمارها شامل خیساندن بذور به مدت ۴ ساعت در محلول های سرکه چوب با غلظتهای صفر ۱۲۵۰، ۲۰۰۰، ۲۵۰۰، ۳۳۳۳ و ۵۰۰۰ میلی گرم بر لیتر بود. نتایج نشان داد که تیمار پرایمینگ بذر گوار با سرکه چوب ۱۲۵۰ و ۲۰۰۰ میلی گرم بر لیتر بیشترین میزان طول ریشه چه، ساقه چه و برگ، درصد و سرعت جوانه زنی و شاخص بنیه بذر را تولید کرد و کمترین این مقادیر در تیمار بدون پرایمینگ مشاهده گردید.

واژگان کلیدی: بذر، سرکه چوب، جوانه زنی، گوار

۱. مقدمه

سرکه چوب مایعی تیره رنگ (معمولا قهوه ای) می باشد که ممکن است کدر یا شفاف باشد. بدست آوردن این مایع، همزمان با تولید زغال و قرار دادن چوب در محیطی بسته و بدون هوا صورت می گیرد و مواد اصلی تشکیل دهنده آن اسید استیک، استون و متانول است. کیفیت سرکه چوب و محصول نهایی رابطه مستقیمی با میزان دقیق دما و زمان در فرایند تولید دارد. سرکه چوب خام حاوی بیش از دویست ماده شیمیایی مانند اسید استیک، فرمالدهید، اتیل والرات، متانول، مواد قیری و... می باشد. پی اچ این ماده حدود ۳ بوده و میزان مواد آلی آن حدودا ۸ درصد می باشد. سرکه چوب مایعی بی ضرر و کاملا ارگانیک است که هیچ تخریبی از خود به جای نمی گذارد . سرکه چوب باعث می شود قدرت جذب مواد غذایی از خاک توسط گیاهان بیشتر شود و سیستم دفاعی آنها را تقویت می کند. سرکه چوب، ماده حاصل از سرد شدن دوده آتش، به عنوان ماده ای کاملاً آلی می تواند به عنوان جایگزین مناسبی برای بخشی از مواد شیمیایی مورد استفاده در صنعت کشاورزی معرفی شود وعلاوه بر کاربردهای مبارزه با قارچها و حشرات ، در افزایش عملکرد گیاهان نیز نقش به سزایی دارد. از کاربردهای سرکه چوب می توان به بهبود کیفیت خاک، دفع آفات، کنترل کننده های رشد گیاهی، تسریع توسعه ریشه، ساقه، غده، برگ، گل و میوه و استفاده برای افزایش مقدار میوه های تولید شده در باغ اشاره کرد از بین بردن بوی بد محیطی یکی دیگر از موارد استفاده از سرکه چوب است که به نسبت ۵۰:۱ سرکه چوب در دامداریها و گاوداریها مورد استفاده قرار می گیرد (امینی پاک سلطانی و همکاران، ۱۴۰۱).

گوار *(Tetragonoloba Cyamopsis)* از خانواده Fabaceae می باشد. در چند سال گذشته، تقاضای جهانی برای توسعه کشت گوار، به طور قابل توجهی زیاد شده و قیمت آن افزایش یافته است(Ashraf *et al., 2005*) . گوار به طور عمده در هند، پاکستان، و ایالت متحده آمریکا رشد می کند که برای مدت طولانی می تواند خشکی و شوری خاک را تحمل کند. همچنین علاوه بر استفاده از علوفه و دانه این گیاه، مصارف صنعتی و داروئی نیز دارد (*Deka et al., 2015*) . تاکنون در زمینه اثر پیش تیمار پرایمینگ سرکه چوب بر جوانه زنی گوار گزارشی ارائه نشده است. با توجه به اینکه گیاه گوار یک گیاه دارویی جدید سازگار با مناطق خشک و کم آب می باشد، این مطالعه در خصوص اثر پرایمینگ سرکه چوب در غلظت های مختلف بر برخی از ویژگی های مرتبط با جوانه زنی گوار جهت تعیین بهترین تیمار انجام شد.

۲. مواد و روش‌ها

به منظور بررسی تأثیر آزمون پرایمینگ بر صفات جوانه زنی بذر گوار، آزمایشی در آزمایشگاه کشاورزی دانشگاه پیام نور مرکز قم در آذرماه سال ۱۴۰۱ اجرا شد. آزمون در قالب طرح کاملاً تصادفی با شش تیمار و چهار تکرار انجام شد. تیمارها شامل خیساندن بذور به مدت ۴ ساعت در محلول های با غلظتهای صفر یعنی آب مقطر و بدون پرایمینگ (شاهد)، ۱۲۵۰، ۲۰۰۰، ۲۵۰۰، ۳۳۳۳ و ۵۰۰۰ میلی گرم بر لیتر بود. جهت ارزیابی مؤلفه های جوانه زنی از آزمون جوانه زنی استاندارد استفاده گردید و مؤلفه های درصد جوانه زنی و سرعت جوانه زنی اندازه گیری شد. در آزمون جوانه زنی استاندارد تعداد ۲۵ عدد بذر گوار در داخل پتری دیش هایی به قطر ۹ سانتی متر که هر کدام حاوی یک عدد کاغذ صافی واتمن شماره یک بود، قرار داده شد. جهت

انجام آزمایش پتری دیش ها در آون به مدت ۱۳ ساعت در دمای ۲۲ درجه سانتیگراد بودند. میزان ۱۰ میلی لیتر آب مقطر به هر ظرف افزوده شد و سپس به ژرمیناتور منتقل شدند و با دمای ۲۲ درجه سانتیگراد و رطوبت نسبی ۴۲ درصد و در شرایط تاریکی به مدت یک هفته نگهداری شدند بعد از اتمام دوره صفات طول و وزن ریشه چه، ساقه چه و برگ اندازه گیری گردید. شمارش بذرهای جوانه زده به صورت روزانه در ساعات معین در ۳ روز انجام گرفت. اولین روز شمارش و آخرین روز شمارش بذرهای جوانه زده برای گیاه گوار به ترتیب روز دوم و روز هشتم پس از شروع آزمایش بود. درصد جوانه زنی از طریق تعداد بذرهای جوانه زده شده در روز آخر در نظر گرفته شد . شاخص بنیه بذر از حاصلضرب درصد جوانه زنی نهائی (درصد جوانه زنی در روز آخر) در طول گیاهچه بدست آمد (Agrawal . 2003) .

طول گیاهچه (cm)× درصد جوانه زنی نهائی = شاخص بنیه بذر(شاخص ویگور بذر)

سرعت جوانه زنی بذرها با استفاده از روش ماگوئر Maguire محاسبه شد که برابر با مجموع نسبت Ni/ Ti است که در آن Ni تعداد بذرهای جوانه زده در هر روز و Ti تعداد روزهای پس از کاشت است (روز اول تا روز هشتم).

$$G.R. = \sum Ni/Ti$$

داده ها با استفاده از نرم افزار SAS تجزیه و برای مقایسات میانگین از آزمون دانکن در سطح احتمال ۵ ٪و ۱ ٪ و برای رسم نمودارها از نرم افزار Excel استفاده شد.

۳. نتایج

۱.۳. طول ریشه چه، ساقه چه و برگ

جدول تجزیه واریانس داده ها نشان داد که طول ریشه چه و برگ تحت اثر تیمارهای غلظت های مختلف سرکه چوب در سطح احتمال یک درصد معنی دار بود (جدول ۱). به طوری که بیشترین طول ریشه چه در بیمار ۱۲۵۰ میلی گرم بر لیتر سرکه چوب و کمترین میزان در تیمار بدون کاربرد سرکه چوب مشاهده شد (جدول۲). این درحالیست که طول ساقه چه تحت تاثیر هیچ یک از غلظت های سرکه چوب قرار نگرفت. اما برگ ها پاسخ متفاوتی به پرایمینگ از خود نشان دادند. کلیه غلظت های سرکه چوب بر طول برگ اثر مثبتی نسبت به تیمار با آب مقطر و بدون سرکه چوب داشتند. به طوری که تیمار بدون سرکه چوب دارای کمترین میزان رشد برگ بود (جدول ۲).

جدول۱-تجزیه واریانس میانگین مربعات صفات طول و وزن گیاهچه بذر گوار

منابع تغییر	طول ریشه چه	طول ساقه چه	طول برگ	وزن تر ریشه چه	وزن تر ساقه چه	وزن برگ
تیمار	۲/۴۲**	۵/۵۲	۰/۶۱**	۰/۰۰۱**	۰/۰۱۶**	۰/۰۰۳*
خطا	۰/۱۸۱	۴/۱۱	۰/۰۳	۰/۰۰۰۰۲	۰/۰۰۰۵	۰/۰۰۰۸
کل	۱۵/۳۶	۱۰۱/۶۲	۳/۶۷	۰/۰۰۳۵	۰/۰۸۶	۰/۰۳
ضریب تغییرات	۳۱/۸۱	۶/۹	۲۲/۳	۴/۷	۲۴/۸۲	۴/۶

* و ** به ترتیب: معنی دار در سطح احتمال خطای ۵ و ۱ درصد

جدول۲-مقایسه میانگین مربعات صفات طول و وزن گیاهچه بذر گوار

تیمار	طول ریشه‌چه(cm)	طول ساقه‌چه(cm)	طول برگ(cm)	وزن تر ریشه چه(g)	وزن تر ساقه چه(g)	وزن تر برگ(g)

۱۲۵۰	a۲/۶۷	a۳/۵۲	a۱/۰۵	a۰/۰۳۲	b۰/۱۲۵	a۰/۰۷
۲۰۰۰	b۱/۵۲	a۲/۹	a۱/۰۵	c۰/۰۰۱	c۰/۰۷۷	a۰/۰۷
۲۵۰۰	bc۱/۱۲	a۳/۶۲	a۱/۱۷	b۰/۰۱۵	ab۰/۱۵۷	a۰/۰۸
۳۳۳۳	b۱/۵۲	a۳/۷	a۱	b۰/۰۱۲	a۰/۱۶	a۰/۰۹
۵۰۰۰	c۰/۶۸	a۳	b۰/۶۲	c۰/۰۰۱	d۰/۰۲۳	ab۰/۰۵۱
بدون پرایمینگ	c۰/۵	a۰/۶	c۰/۱۴	c۰/۰۰۱	d۰/۰۳	b۰/۰۱۵

*در هر ستون میانگینها با حروف مشابه بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال ۵٪ با یکدیگر اختلاف معنی دار ندارند..

۳.۲. وزن ریشه چه، ساقه چه و برگ

جدول تجزیه واریانس داده ها نشان داد که اثر وزن ریشه چه، ساقه چه و برگ تحت اثر تیمارهای پرایمینگ با سرکه چوب درسطح احتمال یک درصد معنی دار بود (جدول ۱). به طوری که بیشترین وزن ریشه چه در تیمار ۱۲۵۰ میلی گرم بر لیتر سرکه چوب و کمترین میزان در تیمار بدون کاربرد سرکه چوب مشاهده شد (جدول۲). بیشترین وزن ساقه چه تحت تاثیر دو غلظت تیمارهای ۳۳۳۳ و سپس ۲۵۰۰ میلی گرم بر لیتر حاصل شد. اما وزن برگ ها تحت تاثیرکلیه غلظت های سرکه چوب دارای اثر مثبتی نسبت به تیمار شاهد بودند. به طوری که تیمار بدون کاربرد سرکه چوب دارای کمترین میزان رشد برگ بود و نسبت به تیمار برتر ۳۳۳۳میلی گرم بر لیتر سرکه چوب، ۸۳ درصد کاهش نشان داد (جدول ۲).

۳.۳. درصد جوانه زنی

جدول تجزیه واریانس داده ها نشان داد که اثردرصد جوانه زنی تحت اثر غلظت های سرکه چوب در سطح احتمال یک درصد معنی دار بود (جدول ۳). مقایسه میانگین ها نشان داد تیمارهای پرایم شده با هر دو غلظت ۱۲۵۰ و ۲۰۰۰ میلی گرم بر لیتر سرکه چوب دارای بیشترین درصد جوانه زنی به ترتیب (۷۰ و ۷۷/۵ درصد) و تیمار شاهد دارای کمترین درصد جوانه زنی (۳۵ درصد) بود که ۵۴/۸ درصد نسبت به تیمار ۲۰۰۰ میلی گرم بر لیتر سرکه چوب کاهش داشت (جدول ۴).

جدول۳-تجزیه واریانس میانگین مربعات صفات شاخص های جوانه زنی بذر گوار

منابع تغییر	درجه آزادی	شاخص بنیه بذر	سرعت جوانه زنی	درصد جانه زنی
تیمار	۵	۱۰۶۹۶۴/۸**	۸۴۷/۵**	۸۴۷/۵**
خطا	۱۸	۱۶۷۷۸/۴	۳۴/۷۲	۳۴/۷۲
کل	۲۳	۸۳۶۸۹۸/۹	۴۸۶۷/۵	۴۸۶۷/۵
ضریب تغییرات		۳/۸۶	۱۱/۰۵	۹/۶۲

* و ** به ترتیب: معنی دار در سطح احتمال خطای ۵ و ۱ درصد

جدول٤-مقایسه میانگین مربعات صفات شاخص های جوانه زنی بذر گوار

تیمار	شاخص بنیه بذر	سرعت جوانه زنی(%)	درصد جوانه زنی(%)
۱۲۵۰	a۵۰۹/۲۵	ab۶۲	ab۷۰
۲۰۰۰	ab۴۲۵/۲۵	a۶۹/۵	a۷۷/۵

۲۵۰۰	ab۳۸۴/۲۵	bc۵۷	bc۶۵
۳۳۳۳	ab۳۸۵	bc۵۴/۵	bc۶۲/۵
۵۰۰۰	b۲۶۱/۵	c۴۹/۵	c۵۷/۵
بدون پرایمینگ	c۴۳/۶۸	d۲۷	d۳۵

*در هر ستون میانگینها با حروف مشابه بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال ۵٪ با یکدیگر اختلاف معنی دار ندارند.

٤.۳. شاخص بنیه بذر

نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده ها نشان داد که شاخص بنیه بذر تحت تأثیر تیمار غلظت های سرکه چوب در سطح احتمال ۱ ٪معنی دار بود (جدول۳) .مقایسه میانگین ها نشان داد که تیمار ۱۲۵۰ میلی گرم در لیتر سرکه چوب دارای بیشترین شاخص بنیه بذر و تیمار شاهد دارای کمترین شاخص بنیه بذر بودند. هر چند که بین تیمارهای پرایم شده نسبت به یکدیگر تفاوت معنی داری از نظر آماری وجود نداشت.

۵.۳. سرعت جوانه زنی

همانطور که در جدول ۳ مشهود است سرعت جوانه زنی تحت اثر تیمار سرکه چوب درسطح احتمال ۱ درصد اختلاف معنی داری را نشان داد. بیشترین و کمترین میزان سرعت جوانه زنی به ترتیب از تیمارهای سرکه چوب با غلظت ۲۰۰۰ میلی گرم بر لیتر و شاهد به دست آمد (جدول۴).

٤. بحث و نتیجه گیری

پژوهشگران در جستجوی روش‌هایی برای افزایش استقرار گیاهچه‌ها به منظور سبز شدن بهتر و نضمین رشد بیشتر در مراحل بعدی رشد گیاه هستند. برخی مواد از جمله سرکه چوب با داشتن اسیدهایی از جمله سالسیلیک اسید و ارتو هیدروکسی بنزوئیک اسید و ترکیباتی مانند پرولین باعث کاهش آثار سوء تنش ها در گیاهان می‌شوند (El-Tayeb, 2005). نتایج متناقضی در تحقیقات مختلف از پژوهشگران در خصوص اثر سرکه چوب بر جوانه زنی گیاهان گزارش شده است. در آزمایش حاضر، غلظت های ۱۲۵۰ و ۲۰۰۰ میلی گرم بر لیتر سرکه چوب باعث افزایش طول و وزن گیاهچه گوار شدند. ولی در غلظت های بالاتر این اثر کمتر بود. دلیل این امر احتمالا به سبب برهم خوردن تعادل آنزیمی و هورمونی درون بذر در حال جوانه زنی می باشد. نتایج حاصل از پژوهش کایر نظامی و بلوچی (۱۳۹۲) نشان داد که پیش‌تیمار بذر با اسید سالیسیلیک باعث بهبود سرعت و درصد سبز شدن و رشد گیاهچه‌های عدس شد. جوانه‌زنی بذرهای پیش‌تیمار شده نسبت به بذرهای شاهد زودتر آغاز شده، در نتیجه این بذرها سریع‌تر رشد کردند.

همانطور که مشاهده شد سرکه چوب تأثیر زیادی در افزایش وزن گیاهچه گوار داشت. غلظت های بالاتر سرکه چوب (۲۵۰۰ و ۳۳۳۳ میلی گرم بر لیتر) به طور کارآمدی در این زمینه دخیل بودند. بر اساس نتایج عبدالهی پور و حقیقی (۱۳۹۸) تفاوت معنیداری در میزان وزن تر و خشک گیاه ریحان با کاربرد سرکه چوب مشاهده نشد. در این مطالعه طول ساقه چه در تیمارهای ۳۳۳۳ و ۲۵۰۰ میلی گرم بر لیتر سرکه چوب بیشترین میزان را نشان داد و کمترین میزان آن در تیمار ۲۰۰۰ میلیگرم بر لیتر مشاهده شد که از لحاظ آماری با یکدیگر اختلاف معنیدار نداشتند. طول ریشه در تیمار ۳۳۳۳ میلیگرم بر لیتر سرکه

چوب نسبت به شاهد ۳۴ ٪افزایش معنیداری را نشان داد که با سایر تیمارها دارای اختلاف معنیدار بود. در تحقیق عبدالهی پور و حقیقی (۱۳۹۸) بیشترین درصد جوانه زنی ریحان در تیمار ۲۵۰۰ میلیگرم بر لیتر سرکه چوب مشاهده شد و افزایش ۱۹ درصدی نسبت به شاهد به همراه داشت. سرکه چوب دارای موادی مانند متانول و فورفورال است که می تواند به عنوان تسریع کننده رشد یا افزایش دهنده رشد گیاه محسوب شود (Yatagai et al., 1989).

یکی از روش هایی که برای افزایش بنیه بذر و درنتیجه بهبود کلی جوانه زنی و رشد گیاهچه به کار می رود پرایمینگ بذراست. نخستین پاسخ ها به پرایمینگ شامل افزایش جوانه زنی بذر و سبز شدن گیاهچه است که باعث استقرار بهتر گیاه، افزایش عملکرد و کیفیت محصول می شوه (Halmer, 2004) برخی محققان معتقدند که توانایی بالاترجذب آب دربذرهای پرایم شده نسبت به بذرهای پرایم نشده منجر به تأثیر مثبت بر درصد و سرعت جوانه زنی می شود (Ghana and Schillinger, 2000)

چنانکه از نتایج این تحقیق استنباط شد، با کاربرد مواد ایجاد کننده پرایمینگ شاخص های جوانه زنی از قبیل سرعت جوانه زنی به دلیل ایجاد پتانسیل اسمزی بیشتر و تحریک فعالیت آنزیم های درون بذر افزایش یافت. عبدالهی پور و حقیقی (۱۳۹۸) مشاهده کردند که سرعت جوانه زنی ریحان در تیمار ۲۵۰۰ میلیگرم بر لیتر نسبت به شاهد اثر معنیداری نداشت و در سایر تیمارها تفاوت معنیداری نشان داد. در تیمار ۱۲۵۰ میلیگرم بر لیتر ، بیشترین میزان سرعت جوانه زنی مشاهده شد که نسبت به شاهد ۳۰ درصد افزایش یافت. تحریک رشد پس از استفاده از مواد لسیدی از قبیل سالیسیلیک اسید در برخی از گیاهان نظیر گندم (Shakirova and Sahabutdinova, 2003)، سویا (Gutierrez-Coronado *et al*., 1998) و ذرت (Gunes *et a*.,*2007l*.) گزارش شده است. در تحقیق (Senaranta et al., 2002) گزارش شد که سالیسیلیک اسید مولکول نشانگر مهمی برای میانجی‌گری پاسخ‌های گیاهان در برابر تنش‌های محیطی است. (Rajasekaran et al., 2002 و Shakirova and Sahabutdinova (2003) نشان دادند که کاربرد خارجی سالیسیلیک اسید باعث تحریک جوانه‌زنی می‌شود. سالیسیلیک اسید به عنوان یک گوهرمایه دهنده الکترون برای کاتالاز و پراکسیداز عمل می‌کند.

بر اساس نتایج این آزمایش چنین نتیجه گرفته می شود که تیمار بذر گوار با سرکه چوب به علظت ۱۲۵۰ و ۲۰۰۰ میلی گرم در لیتر برای اغلب صفات اندازه گیری شده در فرایند جوانه زنی مؤثر بوده و پیش از کاشت گوار جهت بهبود استقرار بذر و افزایش رشد و نمو و عملکرد گیاه در شرایط مزرعه توصیه می تواند توصیه شود.

منابع

امینی پاک سلطانی، س، مدرس ثانوی، س. ع. م. و اسیلان، ک. س. (۱۴۰۱). تأثیر سرکه چوب و بیوچار بر عملکرد کمی و کیفی گیاه سویا در شرایط تنش کمبود آب. تنشهای محیطی در علوم زراعی. ۱۵ (۴): ۹۰۷-۹۲۰.

عبدالهی پور، ب. و حقیقی، م. (۱۳۹۸). تأثیر سرکه چوب کاج بر جوانه زنی و ویژگی های رشدی و فیزیولوژیک و جذب عناصر در ریحان. علوم و فنون کشت های گلخانه ای. ۱۰ (۲): ۱۱-۲۴.

Agrawal, R. (2003). Seed Technology. Oxford Press, New Delhi, India, 829.

Artola, A., Carrillo-Castaneda, G. and Santos, G.D.L.(2003). Hydropriming: A Strategy to increase Lotus corniculatus L. seed vigor. Seed Science and Technology. 31(2): 455-463.

Ashraf, M., and R.M. Foolad, 2005. Pre-sowing seed treatment-a shot gun approach to improve germination, plant growth and crop yield under saline and non-saline conditions. Advances In Agronomy, 88: 223-271

Deka, K. K., M. R. Das, P. Bora and N. Mazumder. 2015. Effect of sowing dates and spacing on growth and yield of cluster bean (Cyamopsis tetragonoloba) in subtropical climate of Assam, India. Indian Journal of Agricultural Research, 49 (3): 250-254.

El-Tayeb, M. A. (2005) Response of barley gains to the interactive effect of salinity and salicylic acid. Plant Growth Regulation 45: 215-225.

Ghana, S.G. and Schillinger, W.F. (2003). Seed priming winter wheat for germination, emergence, and yield. Crop Science. 43(6): 2135-2141.

Gunes, A., Inal, A., Alpaslan, M., Eraslan, F., Bagci, E. G. and Cicek, N. (2007) Salicylic acid induced changes on some physiological parameters symptomatic for oxidative stress and mineral nutrition in maize (*Zea mays* L.) grown under salinity. Plant Physiology 164: 728-736.

Gutierrez-Coronado, M. A., Trejo-Lopez, C. and Larque Saavedra, A. (1998) Effects of salicylic acid on growth of roots and shoots in soybean. Plant Physiology and Biochemistry 36: 653-665.

Halmer, P. (2004). Methods to improve seed performance in the field. In: Benech-Arnold RL, Sanchez RA (Eds), Handbook of Seed physiology: Application to Agriculture. Pp: 65-125.

Hanan, E. D. (2007) Influence of salicylic acid on stress tolerance during seed germination of *Triticum aestivum* and *Hordeum vulgare*. Biological Research 1(1-2): 40-48.

Rajasekaran, L. R., Stiles, A., Surette, M. A., Sturz, A. V., Blake, T. J., Caldwell, C. and Nowak, J. (2002) Stand establishment technologies for processing carrots: effects of various temperature regimes on germination and the role of salicylates in promoting germination at low temperatures. Canadian Journal of Plant Science 82: 443-450.

Senaranta, T., Touchell, D., Bumm, E. and Dixon, K. (2002) Acetylsalicylic (aspirin) and salicylic acid induce multiple stress tolerance in bean and tomato plants. Plant Growth Regulation 30: 157-161.

Yatagai, M. Unrinin, G. (1989). Germination and growth regulationeffects of wood vinegar components and their homologs on plant seeds – acids and neutrals. Mokuzai. Gakkaishi. 35, 564-571.

Shakirova, F. M. and Sahabutdinova, D. R. (2003) Changes in the hormonal status of wheat seedlings induced by salicylic acid and salinity. Plant Science 164: 317-322.

Study of wood vinegar effect on germination of guar seedlings *(Tetragonoloba Cyamopsis)*

Fazezeh Daryaei

Assistant professor of Payame Noor University, Qom, Iran

Abstract:

In order to investigate the effect of wood vinegar on guar germination traits, an experiment was conducted at the Agricultural Laboratory of Payame Noor University on December 2022, Qom, Iran. The experiment was conducted in a completely randomized design with six treatments and four replications. The treatments included soaking seeds for 4 hours in wood vingar solutions by concentration of 0, 1250, 2000, 2500, 3333 and 5000 mgL^{-1}. The results showed that guar seed priming treatment by 1250 and 2000 mgL^{-1} produced the highest root, shoot and leaf length, germination percentage and seed vigor index, and the lowest ones were observed in non-priming treatment.

Key words: Germination, Guar, wood vinegar, seed..

بررسی مزایا و معایب کاربرد سوپر جاذب‌ها در کاشت و تولید گیاهان مرتعی

هانیه غلامی[۱]، اسماعیل شیدای کرکج [۲]

[۱] دانشجوی کارشناسی ارشد علوم و مهندسی مرتع- مدیریت مرتع، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه ارومیه

[۲] استادیار، گروه مرتع و آبخیزداری، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه ارومیه

چکیده

کمبود آب و تنش خشکی یکی از مهم ترین مشکلات تولید گیاهان در مناطق خشک و نیمه خشک جهان، نظیر ایران است. با توجه به وضعیت بحران آب در ایران بایستی تجدید نظر در روش کشت گیاهان صورت گیرد. با توجه به امر اصلاح مراتع از طریق کاشت گیاهان، نیاز است روش‌های مختلف و مواد مختلف در موفقیت این طرح‌ها مورد بررسی قرار گیرد. استفاده از برخی مواد افزودنی به خاک مانند پلیمرهای سوپرجاذب (هیدروژل) می‌تواند به حفظ و ذخیره رطوبت در خاک و استفاده بهینه از منابع محدود آب کمک نماید. این ترکیبات بدون انحلال می‌توانند مقدار زیادی آب جذب کنند. مقدار مصرف آن در خاک‌های نواحی گرم و خشک به مراتب بیشتر از نواحی مرطوب و خشک می‌باشد. کاربرد آن در نواحی مرطوب عمدتاً در گیاهان مستقر در شیب‌ها توصیه می‌شود. میزان کاربرد برای گیاهان آبدوست بیشتر از خشکی دوست است. کاربرد بیش از حد آن توصیه نشده است زیرا این ماده در اثر جذب آب متورم می‌شود و ممکن است موجب خروج ریشه‌ها و گیاه از خاک شود. لازم به ذکر است که روش کاربرد سوپر جاذب تأثیر به سزایی روی میزان مصرف آن به خصوص تحت شرایط مزرعه‌ای دارد. به هر حال کاربرد این مواد بسته به شرایط مختلف می‌تواند نیاز آبیاری را تا ۵۰ درصد کاهش دهد. از سوپر جاذب ها برای رفع برخی مشکلات از قبیل: رفع مشکلات کشاورزی، رفع مشکلات فضای سبز، کمبود نیتروژن و فشرده شدن خاک استفاده می شود. اما سوپر جاذب‌ها علاوه بر اینکه مزایایی دارند می‌توانند معایبی را هم داشته باشند و لذا استفاده از آن هنوز در مراحل ابتدایی است. بر اساس امار واردات سال‌های گذشته در ایران، رشد سالانه مصرف این ماده به طور متوسط سالانه بیش از ۲۱ درصد بوده است.

واژگان کلیدی: سوپر جاذب، آب، ابیاری، مشکلات کشاورزی.

۱. مقدمه

محدودیت منابع آب شیرین در بسیاری از کشورها به‌صورت یک معضل جدی درآمده به طوری که این محدودیت باعث تحت تاثیر قرار دادن رشد اقتصادی کشورها شده است. منطقه خاورمیانه از جمله مناطقی می‌باشد که به شدت با مشکل محدودیت آب شیرین مواجه بوده است. به دلیل کمی ریزش‌های جوی و نامناسب بودن پراکنش زمانی و مکانی آن در ایران، کشور ما در زمره کشورهای خشک و نیمه‌خشک به حساب می‌آید.

براساس شاخص موسسه بین المللی مدیریت آب نیز،ایران در وضعیت بحران شدید آبی قرار دارد. با توجه به وضعیت بحران آب در ایران و مصرف عمده آب در بخش کشاورزی بایستی تجدید نظر در نوع کشت گیاهان صورت گیرد (کافی، ۱۳۸۸). بخش کشاورزی عمده ترین مصرف کننده منابع آب کشور می‌باشد. محدودیت منابع آب کشور ضرورت صرفه جویی در مصرف آب را روشن می‌سازد. اعمال مدیریت صحیح و به کارگیری تکنیک های پیشرفته به منظور حفظ ذخیره رطوبتی خاک از جمله اقدامات مؤثر برای افزایش راندمان آبیاری و در نتیجه بهبود بهره برداری از منابع محدود آب می‌باشد. یکی از راه کارهای استفاده بهینه از منابع آب و حفظ آن، استفاده از پلیمرهای سوپرجاذب است. پلیمرهای سوپرجاذب می توانند مقادیر زیادی آب یا محلول های آبی را جذب نموده و متورم شوند (بوچولز و گراهام، ۱۹۹۷). این مخازن ذخیره کننده آب وقتی در داخل خاک قرار می‌گیرند آب آبیاری و بارندگی را به خود جذب نموده و از فرونشت آن جلوگیری می‌نمایند و پس از خشک شدن محیط، آب داخل پلیمر به تدریج تخلیه شده و به این ترتیب خاک به مدت طولانی و بدون نیاز به آبیاری دوباره، مرطوب می‌ماند (سید دراجی و همکاران، ۱۳۸۹).

از سوپر جاذب‌ها برای رفع برخی از مشکلات می‌توان استفاده کرد از جمله رفع مشکلات کشاورزی که به عبارتی سوپرجاذب‌ها با توجه به قدرت جذب بالایی که دارند پس از آبیاری یا بارندگی‌ها آب را جذب کرده و به تدریج بر حسب نیاز ریشه در اختیار گیاه قرار می‌دهند و با این کار دوره آبیاری را بین ۲۰ تا ۵۰ درصد کاهش می‌دهد. یکی از عمده مشکلات بخش کشاورزی مبحث تغذیه نباتات می‌باشد. با توجه به اینکه هزینه‌های خرید و حمل و نقل کودها و همچنین هزینه‌های کارگری گزاف می‌باشد و سوپرجاذب‌ها توانایی جذب عناصر غذایی را داشته و به تدریج در اختیار گیاه قرار می‌دهند این ویزگی علاوه بر صرفه جویی در مصرف کود و در نتیجه کاهش هزینه‌ها سبب شده کود در منطقه موثر ریشه قرار گیرد و باعث افزایش راندمان محصول گردد و به علاوه از شسشته شدن کودهای شیمیایی و الودگی آب‌های زیرزمینی نیز جلوگیری می کند.

یکی از مشکلات مهم دیگر در کشاورزی فشردگی خاک می‌باشد که می‌تواند سبب کاهش شدید محصول گردد و در صورتی که بخواهند آن را بر طرف سازم باید هزینه‌های سنگینی را متحمل شوند در صورتی که استفاده از سوپر جاذب‌ها با توجه به انبساط و انقباضی که در اثر جذب و دفع آب دست می‌آورند سبب جلوگیری از فشردگی خاک می‌شوند. از مشکلات زمین‌هایی که شیب تند دارند این است که قادر به نگهداری آب در خودشان نمی‌باشند در حالی که استفاده از سوپرجاذب‌ها با توجه به نگهداری آب در منطقه موثر ریشه باعث شده تا بتوانند حتی در زمین‌های شیب‌دار نیز اقدام به کشت گیاهان نمایند. سوپرجاذب‌ها با جذب سریع آب سبب کاهش تبخیر آن شده و همچنین با توجه به افزایش نفوذپذیری خاک از ایجاد روان

آب‌ها به شکل موثری می‌کاهد(طیاری و حاجی پور، ۱۳۹۹). فرسایش بادی و آبی سالانه میلیون‌ها تن خاک حاصلخیز را از مزارع ایران جابجا می‌کند در حالی که استفاده از سوپر جاذب‌ها با توجه به داشتن رطوبت دائمی از فرسایش بادی جلوگیری کرده و با افزایش نفوذپذیری خاک نسبت به اب از ایجاد روان آب‌ها و فرسایش آبی نیز جلوگیری به عمل می‌آورد. سوپرجاذب‌ها به جهت افزایش بازدهی و کیفیت محصولات تولیدی و همچنین کاهش هزینه‌های آبیاری، جلوگیری از فرسایش (خاشعی سیوکی و پرهیزگار،۲۰۱۹)، جلوگیری از فشردگی خاک و... سبب افزایش بازده اقتصادی(خرم دل و همکاران،۱۳۹۲) می¬گردد. سوپرجاذب‌ها با قابلیت نگهداری رطوبت و مواد غذایی در منطقه موثر ریشه سبب افزایش محصول بین ۱۷ تا ۵۵ درصد می‌شوند.

یکی از کاربردهای دیگر این مواد به منظور رفع مشکلات فضای سبز است. از بزرگترین مشکلات در فضای سبز نیاز آبی گیاهان و ایجاد استرس و شوک در اثر گرما و خشکی می‌باشد که باعث شده گیاه سرسبزی و شادابی خودشان را از دست بدهند و استفاده از سوپرجاذب‌ها باعث شده تا سرسبزی و شادابی گیاهان حفظ گردد چرا که رطوبت کافی و هم مواد غذایی مناسبی را در اختیار گیاه قرار می‌دهد.در خاک‌های شنی مشکل اصلی زهکشی بالای خاک و در نتیجه کاهش دوره آبیاری است که سبب افزایش هزینه‌ها می‌گردد و سوپرجاذب‌ها با جذب آب و دفع آن بسته به نیاز ریشه باعث شده رطوبت به شکل یکنواختی در خاک پخش شده و از خشک شدن سریع آن جلوگیری می‌کند. مشکلات تغذیه گیاهان این هست که بر اثر آبیاری مواد غذایی شسته شده و به طبقات پایین رفته و از دسترس گیاه خارج می‌شود. استفاده از سوپرجاذب‌ها باعث شده تا با جذب مواد غذایی و آزاد کردن آنها به تدریج نقش موثری در کاهش عناصر غذایی در منطقه موثر ریشه داشته باشد.

کاربرد دیگر این مواد سوپر جاذب کمک به رفع کمبود نیتروژن است. فضاهای سبز و بخصوص مناطق چمن کاری و گل‌ها به آبیاری زیادی نیاز دارند و گاهی لازم است تا چندین نوبت در روز آبیاری صورت گیرد و این در حالی است که استفاده از سوپرجاذب‌ها سبب کاهش دوره آبیاری شده که تا حدود زیادی در هزینه کارگری صرفه جویی خواهد کرد. به دلیل اینکه در فضای سبز به خصوص چمن کاری رطوبت زیاد است امکان به وجود آمدن قارچ‌ها نیز می‌باشد در حالی که استفاده از سوپرجاذب‌ها به دلیل نگهداری رطوبت اضافی اجازه نمی‌دهد قارچ‌ها و دیگر رستنی‌های مزاحم با استفاده از این رطوبت اضافی مشکلاتی را برای گیاه اصلی به وجود آورند.

از دیگر کاربرهای این مواد کمک به کاهش فشرده شدن خاک است. فعالیت نامطلوب باکتری‌ها و کاهش رشد ریشه: موجودات بسیاری در خاک وجود دارند که برای رشد ریشه و در نتیجه رشد بهتر گیاه مفید هستند، این موجودات ذره بینی و همچنین خود ریشه برای رشد و گسترش به اکسیژن کافی نیاز دارند و استفاده از سوپرجاذب‌ها با توجه به انبساط و انقباضی که در اثر جذب و دفع مکرر آب دارد سبب ایجاد فضاهای مناسبی و زهکشی مطلوب و در نتیجه افزایش میزان هوادهی خاک شده و به این وسیله در رشد باکتری‌های مفید ریشه گیاه موثر است.

ازمزایای سوپر جاذب‌ها می‌توان به موارد زیر اشاره نمود:

۱) سوپر جاذب‌ها زیست تخریب پزیر و سمی نیستند.

۲) استفاده از سوپر جاذب در کاشت نشاء و نهال، تنش‌های رطوبتی را از بین برده و به سازگاری نباتات کاشته شده با محیط کمک می‌نماید پتانسیل تولید محصول به حداکثر می‌رسانند.

۳) سوپر جاذب با جذب سریع آب و حفظ آن، بازده جذب آب ناشی از بارندگی‌های پراکنده را بالا برده و در صورت آبیاری خاک، فواصل آبیاری را نیز افزایش می‌دهند. کاهش هزینه‌های آبیاری را به دنبال خواهند داشت (شکوهی‌فر و همکاران، ۱۳۹۴).

۴) ارزان و کم هزینه‌اند.

۵) پلیمرهای سوپر جاذب ضمن بالا بردن ظرفیت نگهداری آب در خاک‌های سبک می‌توانند مشکل نفوذناپذیری خاک‌های سنگین و مشکل شسته شوی سریع کودها وآلودگی آب‌های زیرزمینی را نیز برطرف می‌سازند(شکوهی‌فر و همکاران، ۱۳۹۴).

۶) امکان کشت در مناطق بیابانی و کمک به بیابان زدایی و تثبیت شن‌های روان و همچنین امکان کشت در سطوح شیب‌دار را فراهم می کنند (جعفری و همکاران، ۱۳۹۰).

۷) کاهش تعداد نوبت‌های آبیاری تا حد ۵۰ درصد هنگامی که آبیاری به اتمام رسید و پس از مدتی رطوبت خاک در اثر فرونشست و تبخیر از بین رفت، ریشه گیاه ، آب جذب شده در ساختار این سوپر جاذب ها را با جذب اسمزی به صورت هوشمند دریافت می کند. سوپر جاذب‌ها با جذب آب در خود، هدر رفتن آب در اثر تبخیر و فرو نشست را تا ۸۰ درصد کاهش میدهند و به همین دلیل تا حد زیادی می‌توانند در مصرف آب صرفه جویی کنند (سید دراجی و همکاران، ۱۳۸۹).

۸) بالا بردن ظرفیت تبادلی سوپر جاذب‌ها و تبادل کاتیونی در خاک سوپر جاذب‌های آنیونی با دارا بودن قابلیت بالای ظرفیت کاتیونی قادرند علاوه بر جذب مقادیر قابل توجهی آب، کاتیون‌های موثر و مفید در رشد گیاه را در خود جذب کنند و ضمن جلوگیری از هدر رفتن آنها در موقع لزوم آنها را در اختیار گیاه قرار دهند.

۹) فعالیت و تکثیر قارچ‌های مایکوریزا، تقویت حالت تخلخل، تغذیه پذیری و ثبات ساختار کشت را افزایش می‌دهند (شکوهی‌فر و همکاران، ۱۳۹۴).

۱۰) مطالعات توسط سازمان محیط آلمان و سایر کشورها نشان داده که استفاده از هیدروژل‌ها فاقد عوارض نامطلوب برای انسان، گیاه و محیط زیست بوده و تغییری در کیفیت خاک وارگانیسم‌های زنده خاک نمی‌دهند.

استفاده از سوپرجاذب‌ها شامل معایب زیر می‌باشد.

۱) کاربرد بیش از حد آن توصیه نشده است زیرا این ماده در اثر جذب آب متورم می¬شود و ممکن است موجب خروج ریشه‌ها و گیاه از خاک شود.

۲) با توجه به کاهش هدایت هیدرولیکی با افزایش سطح کاربرد سوپر جاذب و کاهش حرکت املاح در خاک استفاده از آب شور در حضور سوپر جاذب توصیه نمی‌شود (شکوهی فر و همکاران، ۱۳۹۴).

۳) دوام عملکرد سوپر جاذب‌ها در خاک در حدود ۷-۳ سال می‌باشد که این زمان به نوع خاک، اب و سوپر جاذب بستگی داد پس از قرار گرفتن در خاک به علت تخریب شیمیایی و میکروبی سالیانه حدود ۱۵-۱۰ درصد از کارایی اولیه خود را از دست می‌دهند با توجه به موارد ذکر شده در استفاده از سوپر جاذب‌ها در کشاورزی میبایست مقدار مناسب سوپر جاذب در فرایندهای رشد و نمو گیاهان با توجه به فواصل ابیاری و مقدار اب در نظر گرفته شود. بر اساس نتایج تاثیر سوپر جاذب بر گونه‌های درختی در مدت زمان کوتاه چندان مشهود نمی‌باشد لذا توصیه می‌شود این گونه مواد بیشتر بر روی گونه‌های زراعی و بوته‌ای که دارای عمر کمتر و دوره رویشی کوتاه‌تر هستند اعمال شود (مسعودی و شوقی بدر).

۴) توان آب گیری پلیمرها به مرور زمان دچار کاهش شده و ازاین نظر برای استفاده درعرصه‌های منابع طبیعی به منظور نهال کاری چندان مناسب به نظر نمی رسند؛ خصوصاً اینکه اراضی بیابانی بیشتر از املاح بالایی برخوردارند. به این منظور پیشنهاد می‌شود برای افزایش قدرت نگهداری آب درعملیات آبیاری در طرح‌های نهال‌کاری در مناطق خشک و بیابانی در خاک‌های شنی به جای استفاده از پلیمرهای سوپرجاذب با توجه به غیراقتصادی بودن آن از مواد جاذب رطوبت طبیعی آلی مثل کمپوست، هوموس یا خاک رس استفاده شود. دلیل کاهش جذب آب در محلو ل‌های نمکی توسط پلیمر آن است که این نوع محلول‌ها به دلیل مکش اسمزی، حرکت آب را به محیط داخل پلیمر با کندی مواجه می کنند. گفتنی است که افزایش مکش اسمزی در یک محلول تابع غلظت نمک و نوع یون‌های تشکیل دهنده آن محلول است.

٤. بحث و نتیجه‌گیری

سوپرجاذب‌ها علاوه بر کاهش تلفات آب، خصوصیات فیزیکی خاک مانند تخلخل، چگالی ظاهری، ساختمان و سرعت نفوذ آب در خاک را بهبود می بخشند. بهبود شرایط به خصوصیات فیزیکی خاک، شرایط آب و هوا، میزان پلیمر افزوده شده به خاک نوع و اندازه ذرات پلیمر و میزان شوری خاک بستگی دارد(گلچین و احمدی، ۱۳۸۹). یکی دیگر از فواید مهم سوپرجاذب این است که آب ذخیره شده در هیدروژل به طور مؤثر در گیاه مورد استفاده قرار می گیرد.

به این صورت که شیب پتانسیل بین ژل و ریشه گیاه موجب می شود تا ژل، آب را آزاد کند، در نتیجه آب به سمت ریشه حرکت کرده و به راحتی در اختیار ریشه گیاه قرار می گیرد (شیخ مرادی و همکاران، ۱۳۸۹)؛ بنابراین استفاده از این پلیمرها یکی از مناسبترین راهکارها برای فراهم آوردن رطوبت خاک در منطقه ریشه گیاه است. استفاده از پلیمرهای سوپرجاذب درکشاورزی یکی از راهکارهای دستیابی به این مهم بوده که نه تنها شرایط را برای بهبود کمی و کیفی عملکرد فراهم می‌آورد، بلکه باعث افزایش قابل توجه کارایی مصرف آب نیزمی شود. هیدروژل‌ها ضمن برخورداری از ظرفیت زیاد برای جذب آب، مانند آب

انبارهای کوچک عمل کرده و در موقع نیاز گیاه به آب به راحتی آن را در اختیار گیاه قرار می‌دهند هیدروژل یا سوپرجاذب ماده‌ای مصنوعی به شکل شبکه پلیمری است که با حفظ آب و مواد غذایی ضمن کمک به رشد مطلوب گیاه سبب کاهش اتلاف آب و هزینه‌های آبیاری می‌شود.

اعمال مدیریت صحیح وبه کارگیری تکنیک‌های پیشرفته به منظور حفظ ذخیره رطوبتی خاک و افزایش ظرفیت نگهداری آب در خاک ازجمله اقدامات مؤثر برای افزایش راندمان آبیاری و درنتیجه بهبود بهره برداری از منابع محدود آب کشور می‌باشد (شکوهی‌فر و همکاران، ۱۳۹۴). حفظ ذخیره رطوبتی و افزایش ظرفیت نگهداری آب در خاک با انجام اقداماتی نظیر استفاده از کود سبز و آلی، مالچ گیاهی و مصنوعی، ایجاد پوشش گیاهی و یا استفاده از مواد جاذب رطوبت میسر می‌باشد. امکان استفاده از ضایعات آلی کشاورزی و یا سوپرجاذب‌های مصنوعی علاوه بر اثرات مثبت بر ویژگی‌های فیزیکی خاک‌ها می‌تواند گامی اساسی در جلوگیری ازاثرات محتمل زیست محیطی ضایعات کشاورزی باشد.

کاربرد برخی مواد افزودنی نظیر بقایای گیاهی، کودهای دامی، کمپوست و مواد پلیمری سوپرجاذب آب می‌تواند ظرفیت نگهداشت آب خاک را افزایش داده و باعث افزایش بهره‌وری مصرف آب گردد بنابراین هیدوزل‌ها در میزان آبیاری تاثیر چندانی ندارند بلکه می‌توانند بر دور آبیاری تاثیر گذار باشند (زنگویی نسب و همکاران، ۱۳۹۱).

استفاده از سوپرجاذب به تنهایی یا در کنار سایر روش‌های آبیاری در صورتیکه به نحوه صحیح به کار رود و ادامه یابد این توانایی را دارد که زمین‌های خشک و غیر قابل کشت کشورمان را با کمترین هزینه از خشکسالی نجات دهد و همچنین تحولی عظیم در کشاورزی و اقتصاد کشاورزان شریف و کلیه مراکز و سازمان‌های حفظ و نگهداری منابع طبیعی و فضای سبز کشور ایجاد کند.

مصرف کنندگان اصلی سوپر جاذب‌های پلیمری در ایران، صنایع تولید پوشک و محصولات بهداشتی و همچنین بخش کشاورزی هستند. این محصول در داخل کشور تولید چندانی نداشته و نیاز بازار عمدتا از طریق واردات تامین می شود. عمده واردات محصول از کشورهای جمهوری کره، آلمان، ترکیه و چین انجام می گیرد. بر اساس آمار گمرک، واردات پودر سوپر جاذب در سال ۱۳۹۸ حدود ۴۶ هزار تن بوده است. از کشورهای اصلی تامین کننده پودر سوپر جاذب ایران در سال ۱۳۹۸ می توان به آلمان، امارات متحده عربی، انگلستان، تایوان، ترکیه، جمهوری کره و چین اشاره کرد. میزان تولید داخلی این محصول حدود ۲۵۰۰ تن می باشد که جوابگوی میزان نیاز داخل کشور نمی باشد. بر اساس امار واردات سال‌های گذشته در ایران، رشد سالانه مصرف این ماده به طور متوسط سالانه بیش از ۲۱ درصد بوده است. که با توجه به ان پیش بینی می¬شود تا ۵ سال اینده بیش از ۳۱ هزار تن مصرف سوپرجاذب در کشور ایجاد شود.

منابع

شکوهی‌فر، م.، برومند نسب، س. سلطانی محمدی، ا. و هوشمند، ع. ا. ۱۳۹۴. بررسی اثر شوری اب ابیاری و سوپر جاذب بر بعضی خصوصیات هیدرولیکی و فیزیکی خاک لوم شنی،علوم و مهندسی ابیاری (مجله علمی-پژوهشی)، جلد۳۹، شماره۲، تابستان ۱۳۹۵، ۱۱۲-۱۰۲.

شوقی بدر، ن.، مسعودی، ر. کاربرد سوپر جاذب¬ها در افزایش بهره وری آب، سومین همایش ملی-دانشجویی مرتع، آبخیز و بیابان.

جعفری، م.، علی، م. و طویلی، ع. ۱۳۹۰. کاربرد هیدروژل‌های سوپر جاذب بر قدرت نگهداری رطوبت خاک و استقرار atriplex canescens در مناطق خشک، مجله تحقیقات منابع طبیعی تجدید شونده، سال سوم، شماره ۲، تابستان۱۳۹۱.

کافی، م. ۱۳۸۸. آزادسازی فسفر و نیتروژن طی زمان طولانی از بسترهای زئوپونیک تشکیل شده از آپاتیت های منابع مختلف ایران درکشت گل رز ششمین کنگره علوم باغبانی ایران.

جلیلیان، ع.، حامدی، ف.، نعمتی، ع.، شیخ¬الاسلامی، م.، ثابتی،پ. و زندیان، ف. ۱۳۹۷. تاثیر مصرف یکساله ورمی کمپوست چقندر قند و ارزیابی اقتصادی ان، نشریه پژوهش¬های کاربردی زراعی،دوره ۳۰، شماره ۳، پیاپند۱۱۶، پاییز ۱۳۹۶، ۶۵-۵۳.

یزدان، خ.، امیر، س. م.، سعید، ب. ن. و عبدعلی، ن. ۱۳۹۷. اثر زئولیت و سوپر جاذب بر کاهش ابشویی نیترات در یک خاک لوم در شرایط غیر اشباع، تحقیقات اب و خاک ایران، دوره ۵۰، شماره ۷، اذر ۱۳۹۸.

شیخ مرادی، ف.، ارجی، ع. اسماعیلی، الف. و عبدوسی، و. ۱۳۸۹. بررسی اثر دور ابیاری و پلیمر سوپرجاذب روی برخی خصوصیات کیفی چمن اسپورت، نشریه علوم باغبانی، جلد۲۵، شماره ۲، تابستان ۱۳۹۰، ۱۷۷-۱۷۰.

رنگویی نسب، ش.، امامی، ح.، استارایی، ع. ر. و یاری، ع ر. ۱۳۹۱. تأثیر مقادیر مختلف سوپرجاذب و دور آبیاری بر برخی خصوصیات فیزیکی خاک و شاخصهای رشدی گیاه آتریپلکس، مجله پژوهش آب در کشاورزی جلد ۲۶ شماره۲، سال ۱۳۹۱.

سعید، ج.، الناز، م. و لیلا، الف. ۲۰۱۵.¬اشنایی با سوپر جاذب¬ها و نقش ان در توسعه کشاورزی (محصول مورد مطالعه: عملکرد خیار درختی)، کنفرانس بین المللی علوم مهندسی هنر و حقوق.

سید دراجی، س.، گلچین. الف.، احمدی. ش. ۱۳۸۹. تاثیر سطوح مختلف یک پلیمر سوپر جاذب (superab A200) و شوری خاک بر ظرفیت نگهداشت اب در سه بافت شنی، لومی و رسی، نشریه اب و خاک، تیر ۱۳۸۹، شماره ۲.

سرور، خ. د.، قشم، ر. الف.، افسانه، الف. غ. و بهروز، الف. پ. ۱۳۹۲. ارزیابی اثر بافت خاک و سطوح پلیمر سوپر جاذب بر خصوصیات زراعی و عملکرد زعفران، نشریه پژوهش‌های زعفران۲، سال۱۳۹۲، ۱۳۵-۱۲۰.

خاشعی سیوکی، ع. و پرهیزگار، س. م. ۱۳۹۸. بررسی اثر سوپر جاذب بلورآب A بر جذب آب خاک، رواناب و میزان فرسایش، اولین کنگره بین المللی و چهارمین کنگره ملی آبیاری و زهکشی ایران.

طیاری، الف.، حاجی پور، ع. ۱۳۹۹. بررسی عملکرد مواد سوپر جاذب در افزایش ظرفیت نگهداری اب در خاک، نشریه مهندسی ابیاری و اب ایران، شماره ۴۰، تابستان ۱۳۹۹.

گلچین، الف.، احمدی، ش. ۱۳۸۹. تأثیر سطوح مختلف یک پلیمر سوپرجاذب (superab A200) و شوری خاک بر ظرفیت نگهداشت آب در سه بافت شنی، لومی و رسی نشریه آب و خاک (علوم و صنایع کشاورزی)، جلد ۲۴ ، شماره ۲، خرداد - تیر ۱۳۸۹، ص. ۳۰۶_۳۱۶.

Bochholz, F. L. & A. T, Graham, 1997. Modern superabsorbent polymer technology. Jon wiley & Sons, 279p.

Investigating the advantages and disadvantages of using super absorbents in planting and producing rangeland plants

Haniyeh Gholami[*] [1], Esmaeil Sheidai-Karkaj[2]

[1]MSc student in rangeland sciences and management- rangeland management, Faculty of natural resources, Urmia University
[2]Assistant Professor, rangeland and watershed Department, Faculty of natural resources, Urmia University

Abstract

Lack of water and drought stress is one of the most important problems of plant production in arid and semi-arid regions of the world, such as Iran. Considering the situation of water crisis in Iran, the method of growing plants should be reconsidered. Considering the issue of improving pastures through planting plants, it is necessary to examine different methods and different materials for the success of these projects. The use of some additives to the soil such as superabsorbent polymers (hydrogel) can help preserve and store moisture in the soil and optimal use of limited water resources. These compounds can absorb a lot of water without dissolving. The amount of its consumption in the soils of hot and dry areas is much higher than that of wet and dry areas. It is recommended to use it in wet areas, mainly in plants located on slopes. The amount of application for water-loving plants is more than dry-loving. Its excessive use is not recommended because this substance swells due to water absorption and may cause roots and plants to come out of the soil. It should be noted that the application method of super absorbent has a significant effect on its consumption, especially under farm conditions. However, depending on different conditions, the use of these materials can reduce the need for irrigation by 50%. Super absorbents are used to solve some problems such as: solving agricultural problems, solving green space problems, nitrogen deficiency and soil compaction. But superabsorbent, in addition to having advantages, can also have disadvantages, and therefore its use is still in its initial stages. According to the import statistics of the past years in Iran, the annual growth of the consumption of this substance has been more than 21% on average.

Keywords: super absorbent, water, irrigation, agricultural problems.

[*] E-mail: eng.haniyehgholami@gmail.com

بهبود جوانه‌زنی بذر و رشد گیاهچه‌های کرفس کوهی با کاربرد نیترات پتاسیم در مدت زمان‌های مختلف

خدیجه احمدی[۱]، حشمت امیدی[۲*]، الیاس سلطانی[۳]

[۱] گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده علوم کشاورزی، دانشگاه شاهد، تهران
[۲] گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده علوم کشاورزی، دانشگاه شاهد، تهران
[۳] گروه علوم زراعی و اصلاح نباتات، دانشکده فناوری کشاورزی (ابوریحان)، دانشگاه تهران، تهران

چکیده

در این تحقیق از پرایمینگ پیش جوانه‌زنی با محلول اسمزی برای بهبود درصد جوانه‌زنی کلوس استفاده شد. بذرها در پتری دیش با غلظت‌های (۰/۱، ۰/۲، ۰/۳، ۰/۴، ۰/۵ و ۰/۶ درصد) محلول نیترات پتاسیم به مدت ۱۲، ۲۴، ۴۸ و ۷۲ ساعت در دمای ثابت ۲°C و در اتاقک رشد قرار گرفتند. درصد جوانه‌زنی بر اساس مدت زمان پرایمینگ و همچنین غلظت پرایمینگ متفاوت بود. بر اساس درصد جوانه‌زنی ۱۴ روز پس از جذب، امیدوارکننده‌ترین شرایط پرایمینگ تیمار با ۰/۴ یا ۰/۳ ٪ نیترات پتاسیم به مدت ۷۲ ساعت در دمای ثابت ۲°C و ۰/۲ الی ۰/۴٪ نیترات پتاسیم برای ۴۸ ساعت بود. هر دو غلظت ۰/۳ و ۰/۴٪ در مدت زمان‌های ۲۴، ۴۸ و ۷۲ ساعت درصد جوانه‌زنی معقولی را بیش از ۸۵ درصد نشان دادند. بهبود و افزایش طول و وزن گیاهچه‌های کلوس در غلظت‌های ۰/۲ الی ۰/۴ و در مدت زمان های ۱۲ و ۴۸ ساعت مشاهده شد. بنابراین، پرایمینگ با غلظت‌های ۰/۲ الی ۰/۴٪ از نیترات پتاسیم به مدت ۴۸ و ۷۲ ساعت یک روش توصیه شده است که می‌تواند عملاً برای افزایش جوانه‌زنی کلوس در دمای ۲°C استفاده شود. هدف از این مطالعه توسعه تکنیک‌هایی بود که جوانه‌زنی کلوس را بهبود بخشد.

واژگان کلیدی: تعداد گیاهچه نرمال، پرایمینگ، کلوس، طول گیاهچه، نیترات پتاسیم.

ایمیل نویسنده مسئول
E-mail: omidi@shahed.ac.ir.

۱. مقدمه

کرفس کوهی (*K. odoratissima*) با نام فارسی کلوس، گیاهی چندساله و معطر از تیره چتریان از گونه‌های با ارزش دارویی در منطقه زاگرس بوده که دارای اهمیت اکولوژیک و اقتصادی می‌باشد (Mozaffarian, 2007). کرفس کوهی دارای دو گروه ترکیبات اسانس و فلاونوئید می‌باشد. فلاونوئیدها بخش مهمی از ترکیبات این گیاه هستند که دارای اثرات ضد التهابی، ضد ویروسی، ضد دیابت و ضد سرطان می‌باشند (Gandomkar, 1999). یکی از موانع عمده استفاده بهینه از گیاهان دارویی در خارج از رویشگاه طبیعی، محدودیت میزان جوانه‌زنی و طولانی بودن خواب بذر آنها است (Gupta, 2003). بذر کرفس مانند بذر بسیاری از گیاهان خانواده چتریان دارای خواب است و جوانه‌زنی آن به سختی انجام می‌شود. در واقع بذرهای گیاهان خانواده چتریان اشکال مختلفی از الگوی خواب فیزیولوژیکی را از خود نشان می‌دهند (Etemadi et al., 2010). پرایمینگ یکی از روش‌های بهبود کارکرد بذر می‌باشد. بعد از تیمار پرایمینگ، بذرها خشک می‌شوند و همانند بذرهای تیمارنشده ذخیره و سپس کشت می‌گردند (McDonald, 2000). در بذور پرایم‌شده، عملکرد و ساختار غشای سلولی در مقایسه با بذور شاهد در وضعیت مطلوب‌تری قرار می‌گیرند (Ahmadi et al., 2021). نیترات پتاسیم از ترکیبات اسمزی است که در پیش‌تیمار بذر استفاده می‌شود و باعث بهبود جوانه‌زنی، رشد گیاهچه، شاخص بنیه گیاهچه می‌شود (Chang-Zheng et al., 2002). گیاه دارویی کلوس یکی از گیاهان دارویی منحصر به کشور ایران می‌باشد که به دلیل خواب بذر این گیاه و برداشت غیر اصولی در عرصه‌های طبیعی در حال انقراض می‌باشد. هدف از این پژوهش شکست خواب بذر و بهبود رشد گیاهچه تحت سطوح مختلف غلظت نیترات پتاسیم با چهار مدت زمان در دمای ۲ درجه‌سانتی‌گراد ثابت جوانه‌زنی بر ویژگی‌های جوانه‌زنی بذر و رشد گیاهچه کلوس بود.

۲. مواد و روش‌ها

۱.۲. جمع‌آوری بذر و طرح آزمایش

بذرهای کرفس کوهی از رویشگاه طبیعی آن‌ها در مرداد سال ۲۰۲۰ در منطقه فریدون شهر استان اصفهان با طول جغرافیایی ۵۰ درجه و ۷ دقیقه و عرض جغرافیایی ۳۲ درجه و ۵۶ دقیقه با ارتفاع ۲۵۴۶ متر جمع‌آوری شدند. این مطالعه در آزمایشگاه علوم فناوری بذر دانشکده علوم کشاورزی دانشگاه شاهد طی بازه زمانی ۱۴۰۱/۰۴/۰۱ الی ۱۴۰۱/۰۵/۳۱ انجام گرفت. آزمایش به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح پایه کاملاً تصادفی در چهار تکرار اجرا شد. فاکتورهای آزمایش شامل نیترات پتاسیم (۰/۱، ۰/۲، ۰/۳، ۰/۴، ۰/۵ و ۰/۶ درصد وزنی-حجمی) در چهار مدت زمان (۱۲، ۲۴، ۴۸ و ۷۲ ساعت) بودند. بذرها در ظروف حاوی محلول نیترات پتاسیم و در مدت زمان‌های مشخص شده در دمای ۲ درجه سانتی‌گراد در یخچال قرار گرفتند. پس از شستشوی بذرها، ۲۵ عدد بذر درون پتری‌دیش با قطر ۱۰ سانتی‌متر و ارتفاع دو سانتی‌متر روی کاغذ صافی واتمن شماره ۱ قرار گرفتند و در یخچال و دمای ۲ درجه سانتی‌گراد در تاریکی منتقل شدند. این آزمایش طی مدت دو ماه انجام گرفت. ثابت شدن جوانه‌زنی تعیین کننده پایان آزمایش بود و بعد از اتمام آزمایش اندازه‌گیری ها شروع شد.

۲.۲. اندازه‌گیرص صفات

شمارش بذور جوانه‌زده، با شروع جوانه‌زنی هر روز انجام شد. معیار جوانه‌زنی بذور، خروج ریشه‌چه و قابل رؤیت بودن آن (به طول حداقل یک میلی‌متر) در نظر گرفته شد. عمل شمارش بذور تا زمان اتمام جوانه‌زنی (به‌مدت ۲۵ روز)، به‌طور مرتب

و مداوم صورت گرفت در پایان صفات طول گیاهچه، وزن تر و خشک گیاهچه، شاخص وزنی و طولی بنیه گیاهچه محاسبه گردید. صفت درصدجوانه‌زنی با استفاده از رابطه ۱ محاسبه گردید (Omidi et al., 2015).

$$GP^{1} = \frac{n}{N} \times 100 \qquad (1)$$

GP = درصد جوانه‌زنی، n = تعداد بذرهای جوانه‌زده و N = تعداد نهایی بذرهای جوانه‌زده می‌باشد. زمان تا ۵۰ درصد جوانه‌زنی از رابطه ۲ به‌دست آمد (Etemadi et al., 2010).

۳.۲. روش تحقیق

برای تجزیه واریانس داده‌ها از نرم افزار آماری SAS 9.1 استفاده شد. مقایسه میانگین صفات با استفاده از آزمون LSD در سطح احتمال ۵٪ انجام شد.

۳. نتایج

۱.۳. درصد و سرعت جوانه‌زنی

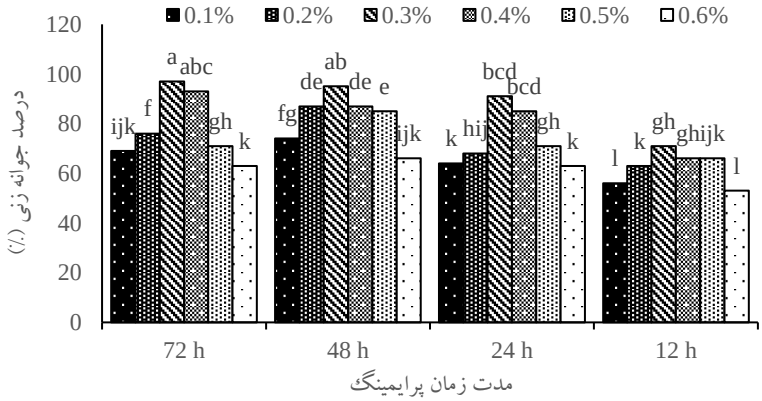
نتایج مطالعه حاضر نشان داد که پرایمینگ بذر با نیترات پتاسیم بذور کلوس را در اتاقک رشد بهبود بخشید. درصد جوانه‌زنی تحت تأثیر غلظت‌های نیترات پتاسیم و مدت زمان پرایمینگ قرار گرفت (جدول ۱). بذر کلوس پرایم‌شده با ۰/۳ درصد نیترات پتاسیم در هر چهار زمان پرایمینگ بیشترین درصد جوانه‌زنی را داشتند، بنابراین در مقایسه با سایر تیمارها عملکرد بهتری از خود نشان دادند. حداکثر جوانه‌زنی (۹۷٪ "در ۷۲ ساعت" و ۹۵٪ "در ۴۸ ساعت") در بذرهای تیمار شده با ۰/۳ غلظت نیترات پتاسیم مشاهده شد، در حالی که، کمترین درصد جوانه‌زنی (۵۳٪ "غلظت ۰/۶٪" و ۵۶٪ "غلظت ۰/۱٪") در مدت زمان ۱۲ ساعت مشاهده شد. بذرهای تیمار شده با ۰/۳ درصد نیترات پتاسیم زودتر از سایر تیمارها جوانه زدند (شکل ۱).

جدول ۱. تجزیه واریانس (میانگین مربعات) صفات مورد مطالعه کرفس کوهی تحت اثر پرایمینگ و مدت زمان پرایم

منابع تغییرات	درجه آزادی	درصد جوانه‌زنی	تعداد گیاهچه نرمال	تعداد گیاهچه غیرنرمال	تعداد بذر نرم	طول گیاهچه	وزن تر گیاهچه	وزن خشک گیاهچه
نیترات پتاسیم (N)	۳	۱۶۹۱/۲۷**	۹۳/۲۵**	۳/۷۰**	۱۰۸/۲۹**	۱۵/۴۰**	۰/۰۰۲**	۰/۰۰۰۱**
مدت زمان پرایم (D)	۵	۱۷۳/۷۰**	۱۶۵/۲۶**	۸/۴۳**	۷۷/۷۹**	۴۶/۶۴**	۰/۰۰۵**	۰/۰۰۰۰۲**
N*D	۱۵	۱۰۹/۸۱**	۱۱/۱۱**	۶/۲۶**	۹/۱۰**	۷/۷۱**	۰/۰۰۶**	۰/۰۰۰۰۲**
خطا	۷۲	۸/**۵۰	۶/۲۲	۰/۷۸	۰/۵۴	۰/۳۴	۰/۰۰۰۲	۰/۰۰۰۰۰۰۰۶
ضریب تغییرات (٪)	-	۳/۹۱	۰/۷۹	۱۹/۹۶	۱۲/۰۵	۴/۱۸	۷/۷۳	۸/۳۲

** معنی‌دار در سطح احتمال ۱٪.

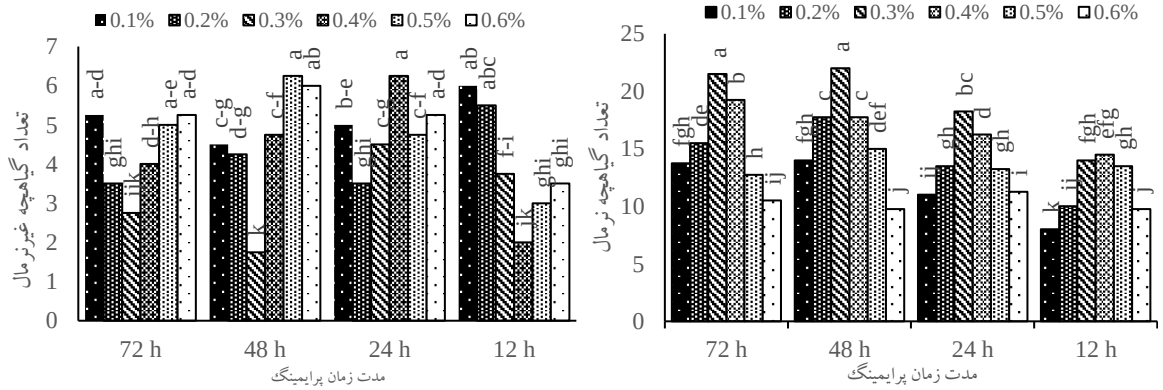
[1] Germination percentage



شکل ۱. اثر مقایسه میانگین پرایمینگ و مدت زمان پرایم برصفت درصد جوانه‌زنی

۲.۳. گیاهچه نرمال و غیرنرمال

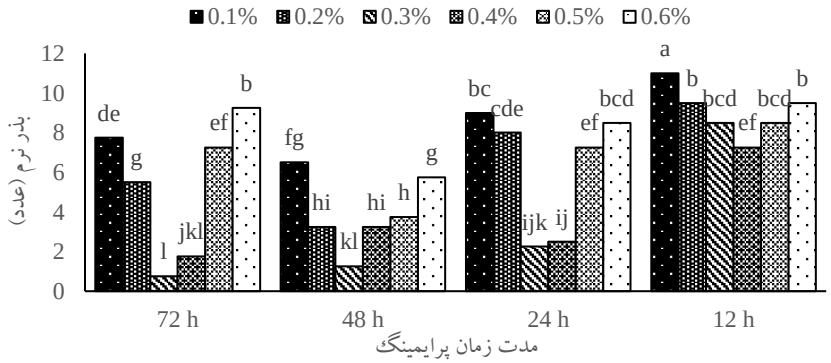
گیاهچه‌های نرمال و غیر نرمال تحت پیش تیمار نیترات پتاسیم و مدت زمان پرایمینگ قرار گرفت (جدول ۱). بهبود رشد گیاهچه‌های نرمال در غلظت‌های بین ۰/۲٪ الی ۰/۵٪ نیترات پتاسیم مشاهده شد. ابتدا در افزایش غلظت رشد گیاهچه و گیاهچه مطلوب در حال افزایش بود و در ادامه غلظت بیشتر موجب کاهش در گیاهچه‌های نرمال شد. در مدت زمان ۱۲ ساعت پیش تیمار نیترات پتاسیم تا حدودی با کاهش در تعداد گیاهچه‌های نرمال نسبت به دیگر مدت زمان‌ها می‌توان دید (شکل ۲-الف). غلظت‌های ۰/۱٪، ۰/۲٪، ۰/۵٪ و ۰/۶٪ دارای بیشترین تعداد گیاهچه‌های غیر نرمال بودند و غلظت‌های ۰/۳٪ و ۰/۴٪ در مدت زمان‌های ۷۲، ۴۸ و ۱۲ ساعت تعداد گیاهچه غیرنرمال کمتری مشاهده شد (شکل ۲-ب).



شکل ۲. اثر مقایسه میانگین پرایمینگ و مدت زمان پرایم برصفات گیاهچه نرمال و غیرنرمال

۳.۳. تعداد بذر نرم

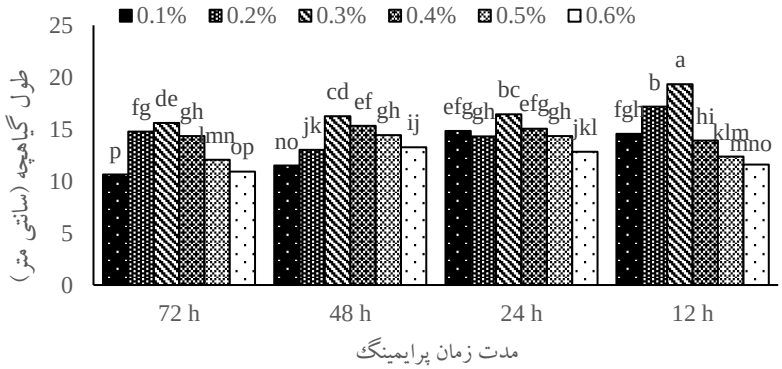
غلظت‌های نیترات پتاسیم و مدت زمان پرایمینگ تأثیر معنی‌داری بر تعداد بذور نرم داشتند (جدول ۱). تعداد بذر نرم در غلظت‌های ۰/۳ و ۰/۴ درصد با کاهش روبرو شد. غلظت‌های ۰/۱ و ۰/۶ درصد دارای تعداد بذور نرم بیشتری بودند. کاهش تعداد بذر نرم در دو غلظت ۰/۳ و ۰/۴ درصد و مدت زمان‌های ۲۴ الی ۷۲ ساعت مشهود بود. طی مدت زمان ۱۲ ساعت پرایمینگ در تمام غلظت‌های نیترات پتاسیم تعداد بذر نرم با افزایش روبرو شد. بیشرین تعداد بذر نرم در غلظت ۰/۱ درصد نیترات پتاسیم و طی مدت زمان ۱۲ ساعت مشاهده شد (شکل ۳).



شکل ۳. اثر مقایسه میانگین پرایمینگ و مدت زمان پرایم برصفت تعداد بذر نرم

٤.۳. طول گیاهچه

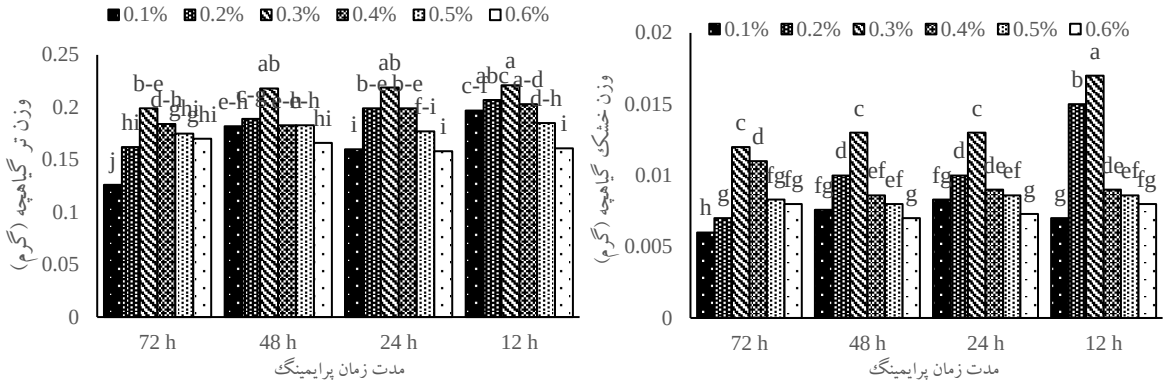
پیش تیمار نیترات پتاسیم و مدت زمان پرایمینگ تأثیر معنی‌داری بر طول گیاهچه در سطح احتمال ۱٪ داشتند (جدول ۱). طبق نتایج تیمار مدت زمان ۱۲ ساعت و غلظت‌های ۰/۲ و ۰/۳ درصد نسبت به دیگر سطوح تیماری دارای طول گیاهچه بلندتری بود. کاربرد پیش‌تیمار نیترات پتاسیم با غلظت ۰/۳ بیشترین طول گیاهچه (۱۹/۳۳ سانتی‌متر) را داشت. در مدت زمان ۷۲ ساعت پرایمینگ بذور، کاهش طول گیاهچه در غلظت ۰/۶ ٪ (۱۰/۹۳ سانتی‌متر) و ۰/۱ ٪ (۱۰/۶۳ سانتی‌متر) مشاهده شد (شکل ۴).



شکل ٤. اثر مقایسه میانگین پرایمینگ و مدت زمان پرایم برصفت طول گیاهچه

۳.۵. وزن‌تر و خشک گیاهچه

وزن‌تر و خشک گیاهچه کلوس در سطح احتمال یک درصد تحت اثر نیترات پتاسیم و مدت زمان‌های پرایمینگ قرار گرفتند (جدول ۱). وزن‌تر گیاهچه با کاهش در مدت زمان پرایمینگ با افزایش مواجه شد و در مدت زمان ۱۲ ساعت و غلظت ۰/۳٪ (۰/۲۲۱ گرم) بیشترین میزان وزن تر گیاهچه مشاهده شد که با مدت زمان‌های ۲۴ و ۴۸ ساعت با غلظت ۰/۳ ٪ تفاوتی از آماری نداشتند. در تمام سطوح تیماری مدت زمان پرایمینگ غلظت‌های ۰/۶ ٪ و ۰/۱٪ میزان وزن گیاهچه کمتری بدست آمد (شکل ۵-الف). طبق نتایج مقایسه میانگین وزن خشک گیاهچه کلوس تحت اثر نیترات پتاسیم و مدت زمان پرایمینگ در غلظت های ۰/۶ ٪ و ۰/۱ ٪ کاهش یافت و در در مدت زمان ۱۲ ساعت و غلظت ۰/۳ ٪ (۰/۰۱۷ گرم) بیشترین میزان وزن تر گیاهچه را داشت. طبق مشاهدات غلظت‌های بالا و پایین میزان وزن‌تر و خشک گیاهچه را کاهش دادند. در ابتدا با افزایش غلظت نیترات پتاسیم مقدار وزن‌های گیاهچه کلوس افزایش نشان داد. بیشترین میزان این افزایش در وزن گیاهچه نیز مربوط به غلظت ۰/۳ ٪ بود (شکل ۵-ب).



شکل ۳. اثر مقایسه میانگین پرایمینگ و مدت زمان پرایم برصفات وزن تر و خشک گیاهچه

٤. بحث و نتیجه‌گیری

در طبیعت، وجود مکانیسم خواب در بذر گیاهان دارویی بخصوص گیاهان تیره چتریان، باعث ایجاد یک تنوع وسیع و گسترده در میزان جوانه‌زنی و هم‌چنین توزیع جوانه‌زنی در طول زمان می‌شود، که این ساز و کار به‌عنوان یک مزیت نسبی شانس این گیاهان برای بقاء در شرایط نامساعد افزایش می‌دهد (Sharifi et al., 2015). کاربرد نیترات پتاسیم اثر مثبت و افزایشی در صفات مورد مطالعه داشت و در دو غلظت ۰/۳ و ۰/۴ درصد بهترین نتیجه در صفات مشاهده شد و موجب بهبود ویژگی‌های رشد و جوانه‌زنی بذور گیاه دارویی کرفس شد، که طبق نتایج پژوهشی تیمارهای سطوح مختلف جیبرلین، نیترات پتاسیم و سطوح مختلف آبشویی در دمای زیر ۵ درجه سانتی‌گراد تأثیر معنی‌داری بر درصد جوانه‌زنی نهایی بذور آنغوزه داشتند (Pirmoradi et al., 2013). توانایی بالاتر جذب آب در بذور پرایم شده نسبت به بذور پرایم نشده، به علت تأثیر مثبت پرایمینگ بذر بر میانگین جوانه‌زنی است (Balochi, 2013). آبشویی و رفع ترکیبات بازدارنده اطراف پوسته بذر و افزایش جذب اکسیژن ممکن است یکی دیگر از دلایل مهم در افزایش جوانه‌زنی بذر باشد (Bahmani et al., 2014). همچنین نمک نیترات پتاسیم سبب انباشت نیتروژن و پتاسیم در بذر شده و تعادل هورمونی در بذر را به هم زده و مواد بازدارنده رشد را کاهش می‌دهد (Bahmani et al., 2014). افزایش جوانه‌زنی در بذور پرایم شده را می‌توان به وسیله افزایش سرعت تقسیم سلولی و تحریک برخی فعالیت‌های متابولیکی درگیر در فاز اولیه جوانه‌زنی بذر، توجیه نمود. علاوه بر این فعالیت‌های متابولیکی انجام شده طی فرایند پرایمینگ، تولید ترکیباتی مانند آنتی‌اکسیدان ها را در پی دارد که نقش مهمی در رشد بهتر گیاهچه خواهد داشت (Saadatian et al., 2012). افزایش در شاخص‌های رشد گیاهچه (طول گیاهچه و وزن گیاهچه) انجدان رومی طی تیمار پرایمینگ به مدت ۱۲ ساعت و دمای ۷ درجه سانتی‌گراد بدست آمد. این امر می‌تواند به دلیل جذب بیشتر آب توسط رویان و افزایش فعل و انفعالات رویشی باشد که سبب افزایش شاخص‌های رشد گیاهچه می‌شود (Afzaligroh et al., 2018).

منابع

Bahmani, M., Jalali, Gh., Tabari, M. 2014. Effects of halopriming on germination traits of medicinal plant caper small shrub (*Capparis spinosa* var. parviflora) seeds. Arid Biome Scientific and Research Journal. 4(1): 79-82.

Balochi, H.R. 2013. Effect of seed priming on germination and seedling growth in pumpkin seeds paper (*Cucurbita pepo*) under salt stress. Journal of Crop Production and Processing. 3(10): 169-179.

Etemadi, N., Haghighi, M., Nikbakht, A., Zamani, Z. 2010. Methods to promote germination of *Kelussia odoratissima* Mozaff., an Iranian endemic medicinal plant. Herba Polonica. 56: 21-28.

Gandomkar, M. 1999. Phytochemical study of Cereal Escape Oil. Ph.D., Faculty of Pharmacy, Tehran University of Medical Sciences. Tehran. Iran.

Gupta, V. 2003. Seed germination and dormancy breaking techniques for indigenous medicinal and aromatic plants. Journal of Medicinal and Aromatic Plants Science. 25: 402–407.

McDonald, M.B. 2000. Seed priming. In: Black, M. and Bewley, J.D. (Eds.). Seed Technology and its Biological Basis. Sheffield Academic Press, UK. pp. 287-325.

Mozaffarian, V. 2007. Umbelliferae: Flora of Iran Fundamentals of Analytical Chemistry. Grupo Editorial Norma. Tehran. Iran. 1072p.

Omidi, H., Naghdi Badi, H.A., Jafarzadeh, L. 2015. Seeds of medicinal plants and crops. Shahed University. pp: 454.

Pirmoradi, M., Omidbaigi, R., Naghavi, M., Baghizadeh, A., Yadollahi, A. 2013. Effect of elevation and different treatments on Asafetida (*Ferula assa-foetida* L.) seed germination. Iranian Journal of Horticultural Science. 43: 461-471.

Saadatian, B., Ahmadvand, G., Soleimani, F. 2012. Effect of seed priming on germination traits of *Satureja hortensis* under drought and salinity stress. Journal of Seed Science and Technology. 2(2), 33-44.

Sharifi, H., Khajeh Hosseini, M., Rashed Mohasse, M.H. 2015. Study of seed dormancy in seven medicinal species from Apiaceae. Iranian Journal Seed Research. 2: 25-36.

Improving Seed Germination and Growth of Keluss (*Kelussia odoratissma* Mozaff) Seedlings Using Potassium Nitrate in Different Periods of Time

Khadijeh ahmadi[1], Heshmat Omidi[2*], Elias Soltani[3]

[1]Department of Agriculture and Plant Breeding, Faculty of Agricultural Sciences, Shahed University, Tehran, Iran
[2]Department of Agriculture and Plant Breeding, Faculty of Agricultural Sciences, Shahed University, Tehran, Iran
[3]Department of Agricultural Sciences and Plant Breeding, Faculty of Agricultural Technology (Aborihan), University of Tehran, Tehran, Iran.

Abstract

In this research, pre-germination priming with osmotic solution was used to improve the germination percentage of callus. Seeds in a petri dish with concentrations (0.1, 0.2, 0.3, 0.4, 0.5 and 0.6%) of potassium nitrate solution for 12, 24, 48 and 72 hours at constant temperature C°2 and placed in the growth chamber. Germination percentage was different based on priming duration and priming concentration. Based on the percentage of germination 14 days after absorption, the most promising priming conditions are treatment with 0.4 or 0.3% potassium nitrate for 72 hours at a constant temperature of 2°C and 0.2 to 0.4% potassium nitrate. It was for 48 hours. Both concentrations of 0.3% and 0.4% in the periods of 24, 48 and 72 hours showed a reasonable germination percentage of more than 85%. The improvement and increase in the length and weight of clous seedlings were observed in concentrations of 0.2 to 0.4 and in periods of 12 and 48 hours. Therefore, priming with concentrations of 0.2 to 0.4% of potassium nitrate for 48 and 72 hours is a recommended method that can be practically used to increase the germination of callus at 2°C. The aim of this study was to develop techniques to improve callus germination.

Keywords: Normal Seedling Number, Priming, Callus, Seedling Length, Potassium Nitrate.

* e-mail omidi@shahed.ac.ir

تأثیر عصاره‌ی هیدروالکلی زنجبیل بر میزان لیپیدهای خون جوجه‌خروس‌های القایی آسیت تغذیه شده با و بدون پروبیوتیک

فرشته دادفر*[۱]، حبیب اله جوهری[۲]، مرجان حقیقت جهرمی[۳]

[۱] گروه زیست‌شناسی، دانشگاه پیام نور، تهران، ایران

[۲] گروه زیست‌شناسی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد داراب، داراب، ایران

چکیده

زنجبیل به عنوان یک ادویه و گیاه دارویی شناخته شده است و ترکیبات آن فعالیت آنتی اکسیدانی از خود نشان می‌دهند. پروبیوتیک ها میکروارگانیسم‌های زنده و مشخصی هستند که مصرف آن‌ها در حیوان سبب افزایش قابلیت هضم مواد مغذی و مقاومت نسبت به عوامل بیماری‌زا می‌گردد. آسیت یکی از علائم مهم بیماری‌های زمینه‌ای می‌باشد که ارزیابی آن، تشخیص بیماری و درمان مناسب را امکان‌پذیر می‌کند. هدف مطالعه حاضر بررسی تأثیر عصاره‌ی هیدروالکلی زنجبیل و پروبیوتیک (لاکتوفید) بر روی برخی لیپیدهای خون در جوجه‌خروس‌های القایی آسیت می‌باشد. بدین منظور ۱۶۸ قطعه جوجه خروس نر گوشتی نژاد راس ۳۰۸، در سن ۲۱ روزگی به هشت گروه آزمایشی (کنترل، تیمار عصاره‌ی زنجبیل، تیمار پروبیوتیک، تیمار پروبیوتیک و عصاره‌ی زنجبیل، تیمار آسیت القایی، تیمار آسیت القایی و عصاره‌ی زنجبیل، تیمار آسیت القایی و پروبیوتیک، تیمار آسیت القایی و عصاره‌ی زنجبیل و پروبیوتیک) تقسیم‌بندی شدند. تیمار عصاره‌ی زنجبیل دارای کمترین سطوح تری گلیسیرید و LDL و بالاترین میزان HDL بود. درمان پروبیوتیک و عصاره‌ی زنجبیل پایین‌ترین سطح کلسترول خون را نشان داد بنابراین عصاره‌ی هیدروالکلی زنجبیل باعث کاهش مقدار لیپید موجود در سرم می‌شود. خواص آنتی اکسیدانی زنجبیل منجر به از دست دادن رادیکال‌های آزاد و جلوگیری از پراکسیداسیون لیپید شده و در نتیجه منجر به کاهش سطح کلسترول سرمی و تری گلیسیرید می‌گردد و میزان آسیب‌های ناشی از افزایش کلسترول و تری گلیسرید را کاهش می‌دهد.

واژگان کلیدی: زنجبیل، پروبیوتیک، آسیت، جوجه خروس، لیپیدها

۱. مقدمه

* email: fdadfar@pnu.ac.ir

یکی از گیاهان مورد استفاده در طب سنتی، گیاه زنجبیل (Ginger) با نام علمی *Zingiber officinale* Roscoe است. این گیاه طیف درمانی گسترده بوده و در درمان اختلالات مختلف از قبیل تب، پرفشاری، اسهال و استفراغ، یبوست، عفونت، سرماخوردگی، آسم، دیابت، اختلالات قلبی و بیماری‌های تنفسی نقش به سزایی دارد. هم‌چنین به عنوان عامل ضداسپاسم، ادرارآور، خلط‌آور، ضددرد، آرامش‌بخش، گشادکننده عروق و برونش نیز هست (Rehman et al., 2011; Bardlin et al., 2008; Chrubasik et al., 2005). این گیاه دارای خاصیت آنتی بیوتیکی می‌باشد (Nigam et al., 2009; Wang et al., 2010) و موجب کاهش درد و بهبود حرکات در بیماران روماتیسم مفصلی می‌گردد (Nigam et al., 2009)، دارای خاصیت ضد التهابی (Rhode et al., 2007)، ضد تومور بوده (Pan et al., 2008) و سبب افزایش قدرت آنتی اکسیدانی بدن می‌گردد و در نتیجه رادیکال‌های آزاد حاصل از متابولیسم مواد در بدن را حذف می‌کند (Vijaya Padma et al., 2007; Lee et al., 2008). زنجبیل ترکیبات متعددی نظیر جینجرول، جیندیول و جینجردیون دارد که فعالیت آنتی اکسیدانی شدیدی از خود نشان می‌دهند (Kunda et al., 2009).

پروبیوتیک (لاکتوفید) میکروارگانیسم‌های زنده و مشخصی هستند که مصرف آن‌ها در حیوان سبب افزایش قابلیت هضم مواد مغذی، مقاومت نسبت به عوامل بیماری‌زا و حفظ سلامت حیوان می‌گردد (Gibsin and Fuller, 2000; Djouvinov et al., 2005). اصطلاح آسیت یک اختلال متابولیک است که به مایع تجمع یافته در حفره‌ی شکمی اشاره دارد. این عارضه منجر به کمبود اکسیژن، افزایش کار سیستم قلبی-ششی، تجمع خون سیاهرگی، تجمع بیش از حد مایع در حفره‌ی شکم جانور، هیپرتروفی بطن راست، شل شدن قلب و در نهایت مرگ می‌شود که باعث صدمات اقتصادی مهمی در صنعت طیور می‌گردد (Riddell, 1985). سندرم آسیت برای اولین بار در گله‌های جوجه‌های گوشتی پرورش داده شده در ارتفاعات گزارش داده شد (Owen et al., 1995). احتمال ابتلای طیور دارای نرخ رشد سریع‌تر به آسیت بیشتر است. به نظر می‌رسد جوجه‌های گوشتی مدرن اصلاح شده به ویژه جوجه‌های نر گوشتی بیشتر مستعد ابتلا به آسیت هستند، همچنین مرگ و میرهای به علت آسیت در نرها بیشتر گزارش شده است (Leeson et al., 1995).

زنجبیل دارای خاصیت آنتی اکسیدان قوی است و این خاصیت مربوط به ۶ جینجرول است (Bardlin et al., 2008). زنجبیل به طور چشمگیری فعالیت کلسترول ۷ هیدروکسلاز کبدی را که یک آنزیم محدودکننده سرعت واکنش در بیوسنتز اسیدهای صفراوی می‌باشد را بالا برده، تبدیل کلسترول به اسیدهای صفراوی را تحریک کرده که نتیجه‌ی آن حذف کلسترول از بدن است. اثر کاهش کلسترول ناشی از مصرف زنجبیل ممکن است ناشی از مهار بیوسنتز کلسترول سلولی و کاهش سنتز کلسترول سبب افزایش فعالیت رسپتورهای LDL و در نتیجه افزایش حذف LDL از پلاسما می‌شود. در خرگوش‌هایی که غذای دارای کلسترول مصرف کرده‌اند، زنجبیل به عنوان یک عامل کاهش‌دهنده لیپیدی شناخته شده است (Arablou et al., 2014). در تحقیقات مختلفی که بر روی پروبیوتیک ها انجام گرفته، مشخص شده است که پروبیوتیک ها بعضی از فاکتورهای خونی را نیز تحت تأثیر قرار می‌دهند. در آزمایش Mohan و همکاران استفاده از پروبیوتیک باعث کاهش کلسترول خون در جوجه‌های گوشتی شد (Mohan et al., 1996). در تحقیق Panda و همکاران استفاده از گونه‌های لاکتوباسیل به عنوان پروبیوتیک کلسترول

خون جوجه‌ها را به طور معنی‌داری کاهش داد ولی منجر به تغییر چشمگیری در سایر چربی‌های خون نشد (Panda et al., 2001). مطالعه‌ی Gilliland و همکاران نیز کاهش کلسترول خون در اثر مصرف پروبیوتیک را نشان داد. در مورد فراسنجه های خونی، گیبسین، و فولر و تانوک، مانرو گزارش کردند که استفاده از پروبیوتیک ها سبب کاهش کلسترول و تری گلیسرید در جوجه‌ها می‌گردد (Gilliland et al., 1985). زنجبیل باعث پراکسیداسیون لیپیدی در کبد و کلیه و مهار محصول پروتئین اکسیداتیو در کبد می‌شود (Chrubasik et al., 2005). این گیاه همچنین منجر به کاهش پراکسیداسیون و تشکیل رادیکال‌های آزاد می‌گردد (Mohan et al., 1996). بیماری‌های طیور به ویژه آسیت همواره سلامت گله‌های طیور را تهدید می‌کند و سالیانه صدمات زیادی بر صنعت طیور و اقتصاد جامعه وارد می‌کند. در سال‌های اخیر نیز استفاده از آنتی بیوتیک ها به عنوان افزودنی در خوراک دام و طیور محدود شده است، بنابراین یافتن روش‌هایی با کمترین میزان آسیب به طیور ضروری می‌باشد. امروزه استفاده از داروهای گیاهی و پروبیوتیک ها می‌تواند مفید باشد. پژوهش حاضر با هدف بررسی تأثیر عصاره‌ی هیدروالکلی زنجبیل بر لیپیدهای خون در جوجه‌خروس‌های القایی آسیت با و بدون پروبیوتیک بود.

۲. مواد و روش‌ها

۱.۲. منطقه مورد مطالعه

مرغداری در منطقه‌ی قلعه بیابان شهرستان داراب

۲.۲. روش تحقیق

در این پژوهش ۱۶۸ قطعه جوجه خروس نر گوشتی ۲۱ روزه نژاد راس ۳۰۸ (وزن ۷۰۰ تا ۹۰۰ گرم) از واحد مرغداری در منطقه‌ی قلعه بیابان شهرستان داراب به طور تصادفی انتخاب شدند. به منظور سازگاری با محیط زندگی، جوجه‌ها در سن ۱۴ روزگی در قفس به مدت یک هفته قرنطینه شدند و پس از گذشت یک هفته، جوجه‌ها به ترتیب زیر در ۸ گروه تقسیم‌بندی شدند و هرکدام از گروه‌ها افزودنی‌های خود را روزانه یک بار به مدت ۲۱ روز دریافت کردند (Bardlin et al., 2008; Djouvinov et al., 2005; Arun et al., 2006).

۱-گروه کنترل: جیره غذایی + آب آشامیدنی

۲- تیمار عصاره‌ی ی زنجبیل: جیره غذایی + آب + ۵ سی‌سی عصاره‌ی هیدروالکلی زنجبیل

۳- تیمار پروبیوتیک: جیره غذایی + آب + ۱۰ گرم پودر پروبیوتیک

۴- تیمار پروبیوتیک و عصاره‌ی زنجبیل: جیره غذایی + آب + ۵ سی‌سی عصاره‌ی هیدروالکلی زنجبیل + ۱۰ گرم پودر پروبیوتیک

۵- تیمار آسیت القایی: جیره غذایی+ آب + ۱۰ میکروگرم به ازای هر کیلوگرم وزن بدن داروی لووتیروکسین (القاء کننده آسیت)

۶- تیمار آسیت القایی و عصاره‌ی زنجبیل: جیره غذایی + آب +۱۰ میکروگرم لووتیروکسین + ۵ سی‌سی عصاره‌ی هیدروالکلی زنجبیل

۷- تیمار آسیت القایی و پروبیوتیک: جیره غذایی + آب + ۱۰ میکروگرم داروی لووتیروکسین + ۱۰ گرم پودر پروبیوتیک

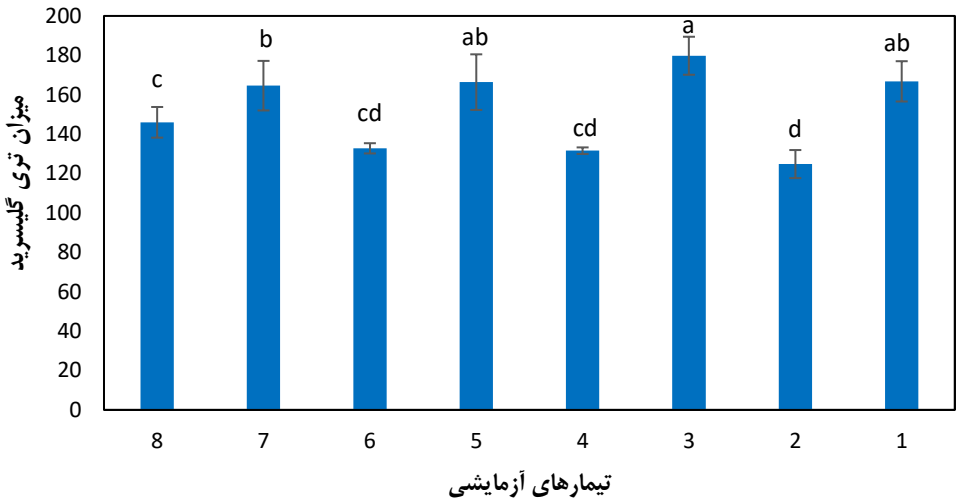
۸- تیمار آسیت القایی و عصاره‌ی زنجبیل و پروبیوتیک: جیره غذایی + آب + ۱۰ میکروگرم لووتیروکسین+ ۵ سی‌سی عصاره‌ی هیدروالکلی زنجبیل + ۱۰ گرم پودر پروبیوتیک

در تمام مدت ۲۱ روز دوره نگهداری، جوجه‌ها طی دوره ۱۸ ساعت روشنایی و ۶ ساعت تاریکی قرار گرفتند و دمای سالن نگهداری در طول دوره آزمایش با توجه به سن جوجه‌ها، بین ۲۵ تا ۳۰ درجه سانتی‌گراد حفظ گردید. پس از گذشت سه هفته، از ورید بال جوجه خروس‌ها خون‌گیری صورت گرفت و در لوله‌های آزمایش جمع‌آوری و به مدت ۱۵ دقیقه در انکوباتور در دمای ۳۷ درجه سانتی‌گراد قرار داده شدند. نمونه‌های سرم جهت تعیین میزان تری گلیسرید، کلسترول، LDL و HDL به آزمایشگاه منتقل شدند و برای مقایسه تفاوت میانگین لیپیدها در گروه‌های آزمایشی از آزمون تعقیبی دانکن استفاده شد.

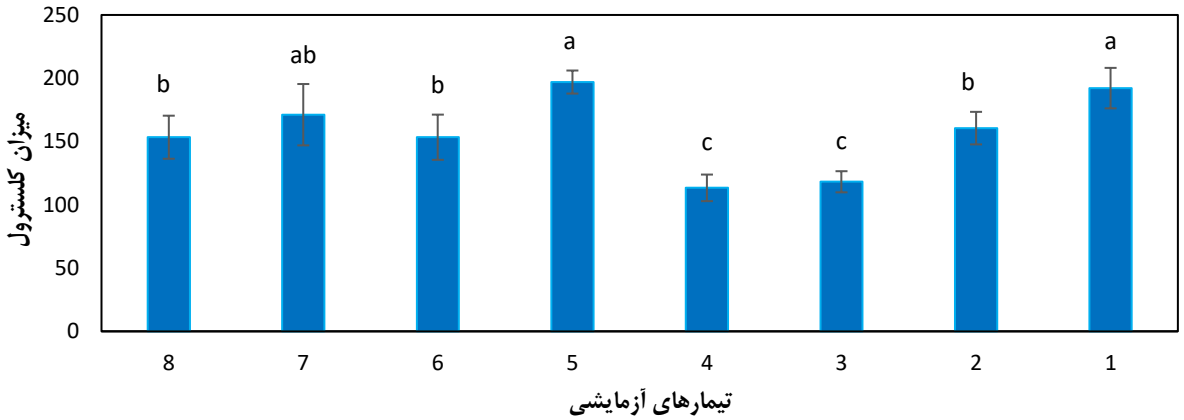
۳. نتایج

نتایج آنالیز آماری میانگین میزان تری گلیسرید خون در گروه‌های مختلف آزمایشی در شکل نشان داده شده است. همان‌گونه که مشاهده می‌شود، آسیت منجر به افزایش تری گلیسیرید خون در مقایسه با گروه کنترل شد و تیمار عصاره‌ی زنجبیل تری گلیسیرید خون را به میزان معناداری کاهش داد ولی پروبیوتیک اثری بر میزان تری گلیسرید نداشت.

مقایسه میانگین کلسترول خون در گروه‌های آزمایشی نشان داد که تیمار آسیت القایی بیشترین میزان کلسترول خون را دارا بودند و

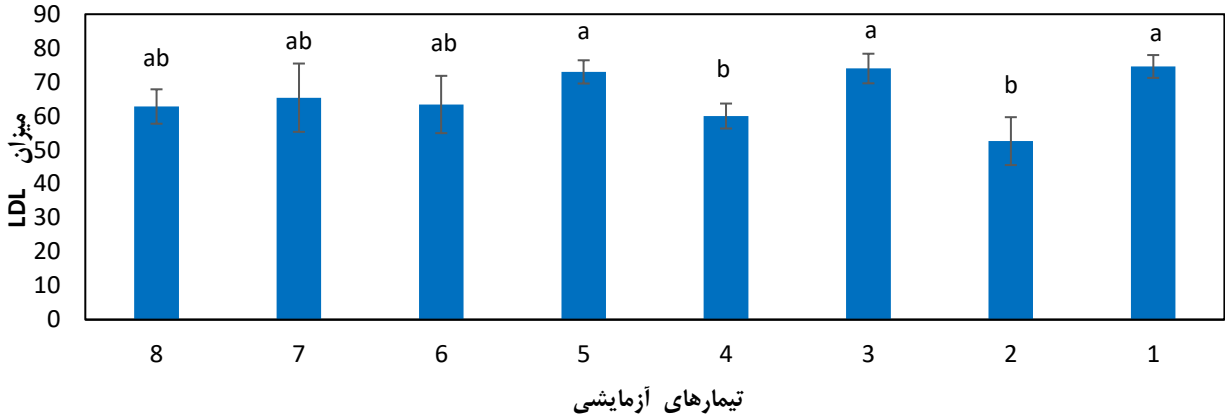


شکل ۱. تأثیر عصاره‌ی هیدروالکلی زنجبیل و پروبیوتیک بر میزان تری گلیسرید خون در جوجه‌خروس‌های القایی آسیت ۱:کنترل،۲: تیمار عصاره‌ی زنجبیل،۳: تیمار پروبیوتیک،٤: تیمار پروبیوتیک و عصاره‌ی زنجبیل،٥: تیمار آسیت القایی ٦: تیمار آسیت القایی و عصاره‌ی زنجبیل،۷: تیمار آسیت القایی و پروبیوتیک،۸: تیمار آسیت القایی و عصاره‌ی زنجبیل و پروبیوتیک. a-d : تیماری دارای حروف متفاوت اختلاف معنی‌داری را در سطح ۰/۰۱ نشان دادند.



شکل ۲. تأثیر عصاره‌ی هیدروالکلی زنجبیل و پروبیوتیک بر میزان کلسترول خون در جوجه‌خروس‌های القایی آسیت. ۱: کنترل،۲: تیمار عصاره‌ی زنجبیل،۳: تیمار پروبیوتیک،٤: تیمار پروبیوتیک و عصاره‌ی زنجبیل،٥: تیمار آسیت القایی ٦: تیمار آسیت القایی و عصاره‌ی زنجبیل،۷: تیمار آسیت القایی و پروبیوتیک،۸: تیمار آسیت القایی و عصاره‌ی زنجبیل و پروبیوتیک. a-c: تیماری دارای حروف متفاوت اختلاف معنی‌داری را در سطح ۰/۰۱ نشان دادند.

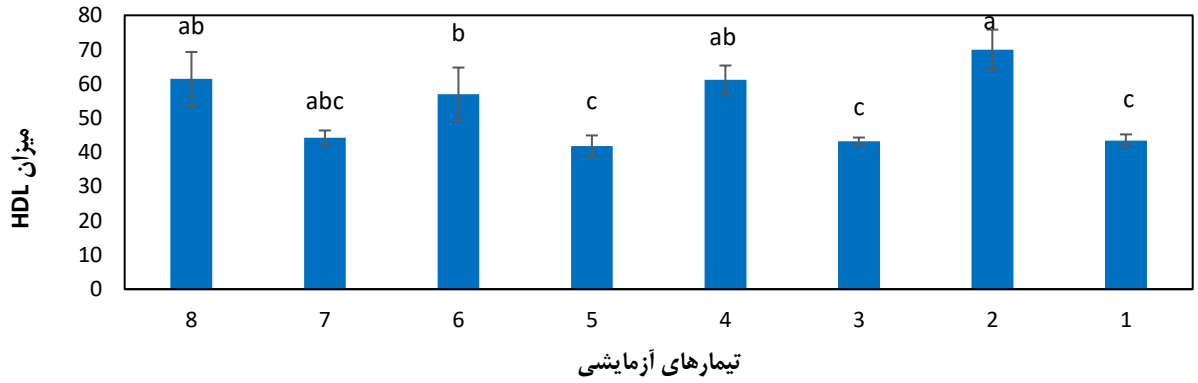
تیمار پروبیوتیک و عصاره‌ی زنجبیل منجر به کاهش میزان کلسترول خون شدند؛ بنابراین مصرف عصاره‌ی هیدروالکلی زنجبیل و پروبیوتیک میزان کلسترول خون جوجه‌خروس‌های القایی آسیت را کاهش داد (شکل۲).



همچنین اثر تیمارهای مختلف پروبیوتیک و عصاره‌ی ی زنجبیل بر میزان LDL خون جوجه‌خروس‌های القایی آسیت معنی‌دار بود (P<۰/۰۱). گروه آسیت القایی بیشترین میزان LDL خون را دارا بود و پروبیوتیک نقش مؤثری بر میزان این فاکتور نداشت. در تیمار عصاره‌ی زنجبیل و تیمار عصاره‌ی زنجبیل و پروبیوتیک میزانLDL خون کاهش یافت؛ بنابراین مصرف عصاره‌ی هیدروالکلی زنجبیل میزان LDL خون جوجه‌خروس‌های القایی آسیت را کاهش می‌دهد (شکل۳).**شکل ۳. تأثیر عصاره‌ی هیدروالکلی زنجبیل و پروبیوتیک بر میزان LDL خون در جوجه‌خروس‌های القایی آسیت**

۱:کنترل،۲: تیمار عصاره‌ی زنجبیل،۳: تیمار پروبیوتیک،٤: تیمار پروبیوتیک و عصاره‌ی زنجبیل،٥: تیمار آسیت القایی ٦: تیمار آسیت القایی و عصاره‌ی زنجبیل،۷: تیمار آسیت القایی و پروبیوتیک،۸: تیمار آسیت القایی و عصاره‌ی زنجبیل و پروبیوتیک a-b: تیماری دارای حروف متفاوت اختلاف معنی‌داری را در سطح ۰/۰۱ نشان دادند.

شکل ۴ نتایج تجزیه آماری میانگین میزان HDL در گروه‌های آزمایشی نشان می‌دهد. تیماری عصاره‌ی زنجبیل بیشترین میزان HDL خون را دارا بود و تیمارهای آسیت القایی، پروبیوتیک به ترتیب دارای کمترین میزان HDL خون بودند و پروبیوتیک تأثیر معناداری در میزان HDL نداشت. بنابراین مصرف عصاره‌ی هیدروالکلی زنجبیل میزان HDL خون جوجه‌خروس‌های القایی آسیت را افزایش می‌دهد.



شکل ٤. تأثیر عصاره‌ی هیدروالکلی زنجبیل و پروبیوتیک بر میزان HDL خون در جوجه‌خروس‌های القایی آسیت

۱:کنترل،۲: تیمار عصاره‌ی زنجبیل،۳: تیمار پروبیوتیک،٤: تیمار پروبیوتیک و عصاره‌ی زنجبیل،٥: تیمار آسیت القایی ٦: تیمار آسیت القایی و عصاره‌ی زنجبیل،۷: تیمار آسیت القایی و پروبیوتیک،۸: تیمار آسیت القایی و عصاره‌ی زنجبیل و پروبیوتیک a-c: تیماری دارای حروف متفاوت اختلاف معنی‌داری را در سطح ۰/۰۱ نشان دادند.

٤. بحث و نتیجه‌گیری

همان‌طور که در شکل۱ نشان داده شده است، عصاره‌ی زنجبیل بر میزان تری گلیسرید خون جوجه‌خروس‌های القایی آسیت کاهش معنی‌داری داشت (P<۰/۰۱). ولیکن تیمار پروبیوتیک تأثیری بر میزان تری گلیسیرید خون نداشت. بنابراین مصرف عصاره‌ی هیدروالکلی زنجبیل باعث کاهش تری گلیسیرید خون جوجه‌خروس‌های القایی آسیت شده است که این یافته ها با بررسی‌های ذاکری زاده و همکاران هم‌خوان می‌باشد. در مطالعه Elrokh و همکاران بر روی موش‌های دریافت‌کننده رژیم پرکلسترول مشاهده شد که مصرف زنجبیل سبب کاهش معنی‌دار کلسترول تام، LDL، HDL و تری گلیسیرید خون نسبت به سایر گروه‌های بدون دریافت زنجبیل شد (ElRokh et al., 2010). نتایج مطالعه شیردل و همکاران نیز نشان داد که زنجبیل میزان تری گلیسیرید و LDL را در موش‌های دیابتی در مقایسه با گروه شاهد دیابتی به طور معناداری کاهش و HDL کلسترول را افزایش دهد. تأثیر زنجبیل بر کلسترول تام معنادار نبود (Shirdel et al., 2009). در مطالعه Nammi و همکاران، عصاره‌ی اتانولی زنجبیل به طور معنی‌داری باعث کاهش تری گلیسیرید و کلسترول کبدی در موش‌های دریافت‌کننده رژیم پرچرب شد (Nammi et al., 2010). مطالعه دیگری توسط Nammi و همکاران تأثیر محافظت‌کنندگی عصاره‌ی اتانولی زنجبیل از ایجاد سندروم متابولیک در دو گروه دریافت‌کننده زنجبیل و Rosiglitazone(داروی ضد دیابت) را نشان داد که میزان کلسترول تام، فسفولیپیدها، اسیدهای چرب آزاد، تری گلیسیرید وLDL سرم در گروه‌های دریافت‌کننده زنجبیل با یک روند وابسته به دوز کاهش معنی‌داری نسبت به گروه دریافت‌کننده رژیم پرچرب داشت. تغییرات HDL در هیچ‌کدام از گروه‌ها معنی‌دار نبود (Nammi et al., 2009). مکانیسم دیگر تأثیر این گیاه در کاهش تری گلیسیرید سرمی، احتمالاً از طریق افزایش بیان و فعالیت آنزیم لیپوپروتئین لیپاز عروقی است. این امر سبب افزایش تجزیه تری گلیسیریدهای موجود در عروق شده و در نتیجه میزان آن‌ها در خون کاهش می‌یابد (Shirdel et al., 2009).

پژوهش حاضر نشان داد که پروبیوتیک و عصاره‌ی زنجبیل در کاهش میزان کلسترول خون جوجه‌خروس‌های القایی آسیت نقش مؤثری داشته‌اند. گروه آسیت القایی بیشترین میزان کلسترول خون را دارا بودند و تیمار پروبیوتیک، تیمار پروبیوتیک و عصاره‌ی زنجبیل دارای کمترین میزان کلسترول خون بودند، بنابراین مصرف عصاره‌ی هیدروالکلی زنجبیل و پروبیوتیک میزان کلسترول خون جوجه‌خروس‌های القایی آسیت را کاهش داده است که با مطالعات شیردل و همکاران، صادقی و همکاران و ذاکری زاده و همکاران مطابقت داشت. Kalavathy و همکاران با افزودن ترکیب لاکتوباسیل به جیره جوجه‌های گوشتی دریافتند میزان کلسترول و تری گلیسرید خون پرندگان کاهش پیدا کرد. سازوکارهای دخیل در کاهش فعالیت آنزیمی ناشی از مصرف لاکتوباس یا مکانیسم جایگزینی آن‌ها به جای برخی از اعضای جمعیت میکروبی دستگاه گوارش مرتبط است

(Kalavathy et al., 2008). پروبیوتیک‌ها شرایطی را در دستگاه گوارش ایجاد می‌کند که میزان فعال‌سازی باکتریایی ناشی از مواد شیمیایی بلع شده را تغییرمی دهد به عنوان مثال کاهش pH بر تولید آمونیاک و متابولیسم اسیدهای صفراوی مؤثر است. Panda و همکاران ترکیبی از لاکتوباسیلوس اسیدوفیلوس، بیفیدوباکتریوم و آسپرژیلوس اریزه در جیره جوجه‌های گوشتی نیز کاهش معنی‌داری در مقدار کلسترول خون پرندگان مشاهده کردند (Panda et al., 2001). Van-der-meer و Klaver اظهار نمودند مصرف پروبیوتیک ها یا اسیدهای آلی با کمک به رشد و تکثیر لاکتوباسیل ها باعث کاهش pHدستگاه گوارش و به خصوص روده‌ها شده و با تولید آنزیم‌هایی موجب تغییر ساختار شیمیایی اسیدهای صفراوی شده که متعاقباً میزان کلسترول کاهش می‌یابد (Klaverandan-der-meer, 1993). توانایی زنجبیل در کاهش میزان چربی احتمالاً به دلیل اثر آن در افزایش حرکات دودی روده و از طرفی مهار آنزیم لیپاز است که سبب کاهش جذب چربی در روده می‌گردد. از طرف دیگر تأثیر زنجبیل بر کاهش کلسترول تام سرم به دلیل نقش این گیاه در افزایش فعالیت آنزیم کلسترول α–7 هیدروکسیلاز کبدی است. در نتیجه‌ی این امر، تبدیل کلسترول به اسیدهای صفراوی افزایش و غلظت سرمی کلسترول کاهش می‌یابد. علاوه بر تأثیر زنجبیل بر افزایش تولید صفرا از کلسترول در کبد، افزایش دفع کلسترول و فسفولیپید از طریق مدفوع پس از مصرف زنجبیل نیز می‌تواند مکانیسم احتمالی دیگری برای تأثیر زنجبیل بر کاهش میزان کلسترول سرم تلقی گردد. از طرفی زنجبیل احتمالاً با کاهش تولید LDL در کبد سبب کاهش تری گلیسیرید و کلسترول تام سرم می‌شود (Alizadeh Navaei et al., 2008). گروه پروبیوتیک و گروه آسیت القایی بیشترین میزان LDL خون را دارا بودند و تیمار عصاره‌ی زنجبیل و تیمار عصاره‌ی زنجبیل و پروبیوتیک دارای کمترین میزان LDL خون بود. مصرف عصاره‌ی هیدروالکلی زنجبیل میزان LDL خون جوجه‌خروس‌های القایی آسیت را کاهش داده است که منطبق با یافته‌های مطالعه Elrokh و همکاران، شیردل و همکاران بود (Shirdel et al., 2009; ElRokh et al., 2010). در مطالعه Kadnur وGoyal، در گروه‌های دریافت‌کننده زنجبیل، سطوح کلسترول تام، تری گلیسیرید و LDL نسبت به گروه شاهد کاهش معناداری داشت ولی تغییرات HDL در هیچ‌یک از گروه‌ها معنی‌دار نبود (Goyal and Kadnur, 2006). Fuhrman و همکاران نیز در مطالعه خود نشان دادند عصاره‌ی هیدروالکلی زنجبیل، میزان کلسترول پلاسما را کاهش داده و از اکسیداسیون LDL در آترواسکلروتیک موش جلوگیری می‌کند (Fuhrman et al., 1997).

زنجبیل با خاصیت آنتی اکسیدانتی موجب از بین رفتن رادیکال‌های آزاد و با جلوگیری از پراکسیداسیون لیپیدی ناشی از آن، باعث کاهش میزان کلسترول و تری گلیسرید موجود در سرم شده و میزان آسیب ناشی از افزایش کلسترول و تری گلیسیرید را کاهش می‌دهد. در مطالعه‌ای دیگر مشاهده گردید تزریق آلوکسان موجب افزایش تری گلیسرید و کلسترول سرمی شده و استفاده از عصاره‌ی زنجبیل موجب کاهش میزان تری گلیسرید و کلسترول تام در سرم می‌شود (Ajith et al., 2007). بر اساس مطالعه Bhandari و همکاران، عصاره‌ی هیدروالکلی زنجبیل موجب کاهش معنی‌داری در کلسترول و تری گلیسرید تام سرمی و افزایش معنی‌دار HDL در مقایسه با گروه دیابتی شده و موجب محافظت از پراکسیداسیون لیپیدی ناشی از رادیکال‌های آزاد می‌گردد (Bhandari et al., 2005). مطابق با پژوهش‌های پیشین در تحقیق پیشرو، می‌توان نتیجه گرفت عصاره‌ی هیدروالکلی

زنجبیل موجب کاهش میزان اشکال لیپیدی می‌شود. تیمار عصاره‌ی زنجبیل بیشترین میزان HDL خون را دارا بود و تیمارهای آسیت القایی، پروبیوتیک به ترتیب دارای کمترین میزان HDL خون بودند، مصرف عصاره‌ی هیدروالکلی زنجبیل میزان HDL خون جوجه‌خروس‌های القایی آسیت را افزایش داده است که با مطالعات شیردل و همکاران منطبق می‌باشد (Shirdel et al., 2009). اما با توجه به یافته‌های بیشتر پژوهش‌های قبل، زنجبیل تأثیر معنی‌داری بر افزایش میزان HDL نداشت. این امر احتمالاً به این علت است که HDL کمتر تحت تأثیر اجزای رژیم تغییرات غذایی قرار می‌گیرد. از طرفی افزایش سطوح انسولین و تری گلیسیرید سرم، با کاهش میزان HDL2 و کاهش اندازه ذرات HDL همراه است (Pascot et al., 2001). همچنین به نظر می‌رسد زنجبیل سبب کاهش بیان ژن ChREBP (Charbohydrate Response Element Binding Protein) در کبد می‌شود. این پروتئین تنظیم نسخه‌برداری متابولیسم چربی‌ها و گلوکز را بر عهده دارد و در تبدیل کربوهیدرات اضافی به تری‌گلیسیرید نقش دارد. کاهش بیان ژن این پروتئین، سبب کاهش بیان ژن پروتئین‌های گلوکوژنیک و لیپوژنیک ازجمله ACC1 (Acetyl-CoA Carboxylase1)، SCD1(Stearoyl-CoA Fatty acid synthase Desaturase-1) و آنزیم گلوکز ۶ فسفاتاز دخیل در گلیکوژنولیز و گلوکونئوژنز شده و در نتیجه سبب کاهش تجمع چربی در کبد، کاهش تری گلیسیرید سرم و بهبود مقاومت به انسولین می‌شود (Arablou et al., 2014). بنابراین زنجبیل با کاهش دادن انسولین و تری گلیسیرید سرم، سبب افزایش میزان HDL2 و اندازه ذرات HDL شده و از این طریق احتمال آتروژنز (تجمع پلاکت‌های حاوی چربی بر روی لایه درونی دیواره عروق) را کم می‌کند (Arablou et al., 2014).

می‌توان نتیجه گرفت که عصاره‌ی هیدروالکلی زنجبیل موجب کاهش میزان برخی اشکال لیپیدی موجود در سرم می‌شود. زنجبیل با خاصیت آنتی اکسیدانتی موجب از بین رفتن رادیکال‌های آزاد و با جلوگیری از پراکسیداسیون لیپیدی ناشی از آن، باعث کاهش میزان کلسترول و تری گلیسرید موجود در سرم شده و میزان آسیب ناشی از افزایش کلسترول و تری گلیسرید را نیز کاهش می‌دهد.

تشکر و قدردانی

بدین‌وسیله نویسندگان از تمام افرادی که در این پژوهش نویسندگان مقاله را یاری کرده‌اند تقدیر و قدردانی می‌شود.

منابع

Ajith, T.A., Nivitha, V., Usha, S. 2007. Zingiber officinale roscoe alone and in combination with Alpha-tocopherol protect the kidney against cisplatin induced acute renal failure. Food Chemistry Toxicology. 45(6): 921-27.

Alizadeh-Navaei, R., Roozbeh, F., Saravi, M., Pouramir, M., Jalali, F., Moghadamnia, AA. 2008. Investigation of the effect of ginger on the lipid levels. A double blind controlled clinical trial. Saudi Medicine Journal. 29(9): 1280-84.

Arablou, T., Aryaeian, N., Valizadeh, M., Sharifi, F., 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. International Journal of Food Sciene Nutrition. 65(4): 515-520.

Arablou, T., Aryaeian, N. 2014. The effect of ginger on glycemia and lipid profile. Razi Journal of Medical Sciences. 21(125): 94-103.

Arun, K.P., Savaram, V.R., Mantena, VLNR. Sita, R.S. 2006. Dietary supplementation of *Lactobacillus sporogenes* on performance and serum biochemico-lipid profile of broiler chicken. Journal of Poultry Science. 43: 235-240.

Bardlin, H.A., Blunden, G., Tanira, MO., Nemmar, A. 2008. Some phytochemical, pharmacological and toxicological properties of ginger (Zingiber officinal Roscoe): A review of recent research. Food and Chemical Toxicology. 48: 409-20.

Bhandari, U., Kanojia, R., Pillai, K.K. 2005. Effect of ethanolic extract of *Zingiber officinale* on dyslipidaemia in diabetic rats. Journal Ethnopharmacology. 97(2): 227-230.

Chrubasik, S., Pittler, M.H., Roufogalis, B.D. 2005. Zingiberis rhizome: A comprehensive review on theginger effect and efficacy profiles. Phytomedicine. 12: 684–701.

Djouvinov, D., Biocheva, S., Simeonova, T., Vlaikova, T. 2005. Effect of feeding lactiona probiotic on performance, some blood parameters and caecal micro flora of mule ducklings. Trakia Journal of Sciences. 3: 22–28 .

ElRokh, S.M., Yassin, N.A., El-Shenawy, S.M., Ibrahim, B.M. 2010. Anti hyper cholesterolaemic effect of ginger rhizome (*Zingiber officinale*) in rats. Inflammopharmacology. 18(6): 309-315.

Fuhrman, B., Judith, O., Keidar, S., Ben-Yaish, L., Kaplan, M., Aviram, M. 1997. Increase uptake of LDL by oxidized macrophages is the result of an initial enhanced ldl receptor activity and of a further progressive oxidation of LDL. Free Radiction Biologicla Medicine. 23(1): 34-46.

Gibsin, G.R., Fuller, R. 2000. Aspects of in vitro and in vivo research approaches directed toward identifying probiotics and probiotics for human use. Journal of Nutrition. 130: 391–395.

Gilliland, S.E., Nelson, C.R., Maxwell, C. 1985. Assimilation of cholesterol by *Lactobacillus acidophilus* bacteria. Applied and environmental microbiology. 49: 377-381.

Goyal, R.K., Kadnur, S.V. 2006. Beneficial effects of *Zingiber officinale* on goldthioglucose induced obesity. Fitoterapia. 77(3): 160-163.

Kalavathy, R., Abdullah, N., Jalaludin, S., Wong, C.M., Ho, Y.W. 2008. Effect of *Lactobacillus cultures* and oxytetracycline on the growth performance and serum lipids of chickens. International Journal Poulttion Science. 7(4): 385-389.

Klaver, F.A., Van-der-meer, R. 1993. The assumed assimilation of cholesterol by Lactobacilli and Bifidobacterium bifidum is due to their bile salt deconjugating activity. Applied Environmental Microbiology. 59: 1120-1124.

Kunda, J.K., Surh, H.K., Ginger, Y.J. 2009. Derived phenolic substances with cancer preventive and therapeutic potential. Forum Nutrition. 61: 182–192.

Lee, H.S., Seo, E.Y., Kang, N.E., Kim, W.K. 2008. *Gingerol inhibits* metastasis of MDA-MB-231 human breast cancer cells. Journal of Nutrition Biochemistry. 19(5): 313-9.

Leeson, S., Diaz, G., Summers, J.D. 1995. Poultry Metabolic Disorders and Mycotoxins. University Books. Guelph, Ontario, Canada. 5: 29– 46.

Mohan, B.R., Kadirvel, R., Bhaskaran, M. 1996. Effect of probiotic supplementation on growth nitrogen utilization and serum cholesterol in broilrs. Br. Poultion Science. 37: 395 – 401.

Nammi, S., Kim, M.S., Gavande, N.S., Li, G.Q., Roufogalis, B.D. 2010. Regulation of low-density *lipoprotein* receptor and 3-hydroxy-3-methylglutaryl coenzyme A reductase expression by *Zingiber* officinale in the liver of high-fat diet-fed rats. Basic Clinical Pharmacology Toxicology. 106(5): 389-95.

Nammi, S., Sreemantula, S., Roufogalis, B.D. 2009. Protective effects of ethanolic extract of *Zingiber officinale* rhizome on the development of metabolic syndrome in high-fat diet-fed rats. Basic Clinical Pharmacology Toxicology. 104(5): 366-373.

Nigam, N., Bhui, K., Prasad, S., George, J., Shukla, Y. 2009. [6]- Gingerol induces reactive oxygen species regulated mitochondrial cell death pathway in human epidermoid carcinoma A 431 cells. Chemical Biological Interaction. 181(1): 77– 84.

Owen, R.L., Wideman, J.R., Cowen, B.S. 1995. Changes in poulmonary arterial and femoral arterial blood pressure upon acute exposure to hypobaric hypoxia in broiler chickens. Poultion Science. 74(12): 708 – 715.

Pan, M.H., Hsieh, M.C., Kuo, J.M., Lai, C.S., Wu, H. 2008. 6-shogaol induces apoptosis in human colorectal carcinoma ceels via ROS production, caspase activation, and GADD 153 expression. Molecular Nutrition Food Research. 52(5): 527– 537.

Panda, A.K., Reddy, M.R., Praharaj, N.K. 2001. Dietary supplementation of probiotic on growth, serum cholesterol and gut microflora of broilers. Indian Journal Animal Science. 71: 488-490.

Pascot, A., Lemieux, I., Prud'homme, D., Tremblay, A., Nadeau, A., Couillard. C. 2001. Reduced HDL particle size as an additional feature of the atherogenic dyslipidemia of abdominal obesity. Journal lipid Research. 42: 2007- 2014.

Riddell, C. 1985. Cardiomyopathy and ascites in broiler chickens, Proceedings of 34th Western Poultry Disease Conference, Austria.

Rehman, R., Akram, M., Akhtar, N., Jabeen, G., Saeed, T., Ali Shah, S.M. 2011. *Zingiber officinale* Roscoe (pharmacological activity). Journal of Medicinal Plants Research. 5: 344-438.

Rhode, J., Fogros, S., Zick, S., Wahl, H., Griffith, K.A., Huang, J., Liu, G.R. 2007. Ginger inhibits cell growth and modulates angiogenic factors in ovarian cancer cells. BMC Complement Altern Medicine. 20: 44-49.

Shirdel, Z., Mirbadalzadeh, R., Hossein, M. 2009.Tasire antidiabetic va antilipidemic zanjabil dar rathaye diabeti shode ba alloxanemonohydrate va moghayeseye an ba daruye glibenclamide. Iran Journal Diabetes Lipid Disorder. 9(1): 7-15.

Vijaya Padma, V., Arul, D., Christie, S., Ramkuma, K.M. 2007. Induction of apoptosis by ginger in HEP-2 cell line is mediated by reactive oxygen species. Basic Clinical Pharmacology Toxicology. 100(5): 302 – 307.

Wang, H.M., Chen, C.Y., Chen, H.A., Huang, W.C., Lin, W.R. 2010. *Zingiber officinale* (ginger) compounds have tetracycline – resistance modifying effects against clinical extensively drug – resistant *Acinetobacter baumannii*. Phytothermal Research. 24(12): 1825-1830.

Effect of hydroalcholic extract of ginger (*Zingiber officinale*) on blood lipids in ascites induced boiler chicks fed with and without probiotics

Fereshteh Dadfar[1]*, Habibollah Johary[2], Marjan Haghighat Jahroomi[2]

[1] Departement of Biology,Payame Noor University, Tehran, Iran

[2] Departement of Biology, Islamic Azad University, Drab Branch

Abstract

Ginger is known as a spice and medicinal herb. It's compounds exhibit antioxidant activity. Probiotics are vivid and specific microorganisms whose use in the animal increases nutrient digestibility and resistance to pathogens. Ascites is one of the most important symptoms of underlying illnesses, which make it possible to assess the diagnosis and treatment appropriately.In order to investigate the effect hydro-alcoholic extract of ginger and probiotic on some blood lipids. 168 twenty-one day old male boiler chicks Ross 308, which was divided into eight experimental groups (control, ginger extract, Probiotic treatment, Probiotic treatment and ginger extract,Induced ascites, Induced ascites and ginger extract, induced ascites and probiotic treatment, induced ascites and ginger extract and probiotic). The extract Ginger treatment had the lowest levels of triglyceride, LDL and highest of HDL.The Probiotics and ginger extract treatment had the lowest levels of blood cholesterol. So hydroalcoholic extract of ginger reduced the amount of lipid forms is present in the serum. Antioxidant properties of ginger lead to the loss of free radicals and prevent lipid peroxidation resulting in a decrease in serum cholesterol and triglyceride levels and reduced the degree of damage caused by hypercholesterolemia and hypertriglyceridemia.

Keywords: Ginger, probiotic, ascites, boiler chick, Lipids

* email: fdadfar@pnu.ac.ir

تاثیر اسیدسالیسیلیک بر شاخص های جوانه زنی و رشد اولیه گیاه استویا (*Stevia rebaudiana*) تحت تنش خشکی

عاطفه میرزایی ، علی سپهری*

گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه بوعلی سینا، همدان ، ایران

چکیده

تنش خشکی یکی از مهمترین تنش های زیست محیطی است که در مراحل اولیه رشد گیاهان تاثیر زیادی داشته و سبب کاهش جوانه زنی و استقرار گیاهچه می شود. پیش تیمار بذور با برخی ترکیبات تنظیم کننده رشد مانند اسید سالیسیلیک می‌تواند قدرت جوانه زنی و استقرار گیاهچه را افزایش دهد. به منظور بررسی اثرات پیش تیمار بذر گیاه استویا با غلظت‌های مختلف اسید سالیسیلیک بر شاخص‌های جوانه زنی تحت تنش خشکی، آزمایشی به صورت طرح کاملا تصادفی در سه تکرار در آزمایشگاه فیزیولوژی بذرگیاهان زراعی گروه زراعت و اصلاح نباتات دانشکده کشاورزی دانشگاه بوعلی سینا در سال ۱۴۰۰ انجام شد. تیمارهای مورد بررسی شامل پیش تیمار بذور با سه غلظت اسید سالیسیلیک (صفر، ۰/۵ و ۱ میلی مولار) و تنش خشکی با استفاده از پلی اتیلن گلایکول ۶۰۰۰ در چهار سطح (صفر، ۳-، ۶- و ۹- بار) بود. اثر خشکی بر شاخص های درصد و سرعت جوانه‌زنی، طول گیاهچه و شاخص بنیه بذر در سطح یک درصد معنی‌دار و بر متوسط زمان جوانه‌زنی در سطح ۵ درصد بود. با افزایش تنش خشکی از ۳ - به -۹ بار درصد جوانه زنی بذر به ترتیب ۱۷/۸، ۳۰/۷، ۴۰/۹ درصد کاهش یافت. کمترین سرعت جوانه‌زنی بذور در پتانسیل ۹- بار مشاهده شد. متوسط زمان جوانه زنی بذر بین ۳/۸۳ و ۵/۲۸ روز در تیمارهای مختلف خشکی متغیر بود. با افزایش تنش خشکی از ۳-، ۶- و ۹- بار شاخص بنیه بذر به ترتیب ۱۱/۳، ۴۷/۱، ۷۹/۲ درصد کاهش یافت. همچنین اثر اسید سالیسیلیک بر شاخص های سرعت جوانه‌زنی، ، طول گیاهچه و شاخص بنیه بذر در سطح یک درصد معنی‌دار ولی بر درصد جوانه‌زنی و متوسط زمان جوانه‌زنی در سطح ۵ درصد معنی‌دار بود. بیشترین درصد جوانه‌زنی در شرایط پیش تیمار بذور با اسیدسالیسیلیک ۱ میلی مولار بدست آمد. با افزایش غلظت اسیدسالیسیلیک از ۰/۵ به ۱ میلی مولار درصد جوانه زنی بذور نسبت به شاهد (پیش تیمار با آب)، به ترتیب ۶/۲، ۱۰/۳درصد افزایش یافت. بیشترین شاخص بنیه بذر در غلظت های ۰/۵ و ۱ میلی مولار اسیدسالیسیلیک به ترتیب معادل ۹۱/۰۵، ۹۷/۲۸ حاصل شد. نتایج نشان داد پیش تیمار بذور استویا با غلظت ۱ میلی مولار اسید سالیسیلیک در بهبود شاخص های جوانه زنی موثر است.

واژگان کلیدی: استویا، اسیدسالیسیلیک ، جوانه زنی، شاخص بنیه بذر

۱. مقدمه

* E-mail:a_sepehri@basu.ac.ir; sepehri2748@gmail.com

استویا (*Stevia rebaudiana*) گیاهی از خانواده Asteraceae است که مقدار بالایی قند دی‌ترپن (۲۰-۴ درصد) در ماده خشک برگ آن وجود دارد. این گیاه به خاطر داشتن دی‌ترپن استویول گلیکوزید که خاصیت شیرین کنندگی دارد، به برگ عسلی یا برگ شیرین مشهور است. امروزه شیرین کننده های مصنوعی فراوانی در بازار وجود دارد که مصرف آنها دارای عوارض نامطلوب برای انسان می‌باشد. این گیاه می‌تواند جایگزین مناسبی برای شیرین کننده های مصنوعی باشد. همچنین جایگزین بسیار خوبی برای شکر محسوب شده و برای افراد دارای بیماری دیابت و قلب مفید است. گزارش شده بذر گیاه استویا بدلایل متعدد در جوانه‌زنی بذر با مشکلاتی همراه است . از سوی دیگر در شرایط تنش خشکی درصد جوانه زنی بذر کاهش می یابد. تنش خشکی یکی از مهمترین تنش های زیست محیطی است که در مراحل اولیه رشد گیاهان تاثیر زیادی داشته و سبب کاهش جوانه زنی و استقرار گیاهچه می‌شود. پیش تیمار بذور با برخی ترکیبات تنظیم کننده رشد مانند اسید سالیسیلیک می‌تواند قدرت جوانه زنی و استقرار گیاهچه را افزایش دهد. اسیدسالیسیلیک نقش مهمی در تنظیم فرآیندهای رشد و نموی در گیاهان تحت تنش داشته و گزارش شده گیاهانی که با اسیدسالیسیلیک پیش تیمار شده اند جوانه زنی انها تحریک شده و استقرار گیاهچه بهتر صورت می‌گیرد. با توجه به اهمیت تولید گیاه دارویی استویا و ضرورت روند توسعه کشت این گیاه در مناطق خشک و نیمه خشک، این تحقیق به بررسی تاثیر پیش تیمار غلظت های مختلف اسیدسالیسیلیک تحت تنش خشکی بر خصوصیات جوانه زنی و رشد اولیه این گیاه می پردازد.

۲. مواد و روش‌ها

آزمایش به منظور بررسی اثر تنش خشکی و پیش تیمار اسیدسالیسیلیک بر شاخص‌های جوانه‌زنی و رشد اولیه بذور گیاه استویا به صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با ۳ تکرار در آزمایشگاه فیزیولوژی بذر گیاهان زراعی دانشکده کشاورزی دانشگاه بوعلی سینا اجرا شد. تیمارهای مورد بررسی شامل پیش تیمار بذور با سه غلظت اسید سالیسیلیک (صفر، ۰/۵ و ۱ میلی مولار) و تنش خشکی با استفاده از پلی اتیلن گلایکول ۶۰۰۰ در چهار سطح (صفر، ۳-، ۶- و ۹- بار) بود. .ابتدا بذور پس از ضدعفونی توسط پنس در پتری‌دیش ۹ سانتی‌متری استریل قرار داده شدند. بذرها به منظور آزمون جوانه‌زنی استاندارد در دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد به مدت ۱۰ روز در ژرمیناتور نگهداری شدند و شمارش بذرهای جوانه‌زده از روز دوم به صورت روزانه در زمان مشخص تا روز دهم صورت گرفت. معیار جوانه زنی بذور خروج ریشه چه (۱ میلی متر) در نظرگرفته شد. درصد جوانه زنی۱، سرعت جوانه زنی۲، متوسط زمان جوانه زنی۳ (صادقی و همکاران، ۱۳۹۱)، شاخص بنیه بذر۴(Li et al., 2013) طول گیاهچه اندازه گیری شد.

۱) درصد جوانه زنی (GP):

$$GP = (Ng/Tn) \times 100$$

در این رابطه Ng تعداد بذرهای جوانه زده، Tn تعداد کل بذور هستند.

۲) سرعت جوانه زنی (GR):

$$GR = \sum (Gt/Dt)$$

Gt تعداد بذرهای جوانه زده در روز t ام، Dt تعداد روز پس از کاشت.

۳) متوسط زمان جوانه زنی (MGT):

$$MGT = \sum (Gt/Tt)/\sum Gt$$

Gt تعداد بذرهای جوانه زده در روز t ام، Tt زمان متناظر برای Gt در روزها.

۴) شاخص بنیه بذر (VI):

VI = درصد جوانه زنی × طول گیاهچه

تجزیه آماری بپس از اطمینان از نرمال بوده باقیمانده داده ها با استفاده از نرم‌افزار SAS نسخه ۹/٤ انجام شد و مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون LSD در سطح احتمال ۵ درصد انجام شد.

۳. نتایج و بحث

نتایج نشان داد اثر تنش خشکی بر شاخص های درصد و سرعت جوانه‌زنی،، طول گیاهچه و شاخص بنیه بذر در سطح یک درصد و بر متوسط زمان جوانه‌زنی در سطح ۵ درصد اثر معنی‌داری داشت (جدول ۱). نتایج مقایسه میانگین ها نشان داد که با افزایش شدت تنش خشکی تا ۹- بار درصد جوانه‌زنی کاهش یافت به طوری که بیشترین درصد جوانه‌زنی در شرایط بدون تنش معادل ۸۱ درصد بدست آمد. با افزایش تنش خشکی از ۳ - به ۹- بار درصد جوانه زنی بذر به ترتیب ۱۷/۸، ۳۰/۷، ۴۰/۹ درصد کاهش نشان داد (جدول ۲).

سرعت جوانه‌زنی بذر نیز تقریبا با همین نسبت با افزایش تنش خشکی روند کاهشی داشت. به طوری که کمترین سرعت جوانه‌زنی بذور در پتانسیل ۹- بار مشاهده شد. متوسط زمان جوانه‌زنی هم تحت تیمار تنش خشکی قرار گرفت و بیشترین مقدار آن در تنش شدید اتفاق افتاد. متوسط زمان جوانه زنی بذر بین ۳/۸۳ و ۵/۲۸ روز در تیمارهای مختلف خشکی متغیر بود. با افزایش تنش خشکی جذب آب توسط بذرها کاهش یافته و مدت زمان مورد نیاز برای جذب آب زیاد می شود (Gill et al., 2002).

با افزایش تنش خشکی تا ۹- بار میانگین طول گیاهچه به شدت رو به کاهش گذاشت، بیشترین میانگین طول گیاهچه مربوط به شاهد و تنش خشکی ملایم (۳- بار) بود. همچنین مقایسه میانگین های شاخص بنیه بذر نشان داد که با افزایش شدت تنش خشکی تا ۹- بار این شاخص افت پیدا کرد به طوری که با افزایش تنش خشکی از ۳ – به ۹- بار درصد شاخص بنیه بذر به ترتیب ۱۱/۳، ۴۷/۱، ۷۹/۲ درصد کاهش یافت. بیشترین شاخص بنیه بذر در شرایط بدون تنش بدست آمد(جدول ۲).

جدول ۱- تجزیه واریانس تأثیر خشکی و اسیدسالیسیلیک بر شاخص‌های جوانه‌زنی بذر استویا وزن خشک گیاهچه

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات(MS)				
		درصد جوانه‌زنی	سرعت جوانه‌زنی	متوسط زمان جوانه‌زنی	بنیه بذر	طول گیاهچه
خشکی	۳	۱۲۹۰/۶۳**	۹/۶۵**	۰/۵۷*	۱۴۰۱۰/۱۳**	۱/۸۶**
اسیدسالیسیلیک	۲	۸۷/۶۰*	۱/۰۷**	۰/۱۵*	۷۶۷/۲۵**	۰/۰۹**
خشکی × اسیدسالیسیلیک	۶	۶/۴۸ ns	۰/۱۴ ns	۰/۰۹ ns	۲۷/۵۹ ns	۰/۰۰۴ ns
اشتباه آزمایشی	۲۴	۲۳/۲۳	۰/۲۵	۰/۰۸	۸۸/۸۰	۰/۰۰۸
ضریب تغییرات (٪)	–	۱۰/۰۵	۱۱/۰۵	۶/۰۶	۱۰/۰۱	۹/۰۷

ns، * و ** به ترتیب غیر معنی‌دار، معنی‌دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد.

اثر اسید سالیسیلیک نیز بر شاخص های سرعت جوانه‌زنی، طول گیاهچه و شاخص بنیه بذر در سطح یک درصد معنی‌دار بود ولی بر درصد جوانه‌زنی و متوسط زمان جوانه‌زنی در سطح ۵ درصد اثر معنی‌داری داشت (جدول ۱). نتایج مقایسه میانگین ها نشان داد که پیش تیمار بذور با اسیدسالیسیلیک درصد جوانه‌زنی افزایش یافت به طوری که بیشترین درصد جوانه‌زنی در شرایط پیش تیمار بذور با اسیدسالیسیلیک ۱میلی مولار بدست آمد. با افزایش غلظت اسیدسالیسیلیک از ۰/۵ به ۱ میلی مولار درصد جوانه زنی بذر نسبت به شاهد (پیش تیمار با آب)، به ترتیب ۶/۲، ۱۰/۳درصد افزایش یافت. سرعت جوانه‌زنی بذر نیز با افزایش غلظت اسیدسالیسیلیک روند افزایشی نشان داد. به طوری که بیشترین سرعت جوانه‌زنی بذر با پیش تیمار اسیدسالیسیلیک ۱ میلی مولار مشاهده شد(جدول ۳).

متوسط زمان جوانه‌زنی بذور نیز تحت تاثیر پیش تیمار اسیدسالیسیلیک قرار گرفت و کمترین مقدار آن در غلظت ۱ میلی مولار اسیدسالیسیلیک اتفاق افتاد. شکاری و همکاران (۲۰۱۰) گزارش کردند با پیش تیمار بذور گاوزبان با اسیدسالیسیلیک درصد و سرعت جوانه‌زنی بذر افزایش یافته است. متوسط زمان جوانه زنی بذر بین ۳/۱۲ و ۶/۰۸ روز در تیمارهای مختلف متفاوت بود. با افزایش غلظت اسیدسالیسیلیک میانگین طول گیاهچه بیشتر شد. بالاترین میانگین طول گیاهچه مربوط به هر دو غلظت مصرفی اسیدسالیسیلیک بود.

از سوی دیگر مقایسه میانگین شاخص بنیه بذر حاکی از افزایش این شاخص با پیش تیمار اسیدسالیسیلیک بود به طوری که بیشترین شاخص بنیه بذر در غلظت های ۰/۵ به ۱ میلی مولار اسیدسالیسیلیک به ترتیب معادل ۹۱/۰۵، ۹۷/۲۸، حاصل شد(جدول ۳). قبلا گزارش شده اسیدسالیسیلیک نقش حفاظتی مهمی در ایجاد مقاومت به تنش‌های محیطی در گیاهان ایفا می کند (Raskin,1992).

جدول ۲- مقایسه میانگین خشکی بر شاخص‌های جوانه‌زنی بذر استویا

خشکی (بار)	درصد جوانه‌زنی	سرعت جوانه‌زنی (بذر در روز)	متوسط زمان جوانه‌زنی (روز)	شاخص بنیه بذر	طول گیاهچه (میلی متر)
۰	۸۱/۷۷ a	٤/۹۹ a	۳/۸۳ c	۹۹/۲۲ a	۱٤/۷ a
-۳	٦۷/۱۱ b	٤/۱٤ b	٤/۹۲ bc	۸۸/۷۷ b	۱۳/۲ b
-٦	٥٦/٦٦ c	٤/۱۰ b	٥/۱٦ ab	٥۳/۱۱ c	۹/۳ c
-۹	٤٥/۷٤ d	۲/٦۳ c	٥/۲۸ a	۲۱/۷۰ d	٤/۷ d

میانگین های با حروف مشابه در هر ستون براساس آزمون LSD در سطح احتمال ۵ درصد اختلاف معنی‌داری ندارد.

جدول ۳- مقایسه میانگین اسیدسالیسیلیک بر شاخص‌های جوانه‌زنی بذر استویا

اسیدسالیسیلیک	درصد جوانه‌زنی (٪)	سرعت جوانه‌زنی (بذر در روز)	متوسط زمان جوانه‌زنی (روز)	شاخص بنیه بذر	طول گیاهچه (میلی متر)
شاهد	۸۲/۳۳ b	٤/٦٥ b	۳/۱۲ c	۷۰/۸۲ b	۸/٥ b
اسید۰/۵ میلی مولار	۸۷/٥۱ a	٦/۲۲ a	٥/۸۷ ab	۹۱/۰٥ a	۱۰/٤a
اسید ۱میلی مولار	۹۰/۸۷ a	٦/۰۲ a	٦/۰۸ a	۹۷/۲۸ a	۱۰/۷ a

میانگین های با حروف مشابه در هر ستون براساس آزمون LSD در سطح احتمال ۵ درصد اختلاف معنی‌داری ندارد.

٤. نتیجه‌گیری

مطالعه حاضر نشان داد با افزایش تنش خشکی توسط پلی اتیلن گلایکول در محیط میزان جوانه زنی استویا ، شاخص‌های مرتبط با جوانه زنی کاهش یافت ولی پیش تیمار بذور با اسیدسالیسیلیک سبب افزایش شاخص‌های جوانه زنی بذور گیاه استویا شد که وابسته به غلظت اسیدسالیسیلیک بود.

منابع

Raskin, I. 1992. Role of salicylic acid in plants. Annual Review of Plant Biology 43(1): 439-463

Karimi, M., Hashemi, J., Ahmadi, A., Abasi, A., 2013. Effect of drought stress on the growth and content of steviol glycosides in Stevia plant. Iranian Journal of crop plants, 44(4): 693-702.

Raji, A. A., Mohammad, B. O., Zarina, B. Z., 2015. Acclimatized apparatus enhanced seed germination in Stevia rebaudiana Bertoni. International Journal of Biology, 7:28-34.

Liopa-Tsakalidi, A., Kaspiris, G., Salahas, G., Barouchas, P., 2012. Effect of salicylic acid (SA) and gibberellic acid (GA1) pre-soaking on seed germination of Stevia (Stevia rebaudiana) under salt stress. Journal of Medicinal Plants Research. 6: 416-423.

Effect of salicylic acid on germination indices and initial growth of stevia (*Stevia rebaudiana*) seedlings under drought stress

Atefeh Mirzaei, Ali Seprhri*

[1, 2]Department of Agronomy and Plant Breeding, Faculty of Agriculture/ Bu Ali Sina University, Hamedan, Iran

Abstract

Drought stress is one of the most important environmental stresses that has a great impact on the initial stages of plant growth and causes a decrease in germination and seedling establishment. Pre-treatment of seeds with some growth regulating compounds such as salicylic acid can increase the germination rate and seedling establishment. In order to evaluate the effects of pretreatment of stevia plant seeds with different concentrations of salicylic acid on germination indices under drought stress, an experiment was conducted in the form of a completely randomized design in three replications in the laboratory of crop seed physiology, Department of Agriculture and Plant Breeding, Faculty of Agriculture, Bu Ali Sina University in 1400. The investigated treatments included seed pretreatment with three concentrations of salicylic acid (0, 0.5 and 1 mM) and drought stress using polyethylene glycol 6000 at four levels (0, -3, -6 and -9 bar). The effect of drought on the indicators of percentage and rate of germination, seedling length and seed vigor index was significant at the level of 1% and on the average time of germination at the level of 5%. With the increase of drought stress from -3 to -9 bar, the percentage of seed germination decreased by 17.8, 30.7, and 40.9 percent, respectively. The lowest seed germination rate was observed at -9 bar potential. The average seed germination time varied between 3.83 and 5.28 days in different drought treatments. With the increase of drought stress from -3, -6, and -9 bar, the seed germination index decreased by 11.3, 47.1, and 79.2 percent, respectively. Also, the effect of salicylic acid on the indicators of germination rate, seedling length and seed germination index was significant at the level of 1%, but it was significant at the level of 5% for the percentage of germination and the average time of germination. The highest percentage of germination was obtained in the conditions of seed pretreatment with 1 mM salicylic acid. By increasing the concentration of salicylic acid from 0.5 to 1 mM, the percentage of seed germination increased by 6.2% and 10.3%, respectively, compared to the control (pretreatment with water). The highest seed vigor index was obtained at concentrations of 0.5 and 1 mM salicylic acid, 91.05 and 97.28, respectively. The results showed that the pretreatment of stevia seeds with a concentration of 1 mM salicylic acid is effective in improving germination indicators.

Keywords: stevia, salicylic acid, germination, vigor index

* e-mail : a_sepehri@basu.ac.ir: sepehri2748@gmail.com

تاثیر اسانس و عصاره گیاهان دارویی بومادران و کارده بر رشد گیاه ریحان آلوده به سس

حمید دهقانی، محمدعلی شیخ محسنی *، رویا تقی زاده

مرکز آموزش عالی شهید باکری میاندوآب، دانشگاه ارومیه ، ارومیه

چکیده

با توجه به اهمیت خساراتی که گیاه انگلی سس بر مزارع گیاهان زراعی و حتی گیاهان دارویی (مانند ریحان) می‌گذارد، در این تحقیق اثر اسانس گیاه بومادران (*Achillea millefolium*) و عصاره گیاه کارده (*Biarum carduchorum*) برای کنترل آلودگی گیاه دارویی ریحان (*Ocimum Basilicum L.*) توسط گیاه انگلی سس (*Cuscuta campestris*)، بررسی شد. تیمارها در قالب طرح بلوک کامل تصادفی در سه تکرار اعمال شد، این تیمارها شامل محلول اسانس بومادران (۱۰۰ ppm) و عصاره هیدروالکلی کارده (۲۵ درصد اتانول-آب) بود. جهت امکان سنجی اولیه تأثیر تیمارهای مورد نظر، از روش کشت حوله‌ای و کشت در پتری دیش در آزمایشگاه استفاده شد. در این دو روش بذر ریحان و بذر سس کشت شده و تیمارهای مورد نظر اعمال شدند. مشاهدات این آزمایش نشان از تأثیر گذار بودن اعمال تیمارها در بهبود جوانه زنی ریحان و کنترل جوانه زنی سس داشت. در کشت گلخانه‌ای، مرحله اول اعمال تیمارها بلافاصله بعد از کشت، مرحله دوم در زمان چهار برگی و مراحل بعدی به صورت دو هفته یک بار تا زمان گلدهی انجام گرفت. تجزیه آماری صفات مورفولوژیکی گیاه ریحان نشان داد که اسانس بومادارن بیشترین تأثیر در بهبود همه صفات مورفولوژیکی داشت. عصاره کارده نیز سبب بهبود اغلب صفات نسبت به شاهد شده بود. اندازه گیری جرم سس نمونه‌های آلوده به سس در زمان برداشت نشان داد که اعمال تیمارهای اسانس بومادران و عصاره کارده تأثیر بسزایی در کنترل رشد سس داشتند.

واژگان کلیدی: انگل،آفات، موادفیتوشیمیایی، سوکسله،کلونجر.

۱. مقدمه

امروزه رویکرد بسیاری از مردم عادی و حتی دانشمندان حوزه‌های پزشکی و غذایی به استفاده بیشتر از ترکیبات طبیعی برگرفته شده از گیاهان و به خصوص گیاهان دارویی معطوف شده است (محمدی زیدی و همکاران، ۱۳۹۱). بنابراین کشت و پرورش گیاهان دارویی مختلف و اهلی کردن گونه‌های وحشی آن‌ها می‌تواند در تأمین مواد گیاهی مورد نیاز به عنوان ترکیبات طبیعی مودر استفاده در زمینه‌های مختلف صنایع غذایی، داروسازی و پزشکی نقش مهمی داشته باشد. در این مسیر نباید اهمیت روش‌های کنترل آفات و بیماری‌های گیاهی در بهبود محصولات حاصل از گیاهان دارویی را فراموش کرد.

گیاهان دارویی، که اغلب به صورت خودرو و وحشی هستند، همانند سایر گیاهان زراعی می توانند تحت تاثیر مجموعه‌ای از ویژگی‌های ژنتیکی، بوم شناختی، فیزیولوژیکی و محیطی قرار گیرند. بنابراین، می‌توان تعداد زیادی از این گیاهان را با بررسی شرایط و نیازهای فیزیولوژیکی به صورت زراعی در آورد و با بهینه کردن شرایط لازم برای پرورش آنها، عملکرد رشدی و کیفیت ترکیبات شیمیایی موجود در آنها را به صورت دلخواه بهبود داد (Van Wyk and Prinsloo, 2018). اما زراعت گیاهان دارویی همانند سایر گیاهان، مشکلات متعددی مانند علف‌های هرز را به دنبال دارد.

علف‌های هرز یکی از مشکلات عمده در اراضی زراعی هستند و سالانه خسارات هنگفتی به کشاورزان وارد می کنند. علفهای هرز یکی از عوامل محدود کننده تولید محصولات کشاورزی می‌باشند که به دلیل سازگاری بیشتر با محیط به شدت با گیاهان زراعی رقابت می کنند (رحمتی و همکاران، ۱۳۹۴).

ریحان یک گیاه مهم دارویی از خانواده نعناعیان (Lamiaceae) است که نام علمی آن *Ocimum basilicum* L. می‌باشد. ریحان به عنوان یک سبزی خوراکی می‌باشد که برگ‌های خشک شده‌ی آن به عنوان طعم دهنده و برای کمک به هضم غذا به بسیاری از غذاها اضافه می‌شود. این گیاه از دیرباز برای محافظت از فساد مواد غذایی و همچنین به عنوان سبزی تازه استفاده می‌شود (Shahrajabian et al., 2020).

گیاه سِس (*Cuscuta campestris*) یکی از مهمترین علف‌های هرز مزارع محسوب می‌شود. سس فاقد برگ و کلروفیل است و از این رو این گیاه قادر به انجام فتوسنتز و تأمین غذای خود نیست. بنابراین این گیاه برای زنده ماندن باید گیاهی را به عنوان میزبان انتخاب کرده و در نتیجه کاملاً وابسته به میزبان خود می‌باشد و یک گیاه انگلی محسوب می‌شود. سس با وارد کردن اندام‌های مکنده به داخل آوندهای میزبان از شیره پرورده آن استفاده می کند. این پدیده باعث کاهش رشد میزبان شده و عملکرد آن را به شدت کاهش می‌دهد. علف هرز انگلی سِس می‌تواند برخی از گیاهان دارویی مانند ریحان را به عنوان میزبان انتخاب نماید (نصیبی و همکاران، ۱۳۹۸). بنابراین باید از روش‌هایی استفاده کرد تا آلودگی گیاهان زراعی و دارویی توسط گیاه سس به حداقل برسد.

در این تحقیق از عصاره یا اسانس دو گیاه بومادران و کارده برای کنترل رشد و آسیب رسانی گیاه انگلی سس استفاده خواهد شد. با توجه به ترکیبات فیتوشیمیایی موجود در این دو گیاه و تحقیقات انجام گرفته روی خصوصیات علف کشی و ضد انگل آن‌ها، انتظار می‌رود پاسخ های مناسبی از اثر عصاره یا اسانس این گیاهان در کنترل گیاه انگلی سس و محافظت از گیاه دارویی ریحان دریافت شود.

۲. مواد و روش‌ها

۱.۲. جمع آوری و آماده سازی نمونه‌های گیاهی

گیاه دارویی بومادران از ارتفاعات روستای زیوکه و ماشکان از توابع شهرستان پیرانشهر و گیاه دارویی کارده از دامنه کوه حاجی ابراهیم واقع در کیلومتر ۱۰ مرز عراق-پیرانشهر و در تابستان ۱۴۰۰ جمع آوری شدند. نمونه‌های بذر و ساقه‌های رونده گیاه انگلی سس از مزارع چغندرقند واقع در شهرستان پیرانشهر و در تابستان ۱۴۰۰ جمع آوری گردید. بذر ریحان مناسب و یک دست از شرکت پاکان بذر اصفهان تهیه گردید.

۲.۲. روش اسانس‌گیری و عصاره‌گیری

پس جمع آوری گیاهان بومادران و کارده، نمونه‌های گیاهی از ضایعات جدا، و بعد از خشک کردن در سایه و خرد کردن گیاهان، به آزمایشگاه مرکز آموزش عالی شهید باکری میاندوآب جهت اسانس گیری و عصاره گیری منتقل شدند. اسانس‌گیری از گیاه بومادارن توسط کلونجر انجام گرفت. عصاره گیری از گیاه کارده نیز توسط دستگاه سوکسله و با حلال ۲۵ درصد اتانول-آب انجام شد.

۳.۲. روش کشت و اعمال تیمارها

برای کشت گلخانه‌ای، در هر گلدان ۴۰ عدد بذر ریحان با فاصله مشابه کشت و برچسب زنی روی گلدان‌ها به صورت تصادفی انجام گرفت. پس از رشد گیاهچه‌ها، تنک کردن آنها انجام تا درهر گلدان فقط ۸ گیاه باقی بماند. برای آلوده کردن گیاه به سس (در حالت‌های آلوده به سس) تعداد ۱۰ عدد بذر سس که خواب آن شکسته شده است در گلدان های آلوده، کشت شد (میقانی و همکاران، ۱۳۹۵). مرحله اول اعمال تیمارها در موقع کشت و با آب آبیاری انجام گردید. مرتبه دوم اعمال تیمارها در مرحله چهار برگی و به صورت محلول‌پاشی انجام شد. مراحل بعدی اعمال تیمارها به صورت دو هفته یک بار تا زمان گلدهی و به صورت محلول‌پاشی انجام گردید (نصیبی و همکاران، ۱۳۹۸). برداشت در زمان گلدهی انجام شد و صفات مورفولوژیکی گیاه شامل تعداد برگ، ارتفاع، قطر کانوپی، وزن گیاه خشک برای گیاه ریحان و سس اندازه گیری شد.

٤.۲. تجزیه و تحلیل آماری

پس از اتمام کارهای گلخانه‌ای و آزمایشگاهی داده‌های حاصل از اندازه‌گیری‌های مختلف در نرم افزار Excel ثبت گردید. سپس داده‌ها با نرم افزار SPSS مدل ۲۳، تجزیه و تحلیل شدند. قبل از بررسی آماری داده‌ها، نرمال بودن داده‌ها توسط آزمون کولموگروف-اسمیرنوف (Kolmogorov-Smirnov) انجام گرفت. مقایسات میانگین به وسیله آزمون دانکن در سطح احتمال یک و پنج درصد انجام گرفت. همچنین رسم نمودارها با نرم افزار SPSS صورت گرفت.

۳. نتایج و بحث

به منظور بررسی تاثیر استفاده از اسانس بومادران و عصاره کارده روی گیاه ریحان غیر آلوده و ریحان آلوده به گیاه انگلی سس، صفات مورفولوژیکی گیاه ریحان در دو قسمت شاخص‌های طولی و شاخص‌های وزنی مورد بررسی قرار گرفتند. نتایج

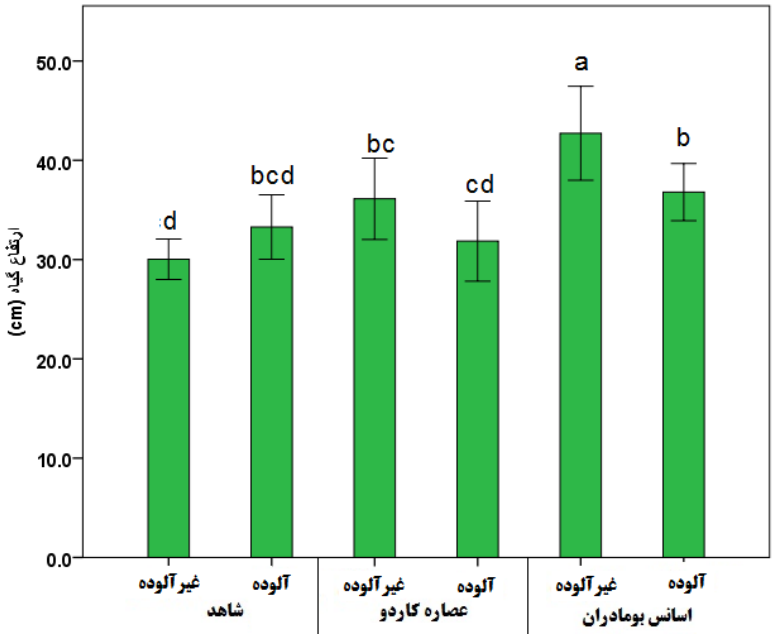
تجزیه واریانس برای صفات طولی گیاه دارویی ریحان در اثر اعمال تیمارهای مختلف نشان داد، اعمال تیمارها (اسانس بومادران و عصاره کارده) در سطح احتمال یک درصد بر صفات ارتفاع گیاه، قطر کانوپی، طول ساقه، طول برگ و عرض برگ اثر معنی دار دارند ولی اعمال تیمارها بر صفات طول گل و طول ریشه معنی دار نیست. همچنین تکرار بر هیچ کدام از صفات طولی تأثیر معنی دار ندارد (جدول ۱).

جدول ۱. نتایج تجزیه واریانس صفات مورفولوژیکی طولی گیاه ریحان آلوده و غیر آلوده به سس تحت تأثیر تیمارهای مختلف

تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات						
		ارتفاع گیاه	کانوپی	طول ساقه	طول برگ	عرض برگ	طول گل	طول ریشه
تکرار	۲	۰/۶۶ns	۱۹/۲۳۱ ns	۱۷/۹۵۱ ns	۰/۴۵۴ ns	۰/۱۶۳ ns	۴/۸۶۱ ns	۷/۸۲۳ ns
تیمار	۵	۹۱۳/۸۹۴**	۱۱۴/۲۷۳**	۷۳۹/۷۳۵**	۲۵/۱۸۸**	۵/۲۱۱**	۲۰/۷۴۲ns	۹/۶۷۴ns
خطا	۳۶	۸۱۲.۰۶۷	۱۱۴.۳۹۳	۶۰۸.۴۴۷	۱۴.۷۶۰	۴.۶۴۷	۳۳۸.۱۸۷	۸۰.۹۸۷
ضریب تغییرات (٪)		۱۷.۳۸	۲۱.۵۷	۱۹.۶۷	۱۹.۵۶	۲۰.۰۷	۲۲۶.۶۲	۲۲.۷۵
ns و **، به ترتیب بیانگر عدم تفاوت معنی دار و معنی دار در سطح احتمال یک درصد می‌باشند								

شکل ۱، ارتفاع گیاه ریحان آلوده و غیر آلوده به سس در تیمارهای مختلف را نشان می‌دهد. همانطور که در این شکل مشاهده می‌شود، ارتفاع گیاه ریحان با اعمال تیمار (اسانس بومادران و عصاره کاردو) افزایش یافته است. بیشترین ارتفاع مربوط به گیاه غیر آلوده به سس و با اعمال اسانس بومادران است. همچنین این شکل نشان می‌دهد که ارتفاع گیاه ریحان آلوده به سس در غیاب تیمار (شاهد)، اختلاف معنی داری با ارتفاع گیاه آلوده در حضور تیمارهای مختلف ندارد. کمترین ارتفاع گیاه ریحان متعلق به ریحان غیر آلوده به سس و بدون اعمال تیمار می‌باشد.

واژه آللوپاتی به وسیله مولیش در سال ۱۹۳۷ میلادی برای بیان اثرات متقابل شیمیایی بین گیاهان، خواه بازدارندگی یا تحریک کننده ابداع شد (میقانی و همکاران، ۱۳۹۵). آللوپاتی به صورت عکس العمل متقابل مستقیم یا غیرمستقیم بین دو گیاه یا موجود و نیز، اثر تحریک کنندگی یا بازدارندگی یک گیاه روی گیاهان دیگر، از طریق رهاسازی مواد شیمیایی به محیط، تعریف می‌شود (Kobayashi, 2004). مواد آزاد شده محیط توسط یک گیاه می‌تواند به صورت بازدارنده و یا تحریک کننده بر علف‌های هرز، گیاهان دیگر و حیوانات وحشی و میکروارگانیزم‌ها موثر باشد. این مواد آللوپاتیک که توسط یک گیاه تولید می‌گردد ممکن است به صورت تولید مواد فرار، شستشو از برگ‌ها، ترشح از ریشه و یا تخریب اندام‌های مرده گیاه بر گیاهان مجاور اثر بگذارد (Challa and Ravindra, 1998). مواد فرار دارای خواص آللوپاتیک می‌توانند در اسانس یک گیاه جمع آوری شده و برای بازدارندگی و یا تحریک رشد سایر گیاهان مورد استفاده قرار بگیرند (عزیزی و همکاران، ۱۳۸۵). در تحقیق حاضر، اثرات مواد شیمیایی موجود در اسانس بومادران بر رشد گیاه ریحان مشهود است.



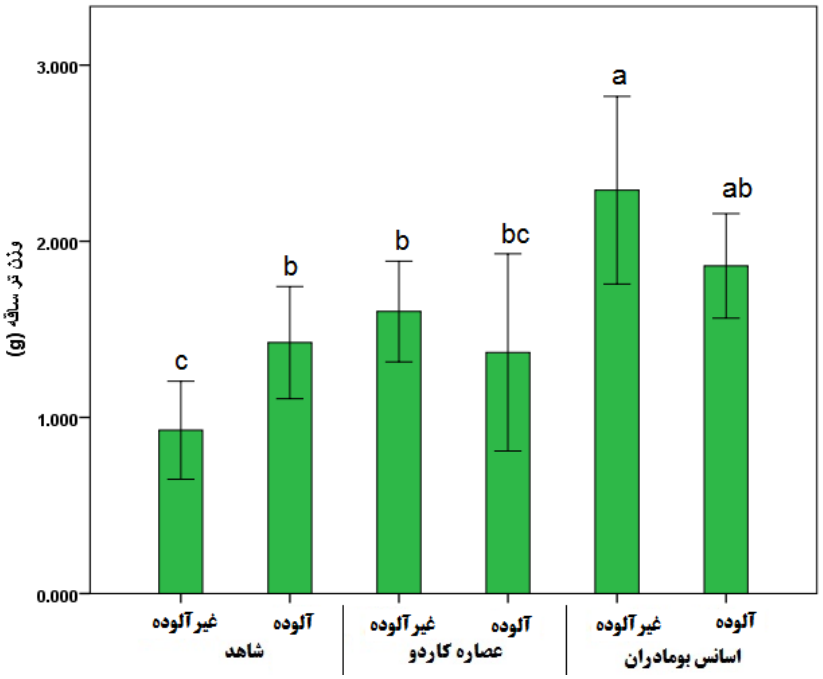
شکل ۱. ارتفاع گیاه ریحان آلوده و غیر آلوده به سس تحت تأثیر تیمارهای مختلف (میانگین‌های دارای حروف مشترک، بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال ۵ درصد تفاوت معنی دار آماری ندارند.)

نتایج تجزیه واریانس برای صفات وزنی گیاه دارویی ریحان در اثر اعمال تیمارهای مختلف نشان داد، اعمال تیمارها (اسانس بومادران و عصاره کارده) در سطح احتمال یک درصد بر صفات وزن تر ساقه، وزن تر برگ و وزن تر ریشه اثر معنی دار دارند ولی اعمال تیمارها بر صفات وزن تر گل، وزن خشک ساقه، وزن خشک برگ و وزن خشک گل معنی دار نیست. همچنین اعمال تیمارها بر صفت وزن خشک ریشه در سطح احتمال ۵ درصد معنی دار است. همچنین تکرار بر هیچ کدام از صفات وزنی تأثیر معنی دار ندارد (جدول ۲).

جدول ۲: نتایج تجزیه واریانس صفات مورفولوژیکی وزنی گیاه ریحان آلوده و غیر آلوده به سس تحت تأثیر تیمارهای مختلف

منبع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات							
		وزن تر ساقه	وزن تر برگ	وزن تر گل	وزن تر ریشه	وزن خشک ساقه	وزن خشک برگ	وزن خشک گل	وزن خشک ریشه
تکرار	۲	۰/۱۱^{ns}	۰/۰۲۳ *	۰/۰۱۳^{ns}	۰/۰۵۱ ^{ns}	۰/۰۰۳^{ns}	۰/۰۰۰^{ns}	۰/۰۰۲^{ns}	۰/۰۰۲^{ns}
تیمار	۵	۹/۶۹۹**	۰/۰۶۵**	۰/۱۰۱^{ns}	۰/۴۳۴**	۰/۰۷۶^{ns}	۰/۰۰۰^{ns}	۰/۰۱۴^{ns}	۰/۰۳۲*
خطا	۳۶	۸.۷۱۶	۰.۱۱۹	۱.۶۴۳	۰.۵۶۷	۰.۲۳۹	۰.۰۰۰	۰.۱۵۵	۰.۰۷۷
ضریب تغییرات (٪)		۴۱.۲۷	۳۲.۴۱	۲۴۰.۶۵	۴۲.۳۰	۳۹.۳۰	۴۴.۶۹	۴۳۲.۷۱	۵۱.۱۰
^{ns} عدم تفاوت معنی دار و معنی دار در سطح احتمال پنج و یک درصد									

به طوری که در شکل ۲ مشاهده می شود وزن تر ساقه گیاه ریحان با اعمال تیمار اسانس بومادران افزایش یافته و به بالاترین حد خود رسیده است. همچنین وزن تر ساقه ریحان آلوده به سس در غیاب شاهد اختلاف معنی داری با وزن تر گیاه آلوده در حضور تیمار های مختلف دارد.



شکل ۲. وزن تر ساقه گیاه ریحان آلوده و غیر آلوده به سس تحت تأثیر تیمارهای مختلف (میانگین‌های دارای حروف مشترک، بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال ۵ درصد تفاوت معنی دار آماری ندارند.)

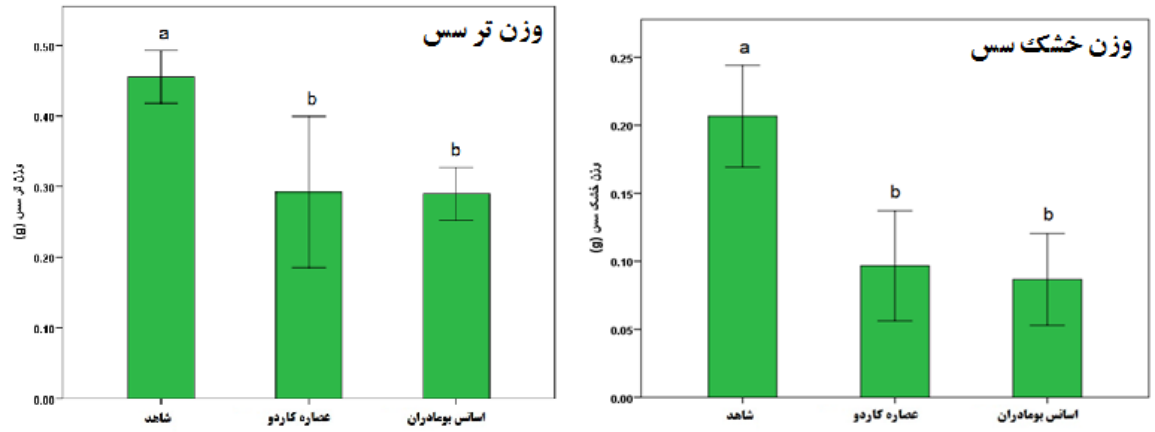
بعد از برداشت نهایی گیاهان، گیاه انگلی سس از نمونه‌های گیاه ریحان آلوده به سس جمع آوری و سپس وزن تر و وزن خشک آن اندازه گیری شد. نتایج تجزیه واریانس برای صفت جرم سس نشان داد اعمال تیمارهای اسانس بومادرن و عصاره کارده، در سطح احتمال یک درصد بر وزن تر سس و وزن خشک سس اثر معنی دار دارد ولی تکرار بر این صفات اثر معنی داری ندارد (جدول ۳).

جدول ۳: نتایج تجزیه واریانس جرم سس در گیاه ریحان آلوده به سس تحت تأثیر تیمارهای مختلف

منبع	درجه آزادی	میانگین	
		وزن تر سس	وزن خشک سس
تکرار	۲	۰/۰۱۷^{ns}	۰/۰۰۲^{ns}
تیمار	۲	۰/۱۶۲**	۰/۰۸۰**
خطا	۱۸	۰/۱۵۲	۰/۰۴۸
ضریب تغییرات (٪)		۳۳/۸۱	۵۵/۷۱
ns و **، به ترتیب بیانگر عدم تفاوت معنی‌دار و تفاوت معنی‌دار در سطح احتمال یک درصد می‌باشند			

همانطور که در شکل ۳ مشاهده می شود وزن تر و خشک سس با اعمال تیمارهای اسانس بومادران و عصاره کارده به کمترین مقدار خود رسیده است و بین تیمارها و شاهد اختلاف معنی داری وجود دارد. همچنین کمترین وزن خشک گیاه انگلی سس مربوط به تیمار اسانس بومادران می‌باشد. این شکل بیانگر اثر بازدارندگی تیمارهای اسانس بومادران و عصاره کارده جهت کنترل گیاه انگلی سس می‌باشد.

نصیبی و همکاران، در مطالعه ای که برای کنترل حمله سس به گیاه ریحان انجام دادند به این نتیجه رسیدند که کاراجینان، پلی ساکارید استخراج شده از جلبک های قرمز دریایی، می تواند به عنوان الیسیتور در برابر حمله سس و توقف پیشروی آن در گیاه میزبانش ریحان عمل نماید (نصیبی و همکاران، ۱۳۹۸). در تحقیقی دیگر، اثرات دگرآسیبی اندام‌های گیاه کرچک و عصاره آن‌ها بر جوانه زنی و رشد گیاه سس مورد بررسی قرار گرفت. نتایج آزمایش نشان داد که عصاره‌های آبی گیاه کرچک اثر معنی داری بر وزن خشک، طول گیاهچه و جوانه‌زنی سس داشتند (سیدی و همکاران، ۱۳۹۳).



شکل ۳. وزن تر و خشک گیاه انگلی سس جمع آوری شده از گیاه ریحان آلوده به سس تحت تأثیر تیمارهای مختلف

بنابراین می‌توان از توانایی آللوشیمیایی گیاهان در برنامه‌هایی که جهت مدیریت علف های هرز و یا پاتوژن‌های گیاهی طراحی شده‌اند، استفاده نمود (Xuan et al., 2005). به دلیل ساختار شیمیایی متنوع و ویژه مواد آللوشیمیایی، این مواد دارای محل‌های عمل مولکولی متمایزی در مقایسه با علف کش‌های شیمیایی بوده و از این رو، می‌توانند به صورت علف کش‌هایی جدید و نو جهت مقابله با علف‌های هرز مقاوم به علف کش به کار گرفته شوند (Anjam and Bajwa, 2005).

٤. نتیجه‌گیری

نتایج بررسی صفات مورفولوژیکی گیاه دارویی ریحان نشان داد که استفاده از اسانس گیاه دارویی بومادران و عصاره گیاه دارویی کارده بصورت محلول پاشی می توانند باعث تحریک کنندگی رشد گیاه ریحان شود. همچنین اعمال این تیمارها باعث کاهش رشد گیاه انگلی سس می‌شود. بنابراین این فرآیند به خاطر عدم استفاده از مواد شیمیایی، از لحاظ محیط زیستی سودمندی داشته و می‌تواند برای توسعه پایدار کشت گیاهان دارویی از جمله گیاه دارویی ریحان پیشنهاد شود.

منابع

رحمتی، ع.، آقاعلیخانی، م.، میقانی، ف.، دهقانی، ف.، ۱۳۹۴، ارزیابی اثر دگرآسیبی عصاره آبی اندام هوایی گندم در مراحل مختلف فنولوژی بر جوانه زنی بذر و رشد دو گونه علف هرز. پژوهش های گیاهی (زیست شناسی ایران)، ۲۸ (۵)، ۹۸۵-۹۷۴.

سیدی، س.م.، رضوانی مقدم، پ.، شهریاری، ر.، آزاد، م.، جعفری، ل.، ۱۳۹۳، اثرات دگرآسیبی عصاره‌های آبی و دوره‌های پوسیدگی اندام‌های آفتاب گردان (*Helianthus annus L.*) بر جوانه زنی و رشد سس (*Cuscuta compestris*)، نشریه بوم شناسی کشاورزی، ۶(۱)، ۱.

عزیزی، م.، علیمرادی، ل.، راشد محصل، م.ح. ۱۳۸۵. بررسی اثرات آللوپاتی اسانس *Bunium persicum* و *Cuminum cyminum* بر جوانه زنی بذرهای برخی از علفهای هرز، تحقیقات گیاهان دارویی و معطر ایران، ۲۲(۳)، ۲۰۸-۱۹۸.

محمدی زیدی، ع. اکابری، آ. پاکپور حاجی آقا، ا. ۱۳۹۱، عوامل تاثیر گذار بر میزان استفاده از گیاهان دارویی با استفاده از تئوری رفتار برنامه ریزی شده در زنان شهر قزوین، مجله دانشگاه علوم پزشکی خراسان شمالی، ۴، ۱۱۴-۱۰۳.

میقانی، ف.، نظام آبادی، ن.، کرمی نژاد، م.، جعفر زاده، ن. ۱۳۹۵، بررسی کارایی علف کش های جدید در کنترل سس زراعی *Cuscuta campestris* در مزارع چغندرقند *Beta vulgaris*، دوفصلنامه دانش علفهای هرز، ۱۲(۲)، ۱۹۹-۲۰۹.

نصیبی ف.، احمدی موسوی ع. س.، منوچهری کلانتری خ.، زارع م. ۱۳۹۸، بررسی تاثیر تیمار کاراجینان بر افزایش مقاومت گیاه ریحان در برابر حمله گیاه انگل سس مزرعه، فصلنامه فرآیند و کارکرد گیاهی، ۸(۵)، ۲۸۹-۳۰۰.

Anjum, T., and Bajwa, R. 2005. A bioactive annuionone from sunflower leaves. Photochemistry 66: 1919- 1921.

Challa, P. and Ravindra, V., 1998. Allelopathic effects of major weeds on vegetable crops. Allelopathy J. India 5: 89-92

Kobayashi, K. 2004. Factors affecting phytotoxic activity of allelochemicals in soil. Weed Biology and Management.4:1-7.

Shahrajabian, M.H., Sun, W. and Cheng, Q., 2020. Chemical components and pharmacological benefits of Basil (Ocimum basilicum): A review. *International Journal of Food Properties*, *23*(1), pp.1961-1970.

Van Wyk, A.S. and Prinsloo, G., 2018. Medicinal plant harvesting, sustainability and cultivation in South Africa. Biological Conservation, 227, pp.335-342.

Xuan, T.D., Shinkichi, T., Khanh, T.D., and Chung, I.M. 2005. Biological control of weeds and plant pathogens in paddy rice by exploiting plant allelopathy: An overview. Crop Protection 24: 197-206.

Effect of Essential oil and Extract of *Achillea millefolium* and *Biarum carduchorum* on the growth of basil infested by *Cuscuta*

Hamid Dehghani, Mohammad Ali Sheikh-Mohseni*, Roya Taghizadeh

Shahid Bakeri high education centre of Minadoab, Urmia University, Urmia

Abstract

Considering the importance of the damage caused by the parasitic plant on crops and even medicinal plants (such as basil), in this research, the effect of the essential oil of the yarrow plant (*Achillea millefolium*) and the extract of the cardamom plant (*Biarum carduchorum*) was investigated to control the infesting of the basil medicinal plant (*Ocimum Basilicum* L.) by the parasitic plant of dodder (*Cuscuta campestris*). The treatments were applied in the form of a randomized complete block design in three replications, these treatments included yarrow essential oil solution (100 ppm) and hydro-alcoholic extract of cardamom (25% ethanol-water). In order to initially evaluate the effect of the desired treatments, the towel culture method and Petri dish culture were used in the laboratory. In these two methods, basil seeds and dodder seeds were cultivated and the desired treatments were applied. The observations of this experiment showed that the treatments were effective in improving the germination of basil and controlling the germination of the dodder. In greenhouse cultivation, the first stage of applying treatments was done immediately after planting, the second stage was done at the time of four leaves and the next stages were done once every two weeks until the time of flowering. The statistical analysis of morphological traits of basil plant showed that yarrow essential oil had the greatest effect in improving all morphological traits. Extract of cardamom plant also improved most of the traits compared to the control. The measurement of the mass of the samples contaminated with the dodder at the time of harvesting showed that the treatments of yarrow essential oil and the extract of cardamom plant had a significant effect on the control of the growth of the dodder.

Keywords: Parasite; Pests; Phytochemicals; Soxhlet; Clevenger

* m.sheikhmohseni@urmia.ac.ir

تاثیر کود شیمیایی اوره در مرحله گلدهی بر خصوصیات مورفولوژیکی و عملکرد گل گاوزبان ایرانی(*Echium amoenum* Fisch & Mey.)

مهدی خورشیدی*

گروه علوم گیاهی، دانشکده زیست شناسی، دانشگاه دامغان، دامغان.

چکیده

به منظور تاثیر کود اوره بر خصوصیات مورفولوژیکی گل گاوزبان ایرانی آزمایشی در قالب بلوک کامل تصادفی با سه تکرار در مزرعه تحقیقاتی دانشگاه دامغان (۱۳۹۵) اجرا شد. در این آزمایش کود اوره در چهار سطح ۰، ۲۵، ۵۰، ۱۰۰ و ۲۰۰ گیلوگرم در هکتار در نظر گرفته شد. به این منظور کرتهایی به ابعاد ۱*۲ مترمربع ایجاد و با کاشت بذر در عمق ۳ سانتی در شهریور ماه صورت گرفت. پس از جوانه زنی در مرحله دو تا سه برگی، علفهای هرز حذف و تراکم ۴ بوته در هر مترمربع در نظر گرفته شد. در فروردین ماه و آغاز مرحله گلدهی از کود اوره استفاده گردید. نتایج نشان می‌دهد که کود اوره سبب افزایش رشد رویشی شده و ارتفاع بوته، تعداد شاخه‌ها، تعداد گل و مقدار بذر گردیده است. در بسیاری از موارد، بین تیمارها اختلاف معنی‌دار بوده و در برخی موارد تفاوت معنی‌دار بین شاهد و تیمار ۲۵ کیلوگرم در هکتار مشاهده نمی‌شود. همچنین مشابه این، در تیمارهای ۱۰۰ و ۲۰۰ کیلو گرم در هکتار هم مواردی وجود دارد. در مجموع می توان نتیجه گرفت که استفاده از کود اوره در مقدار ۵۰ تا ۱۰۰ کیلو گرم در هکتار در مرحله گلدهی سبب افزایش رشد شده و در نهایت سبب افزایش مقدار گلها و عملکرد می‌گردد و استفاده بیشتر از این مقدار تفاوت معنی‌داری را ایجاد نمی نماید.

واژگان کلیدی: گل گاو زبان ایرانی، کود اوره، خصوصیات مورفولوژیکی، عملکرد.

* m_khorshidi@du.ac.ir

۱. مقدمه

خانواده گل گاوزبان(Boraginaceae) یکی از بزرگترین خانواده های گیاهی بوده که بالغ بر ۱۰۰ جنس و ۲۰۰ گونه دارد. گیاهان این خانواده بیشتر در مناطق معتدل و گرمیسری دنیا پراکنده اند. گل گاوزبان ایرانی(*Echium amoenum* Fisch & Mey.) از جمله گیاهان این خانواده است و تا ارتفاع ۲۵۰۰ متری از سطح دریا در مناطق مختلف ایران پراکنش دارد و در طب ایرانی به عنوان معرق ، مسکن، مدر و کاهش دهنده فشار خون استفاده می‌شود. در سالهای اخیر، با شناخت اهمیت تنش های اکسیداتیو در پاتوفیزیولوژی بسیاری از بیماری های انسانی، استفاده از این گیاه به عنوان مکمل غذایی بسیار توصیه شده است(Patocka and Navratilova, 2019). گل گاوزبان ایرانی، گیاهی یک ساله، علفی و کرکدار است ساقه های آن توخالی و پوشیده از تارهای خشن است. برگ های آن منفرد و ساده بوده که برگ های پایینی گیاه دارای دمبرگ و برگ های بالای گیاه فاقد دمبرگ هستند(اسدی سامانی و همکاران، ۲۰۱۴). از آنجایی که این گیاه دارویی مورد استفاده فراوان دارد لذا از نظر افزایش کمیت و کیفیت تولید این گیاه انجام تحقیقات لازم ضروری به‌نظر می‌رسد. تا کنون آزمایشات بسیاری در زمینه های گوناگون صورت گرفته است. رمضانی و همکاران تغییرات مورفولوژیکی و فیزیولوژیکی گل گاوزبان ایرانی در تنش خشکی پرداخته و نشان داده که این گیاه از طریق تنظیم اسمزی تنش خشکی را تحمل می نماید(رمضانی و همکاران، ۱۳۹۴). امیر و همکاران به مقایسه‌ی کودهای آلی و شیمیایی در تراکم‌های مختلف گاو زبان ایرانی پرداخته و به‌طور کلی نتایج این پژوهش نشان داد که استفاده از کودهای آلی به ویژه کود ورمی کمپوست در تراکم‌های مطلوب گیاهی می‌تواند ضمن بهبود خصوصیات کمی، اثرات مخرب ناشی از مصرف کودهای شیمیایی را کاهش داده و سلامت محصول و پایداری تولید را تضمین کند(امیر و همکاران، ۱۳۹۴). رضوانی مقدم و همکاران نشان دادند که کاربرد کودهای آلی و استفاده از تراکم های مناسب جهت تولید گیاه دارویی گل گاوزبان ایرانی در عرصه های زراعی از فاکتور های مهم در مدیریت زراعی این گیاه محسوب می‌شود(رضوانی مقدم و همکاران، ۱۳۹۹). حسین زاده و همکاران به بررسی اثر محلول پاشی منابع سلنیوم و مراحل مختلف گلدهی بر خصوصیات مورفولوژیک گل گاوزبان ایرانی پرداخته و بطورکلی نتایج حاصل از این آزمایش نشان داد که غلظت ۴ میلی گرم در لیتر سلنات سدیم بطور معنی‌داری خصوصیات مورفولوژیک گیاه را افزایش داده و غلظت بالاتر آن تاثیر منفی بر شاخص های رشدی گل گاوزبان ایرانی دارد(حسین زاده و همکاران.، ۱۴۰۰). حسین پور آزاد و همکاران به مروری بر گیاه دارویی گل گاوزبان ایرانی پرداخته و نتیجه آن این است که این گیاه به جهت بومی بودن و سازگاری به اکثر اقلیم های کشور از جمله پتانسیل های بالقوه در توسعه بخش گیاهان دارویی بوده که با توسعه کشت، تأمین طیف وسیعی از مواد موثره داروهای عرضه شده در داروخانه های کشور امکانپذیر بوده و خودکفایی در بخش دارویی را تسهیل خواهد نمود(حسین پور آزاد و همکاران، ۱۴۰۱).

از آنجایی که استفاده مداوم از کودهای شیمیایی توصیه نمی‌شود در این تحقیق تاثیر کود شیمیایی اوره در مرحله گلدهی بر خصوصیات مورفولوژیکی و عملکرد گل گاوزبان ایرانی هدف گذاری گردید تا حداقل لازم از این کود برای افزایش محصول و عملکرد تعیین گردد.

۲. مواد و روش‌ها

۱.۲. منطقه مورد مطالعه

به منظور تاثیر کود اوره بر خصوصیات مورفولوژیکی گل گاوزبان ایرانی آزمایشی در قالب بلوک کامل تصادفی با سه تکرار در مزرعه تحقیقاتی دانشگاه دامغان (۱۳۹۵) اجرا شد.

۲.۲. روش تحقیق

به این منظور کرتهایی به ابعاد ۱*۲ مترمربع ایجاد و با کاشت بذر در عمق ۳ سانتی در شهریور ماه صورت گرفت. پس از آبیاری و جوانه زنی بذرها در مرحله دو تا سه برگی، علفهای هرز حذف و تراکم ۴ بوته در هر مترمربع در نظر گرفته شده و بوته‌های اضافی حذف گردید. در فروردین ماه و آغاز مرحله گلدهی از کود اوره استفاده شد. در این آزمایش کود اوره در چهار سطح ۰، ۲۵، ۵۰، ۱۰۰ و ۲۰۰ گیلوگرم در هکتار در نظر گرفته شد. و متناسب با آن مقدار لازم کود اوره به کرت‌ها اضافه و آبیاری گردید. بعد از گذشت یک ماه خصوصیات مورفولوژیکی مانند طول گیاه، وزن تر بخش هوایی، تعداد شاخه های گلدار و همچنین تعداد گل مورد بررسی قرار گرفت. برای تجزیه و تحلیل آماری داده های آزمایش، از نرم افزار SPSS استفاده شد و مقایسه میانگین ها با استفاده از آزمون دانکن در سطح احتمال ۵ درصد صورت گرفت.

۳. نتایج

نتایج حاصل از این تحقیق در جدول ۱ نشان داده شده است. همانطور که در جدول ۱ مشاهده می شود کود اوره سبب افزایش خصوصیات مورد برررسی گردیده است. ارتفاع بوته در شاهد کمترین مقدار (۵۰ ساتی‌متر) و در تیمار ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار بیشترین مقدار (۱۰۱ سانتی‌متر) مقدار می باشد به تبع اندازه گیاه تعداد شاخه نیز افزایش و کمترین و بیشترین تعداد در تیمارهای شاهد و ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار مشاهده می گردد. تعداد گل در هر بوته از ۹۵۰ عدد (شاهد) تا ۳۵۲۵ عدد (در تیمار ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار) متغیر می باشد. وزن گل خشک به ازای هر بوته از ۸ گرم تا ۳۲ گرم در تیمارهای شاهد و ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار اندازه گیری شده است. اندازه گیری وزن بذرهای بدست آمده از ۱۱ گرم تا ۳۵ گرم در تیمارهای شاهد و ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار می باشد.

جدول ۱. تاثیر کود اوره بر خصوصیات مورفولوژیکی گل گاوزبان ایرانی. مقایسه میانگین ها بر اساس آزمون دانکن و میانگین-های دارای حروف مختلف در هر ستون بیانگر اختلاف معنی دار در سطح ۵٪ می‌باشند.

اوره (Kg/h)	ارتفاع بوته (سانتی‌متر)	تعداد شاخه (در بوته)	تعداد گل (در بوته)	وزن خشک گل(گرم در بوته)	وزن دانه (گرم در بوته)
۰	۵۰ ± ۴/۵ a	۲۵ ± ۶/۳ a	۹۵۰ ± ۷۸ a	۸ ± ۱/۱ a	۱۱ ± ۱/۳ a
۲۵	۵۶ ± ۵/۲ a	۳۱ ± ۵/۹a	۱۳۶۰ ± ۱۲۵b	۱۲ ± ۱/۵b	۱۴ ± ۱/۹a
۵۰	۷۵ ± ۶/۴ b	۴۶ ± ۷/۳ b	۲۷۴۶ ± ۱۵۸ c	۲۲ ± ۲/۴ c	۲۶ ± ۲/۱ b
۱۰۰	۹۵ ± ۵/۸ c	۶۹ ± ۱۰/۵ c	۳۴۸۲ ± ۲۳۰ d	۳۰ ± ۲/۸ d	۳۲ ± ۳/۵ c
۲۰۰	۱۰۱ ± ۶/۳ c	۷۲ ± ۱۲/۳ c	۳۵۲۵ ± ۲۴۷ d	۳۲ ± ۲/۲ d	۳۵ ± ۳/۳ c

٤. بحث و نتیجه‌گیری

برای کشت موفق هر گیاه دارویی از جمله گل گاوزبان ایرانی فراهم کردن شرایط بهینه محیطی در کنار تأمین نیازهای تغذیه ای گیاه در اولویت است. افزودن مواد معدنی غذایی از طریق منابع مختلف به خاک یکی از رایج ترین عملیات است. استفاده از کودهای آلی هرچند برای حفاظت از خاک و آب‌های زیر زمینی مفید داست اما در عمل استفاده از آن را در زمانهای دلخواه به منظور تامین فوری عناصر غذایی گیاه با مشکل روبرو می سازد از این رو استفاده از کودهای شیمیایی به همراه آب آبیاری بهترین گزینه است. لذا بایستی از این کودها به مقدار لازم و به‌صورت محدود استفاده نمود تا مانع از آلودگی گردد. اغلب تحقیقات در این زمینه برای روشن کردن مقدار لازم برای مصرف از این کودها طراحی و اجرا می شوند. مثلا نجف پور نوایی با مطالعه تأثیر کودهای فسفر و نیتروژن را بر عملکرد بذر گل گاوزبان بیشترین عملکرد دا نه ۹۲ کیلوگرم در هکتار به ترتیب در ۶۰ و ۲۰ کیلوگرم فسفر و نیتروژن در هکتار گزارش کرد(Najafpur Navaei, 2002). امیری و همکاران نشان دادند که اگر چه استفاده از کود شیمیایی در بهبود عملکرد و اجزای عملکرد گاو زبان ایرانی بی تأثیر نبود، ولی تأثیرگذاری آن به مراتب کمتر از کودهای آلی است(امیری و همکاران، ۱۳۹۵).

بنابراین در این تحقیق، در یک زمان کوتاه و فقط در مرحله گلدهی از کود شیمیایی اوره استفاده تا حداکثر رشد شاخه های گلدار حاصل شده و از طرف دیگرنتایج این تحقیق مشخص می نماید که مصرف بیش از ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار نه تنها عملکرد افزایش قابل توجهی ندارد، بلکه سبب آلودگی زیست محیطی و تخریب خاک و منابع آبی را در پی خواهد داشت.

منابع

امیری م. ب.، رضوانی‌مقدم پ.، جهان م.، ۱۳۹۵. مقایسه‌ی کودهای آلی و شیمیایی در تراکم‌های مختلف گاو زبان ایرانی در شرایط مشهد. نشریه علوم باغبانی (علوم و صنایع کشاورزی)، جلد ۳۰، شماره ۳، ص. ۵۵۵-۵۷۳.

رضوانی‌مقدم پ.، شباهنگ ج.، لشگری ا.، اقحوانی شجری م.، ۱۳۹۹. واکنش گیاه دارویی گل گاوزبان ایرانی به کودهای آلی و تراکم بوته. نشریه بوم شناسی کشاورزی، جلد ۱۲، شماره ۱، ص. ۱۷۸-۱۶۱.

حسین زاده رستم کلایی م.، عبدوسی و.، دانائی رضوانی ا.،۱۴۰۰. بررسی اثر محلول پاشی منابع سلنیوم و مراحل مختلف گلدهی بر خصوصیات مورفولوژیک گل گاوزبان ایرانی. فصلنامه گیاه و زیست فناوری ایران، دوره ۱۶، شماره ۱، ص. ۲۳-۱۱.

حسین پورآزاد ن.، آراستگی مرنی ح.، بورنگا ش.،۱۴۰۱. بررسی اثر محلول پاشی منابع سلنیوم و مراحل مختلف گلدهی بر خصوصیات مورفولوژیک گل گاوزبان ایرانی. فصلنامه اکوفیزیولوژی و فیتوشیمی گیاهان دارویی و معطر، جلد: ۹، شماره: ۱، ص. ۷۱-۶۱.

رمضانی ا.، قاجار سپانلو م.، نقدی بادی ح.، ۱۳۹۴، مطالعه تغییرات مورفولوژیکی و فیزیولوژیکی گیاه دارویی گل گاوزبان تحت تنش خشکی. تنش‌های محیطی در علوم زراعی، جلد: ۸، شماره: ۲، ص. ۳۴۳-۳۳۹.

Najafpour Navaei, M., 2002. Effects of phosphorus and nitrogen fertilizer on seed yield of *Echium amoenum* Mey and Fisch. Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants 13: 41-50. (In Persian with English Summary)

The effect of urea chemical fertilizer in the flowering stage on the morphological characteristics and yield of Iranian borago (*Echium amoenum* Fisch & Mey.)

Abstract

In order to determine the effect of urea fertilizer on the morphological characteristics of Iranian borago, an experiment was conducted in the form of a randomized complete block with three replications in the research farm of Damghan University (2015). In this experiment, urea fertilizer was considered at five levels of 0, 25, 50, 100 and 200 kilograms per hectare. For this purpose, plots with dimensions of 1 x 2 square meters were created and seeds were planted at a depth of 3 cm in September. After germination in the two- to three-leaf stage, weeds were removed and the density of 4 plants per square meter was considered. Urea fertilizer was used in April and the beginning of the flowering phase. The results show that urea fertilizer increased vegetative growth and plant height, the number of branches, the number of flowers and the amount of seeds. In many cases, there was a significant difference between the treatments, and in some cases, no significant difference was observed between the control and the 25 kg/ha treatment. Also, similar to this, there are cases in the treatments of 100 and 200 kg per hectare. In general, it can be concluded that the use of urea fertilizer in the amount of 50 to 100 kg per hectare during the flowering stage increases the growth and ultimately increases the amount of flowers and yield, and using more of this amount makes a significant difference does not create.

Keywords: Iranian borago, Urea fertilizer, Morphological characteristics, Yield.

ردپای آلودگی خاک در گیاهان دارویی

زهرا کلاه‌چی[1*]، مهرداد پویا[2]

[1*] گروه خاکشناسی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه بوعلی سینا، همدان
[2] گروه ترویج و آموزش کشاورزی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه بوعلی سینا، همدان

چکیده

بسیاری از گونه های گیاهی به دلیل خواص مفید خود به عنوان بخش مهمی از طب سنتی و همچنین به عنوان منابع قابل توجهی از مواد مغذی طبیعی و آنتی اکسیدان‌ها مورد استفاده انسان قرار می‌گیرند. بر اساس آمار سازمان بهداشت جهانی ۶۵ تا ۸۰ درصد از جمعیت جهان برای مراقبت های اولیه سلامتی و بهداشتی به محصولات گیاهی وابسته هستند. گیاهان دارویی ظرفیت تولید متابولیت های ثانویه مانند آلکالوئیدها، ترپنوئیدها و ترکیبات فنلی را دارند که دارای اثرات بیولوژیکی مهمی مانند خواص ضد التهابی، ضد سرطانی و آنتی اکسیدانی می باشند. چنانچه محیط رشدگیاهان (خاک و آب و بهسازهای آلی و معدنی در خاک) دچار آلودگی شود، با جذب آلاینده ها خصوصیات مفید این گیاهان تبدیل به اثرات مخرب در سلامتی انسان شده و آسیب‌های جبران ناپذیری را در سطح جامعه به بار خواهد آورد. یکی از برنامه‌های سازمان بهداشت جهانی توصیه و تشویق افزایش درمان‌های گیاهی و طب سنتی به علت قیمت پایین‌تر و سابقه اعتماد انسان‌ها به این روش درمانی با سابقه طولانی تاریخی است. برای فرهنگ‌سازی و ترویج استفاده از گیاهان دارویی و محصولات وابسته به آنها و حفظ و افزایش اعتماد افراد جامعه توصیه می‌شود با آزمون‌های دوره‌ای خاک و آب آبیاری و بهسازهای آلی و معدنی مورد مصرف در خاک، سطح آلاینده‌ها بویژه فلزات سنگین به طور مستمر بررسی و اقدامات پیشگیرانه برای کنترل آلودگی این منابع و کاهش سطح آلاینده ها صورت گیرد. همچنین بایستی غلظت آلاینده ها درگیاهان دارویی با استفاده از آزمون‌های استاندارد گیاهی اندازه گیری شده و از ورود گیاهان دارویی با سطح غیرمجاز آلاینده‌ها به چرخه مصرف جلوگیری شود. به این ترتیب می‌توان همسو با برنامه‌های سازمان بهداشت جهانی حرکت نموده و جهان سالمی داشت.

واژگان کلیدی: گیاهان دارویی، آلودگی خاک، سمیت، فلزات سنگین.

۱. مقدمه

پیامد بسیاری از فعالیت های مختلف انسانی، آلودگی محیط زیست و کاهش کیفیت آن است. آلودگی باعث ایجاد تغییرات ناخواسته در محیط می شود که پیامدهای زیانباری بر گیاهان، حیوانات و انسان ها دارد. ماهیت و غلظت آلاینده‌ها تعیین کننده شدت اثرات زیست‌محیطی و اثرات مضر آن‌ها بر سلامت انسان است (آسیمینی سسی و همکاران، ۲۰۲۰). فلزات سنگین آلاینده‌های زیست‌محیطی قابل توجهی هستند و سمیت آن‌ها به طور قابل توجهی بر سیستم های اکولوژیکی، تکاملی، تغذیه ای و محیطی تأثیر می گذارد.

آلودگی گیاهان دارویی به فلزات سنگین در خاکهایی با آبیاری دراز مدت با فاضلاب تصفیه شده یا تصفیه نشده، مناطقی که ترافیک سنگین خودروها را دارند، مناطق انباشت پسماندهای صنعتی و سایر زباله های حاوی فلزات سنگین، رخ می‌دهد. خاکهای نقاط مختلف جهان به دلیل استفاده طولانی مدت از کودهای فسفاته (با ناخالصی فلزات سنگین به ویژه کادمیم)، بهسازی خاک ها با لجن حاصل از تصفیه خانه‌های فاضلاب، ترافیک، وجود پسماندهای صنعتی و شیوه‌های نامناسب آبیاری به فلزات سنگین سمی مانند کادمیوم، مس، روی، نیکل، کبالت، کروم، سرب به میزان کم تا متوسط آلوده شده‌اند (یاداو، ۲۰۱۰ و پاول وهمکاران، ۲۰۱۰). فلزات سنگین در خاک پایدارند چون در اثر واکنش‌های شیمیایی و زیستی تجزیه نمی شوند و از تجزیه سایر آلاینده‌های آلی نیز جلوگیری می‌کنند (مانو و همکاران، ۲۰۱۸ و وآنا و اوکیمن، ۲۰۱۱).

۱.۱.گیاهان دارویی و درمان بیماری‌ها

بسیاری از گونه‌های گیاهی به دلیل خواص مفید خود به عنوان بخش مهمی از طب سنتی و همچنین به عنوان منابع قابل توجهی از مواد مغذی طبیعی و آنتی اکسیدان‌ها مورد استفاده انسان قرار می گیرند (مانی وهمکاران، ۲۰۱۷). گیاهان دارویی هزینه کمتری نسبت به داروهای مصنوعی دارند و در پیشگیری و درمان برخی بیماری‌های مزمن مانند بیماری‌های قلبی عروقی، بیماری‌های التهابی، آرتریت، دیابت و غیره در سراسر جهان کاربرد دارند (جوهاس و همکاران، ۲۰۰۸).

گیاهان دارویی ظرفیت تولید متابولیت‌های ثانویه مانند آلکالوئیدها، ترپنوئیدها و ترکیبات فنلی را دارند که دارای اثرات بیولوژیکی مهمی مانند خواص ضد التهابی، ضد سرطانی و آنتی اکسیدانی می باشد (مورا دآلمیدا وهمکاران، ۲۰۲۰). امروزه، صحبت از درمان تلفیقی است که شامل بسیاری از گیاهان و اجزای فعال آنها است، هم برای درمان برخی بیماری‌ها و هم برای رایحه‌درمانی (استفاده از گیاهان و عصاره‌های آن‌ها برای کاهش درد، ایجاد آرامش و حس خوب)، داروهای اولیه و روش های درمانی دیگر که هم در منازل و هم در بیمارستان‌ها برای درمان و پیشگیری استفاده می شوند.

گیاهان دارویی و معطر امیدی مستمر برای زندگی انسان هستند (اینو وهمکاران، ۲۰۱۹ و سارما وهمکاران، ۲۰۱۱). بر اساس آمار سازمان بهداشت جهانی ۶۵ تا ۸۰ درصد از جمعیت جهان برای مراقبت های اولیه سلامتی وبهداشتی به محصولات گیاهی وابسته هستند (شابان و همکاران، ۲۰۱۵). مطالعات متعددی اثرات مفید گیاهان دارویی را در درمان بیماری‌ها نشان داده اند (جدول ۱) (آسیمینی سسی و همکاران، ۲۰۲۰).

جدول ۱. اثرات مفید گیاهان دارویی (آسیمینی سسی و همکاران، ۲۰۲۰)

منبع	اثر درمانی	گونه گیاهی
سینگ و همکاران، ۲۰۱۵a	عفونت های باکتریایی، بیماری‌های عفونی	*Mentha piperita*
کوتلو و همکاران، ۲۰۰۸	کاهش اضطراب	*Lavanda angustifolia*
سینگ و همکاران، ۲۰۱۵b، سینگ و همکاران، ۲۰۱۶	محافظ کبد، خواص آنتی اکسیدانی	*Juniperus communis*
ایوبی و همکاران، ۲۰۱۹	کاهش شیب سالانه تعداد بیماران مبتلا به ام اس	*Achillea millefolium*
دزامیک و همکاران، ۲۰۱۳	خواص ضد قارچی،آنتی اکسیدانی	*Hyssopus officinalis*
اولاس و بریس، ۲۰۱۸، اعتمادنیا و همکاران، ۲۰۱۹	درمان بیماریهای قلبی عروقی، کاهش علائم یائسگی و افسردگی دوران یائسگی	*Acorus calamus*
کودال و همکاران، ۲۰۱۸	آرام‌بخش سیستم عصبی و ماهیچه‌ای	*Valeriana officinalis*
میراج و همکاران، ۲۰۱۷	آرام‌بخش، خواص ضد باکتری، ضد قارچ،ضد ویروسی	*Melisa officinalis*

۲.۱. آلودگی گیاهان دارویی به فلزات سنگین

با وجود اینکه گیاهان دارویی به عنوان منابع طبیعی دارویی، غذایی و تغذیه‌ای مصرف می شوند، اما می توانند به آلاینده‌های مختلف آلی و معدنی آلوده شوند. فلزات سنگین از جمله آلاینده‌های معدنی هستند که به علت اثرات منفی آن‌ها بر محیط زیست وانسان مورد توجه زیادی قرارگرفته اند. برخلاف بسیاری از آلاینده‌های آلی که به عنوان ترکیبات آلی زیست تخریب‌پذیر شناخته می‌شوند و تجزیه آن‌ها تولید ترکیبات بی‌ضرر آب و دی‌اکسیدکربن است، فلزات سنگین بدون تغییردر محیط انباشته می‌شوند. برخی از گیاهان دارویی به صورت بومی از طبیعت برداشت می‌شوند، اما برای مقاصد تجاری متناسب با نیاز منطقه موردکشت هم قرار می‌گیرند که استفاده از آفت‌کش‌ها و شرایط نگهداری گیاهان دارویی پس از برداشت، می‌تواند تجمع فلزات سنگین را در بافت‌های گیاهی افزایش دهد (تریپاتی و همکاران، ۲۰۱۵).

برخی از فلزات سنگین در غلظت‌های کم برای گیاهان ضروری بوده و تحت عنوان عناصر کم مصرف غذایی طبقه بندی می‌شوند (روی، مس، آهن، منگنز، نیکل، کرم و مولیبدن) و برای موجوداتی که از گیاهان مصرف می‌کنند آسیب‌رسان نیستند ولی در خاک‌های آلوده، جذب و غلظت فلزات سنگین (آرسنیک، کادمیم، کرم، مس، سرب، نیکل و جیوه) در گیاهان افزایش یافته و در نتیجه تولید ترکیبات مضر رادیکال‌های آزاد اکسیژن اتفاق می‌افتد.

گیاهان برای مقابله با تخریب مولکول‌های چربی‌ها، پروتئین‌ها و اسیدهای نوکلئیک در اثر تجمع رادیکال‌های آزاد اکسیژن، فعالیت‌های متابولیکی و تغییرات فیزیولوژیکی را آغاز می‌نمایند (ابراهیم و همکاران، ۲۰۱۷)، که این مکانیسم‌ها

شامل تجمع متابولیت‌های ثانویه مانند آنزیم‌های آنتی‌اکسیدان، ترکیبات پرولین، گلوتاسیون، فنولیکی و فلاوونوئیدها می باشند (ملکی و همکاران، ۲۰۱۷). گیاهان دارویی سرشار از ترکیبات دارویی هستند و در طب سنتی و داروهای مدرن سنتزشده و مکمل‌ها مورد استفاده قرار می‌گیرند. مطالعات اخیر نشان داده‌اند که این گیاهان مقادیر قابل توجهی از فلزات سنگین را جذب و در اجزای مختلف خود انباشته نموده‌اندکه توسط جمعیت بالایی مورد استفاده قرار می‌گیرند.

پس از آماده سازی و مصرف گیاهان دارویی یا محصولات وابسته به آن‌ها، فلزات سنگین وارد بدن انسان شده و بی‌نظمی‌هایی را در سیستم عصبی مرکزی، کبد، قلب، ریه‌ها و کلیه‌ها و مغز ایجاد می‌نمایند (آسیمینی سسی و همکاران، ۲۰۲۰)، خطرات بی‌شماری که سلامت انسان را تهدید می‌نمایند منجر به ارائه حداکثر غلظت مجاز فلزات سنگین در سطح جهان شده است (کوهزادی و همکاران،۲۰۱۸) (جدول ۲). همچنین شاخص‌های زیادی برای ارزیابی پتانسیل خطر مصرف گیاهان دارویی وجود دارند که در تحقیقات زیادی استفاده شده‌اند (USEPA، ۲۰۱۱).

جدول ۲. غلظت مجاز فلزات سنگین در گیاهان دارویی (میلی گرم بر کیلوگرم)(سازمان بهداشت جهانی، انجمن غذا و دارو آمریکا، استاندارد دارویی اروپا) (کوهزادی و همکاران،۲۰۱۸؛ سارما و همکاران، ۲۰۱۱).

فلز سنگین	حد مجاز (سازمان بهداشت جهانی/ انجمن غذا و دارو آمریکا)	حد مجاز (استاندارد دارویی اروپا)	حد مجاز (سازمان بهداشت جهانی/ انجمن غذا و دارو آمریکا) براساس مقدار قابل تحمل هفتگی
آرسنیک	۱۰	۱	۱۵
کادمیم	۰/۳	۰/۵	۷
جیوه	۱	۰/۱	۵
سرب	۱۰	۵	۲۵

۲. بحث و نتیجه‌گیری

استفاده از گیاهان دارویی سابقه طولانی در تاریخ زندگی انسان دارد و هنوز هم اقبال عمومی در مصرف این گیاهان و محصولات وابسته به آن‌ها که با پیشرفت علم و تکنولوژی هر روز به بازار جهانی عرضه می‌شوند، وجود دارد. لیکن با توجه به محیط‌کشت و پرورش آن‌ها با توجه به نیاز رو به رشد جهانی و افزایش آلاینده‌ها به منابع خاک و آب با توجه به سبک زندگی مدرن در جهان، ممکن است مصرف کنندگان را هر چه بیشتر در معرض آلاینده‌های موجود در ترکیباتشان قرار دهند. این گیاهان آلاینده‌ها را جذب و در قسمت‌های مختلف خود انباشته می‌نمایند و بدون تغییر به بدن مصرف‌کنندگان انتقال می‌دهند که نه تنها خواص درمانی نخواهند داشت بلکه مصرف کننده را در معرض تهدیدهای جدی سلامتی و بیماری‌ها قرار خواهد داد. همچنین مکانیسم‌های دفاعی گیاهان در برابر این آلاینده‌ها ممکن است ساختار ترکیبات موثر دارویی آن‌ها را نیز تغییر دهد که در کیفیت محصولات ساخته شده از این گیاهان تاثیرگذار است. بنابراین بایستی درکشت و پرورش گیاهان دارویی استانداردهای

سخت‌گیرانه‌ای در زمینه سطح آلاینده‌ها در محیط کشت (خاک) و آب آبیاری لحاظ شود. همچنین میزان غلظت مجاز آلاینده‌ها بویژه فلزات سنگین پیوسته بررسی شده و از ورود گیاهان دارویی غیراستاندارد به چرخه مصرف جلوگیری شود.

منابع

Asiminicesei, D. M., Vasilachi, I. C., Gavrilescu, M. A. R. I. A. 2020. Heavy metal contamination of medicinal plants and potential implications on human health. Rev. Chim. 71: 16-36.

Ayoobi, F., Moghadam-Ahmadi, A., Amiri, H., Vakilian, A., Heidari, M., Farahmand, H., Fathollahi, M.S., Fatemi, I., Shafiei, S.A., Alahtavakoli, M., Shamsizadeh, A. 2019. *Achillea millefolium* is beneficial as an add-on therapy in patients with multiple sclerosis: A randomized placebo-controlled clinical trial. Phytomed. 52:89-97.

Caudal, D., Guinobert, I., Lafoux, A., Bardot, V., Cotte, C., Ripoche, I., Chalard, P., Huchet, C.2018. Skeletal muscle relaxant effect of a standardized extract of *Valeriana officinalis L*. after acute administration in mice. J. of Trad. Complement. Med. 8:335-340.

Džamić, A.M., Soković, M.D., Novaković, M., Jadranin, M., Ristić, M.S., Tešević, V., Marin, P.D. 2013. Composition, antifungal and antioxidant properties of *Hyssopus officinalis L*. subsp. pilifer (Pant.) Murb. essential oil and deodorized extracts, Ind Crops Prod. 51:401-407.

Eatemadnia, A., Ansari, A., Abedi, P., Najar, S. 2019. The effect of *Hypericum perforatum* on postmenopausal symptoms and depression: A randomized controlled trial. Complement. Ther.

Med. 45:109-113.

Ibrahim, M.H., Kong, Y.C., Zain, N.A.M. 2017. Effect of cadmium and copper exposure on growth, secondary metabolites and antioxidant activity in the medicinal plant Sambung Nyawa (*Gynura procumbens (Lour.) Merr*), Molecules. 22: 1623.

Inoue, M., Hayashi, S., Craker, L.E. 2019. Role of Medicinal and Aromatic Plants: Past, Present, and Future, In: Pharmacognosy - Medicinal Plants, Perveen S., Al-Taweel A., (Eds.), Intech, Rijeka, Croatia 1-13.

Juhás, S., Bujnakova, D., Rehak, P., Cikos, S., Czikkova, S., Vesela, J. 2008. Anti-inflammatory effects of thyme essential oil in mice. Acta Vet. Scand., 3: 327-334.

Kohzadi, S., Shahmoradi, B., Ghaderi, E., Loqmani, H., Maleki, A. 2019. Concentration, source, and potential human health risk of heavy metals in the commonly consumed medicinal plants. Biol. Trace Elem. Res.187:41-50.

Kutlu, A.K., Yilmaz, E., Çeçen, D. 2008. Effects of aroma inhalation on examination anxiety, Teach. Learn. Nurs. 3:125-130.

Maleki, M., Ghorbanpour, M., Kariman, K. 2017. Physiological and antioxidative responses of medicinal plants exposed to heavy metals stress. Plant Gene. 11:247-254.

Mani, S., Archana, S., Mahmoud, A., Mayada, R.F., Ashok, M., Kuldeep, D. 2017. Beneficial health applications and medicinal values of Pedicularis plants: A review. Biomed. Pharmacother. 95:1301-1313.

Manu, M., Onete, M., Bancila, R.I. 2018. The effect of heavy metals on mite communities (acari: gamasina) from urban parks - Bucharest, Romania. Environ Eng. Manag. J. 17: 2071-2081.

Miraj, S., Rafieian, K., Kiani, S. 2017. *Melissa officinalis* L.: A review study with an antioxidant prospective. J. Evid-Based Integr. Med. 22:385-394.

Moreira De Almeida, E., Ferreira, H.J., Alves, D.R., Barbosa Da Silva, M. 2020. Therapeutic potential of medicinal plants indicated by the Brazilian public health system in treating the collateral effects induced by chemotherapy, radiotherapy, and chemoradiotherapy: A systematic

review, Complement. Ther Med. 49, 2020.

Olas, B., Bryś, M. 2018. Is it safe to use *Acorus calamus* as a source of promising bioactive compounds in prevention and treatment of cardiovascular diseases? Chem. Biol. Interact. 281:32-36.

Pavel, V.L., Bulgariu, D., Bulgariu, L., Hlihor, R.M., Gavrilescu, M. 2010. Analysis of factors determining the behaviour of chromium in some Romanian soils. Environ Eng. Manag. J., **9:**89-94.

Sarma, H., Deka, S., Deka, H., Saikia, R.R. 2011. Accumulation of Heavy Metals in Selected Medicinal Plants, In: Reviews of Environmental Contamination and Toxicology, Whitacre D.M. (Ed.), Springer Science+Business Media. 63-86.

Shaban, S.N., Abdou, A.K., Hassan, N.E. 2015. Impact of toxic heavy metals and pesticide residues in herbal products, Beni-Suef Univ. J. Basic Appl. Sci. 2016.

Singh, R., Shushni, M.A.M., Belkheir, A. 2015a. Antibacterial and antioxidant activities of *Mentha piperita L*. Arab. J. Chem. 8:322-328.

Singh, S., Parihar, P., Singh, R., Singh, V.P., Prasad, S.M. 2015b. Heavy metal tolerance in plants: role of transcriptomics, proteomics, metabolomics, and ionomics. Front. Plant Sci. ID
1143.

Singh, H., Prakash, A., Kalia, Abu, A.N., Majeed, A.B.A. 2016. Synergistic hepatoprotective potential of ethanolic extract of Solanum xanthocarpum and Juniperus communis against paracetamol and azithromycin induced liver injury in rats. J. Tradit. Complement. Med. 6:370-376.

Tripathy, V., Basak, B.B., Varghese, T.S., Saha, A. 2015. Residues and contaminants in medicinal herbs-A review, *Phytochem. Lett.*, **14**: 67-78.

USEPA. 2011. *Exposure Factors Handbook: 2011 Edition*, Office of Research and Development, U.S. Environmental Protection Agency, Washington DC, On line at:https://cfpub.epa.gov/ncea/risk/recordisplay.cfm?deid=236252.

Wuana, R.A., Okieimen, F.E. 2011. Heavy metals in contaminated soils: a review of sources, chemistry, risks and best available strategies for remediation. Int. Sch. Res. Notices. ID 402647.

Yadav, S.K. 2010. Heavy metals toxicity in plants: An overview on the role of glutathione and phytochelatins in heavy metal stress tolerance of plants. S. Afr. J. Bot. 76:167-179.

Traces of soil contamination in medicinal plants

Zahra Kolahchi[1*], Mehrdad pouya[2]

[*1] Soil Science, Faculty of Agriculture, Bu-Ali Sina Univercity, Hamedan, Iran
[2] Education and Extension of agriculture, of Agriculture, Bu-Ali Sina Univercity, Hamedan, Iran

Abstract

Many plant species are used by humans as an important part of traditional medicine and as significant sources of natural nutrients and antioxidants due to their beneficial properties. According to the statistics of the World Health Organization, 65 to 80 percent of the world's population depends on herbal products for primary health care. Medicinal plants have the capacity to produce secondary metabolites such as alkaloids, terpenoids and phenolic compounds, which have important biological effects such as anti-inflammatory, anti-cancer and antioxidant properties. If the growing environment of plants (soil and water and organic and inorganic amendments in the soil) becomes contaminated, by absorbing the pollutants, the beneficial properties of these plants will turn into destructive effects on human health and will cause irreparable damage to the society. One of the programs of the World Health Organization is to recommend and encourage the increase of herbal treatments and traditional medicine due to the lower price and the history of people's trust in this treatment method with a long historical history. In order to cultivate and promote the use of medicinal plants and their related products and to maintain and increase the trust of the community, it is recommended to periodically test the soil and irrigation water and organic and inorganic amendments used in the soil. The pollutant level, especially heavy metals, to continuously monitor and take preventive measures to control the pollution of these sources and reduce the level of pollutants. Also, the concentration of pollutants in medicinal plants should be measured using standard herbal tests to prevent the entry of medicinal plants with impermissible levels of pollutants into the consumption cycle. In this way, we can move in line with the plans of the World Health Organization and have a healthy world.

Keywords: Medicinal plants, soil contamination, toxicity, heavy metals.

مطالعه تأثیر سالیسیلیک اسید و تنش شوری بر برخی خصوصیات گیاه دارویی ریحان سبز (*Ocimum basilicum* L)

فاطمه فاطمی نیک*

[۱] مربی کشاورزی دانشگاه پیام نور، تهران، ایران

چکیده

ریحان سبز (*Ocimum basilicum* L) عضوی از خانواده نعناع (*Lamiaceae*) می‌باشد. گیاهی علفی و یک‌ساله و اجزای مفید آن برگ و دانه است و معمولاً برای درمان سر درد، سرفه و معده درد و همچنین به‌عنوان اشتهاآور و مدرکاربرد دارد. به منظور بررسی تأثیر سالیسیلیک اسید بر خصوصیات جوانه‌زنی این گیاه دارویی آزمایشی به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی در ۴ تکرار در دانشگاه پیام نور مرکز شوش انجام شد. فاکتورهای آزمایش شامل سالیسیلیک اسید در ۳ سطح (۰، ۱۰۰ و ۲۰۰ بخش در میلیون) و تنش شوری در ۳ سطح (۲۵، ۵۰ و ۱۰۰ میلی‌مولار) بود. نتایج نشان داد که تیمار اعمال تنش شوری (۲۵ میلی‌مولار) و کاربرد (۲۰۰ بخش در میلیون) سالیسیلیک اسید بیشترین درصد و سرعت جوانه‌زنی را به‌خود اختصاص دادند.

واژگان کلیدی: تنش شوری، ریحان سبز، درصد جوانه زنی، سالیسیلیک اسید.

* ایمیل نویسنده مسؤول: ffateminick@pnu.ac.ir

۱. مقدمه

گیاهان دارویی حائز اهمیت ویژه ای در تأمین و حفظ سلامت و بهداشت جامعه هستند و طی سال‌های اخیر توجه خاص و همه جانبه ای برای استفاده از داروهای با منشأ طبیعی و گیاهی در کشورهای مختلف دنیا پدید آمده است. ریحان سبز (*Ocimum basilicum* L) عضوی از خانواده نعناع (*Lamiaceae*) می‌باشد. گیاهی علفی و یک‌ساله و اجزای مفید آن برگ و دانه است (عباسیان، ۱۳۹۰) و معمولاً برای درمان سر درد، سرفه و معده درد و همچنین به‌عنوان اشتهاآور و مدر کاربرد دارد (Sidika et al., 2012). جوانه زنی بذور در محیط های شور تحت تاثیر فشار اسمزی و سمیت نمک است به طوری که با کاهش پتانسیل آب سرعت جذب آب بوسیله بذر تحت تاثیر قرار می گیرد ولی برای کاهش جدی درصد جوانه زنی پتانسیل آب باید از حد معینی که برای هر گونه خاص متفاوت است، کمتر باشد تنش شوری می تواند بر فرآیندهای فیزیولوژیکی، از جوانه زنی تا تکوین گیاه تاثیر گذار باشد (جیریایی و فاتح، ۱۳۹۰). بذور از مرحله کاشت تا استقرار گیاهچه شدیداً در برابر تنش ها آسیب پذیر می باشند. شوری یکی از تنش های غیرزیستی و محیطی مهمی است که به طور نامطلوب بر حاصلخیزی خاک و کیفیت محصول اثر می‌گذارد و تولیدات کشاورزی را به ویژه در مناطق خشک و نیمه خشک محدود می کند. شوری خاک از طریق کاهش پتانسیل آب اطراف بذر و ممانعت از جذب آب توسط بذر و نیز به واسطه اثرات سمی یون های کلر و سدیم جوانه زنی بذور را کاهش می‌دهد (لولایی و همکاران، ۱۴۰۰). سالیسیلیک اسید نقش مهمی در ایجاد مقاومت به تنش های محیطی بر عهده دارد و در گیاهانی که تحت تنش‌های محیطی قرار دارند نقش حفاظتی داشته و موجب افزایش مقاومت به تنش شوری در گیاهچه های گیاهان و مقاومت به کمبود می‌شود (جیریایی و فاتح، ۱۳۹۰).

این تحقیق با هدف تعیین مقاومت به شوری، شناسایی ساز و کار مقاومت به شوری و بررسی تأثیر سالیسیلیک اسید بر خصوصیات جوانه‌زنی (درصد و سرعت) گیاه دارویی ریحان سبز در آزمایشگاه تحقیقاتی دانشگاه پیام نور شوش انجام شد.

۲. مواد و روش‌ها

به منظور بررسی تأثیر سالیسیلیک اسید بر خصوصیات جوانه‌زنی این گیاه آزمایشی به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی در ۴ تکرار در دانشگاه پیام نور مرکز شوش انجام شد. فاکتورهای آزمایش شامل سالیسیلیک اسید در ۳ سطح (۰، ۱۰۰ و ۲۰۰ بخش در میلیون) و تنش شوری در ۳ سطح (۲۵، ۵۰ و ۱۰۰ میلی‌مولار) بود. ابتدا بذرها به مدت ۳۰ ثانیه با محلول هیپوکلریت سدیم ضدعفونی شدند و پس از آن ۳ مرتبه با آب مقطر کاملاً آب‌کشی گردیدند در طول آزمایش بذرهایی شمارش گردیدند که حداقل ۲ میلیمتر رشد ریشه چه داشتند (Kaydan and Yagmur, 2008) تعداد بذور جوانه زده شمارش شده و و طول ریشه چه، ساقه چه، گیاهچه ها و نیز درصد و سرعت جوانه زنی اندازه‌گیری گردیدند، که در این پژوهش نتایج تأثیر فاکتورهای سالیسیلیک اسید و تنش شوری بر درصد و سرعت جوانه زنی ثبت و منتشر گردیده است.

۳. نتایج و بحث

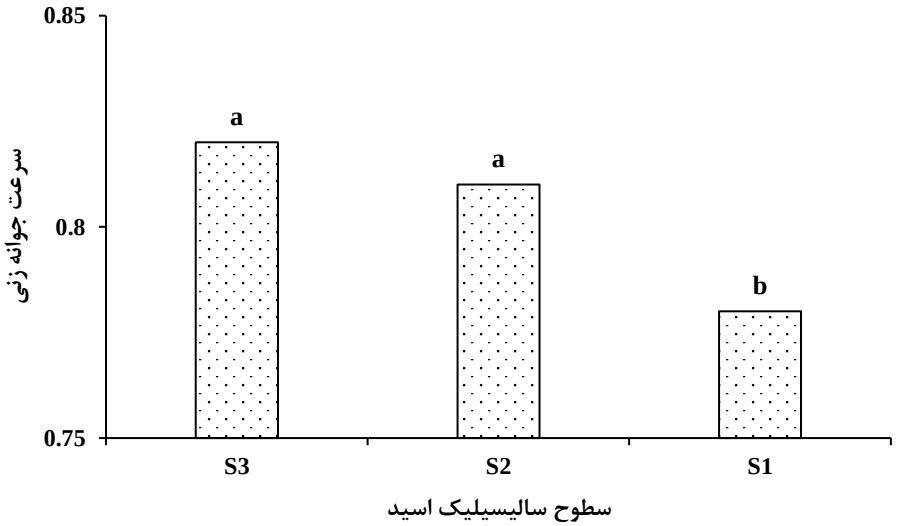
نتایج نشان داد که سالیسیلیک اسید در بهبود سرعت و درصد جوانه زنی بذور ریحان سبز مؤثر هستند (شکل ۱ و ۲). در تحقیقی مشابه در خصوص اثر پیش تیمار اسیدسالیسیلیک بر جوانه زنی ماریتیغال تحت تنش شوری نتایج نشان داد کاربرد

اسیدسالیسیلیک سبب کاهش اثرات منفی تنش شوری در جوانه زنی بذور و کاهش در رشد ریشه چه و ساقه چه شده است. (Mahmoudirad and Noorafken, 2018).

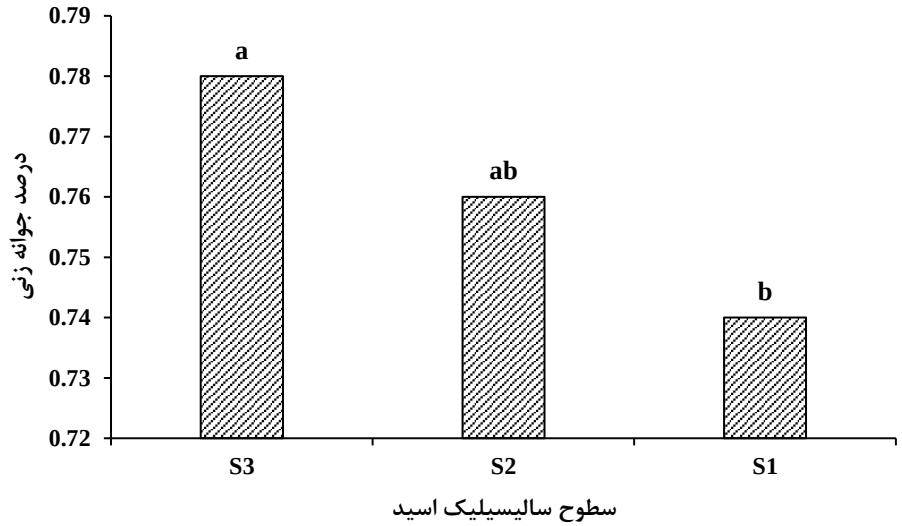
در شکل ۱ در تیمار ۲۰۰ بخش در میلیون سالیسیلیک اسید بیشترین سرعت جوانه زنی و در شکل ۲ در تیمار ۰ سالیسیلیک اسید کمترین درصد جوانه زنی به‌دست آمد و در شکل ۳ مشاهده می شود که تیمار تنش ۲۵ میلی مولار شوری بیشترین درصد جوانه زنی (۶۹/۴۶) و در شکل ۴ تیمار۱۰۰mM شوری کمترین(۳۱/۱۴) سرعت جوانه زنی را به خود اختصاص دادند.

در گزارش‌های محققان در خصوص بررسی تأثیر اسید سالیسلیک بر صفات ریخت شناسی بنفشه آفریقایی، نتایج نشان داد که غلظت ۵ -۱۰ مولار از اسیدسالیسلیک سبب افزایش در رشد ساقه و ریشه، تعداد برگ، تعداد غنچه ها ی گل می‌گردد (Jabbarzadeh et al., 2009).

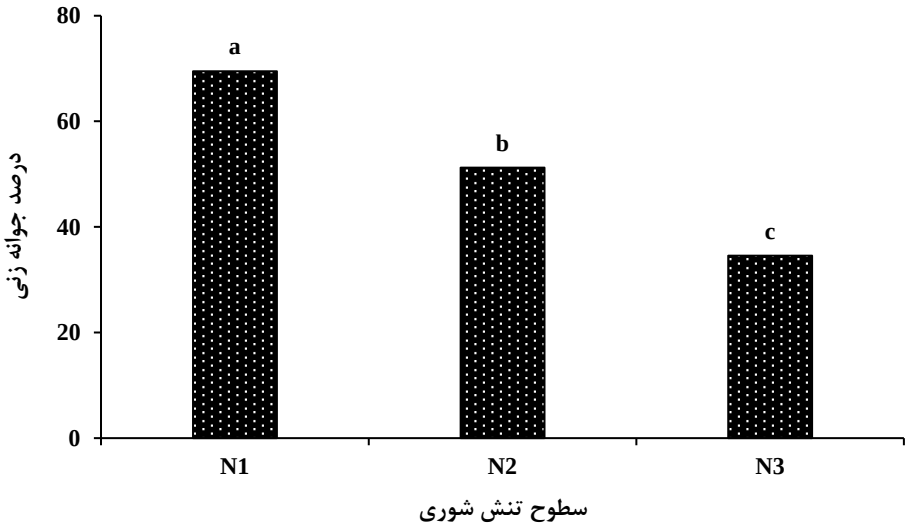
همانطور که از نتایج استنباط می‌شود میزان جوانه زنی با افزایش غلظتهای شوری، کاهش یافت (شکل۳ و ۴). کاهش رشد رویشی گیاهان تحت تأثیر تنش شوری توسط محققان در تیمارهای شوری تا ۱۲۰ دسیزیمنس بر متر گزارش شده است (Ashraf and Orooj, 2006).



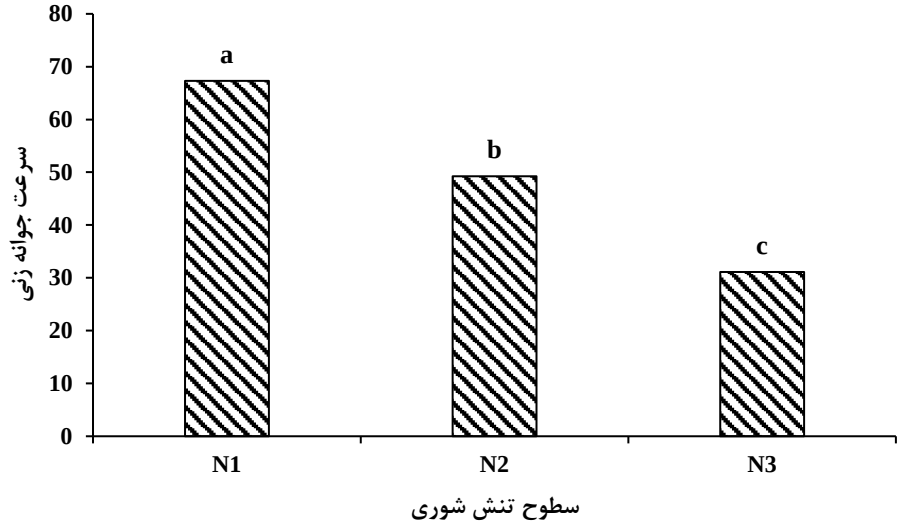
شکل۱- اثر ساده سالیسیلیک اسید بر سرعت جوانه‌زنی گیاهچه های ریحان سبز



شکل۲- اثر ساده سالیسیلیک اسید بر درصد جوانه‌زنی گیاهچه های ریحان سبز



شکل ۳- اثر ساده تنش شوری بر درصد جوانه زنی گیاهچه های ریحان سبز



شکل ۴- اثر ساده تنش شوری بر سرعت جوانه زنی گیاهچه های ریحان سبز

٤. بحث و نتیجه‌گیری

با بررس های انجام شده در این پژوهش، مشاهده شد تنش شوری بر رشد گیاهچه ها و سرعت و درصد جوانه‌زنی بذور بازدارنده و محدود کننده بود، ولی تیمار سالیسیلیک اسید با ایفای نقش مؤثر باعث شد تا شاخص های مذکور بهبود یابند. بنابراین تیمار سالیسیلیک اسید تحت شرایط تنش شوری می‌تواند برای تقویت فعالیت جوانه زنی و رشدی گیاه دارویی ریحان سبز توصیه شود. نتایج تشان داد که تأثیر اسید سالیسیلیک ۲۰۰قسمت در میلیون روی پارامترهای جوانه زنی موثر بوده است و می توان از آن برای مقاومت گیاهان به تنش شوری و احتمالاً دیگر تنش های محیطی استفاده نمود.

منابع

جیریایی،م. و فاتح، ا. ۱۳۹۰. تأثیر پیش تیمار سالیسیلیک اسید بر جوانه زنی ارقام گندم تحت سطوح مختلف شوری، یافته های نوین کشاورزی، سال ششم. ۲: ۱۱۸-۱۰۷.

عباسیان، ا. ۱۳۹۰. زراعت و فرآوری گیاهان دارویی. ترجمه. کتاب Cultivation and of medicinal plants processing تألیف لاسلو هورنوک، انتشارات سازمان ترویج، آموزش و تحقیقات کشاورزی، ۴۲۱ ص.

لولایی، ا.، خلیلی، ع.، محمدی، ه. و اسلامی،س. ۱۴۰۰. تأثیر پرایمینگ بذر با اسید سالیسیلیک بر شاخص‌های جوانه زنی و رشد گیاه گل گاوزبان تحت تنش شوری. نشریه تحقیقات بذر. سال یازدهم. ش: ۴. ۱۴-۱.

Ashraf, M. and Orooj, A. 2006. Salt stress effects on growth, ion accumulation and seed oil concentration in an arid zone traditional medicinal plant ajwain (*Trachyspermum ammi* L. Sprague). Journal of Arid Environments, 64: 209–220.

Broumandrezazadeh, Z., and Kochaki, A. 2014. Investigating the germination response of fenugreek, fennel, and dill seeds to osmotic and matric potentials caused by sodium chloride and polyethylene glycol 6000 at different temperatures, Iranian Agricultural Research Journal. 3: 217-207.

Jabbarzadeh, Z., Khosh-Kkhui, M., and Salehi, H. 2009. The effect of foliar applied salicylic acid on flowering of African violet. Aust. J. Bas. Appl. Sci. 3(4): 4693-4696.

Kaydan, D., and Yagmur, M. 2008. Germination, seedling growth and relative water content of shoot in different seed sizes of triticale under osmotic stress of water and NaCl. Afr. J.Biotechnol. 7: 2862-2868.

Mahmoudirad, Z. and Noorafken, Z. 2018. The effect of seed pretreatment with salicylic acid on the germination of Maritigal under salt stress. Journal of Seed Research, 9(4): 11-21.

Sidika E., Çigdem S., Emrah o., Yasemin S., Kukul K., Emine B., Hatice G. 2012. The effect of different irrigation water levels on yield and quality characteristics of purple basil (*Ocimum basilicum*L.). Agricultural Water Management, 109: 155-161.

Studying the effect of salicylic acid and salinity stress on some medicinal properties of green basil (*Ocimum basilicum* L)

Fatemeh Fateminick[*1]

[1] Agriculture Faculty, Payam e Noor University, Tehran, Iran

Abstract

Green basil (Ocimum basilicum L) is a member of the mint family (Lamiaceae). It is a herbaceous and annual plant and its useful components are leaves and seeds, and it is usually used to treat headaches, coughs, and stomachaches, as well as as an appetizer and medicine. In order to investigate the effect of salicylic acid on the germination characteristics of this medicinal plant, a factorial experiment was conducted in the form of a completely randomized design in 4 replications at Payam e Noor University, Shush Center. The test factors included salicylic acid at 3 levels (0, 100 and 200 parts per million) and salt stress at 3 levels (25, 50 and 100 mM). The results showed that the salinity stress treatment (25 mM) and salicylic acid application (200 parts per million) had the highest percentage and germination rate.

Key words: salinity stress, green basil, germination percentage, salicylic acid.

*: e-mail for the corresponding author: ffateminick@pnu.ac.ir

ویژگی‌های زعفران و خواص درمانی بخش‌های مختلف آن

سمیرا مصری[1]*و امیر رافعی[2]

[1] گروه گیاهان دارویی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فنی و حرفه ای نیشابور

[2]گروه کشاورزی، دانشکده مهندسی، دانشگاه نیشابور

چکیده

زعفران از جمله گیاهان دارویی و ادویه‌ای گران قیمت است که دارای کربوهیدرات، پروتئین، چربی، املاح و ویتامین‌هاست. از زعفران در مصارف غذایی، دارویی، تهیه مواد آرایشی، عطرسازی و رنگ‌های نساجی می‌توان استفاده نمود. زعفران به دلیل داشتن اسانس و رنگدانه، دارای رنگی زیبا و عطری طعم مطبوعی است که از این دو خاصیت زعفران در غذاهای ایرانی به‌عنوان چاشنی استفاده می‌گردد. در طب قدیم به‌عنوان آرام بخش، خلط آور، نشاط آور، تحریک کننده معده، برطرف‌کننده اسپاسم و قاعده‌آور شناخته شده است. در طب جدید ضمن بررسی‌های انجام شده، زعفران باعث کاهش کلسترول و تری‌گلیسیرید خون و هم‌چنین به‌عنوان داروی ضد سرطان و به‌عنوان درمانگر طبیعی در اختلالات روانپزشکی همانند افسردگی گزارش شده است.

واژگان کلیدی: آنتی‌اکسیدان، تنش شوری، کلاله زعفران، ضد سرطان

*dorsa_mesry@yahoo.com

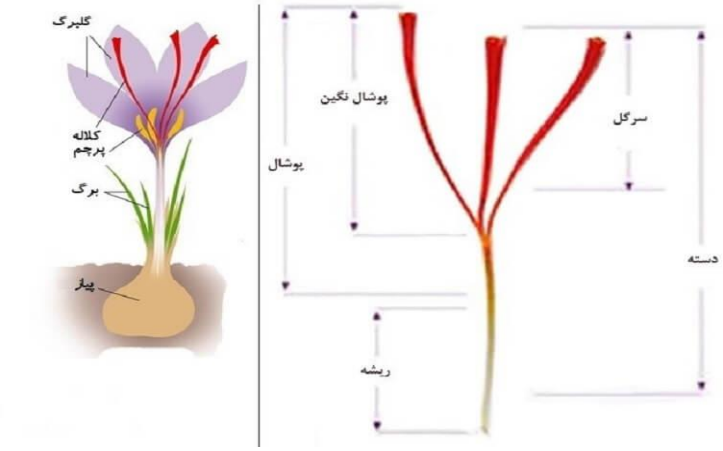
۱. مقدمه

زعفران با نام علمی (Crocus sativus L.) گیاهی از خانواده زنبق و راسته لیلیال‌ها، گیاهی چندساله و علفی، با برگ‌های سوزنی شکل و گل‌های آن از سه گلبرگ و یه کاسبرگ بنفش تشکیل شده‌اند که به دلیل یک رنگ بودن قابل تشخیص از هم نمی‌باشند.

هم‌چنین زعفران گیاهی تری‌پلوییید بوده و بذر تولید نمی‌کند. بنابراین تکثیر این گیاه به‌وسیله اندامی به نام بنه است (کافی، ۱۳۸۱). زعفران زراعی در بین ۸۵ گونه شناخته‌شده از جنس کروکوس از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. عمدتا در مناطق خشک و نیمه‌خشک با زمستان‌های ملایم و تابستان‌های گرم و خشک گسترش دارند (کافی، ۱۳۸۱). از ویژگی‌های جالب زعفران، رشد و گلدهی آن در دوره رکورد کشاورزی و وقتی که سایر گیاهان در حال آماده شدن برای خواب زمستان هستند، می‌باشد. دوره رشد زعفران از اوایل مهرماه تا اواسط اردیبهشت ماه است (Kumar et al., 2009).

۱-۱. قسمت‌های مختلف زعفران

زعفران از قسمت‌هایی مانند پیاز، گلبرگ، ساقه، پرچم و کلاله تشکیل شده است (بابایی و همکاران، ۲۰۱۲)، که در شکل ۱ نشان داده شده است. مهم‌ترین قسمت زعفران بخش قرمز رنگ آن به طول ۲۵-۳۰ میلی‌متر است که به‌عنوان زعفران تجاری شناخته می‌شود (Khalili, 2007). زعفران گیاهی است دائمی و علفی که در اوایل پاییز گل می‌دهد. این گیاه دارای ساقه زیرزمینی غده‌ای شکل به نام کرم (corm) می‌باشد که کشاورزان اصطلاحا به آن پیاز زعفران می‌گویند. وزن پیازها از ۱ تا ۲۰ گرم متغیر است. گل اولین اندامی است که در اواسط پاییز از خاک خارج می‌شود. هر پیاز ۱ تا ۳ گل ارغوانی و هر گل دارای ۶ گلبرگ می‌باشد. مادگی در مرکز گل قرار گرفته و دارای یک تخمدان غده‌ای بوده و از قسمت تخمدان، خامه باریکی خارج می‌گردد. خامه زرد رنگ به یک کلاله شفاف قرمز نارنجی ۳ شاخه‌ای تقسیم می‌شود. سه کلاله همراه با خامه‌ای که حدود ۵ سانتی‌متر است، پس از خشک‌شدن، همان زعفران تجارتی را تشکیل می‌دهد (ابراهیمی و شریف زادگان، ۱۳۹۴).



شکل ۱. قسمت های مختلف زعفران

۲-۱- نیازهای اکولوژیکی زعفران

زعفران گیاهی است که در مناطق خشک و نیمه‌گرمسیر رشد می‌کند. ولی در مناطقی که آب و هوای معتدل و تابستان‌های خشک و زمستان‌های ملایم داشته باشند، رشد مطلوب‌تری دارد و کیفیت محصول آن بهتر است. این گیاه در یک محدوده حرارتی ۱۵ - درجه سانتی‌گراد در زمستان تا ۴۰ درجه در تابستان را تحمل می‌کند. زعفران هر چند که در تمامی خاک‌ها اعم از سبک و شنی و یا رسی و سنگین قابل کشت می‌باشد ولی بهترین رشد و عملکرد را در خاک‌های هوموس‌دار با بافت متوسط لومی دارد (ابراهیمی و شریف زادگان، ۱۳۹۴).

۳-۱- بیماری‌های زعفران

بیماری زوال زعفران: این بیماری در اثر پیدایش ریزوکتونیا و یولاسه در پیاز به‌وجود می‌آید. این قارچ به سطح پیاز حمله کرده، بر روی آن لکه‌های قرمز ارزنی شکل ایجاد و به تدریج به داخل پیاز نفوذ می‌کند. نفوذ این قارچ به داخل پیاز موجب برآمدگی‌هایی در سطح آن و پوسیدن و خشک شدن برگ‌ها می‌گردد. این قارچ محصولات دیگری چون سیب‌زمینی، چغندرقند و یونجه را نیز مورد حمله قرار می‌دهد (ابراهیمی و شریف زادگان، ۱۳۹۴).

روش‌های مبارزه : نکاشتن پیاز زعفران پس از گیاهان هم‌میزبان، جمع‌آوری و سوزاندن پیازهای آلوده، ضدعفونی کردن زمین با سولفور دو کربن به مقدار ۲۵۰ کیلوگرم در هکتار، عدم کاشت پیاز زعفران در زمین‌های آلوده برای مدت ۶ تا ۸ سال

بیماری سیاهک زعفران: عامل این بیماری قارچی به نام فوماکو است. این قارچ بر روی ۱۸ برگ‌های زعفران نشو و نما می‌کند و کم کم به پیاز زعفران می‌رسد.

روش‌های مبارزه: جمع آوری و سوزاندن برگ‌ها و پیازهای آلوده، ضدعفونی پیازها با سموم مناسب در مقابل بیماری‌های قارچی پیش از کاشت

بیماری ورم پیاز: این بیماری تولید ورم‌های شاخی در سطح پیاز می‌کند. در این وضعیت پیازها معمولا کوچکتر از حد طبیعی شده و در ضمن خود بوته نیز کوتاه‌تر از حد طبیعی می‌شود (ابراهیمی و شریف زادگان، ۱۳۹۴).

٤-۱- تنش شوری و خشکی

مطالعات زیادی در زمینه تاثیر شوری و تنش‌ها بر عملکرد زعفران انجام گرفته است. افزایش شوری باعث کاهش سطح برگ و محتوی نسبی آب برگ زعفران، کاهش کلروفیل a و b و کاهش میانگین وزنی بنه‌ها شد. هم‌چنین افزایش شوری باعث افزایش سطح رنگیزه‌های کاروتنوئید و گزانتوفیل و گلوکز برگ زعفران شد (رستمی و همکاران، ۱۳۹۴). در آزمایش دیگری نشان داده شد که افزایش شوری باعث کاهش ارتفاع بوته و کاهش روزهای گلدهی در زعفران شد (Torghaban and Ahmadi, 2011).

نتایج تحقیقات دوساله نقی‌زاده و همکاران (۱۳۹۳) که با اعمال تیمار پنج سطح شوری ۰/۵، ۳، ۶، ۹ و ۱۲ دسی زیمنس بر متر، بر روی سه توده پیاز جمع‌آوری‌شده از سه شهرستان فردوس، گناباد و تربت حیدریه نشان داد که با افزایش میزان شوری، وزن خشک اندام هوایی، وزن خشک بنه، تعداد کل برگ، محتوی نسبی آب و غلظت قندهای احیاکننده در بنه و برگ زعفران کاهش یافت.

۵-۱- تاثیر کودها بر زعفران

در مطالعه‌ای بر روی اکوسیستم‌های زراعی خراسان، یکی از علل برتری عملکرد زعفران را، استفاده از کودهای آلی شناسایی شد (Jami-alahmadi, 2009). در تحقیقی دیگر نشان داده شد که کاربرد کود گوسفندی و نیز کاربرد توأم ماسه بادی و کود گوسفندی تأثیر مثبتی بر عملکرد گل و کلاله زعفران دارد (Esmaili et al., 2008). استفاده از کودهای آلی در زراعت زعفران موجب افزایش وزن تازه و خشک و درصد ماده خشک بنه‌ها شده و میزان ریشه‌های بنه را افزایش می‌دهد که این اثرات ممکن است در نتیجه افزایش رطوبت خاک و نهایتا رشد بهتر گیاه باشد (بهدانی و همکاران، ۱۳۸۴).

رضوانی مقدم و همکاران (۱۳۹۲) افزایش تعداد و وزن بنه‌های زعفران در نتیجه کاربرد کمپوست را تحت تأثیر فراهمی بیشتر عناصر غذایی به‌ویژه نیتروژن، فسفر و هم‌چنین بهبود ویژگی‌های فیزیکی و بیولوژیکی خاک ناشی از افزایش ماده آلی دانستند. محققان در بررسی تأثیر کود شیمیایی و زیستی نیتروژن بر ویژگی‌های کیفی زعفران گزارش کردند که حداکثر میزان ماده مؤثره کروسین از تلفیق کود نیتروژن و کود بیولوژیک نیتروکسین و بیشترین مقدار پیکروکروسین و سافرانال از تیمار نیتروکسین حاصل شد (نقدی‌بادی و همکاران، ۱۳۹۰). هم‌چنین افزایش درصد کروسین، پیکروکروسین و سافرانال در نتیجه استفاده از نیمی از مقادیر کودهای شیمیایی، ورمی‌کمپوست و باکتری‌های محرک رشد گزارش شد (Rasouli et al, 2015). با توجه به اهمیت گیاه دارویی زعفران، یکی از راهکارهای افزایش مواد مؤثره زعفران، مدیریت تغذیه مناسب در مزرعه می‌باشد.

۶-۱- خواص آنتی اکسیدانی بخش‌های مختلف زعفران و خواص درمانی و پزشکی آن

آزمون DPPH بطور گسترده‌ای به‌منظور تعیین فعالیت بازدارندگی رادیکال‌های آزاد ترکیبات خالص یا گیاهی مختلف به‌کار می‌رود. در پژوهشی قدرت آنتی اکسیدانی عصاره اتانولی قسمت‌های مختلف زعفران به‌وسیله آزمون DPPH آورده شده است. نتایج بررسی شده نشان داد که عصاره گلبرگ بیشترین خاصیت بازدارندگی رادیکال آزاد را نسبت به سایر قسمت‌ها داشته و ترتیب خاصیت بازدارندگی در بین کلاله قسمت‌های مختلف زعفران به قرار زیر است : گلبرگ > کلاله > پرچم > ساقه > ریشه و پیاز. گلبرگ با ۶۸ درصد و پیاز با ۳۴ درصد به‌ترتیب بیشترین و کمترین خاصیت بازدارندگی را نشان دادند (جعفرپور و همکاران، ۱۴۰۰).

کلاله زعفران: ترکیباتی مانند کروسین، پیکروسین سافرانال در کلاله زعفران موجود است. کروسین موجود در کلاله سبب مختل کردن DNA سلول سرطانی شده و در نتیجه باعث افزایش طول عمر در حیوانات مبتلا به سرطان شده است. این اثر

وابسته به دوز می‌باشد و مزبور به ترکیبات کارتنوئید بویژه دی‌متیل کروستین است (Modabernia and Akhondzadeh, 2013; Akondzadeh, 2007).

کروسین باعث افزایش انتشار اکسیژن تا حدود ۸۰ درصد در پلاسمای خون شده و درنتیجه ممکن است از بروز اترواسکلروزیس پیشگیری و یا در درمان آن موثر باشد. کم بودن میزان بیماری قلبی- عروقی در بخشی از اسپانیا ممکن است در اثر مصرف روزانه زعفران باشد (Modabernia and Akhondzadeh, 2013; Akondzadeh, 2007).

بر طبق آزمایش‌هایی که بر روی حیوانات صورت گرفته است کروسین دارای اثرات پایین آوردن چربی است و باعث جلوگیری از هایپرکلسترولمی مصنوعی شد (Modabernia and Akhondzadeh, 2013; Akondzadeh, 2007).

کروسین باعث افزایش انتشار اکسیژن به بافت مغزی می‌شود و دارای اثرات محافظتی در برابر ترکیبات سرطان‌زا و سمیت ناخواسته ایجادشده به‌وسیله سیکلوفسفامید می‌باشد (Modabernia and Akhondzadeh, 2013).

آفلاتوکسین سمی است که در برخی محصولات همانند پسته در اثر ماندگاری طولانی‌مدت ایجاد می‌شود. سمیت کبدی، تضعیف سیستم ایمنی، جهش‌زایی، سرطان‌زایی (سرطان کبد) از عمده‌ترین اثرات آفلاتوکسین در بدن است، می‌توان گفت کسانی که مبتلا به هپاتیت هستند اگر در معرض آفلاتوکسین قرار بگیرند ممکن است ریسک ابتلای آن‌ها به سرطان کبد چند برابر شود (Akhondzadeh, 2007; Akhondzadeh, 1999).

تحقیقات زیادی نشان می‌دهد که زعفران دارای اثرات ضد سرطان و ضد فشار خون است که این اثرات وابسته به ویژگی-های آنتی‌اکسیدانی موجود در آن است (Akhondzadeh, 2007; Akhondzadeh, 1999).

عصاره خام زعفران باعث اصلاح اثرات مخرب اتانول بر حافظه و یادگیری می‌شود (Akhondzadeh, 2007 ; Salehi et al., 2010). زعفران به‌منظور هضم غذا نیز مورد استفاده قرار می‌گیرد و در درمان برونشیت ، سردرد، تهوع و تب نیز به‌کار می رود (Akhondzadeh, 2007; Rezaei et al, 2010).

زعفران دارای خاصیت تنظیم‌کنندگی سیستم ایمنی نیز می‌باشد (Sepanjnia et al., 2012). دارای اثر مسکن بر روی اعصاب سطحی بدن است و اثر مسکن سرفه در برونشیت‌های مزمن دارد، و به دلیل اثر بی‌حس‌کنندگی آن برای رفع بی‌خوابی ناشی از تحریکات مغزی، حملات تشنجی و درد دندان استفاده می‌شود (Modabernia and Akhondzadeh, 2013). اثرات زعفران در درمان سندورم پیش از قاعدگی (Agha-Hosseini, et al., 2008)، ضد اضطراب (Modabernia and Akhondzadeh, 2013; Akhondzadeh, 2007) و ضد افسردگی (درمان افسردگی خفیف تا متوسط) (Akhondzadeh and Abbasi, 2006) توسط محققین مختلفی به اثبات رسیده است.

آخوندزاده (۱۳۹۵) بیان نمود بسیاری از داروهای شیمیایی عوارض جانبی دارند و در بعضی از موارد سبب مشکلاتی برای بیمار می‌شوند، هم‌چنین برای بسیاری از اختلالات روانپزشکی مانند افسردگی و دمانس درمان‌های ایده‌آل شیمیایی وجود ندارد. بنابراین استفاده از داروهای گیاهی همانند زعفران با توجه به نقش ویژه آن در درمان بسیاری از بیماری‌ها می‌توان به‌عنوان داروی کمکی یا جایگزین استفاده نمود.

منابع

ابراهیمی، م. و شریف زادگان، ح. ۱۳۹۴. آشنایی با روش های کاشت، داشت و برداشت زعفران. سازملن جهاد کشاورزی استان قم. مدیریت هماهنگی ترویج کشاورزی. ۲۴ صفحه.

آخوندزاده، ش. ۱۳۹۵. زعفران گیاهی به قدمت تاریخ ایران و اثرات سایکوتروپیک. فصلنامه گیاهان دارویی. ۲ (۵۸).

بهدانی، م.ع.، کوچکی، ع. ر.، نصیری محالتی، م. و رضوانی مقدم، پ. ۱۳۸۴ .ارزیابی روابط کمی بین عملکرد و مصرف عناصر غذایی :مطالعه در مزارع کشاورزان. farm-On مجله پژوهش‌های زراعی ایران، ۱ :۱۴-۱.

جعفرپور، د.، هاشمی، م.ب.، قائدی، ا. ۱۴۰۰. بررسی خاصیت آنتی اکسیدانی عصاره قسمت‌های مختلف زعفران و کاربرد آن در خامه. مجله علوم و صنایع غذایی ایران. ۱۸(۱۳): ۲۸۹-۲۹۹. DOI: 10.52547/fsct.18.04.23

رستمی، م.، محمدپرست، ب. و گلفام، ر. ۱۳۹۴. تاثیر سطوح مختلف شوری بر برخی خواص فیزیولوژیکی زعفران. مجله کشاورزی و تکنولوژی زعفران. ۳(۳): ۱۷۹-۱۹۳.

رضوانی مقدم، پ.، خرمدل، س.، امین غفوری، ا. و شباهنگ، ج. ۱۳۹۲ .ارزیابی رشد و عملکرد زعفران (Crocus sativus L.) تحت تأثیر کمپوست بستر قارچ و تراکم بنه. مجله پژوهش‌های زعفران، ۱ :۲۶-۱۳ .

کافی، م. ۱۳۸۱. تولید و فرآوری زعفران. انتشارات دانشگاه مشهد. ایران. ۲۷۶ صفحه.

نقدی‌بادی، ح.ع.، امیدی، ح.، گلزاد، ع.، ترابی، ح. و فتوکیان، م. ح. ۱۳۹۰ .تغییرات کروسین، پیکروسین و سافرانال و ویژگی-های زراعی زعفران تحت تأثیر کودهای زیستی و شیمیایی فسفره. فصلنامه گیاهان دارویی، ۴۰ :۶۸-۵.

نقی‌زاده، م.، غلامی شبستری، م و شمس‌آبادی، سعید، م. ۱۳۹۳. بررسی برخی پاسخ‌های فیزیولوژیک سه توده بومی زعفران (Crocus sativus L.) ایران به تنش شوری. مجله کشاورزی و تکنولوژی زعفران. ۲(۲).

Agha-Hosseini M, Kashani L, Aleyaseen A, Ghoreishi A, Rahmanpour H, Zarrinara AR and Akhondzadeh S. 2008. *Crocus sativus L.* (saffron) in the treatment of premenstrual syndrome: a doubleblind, randomised and placebo-controlled trial. BJOG. 115 (4): 515 - 9.

Akhondzadeh S and Abbasi SH. 2006. Herbal medicine in the treatment of Alzheimer's disease. Am. J. Alzheimers. Dis. Other Demen. 21 (2): 113 - 8.

Akhondzadeh S. 2007. Herbal medicine in the treatment of psychiatric and neurological Disorders. In: L'Abate L. Low Cost Approaches to Promote Physical and Mental Health: Theory Research and Practice. New York. pp: 119 - 38.

Akhondzadeh S. 1999. Hippocampal synaptic plasticity and cognition. J. Clin. Pharm. Ther. 24 (4): 241 – 8.

Esmaili, A., Shahbazi, K. H., Sheikh Moradi, P. and Nazari, R. 2008. Investigation effect organic matter on properties vegetitive saffron plant. The first conference saffron and berberry. ghaen. p. 14-22.

Jami-alahmadi, M., Behdani, M. A. and Akbarpour, A. 2009. Analysis of agronomic effective factors on yield of saffron agroecosystems in southern khorasan. 3rd International Symposium on Saffron. Greece, pp. 14.

Khalili, K., 2007. Simulation of falling saffron flower and the effect of acting forces on flowers orientation. Modelling, Identification and Control. Innsbruck, Austria. 109-113.

Kumar, R., Virendra, S., Kiran, D., Sharma, M., Singh, M.K., and Ahuja, P.S., 2009. State of art of saffron (*Crocus sativus L.*) agronomy: A comprehensive review. Food Rev. International. 25, 44–85.

Modabbernia A and Akhondzadeh S. 2013. Saffron, passionflower, valerian and sage for mental health. Psychiatr. Clin. North Am. 36 (1): 85 - 91.

Rasouli, Z., Maleki Farahani, S. and Besharati, H. 2015. Saffron (*Crocus sativus L.*) yield as affected by different fertilizing systems. Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants, 27 (1): 35-46.

Rezaei V, Mohammadi MR, Ghanizadeh A, Sahraian A, Tabrizi M, Rezazadeh SA and Akhondzadeh S. 2010. Double-blind, placebo-controlled trial of risperidone plus topiramate in children with autistic disorder. Prog. Neuropsychopharmacol. Biol. Psychiatry. 34 (7): 1269 - 72.

Salehi B, Imani R, Mohammadi MR, Fallah J, Mohammadi M, Ghanizadeh A, Tasviechi AA, Vossoughi A, Rezazadeh SA and Akhondzadeh S. 2010. Ginkgo biloba for attention-deficit/hyperactivity disorder in children and adolescents: a double blind, randomized controlled trial. Prog. Neuropsychopharmacol. Biol. Psychiatry. 34 (1): 76 - 80.

Sepanjnia K, Modabbernia A, Ashrafi M, Modabbernia MJ and Akhondzadeh S. 2012. Pioglitazone adjunctive therapy for moderate-tosevere major depressive disorder: randomized double-blind placebo-controlled trial. Neuropsychopharmacol. 37 (9): 2093 - 2100.

Torbaghan, M.E., and Ahmadi, M.M. 2011. The effect of salt stress on flower yield and growth parameters of saffron (*Crocus sativus L.*) in greenhouse condition. International Res. J. Agric. Sci. and Soil Scie. 1(10), 421-427.

مجموعه مقالات کنفرانس:

فیزیولوژی تغذیه و متابولیسم گیاهان دارویی

A review of role the Commiphora Mukul and Artichoke *(Cynara)* to decrease the level of cholesterol in human

Natiq Jaafar Ali Al-Khazaali[1] Mohammad Mirzaei Heydari[2] *

[1]Maysan Province Council, Coordination and Relationship Department, Ammara Center, Iraq.
[2]Department of Production Engineering and Plant Genetics, Faculty of Agriculture and Natural Resources, Isfahan (Khorasgan) Branch, Islamic Azad University, Isfahan, Iran.

Abstract

Commiphora Mukul and Artichoke are medicinal plants of high value, have long been used in folk medicine in many countries, the active extracts have been used to treat several ailments related to high cholesterol, liver diseases, antiobesity and blood glucose. Many studies were conduct to evaluate the chemical properties, effective materials, the pharmacological and morphological properties of the Commiphora Mukul and Artichoke (*Cynara scolymus L.*) , studies have proven the effect and role of Guggul (gum resin) and the artichoke leaf extract (ALE) in reducing the harmful cholesterol in blood (LDL), triglycerides, enhancing blood flow in the arteries , help to avoid the health problems related to the heart disease, atherosclerosis , prevent the synthesis of hepatic cholesterol in an indirect way and obesity , In addition have many other medical benefits such as antioxidative, antibacterial. The aim of this review is to update the data of describing the Commiphora Mukul and Artichoke and the role of the active substances of the treatment and reducing of the level of cholesterol and hyperlipidemia in human.

Keywords: Commiphora Mukul, Artichoke, Cynara, Guggul, Decrease cholesterol**.**

***Corresponding author e-mail:** mirzaeiheydari@yahoo.com

1. Introduction

Healing with medicinal plants is as old as mankind itself. The connection between human and his search for drugs in nature dates from the far past, of which there is ample evidence from various sources: written documents, preserved monuments, and even original plant medicines. Awareness of medicinal plants usage is a result of the many years of struggles against illnesses due to which man learned to pursue drugs in barks, seeds, fruit bodies, and other parts of the plants. (Petrovska, 2012) A large and increasing number of patients and people use medicinal plants or seek the advice of their physician regarding their use. More than one third of Americans use herbs for health purposes, yet patients and physicians often lack accurate information about the safety and efficacy of herbal remedies (MaryAnn et al., 1998).

Allah has deposited in some herbs a cure for many diseases, and some researchers have excelled in choosing some medicinal plants and knowing their properties, harms, benefits, methods of combining them with each other, and the doses that the patient should use. Modern medicine came to make many of these medicinal plants after purification and sterilization in the form of pills or capsules, syrups or ointments in a modern scientific way to limit those who deal with herbs. (Khodair, 2008). Despite that, some extracts of medicinal plants or their isolated secondary metabolites were effective in preventing such diseases or impeding their progress. (Raghdaa, 2022).

Cholesterol presents one of the essential biochemical compounds in the animal world, and the actual interest in its physico-chemical and biological characteristics is in a large extent instigated by numerous evidenced unbalanced metabolic occurrences that involve its undesired in vivo precipitation. (Sergey et al., 2004). Also, it relates to a wide array of problematic health issues that range from gallstone formation to chronic intestinal lumen deposits to atherosclerotic plaque. (Uskoković et al., 2007). Moreover, chemical analysis of advanced plaques has shown the presence of considerable amounts of free cholesterol identified as cholesterol monohydrate crystals, herbs have inhibitory effect on the crystallization such as nucleation, crystal size and habit modification. (Saraswathi and Gnanam, 2000).

In this review, will be highlight on two the important medicinal plants that are currently used as medicine, and many studies have proven their effectiveness and role in lowering blood cholesterol and triglyceride.

2. Material and methods

In this review electronic searches were conducted in many of databases such as (Direct science, Google scholar, PubMed, scientific journals, Wikipedia, eBooks, medical websites) and searching in library sources, for the latest updates regarding the pharmacological and medicinal benefits of these medicinal plants related to reduce of the high of blood cholesterol.

3. Commiphora Mukul

3.1 General description

Latin name: *Commiphora wightii*.
Common Name: Guggul, Mukul myrrh tree
Family: Burseraceae
Origin: India and Saudi Arabia

3.2 Description

Commiphora Mukul, a small, thorny tree that grows 4 to 6 feet tall, is native to Saudi Arabia and India. In its natural setting, the tree remains essentially free of foliage for most of the year. Its bark is ash colored and comes off in rough flakes, exposing the under bark, which also peels off. When injured, the tree exudes a yellowish gum resin that has a balsamic odor. This oleoresin is referred to as “gum guggul” or “guggulu.” (Joseph and Michael, 2020). The plant is commonly known as guggul tree and is found in arid areas of India, Bangladesh, and Pakistan. In India, it is found in Rajasthan, Gujarat, Assam, Madhya Pradesh, and Karnataka. The tree is tapped from November to January and the resin is collected through May to June. A guggul tree yields between 250 to 500 g of dry resin during each collection season

3.3 Guggul resin synonyms

The common names are related substances: African myrrh, Arabian myrrh, Commiphora myrrha, fraction A, guggal, guggulipid C+, guggulsterone, guggulsterone, guggulu, guglip, gugulimax, gum guggal, gum gugglu, gum guggul, gum guggulu, gum myrrh, gum resin, Indian bdellium tree, Myrrha, Somali myrrh, Yemen myrhh. (Ulbricht et al., 2005).

3.4 History and folk use

In traditional oriental medicines, Commiphora myrrha and its resinous exudate (i.e., myrrh) are used as herbal remedies to treat various inflammatory and metabolic disorders. Until now, Commiphora myrrha derived herbal products are considered useful source for bioactive compounds to manage numerous human diseases. (Youn-Hwan et al., 2021).

The export trade of Commiphora mukul is of particular importance to the European Union especially of Belgium, France, Germany, Hungary, Italy, the Netherlands and the United Kingdom. Demand and prices for Guggulu oleo-resin are increasing, and wild stocks of Commiphora Mukul are declining, (Cunningham et al., 2018). There has been a decline in its wild population over the last several decades. (Sarup, 2015).

3.5 Chemical Composition

According to Joseph and Michael: Guggulu contains a mixture of diverse chemical components that can be separated into several fractions. The first step in the fractionation process involves mixing Guggulu with ethyl acetate to produce soluble and insoluble fractions. The insoluble portion, which contains the carbohydrate components, is considered toxic and is the main reason why extracts of the soluble portion are preferred over raw gum for medicinal use. The insoluble portion has no demonstrable pharmacological activity other than toxicity. (Joseph and Michael, 2020).

Guggulu is a mixture of phytoconstituents like volatile oil which contains terpenoidal constituents such as monoterpenoids, sesquiterpenoids, diterpenoids, and triterpenoids; steroids; flavonoids; guggultetrols; lignans; sugars; and amino acids (Sarup, 2015).

Ragavi and others refer that the studies indicate that guggul contain flavonoids, terpenes, phytosterols etc. producing number of biological activities like anti-inflammatory, antiobesity, antineoplastic, antidiabetic etc., to use Ethyl acetate extraction separates the oleo gum resin in to two parts, gum and resin and further separated in to acidic, basic, and neutral fraction containing appropriate fractions of guggulsterone (Ragavi et.al. ,2018).

On further purification of the neutral portion, it was determined that the ketone fraction contains the most potent cholesterol-lowering components. The ketone fraction is composed of C21 or C27 steroids, with the major components being Z- and E-guggulsterone. These compounds are considered the major active components of gum guggul and its extracts. For medicinal purposes, a standardized extract known as guggulipid, which is standardized to contain a minimum of 50 mg of guggulsterones per gram, is regarded as the most beneficial in terms of safety and effectiveness. In addition to guggulsterones, guggulipid contains various diterpenes, sterols, esters, and fatty alcohols. These accessory components appear to exert a synergistic effect. (Joseph and Michael, 2020).

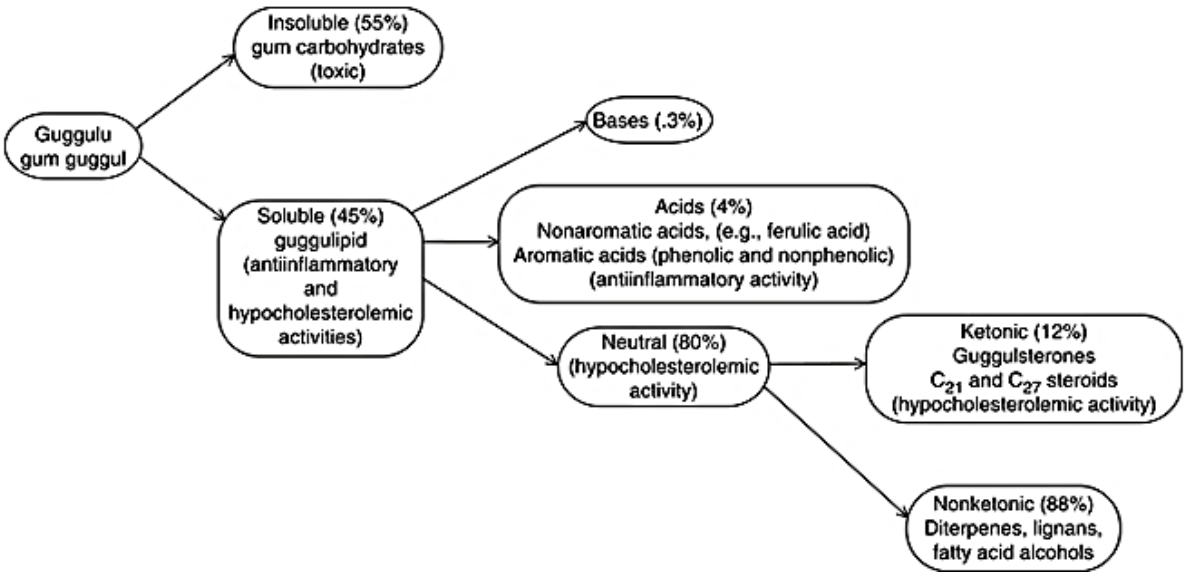


Figure 1. Chemical segregation of gum guggulu (Joseph and Michael, 2020).

3.6 Effective part

Myrrh is an aromatic oleo-gum resin extracted from the stem of Commiphora myrrha (Nees) Engl. Myrrh has the efficacies of “huoxuehuayu” (to promote blood circulation for removing blood stasis) and “liqizhitong” (to promote qi circulation and relieving pain) in Chinese pharmacopoeia Zhong Hua Ben Cao, and shows various pharmacological activities such as anti-inflammation, anti-cancer, lipid-lowering and anti-obesity (Hwang et al., 2021; Suliman et al., 2022).

Gum-oleoresin , Oleoresins are semi-solid extracts composed of resin and essential or fatty oil, obtained by evaporation of the solvents used for their production.(Commission British Pharmacopoeia ,2009). According to Lars-Hugo : in contrast to essential oils obtained by steam distillation, oleoresins abound in heavier, less volatile and lipophilic compounds, such as resins, waxes, fats and fatty oils. Gummo-oleoresins (oleo-gum resins, gum resins) occur mostly as crude balsams and contain also water-soluble gums. Processing of oleoresins is conducted on a

large scale, especially in China (400,000 tons per year in the 1990s), but the technology is too labor-intensive to be viable in countries with high labor costs, such as the US. (Lars-Hugo, 2002).

3.7.Artichoke, Globe artichoke *(Cynara cardunculus L)*

3.7.1 General description

Latin name: *Cynara cardunculus* var. *scolymus*

Common Name: artichoke and green artichoke

Family: Asteraceae

Genus: Cynara

Origin: Mediterranean region.

Artichoke synonyms: Artichoke, globe artichoke, artichoke plant, Cynara scolymusnoun.

4. Results

4.1 Role of Commiphora Mukul to decrease the level of cholesterol

Many studies in tests on humans and animals showed that gum guggul (both crude and purified alcohol extract), its petroleum ether extract (referred to as fraction A), and guggulipid (standardized ethyl acetate extract) all exert effective lipid-lowering activity. All lower both elevated cholesterol and triglyceride levels., as guggul lowers very low-density lipoprotein (VLDL) cholesterol and low-density lipoprotein (LDL) cholesterol, simultaneously elevating high-density lipoprotein (HDL) cholesterol. Preliminary human clinical trials using guggulipid found that cholesterol levels showed typical reductions of 14% to 27% in total cholesterol levels in a 4- to 12-week period, whereas triglyceride levels dropped from 22% to 30(Joseph and Michael, 2020).

Hong-BinXua1Xian. and others indicate Myrrh is an aromatic oleo-gum resin extracted from the stem of Commiphora myrrha, and has the efficacies to promote blood circulation and remove blood stasis. Myrrh is mainly used for the treatment of chronic diseases including cancer (Hong-BinXua et al., 2023). For synergistic effect, after combination treatment caused most significant ($P < 0.001$) reduction in body weight, fasting blood glucose, serum levels of cholesterol, triglyceride, LDL, VLDL and increase levels of HDL. (SayyedNadeem.2012). After treatment with guggulu the clinical studies on Commiphora. Mukul showed its hypolipidemic effect and the outcome of change in lipid profile upon its administration. This study showed significant decrease in total cholesterol and LDL cholesterol (Hasani, 2010).

Bhavna Sharma and others indicated the guggulsterone has both hypoglycemic and hypolipidemic effect which can help to cure type II diabetes. (BhavnaSharma et al., 2009).
In vitro studies showed that the primary mechanism of action involves guggulsterones acting as an antagonist ligand for the farnesoid X receptor (FXR) and upregulating the bile salt export pump. As a result, guggulsterones promote the conversion of cholesterol to bile acids and increase the uptake of LDL cholesterol from the blood by the liver. (Joseph and Michael, 2020).

According to Clavo E, and others the mechanism of action was found to inhibit the synthesis of cholesterol in the liver by acting on HMG-COA, lowering LDL and increasing the level of HDL, increasing lipolysis activity in the liver and heart, and increasing excretion of bile acids and cholesterol in the feces. Clavo and others indicate a bioactive plant compound, cambranoids controls the gastrointestinal uptake of cholesterol and lipids. Its ligands a bile acid receptor called the Farnesoid X receptor, which is an important regulator of cholesterol homeostasis. (Clavo et.al, 2004). The combination of antioxidant and lipid-lowering properties of guggulu makes it especially beneficial against thermogenesis (Wang, 2004).

4.2 Effect Commiphora Mukul on obesity

Many studies indicate the role of Guggulsterones in reducing the amount of fat in the body and weight loss. Commiphora mukul enhances the body's metabolic activity by improving thyroid function, increasing the body's fat-burning activity, and augmenting thermogenesis or heat production. Extracts containing ketonic steroid active substances such as guggulsterones have been shown to significantly lower serum low-density lipoprotein and very low-density lipoprotein (LDL and VDRL, respectively) and triglycerides (Satyavati, 1988). Produced synergistic effect with Lagenaria siceraria causing reduction in body weight and fasting blood glucose, decreased serum levels of cholesterol, triglyceride LDL, VLDL and increased level of HDL. (Ragavi and Saritha, 2018).

4.3 Role of Artichoke in the treatment of cholesterol

Artichoke leaf extracts (ALEs) have been reported to reduce plasma lipids levels, including total cholesterol, although high quality data is lacking. (Bundy et al., 2008). Artichoke extracts may inhibit hepatic cholesterol biosynthesis in an indirect but efficient manner and, thus, may contribute via this action to the recently confirmed hypolipidemic influence of this phytopharmacon in man. (Gebhardt, 1998). These results indicate that artichoke leaf extract (ALE) could play a relevant role in the

management of mild hypercholesterolemia, favouring in particular the increase in HDL-C, besides decreasing total cholesterol and LDL-cholesterol. (Rondanelli et al., 2013). The pharmacological properties of artichoke leaf extract (ALE) are well documented in several studies, and the Cochrane Database reports that ALE has potential in lowering cholesterol levels in humans (Wider et al. 2009). According to Ben Salem. M and others, it may also play a role in lowering cholesterol and thus help to prevent heart disease. (Ben Salem et al., 2015).

Therefore, a great deal of attention is now dedicated to the study of bioactive molecules that could increase HDL-C, in addition to decreasing LDL-cholesterol (LDL-C). This effect could be achieved by some bioactive molecules present in artichoke leaves (Rondanelli et al., 2013). Many studies refer that Flavonoids represent a diverse group of phytochemicals which possess the capacity to act as antioxidants in vitro. This study examined the free radical scavenging properties of an artichoke extract rich in luteolin and some of its purified flavonoid constituents by evaluating their ability to inhibit Cu2+-mediated LDL oxidation. Artichoke extracts retarded LDL oxidation in a dose-dependent manner as measured by a prolongation of the lag phase to conjugated diene formation, a decrease in the rate of propagation and a sparing of endogenous LDL α-tocopherol during oxidation. (Jonathan and Catherine, 1998).

5. Discussion

Over the last few years, a renewed and growing interest in the artichoke, an old plant with new uses in functional foods, has been observed. Artichoke, Cynara cardunculus L. subsp. scolymus (L.) Hayek, (formerly Cynara scolymus L.) is an ancient herbaceous perennial plant, originating from the Mediterranean area. The botanical name is derived in part from the tradition of fertilizing the plant with ashes (Latin: cinis, cineris), and partly from the Greek skolymos, meaning ‘‘thistle’’ from the spines found on the bracts (they are not leaves) that enclose the flower heads forming the edible portion of the plant. (Oliaro, 1969).

The use of artichoke as an herbal medicine and have been recognized since ancient times for their beneficial and therapeutic effects: extracts from artichoke have been used for hepatoprotection (Adzet et al., 1987).

Also called globe artichoke or French artichoke, large thistlelike perennial plant of the aster family (Asteraceae) grown for its edible flower buds. The flesh at the base of the thick leathery bracts and the receptacle of the immature flower head, known as the heart, are a culinary delicacy. The artichoke’s flavor is delicate and nutlike, and the smaller heads, or buds, are usually the most tender.

Artichoke heads are commonly boiled or steamed and served as a hot vegetable with a sauce or as a cold salad or appetizer. Artichokes are a rich source of potassium, vitamin C, and dietary fiber. (https://www.britannica.com).

5.1. Effective part

Artichoke leaf extracts have long been used in folk medicine, particularly for liver complaints. (Vincenzo et al., 2009). Globe artichoke A functional food and source of nutraceutical ingredients, it is widely cultivated for its large immature inflorescences, called capitula or heads, with edible fleshy leaves (bracts) and receptacle, which represent an important component of the Mediterranean diet and is a rich source of bioactive phenolic compounds, and also inulin, fibres and minerals (Lattanzio, 1982; Orlovskaya et al., 2007).

5.2. History and folk use

The native of artichoke are the western and central Mediterranean and North Africa, it was domesticated and carried to the eastern Mediterranean in ancient times, though it was then valued for its young leaves rather than the immature flower heads. The edible flower form was first recorded in Italy about 1400, and today it is extensively cultivated in Mediterranean countries, the Americas, and other regions with the necessary rich soil and mild climate.(https://www.britannica.com).

According to Sae´nz Rodriguez and others, traditional use of artichoke leaf extract in gastroenterology is mainly based upon its strong antidyspeptic actions which are mediated through its choleretic activity. (Sae´nz Rodriguez et al., 2002).

Artichoke is a species belonging to the Asteraceae family, which has been known since the 4th century B.C. as a food and remedy. This plant has been appreciated by the ancient Egyptians, Greeks, and Romans, who used it both as a food and as a medicine (for their beneficial effects against hepato-biliary diseases and as a digestive aid) (Marzi et al., 1975; Sonnante et al., 2002).

5.3. Chemical composition:

The chemical components of artichoke have been studied extensively and this plant has been found to be a rich source of polyphenolic compounds, with mono- and Di caffeoylquinic acids as the major chemical components**.** (Lattanzio, 1981).

The total antioxidant capacity of artichoke flower heads is one of the highest reported for vegetables. Cynarine is a chemical constituent in Cynara. The majority of the cynarine found in artichoke is located in the pulp of the leaves, though dried leaves and stems of artichoke also contain it. (Ciccarelli et al., 2010).

According to Vincenzo and others, artichoke is a rich source of bioactive phenolic compounds, and also inulin, fibre and minerals. Artichoke by-products such as leaves, external bracts and stems that are produced by the artichoke processing industry, represent a huge amount of discarded material (about 80–85% of the total biomass of the plant), which could be used as a source of inulin but also of phenolics, and should be considered as a raw material for the production of food additives and nutraceuticals. (Vincenzo et al., 2009).

6. Conclutions

The active substances in Commiphora Mukul and Artichoke have proven through pharmacological, chemical and clinical studies their medical effectiveness in treating many diseases, especially decreasing LDL-cholesterol and triglyceride lipids of the blood in human, especially the (Guggul) extracts, and confirm their positive results and outweigh the side effects. Today these medicinal plants are considered an important source for the production of many effective medicines in the treatment of various diseases, and moved from the stage of popular use to pharmaceutical use. They also have economic benefits for their multiple medicinal uses.

The active substances in these two plants are a good source of traditional medicines for the treatment of various types of diseases. The results of pharmacological and clinical studies have clearly demonstrated their effectiveness and great value, despite the need for more of clinical studies to know the side effects of allergy sufferers, pregnant women or breast-feeding. In additional the need to increase the awareness of people about the correct way to use these plants by consulting specialists, as they contain highly effective substances, and some of them have a toxic effect.

References

Adzet, T., Camarasa, J., &Carlos Laguna, J. 1987. Hepatoprotective activity of polyphenolic compounds from Cynara scolymus against CCl4 toxicity in isolated rat. Journal of Natural Products, 612–617.

Ben Salem M., Affes H., Ksouda K., Dhouibi R., Sahnoun Z., Hammami S., Zeghal KM. 2015. Pharmacological Studies of Artichoke Leaf Extract and Their Health Benefits. Plant Foods Hum Nutr.;70(4):441-53.

Bhavna Sharma, Rajani Salunke, Swati Srivastava. 2009. Chandrajeetbalo Majumder, Partha Roy, Effects of guggulsterone isolated from Commiphora mukul in high fat diet induced diabetic rats, Food and Chemical Toxicology, Issue 10, Pages 2631-2639.

Bundy R., Walker A.F., Middleton RW., Wallis C., Simpson HC. 2008. Artichoke leaf extract (Cynara scolymus) reduces plasma cholesterol in otherwise healthy hypercholesterolemic adults: a randomized, double-blind placebo-controlled trial. Phytomedicine.;15(9):668-75.

Ceccarelli N., Curadi M., Picciarelli P., Martelloni L., Sbrana C., Giovannetti M. 2010. "Globe artichoke as a functional food" Mediterranean Journal of Nutrition and Metabolism. 3:3 (197–201).

Clavo E., Palacios I, Delgado E. 2004. Histopathological correlation of cartilage swelling detected by MRI in early experimental osteoarthritis. Osteoarthritis and Cartilage; 11:878-86.

Commission British Pharmacopoeia. 2009. "EXTRACTS", *British Pharmacopoeia*, vol. 3, 978-0-11-3227990.

Cunningham, A.B., J.A. Brinckmann, R.N. Kulloli, U. Schippmann. 2018. Rising trade, declining stocks: The global gugul (Commiphora wightii) trade, Journal of Ethnopharmacology, Volume 223, Pages 22-32.

Gebhardt R. 1998. Inhibition of cholesterol biosynthesis in primary cultured rat hepatocytes by artichoke (Cynara scolymus L.) extracts. J Pharmacol Exp Ther.;286(3):1122-8.

Hasani R. S., Nayebi N., Moradi L., Mehri A., Larijani B., Abdollahi M. 2010. The efficacy and safety of herbal medicines used in the treatment of hyperlipidemia; a systematic review. Current Pharmaceutical Design.:2935–2947.

Hong-Bin Xu, Xian-Zhen Chen, Zhou-Lun Yu, Fei Xue. 2023.Guggulsterone from Commiphora mukul potentiates anti-glioblastoma efficacy of temozolomide in vitro and in vivo via down-regulating EGFR/PI3K/Akt signaling and NF-κB activation, Journal of Ethnopharmacology, 301.

Hwang YH., Lee A., Kim T., Jang SA., Ha H. 2021.Anti-Osteoporotic Effects of Commiphora Myrrha and Its Poly-Saccharide via Osteoclast genesis Inhibition. Plants (Basel)., Plants 2021, 10(5), 945.

Jonathan E. Brown & Catherine A. Rice-Evans .1998. Luteolin-rich artichoke extract protects low density lipoprotein from oxidation In vitro, Free Radical Research, 29:3, 247-255.

Joseph E., Michael T. 2020. Textbook of Natural Medicine (Fifth Edition), pp 541.

Khodair, S. 2008. Medicinal plants and herbs lexicon, publisher, Nile Arabic Group, Egypt, p 5.

Lars-Hugo Norlin .2002. "Tall Oil". Ullmann's Encyclopedia of Industrial Chemistry. Weinheim: Wiley-VCH, a26_057.

Lattanzio, V. 1981. Attuali conoscenze sui polifenoli del carciofo. In V. Marzi & V. Lattanzio (Eds.), Studi sul Carciofo Bari: Industrie Grafiche Laterza., (pp. 13–32).

Lattanzio, V. 1982. Composizione, valore nutritivo e terapeutico del carciofo. Informatore Agrario, XXXVIII, 1, 18727–18731.

MaryAnn O'Hara, MD, MSt; David Kiefer, MD; Kim Farrell, MD; Kathi Kemper, MD, MPH.1998. A Review of 12 Commonly Used Medicinal Herbs, ;7:523-536.

Marzi, V., Lattanzio, V., & Vanadia, S. 1975. The Artichoke Medicinal Plant. ISHS Acta Horticulturae pp. 681.

Oliaro, T. 1969. Outlines of a history of the artichoke. In Proceedings of the I International Congress of Artichoke Studies (pp. 1–7). Turin: Minerva Medica Editions.

Orlovskaya T. V., Luneva I. L., & Chelombit'ko, V. A. 2007. Chemical composition of Cynara scolymus leaves. Chemistry of Natural Compounds, 43, 239–240.

Petrovska BB. 2012. Historical review of medicinal plants' usage. Pharmacogn Rev.;6(11):1-5.

Ragavi R, Saritha A Surendran.2018. Commiphora mukul: An Overview, Research J. Pharm. and Tech.3205-3208.

Raghdaa H., Ezatul E. K., Fadi G. Saqallah, Fauziahanim Z., Muhammad A., Khairul Niza A. 2022. Medicinal plants' proposed nanocomposites for the management of endocrine disorders, Heliyon, Issue 9, e10665.

Rondanelli M., Giacosa A., Opizzi A., Faliva MA., Sala P., Perna S., Riva A., Morazzoni P., Bombardelli E. 2013. Beneficial effects of artichoke leaf extract supplementation on increasing HDL-cholesterol in subjects with primary mild hypercholesterolaemia: a double-blind, randomized, placebo-controlled trial. Int J Food Sci Nutr.;64(1):7-15.

Sae´nz Rodriguez, T., Garcı´a Gime´nez, D., & a Va´zquez, R. 2002. Choleretic activity and biliary elimination of lipids and bile acids induced by an artichoke extract in rats. Phytomedicine, 9, 687–693.

Saraswathi N.T., F.D. Gnanam. 1997. Effect of medicinal plants on the crystallization of cholesterol, Journal of Crystal Growth, Volume 179, Issues 3–4, Pages 611-617.

Sarup P., Bala S., Kamboj S. 2015. Pharmacology and Phytochemistry of Oleo-Gum Resin of Commiphora wightii (Guggulu). Scientifica (Cairo).;2015:138039.

Satyavati GV. 1988. Gum guggul (Commiphora mukul) - The success of an ancient insight leading to a modern discovery. Indian J Med Res; 87:327-35

Sayyed Nadeem .2012. Synergistic effect of Commiphora mukul (gum resin) and Lagenaria siceraria (fruit) extracts in high fat diet induced obese rats, Asian Pacific Journal of Tropical Disease, Volume 2, Pages S883-S886.

Sergey M. Mel'nikov, Jack W.M Seijen ten Hoorn, Benoit Bertrand. 2004. Can cholesterol absorption be reduced by phytosterols and phytostanols via a crystallization mechanism? Chemistry and Physics of Lipids, Volume 127, Issue 1, Pages 15-33.

Sonnante, G., De Paolis, A., Lattanzio, V., & Perrino, P. 2002. Genetic variation in wild and cultivated artichoke revealed by RAPD markers. Genetic Resources and Crop Evolution, 49, 247–252.

The Ayurvedic Pharmacopoeia of India.2001. 1st. New Delhi, India: Department of Indian Systems of Medicine and Homeopathy, Ministry of Health and Family Welfare, Government of India.

Ulbricht C., Basch E., Szapary P., Hammerness P., Axentsev S., Boon H., Kroll D., Garraway L., Vora M., Woods J. 2005. Natural Standard Research Collaboration. Guggul for hyperlipidemia: a review by the Natural Standard Research Collaboration. Complement Ther Med. ;13(4):279-90.

Uskoković V., Matijević E. 2007.Uniform particles of pure and silica-coated cholesterol. J Colloid Interface Sci. 15;315(2):500-11.

Vincenzo L., Paul A. K., Vito L., Angela C.2009. Globe artichoke: A functional food and source of nutraceutical ingredients. Journal Of functional Foods 1 : 1 3 1 –1 4 4.

Wang X., Greilberger J., Ledinski G., Kager G., Paigen B., Jürgens G. 2004. The hypolipidemic natural product Commiphora mukul and its component guggulsterone inhibit oxidative modification of LDL. Atherosclerosis. Archives of medicine family ;172(2):239–246.

Wider B., Pitter MH., Thompson-Coon J., Ernst E. 2009. Artichoke leaf extract for treating hypercholesterolaemia. Cochrane Database Syst Rev, CD003335.

www.britannica.com

www.synonyms.com

Crocin and its therapeutics properties

Akram Azmoodeh[1], Zeinab Neshati[1,2] *

[1]Department of Biology, Faculty of Science, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran
[2]Novel Diagnostics and Therapeutics, Research Group, Institute of Biotechnology, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran

Abstract

Crocus sativus L. (saffron) is a perennial herbaceous plant belonging to the *Iridaceae* family. The three main compounds found in its stigma, crocin, crocetin, and safranal, have therapeutic properties, including anti-cancer, anti-inflammatory, antioxidant, and antidepressant effects. Crocin has attracted the attention of researchers. The production of this substance is carried out in the plastids, endoplasmic reticulum, and cytoplasm of the plant cell, and finally, it is stored in the vacuole. Crocin exerts its anti-inflammatory, antioxidant, modulating, and suppressive effects through different signaling pathways. The pharmacology of this red substance has been evaluated in many studies, and its protective effects on the cardiovascular system have been remarkable.

Keywords: Crocin, Saffron, Antioxidant, Cardiovascular protection.

[1]E-mail: neshati@um.ac.ir

1. Introduction

The perennial plant *Crocus sativus* L., which is known by the common name of saffron, belongs to the *Iridaceae* family (Karabagias et al., 2017). The chemical composition of saffron includes carbohydrates (63%), amino acids and proteins (12%), moisture (10%), fat (5%), minerals (5 %), fiber (5 %), and vitamins, especially B1 (thiamine) and B2 (riboflavin) (Rios et al., 1996). Crocin, crocetin, and safranal are the main compounds in saffron that have therapeutic properties (Melnyk et al., 2010). These compounds have shown a wide range of biological properties, including anticancer (Abdullaev and Espinosa-Aguirre, 2004), antioxidant (Ghadrdoost et al., 2011), anti-inflammatory (Amin and Hosseinzadeh, 2012), and antidepressant (Schmidt et al., 2007).

Crocin is the most abundant carotenoid in saffron, with a molecular weight of 976.96 g/mol and a melting point of 186 ˚C, and has received much attention due to its antioxidant activity (Rahaiee et al., 2015). It is also found in the fruit of *Gardenia jasminoides* (Sheu and Hsin, 1998). The presence of saccharide bonds with sugars in this compound makes it easily soluble in water, but barely soluble in alcohol, ether, and other organic solvents (Carmona et al., 2007). Based on their molecular structures, six types of crocins have been identified in saffron. (Liakopoulou-Kyriakides and Kyriakidis, 2002).

2. Signaling pathways

2.1. Crocin biosynthetic pathway in plants

The biosynthesis of crocin in *C. sativus* starts through the upstream methylerythritol phosphate (MEP) pathway from pyruvate/glyceraldehyde 3-phosphate to geranylgeranyl pyrophosphate (GGPP), followed by its conversion to zeaxanthin, and finally the production of crocin (Frusciante et al., 2014). The biosynthesis of crocin up to the zeaxanthin stage occurs inside the plastids of plants and is then transferred to the endoplasmic reticulum. After a series of modifications, crocetin (a precursor of crocin) enters the cytosol, and finally the produced crocins are stored in the vacuole (Demurtas et al., 2018; Gómez-Gómez et al., 2017). (See figure 1)

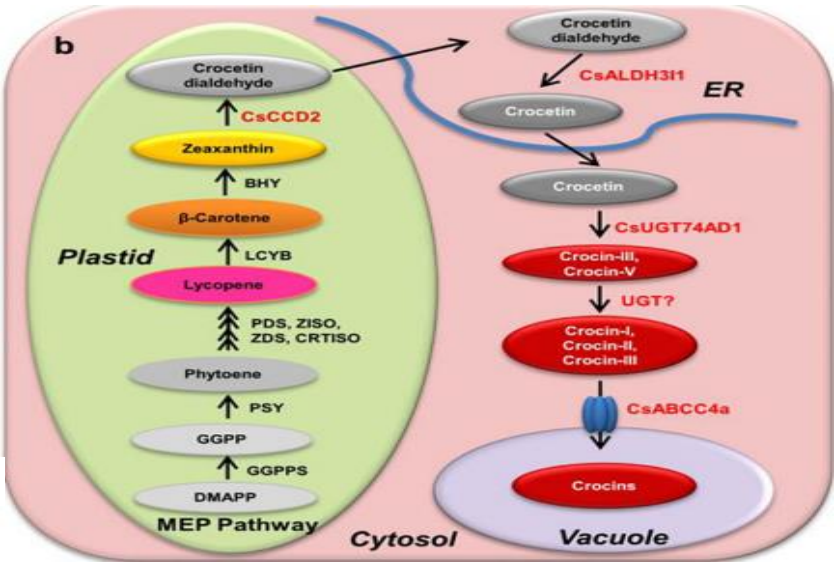


Figure 1. Crocin biosynthetic pathway in plant cell

2.2. Signaling pathways of crocin in the treatment of diseases

The biological effects of crocin are exerted through the Phosphatidylinositol 3-kinase/protein kinase B (PI3K/AKT/mTOR), AMP-activated protein kinase (AMPK), peroxisome proliferator-activated receptor (PPAR), mitogen-activated protein kinases (MAPK), cyclic-AMP response element-binding protein (CREB), Janus kinase-signal transducer and activator of transcription proteins (JAK-STAT), Notch and REarranged during Transfection (Notch and GDNF/RET), transforming growth factor β (TGF-β), Toll-like receptors (TLRs), VEGF, p53/p21, Sirtuin protein family (SIRT), nuclear factor-erythroid factor 2-related factor 2 (Nrf2), Wnt/β-catenin, antiapoptotic activity, and inflammatory response (TNF, NFκB, IKK) signaling pathways (Boozari and Hosseinzadeh, 2022).

3. Pharmacology

In vivo and *in vitro* studies have shown that crocin has promising effects in treatment and prevention of different diseases, from a pharmacological perspective.

3.1. Pharmacology of crocin in respiratory, nervous and digestive systems

Crocin treatment has led to modulation of inflammatory pathways in the respiratory system by PI3K/Akt (Xie et al., 2019), decreased levels of TNF-α in the hippocampus and, anti-inflammatory effects in the nervous system (Shafahi et al., 2018), suppression of caspase 3 and oxidative stress, as well as the amelioration of TNF-α and IL-6 levels in carbon tetrachloride-induced hepatotoxicity in gastrointestinal system (Bahashwan et al., 2015). These antioxidant and anti-inflammatory properties of crocin lead to pain relief (Safakhah et al., 2016).

3.2. Pharmacology of crocin in the cardiovascular system

Treatment of H9C2 cell line with crocin, resulted in the reduction in the expression of inflammatory factors and toxicity induced by bacterial Lipopolysaccharide (LPS) (Rahim et al., 2019). Crocin has prevented cardiac arrhythmia by stabilization of the level of superoxide dismutase (SOD) and amplification of the activity of the catalase enzyme in rats (Jahanbakhsh et al., 2012). The protective effects of crocin in an animal model of myocardial infarction also indicate that crocin reduces the infarct size and hemodynamic parameters through its antioxidant and angiogenic properties (Wang et al., 2018).

Shafei and colleagues showed that factors such as systolic blood pressure (SBP), mean arterial blood pressure (MAP) and heart rate (HR), were increased in rats with angiotensin II-induced hypertension. Pretreatment with crocin at doses of 50, 100, and 200 mg/kg caused significant decrease in the above factors. It is hypothesized that crocin suppresses the renin-angiotensin system

(RAS) (Shafei et al., 2017). Another study reported that crocin can reduce isoprenaline-induced myocardial fibrosis by targeting the TLR4/NF-κB signaling pathway (Jin et al., 2020).

Several studies have reported that doxorubicin (DOX)-induced cardiotoxicity is caused by the overproduction of reactive oxygen species (ROS) and stimulation of inflammation. Crocin can have protective effects on the rat myocardium by modulating oxidative stress, reducing apoptosis, and inhibiting hyperlipidemia (Abdulkareem Aljumaily et al., 2021). In a similar study, the effect of crocin on DOX-induced cardiotoxicity was evaluated. The results showed an increase in H9C2 cell viability in the presence of crocin. A 22% reduction in DNA damage, reduction in inflammatory markers such as TNF-α and Il-1β, and reduction in serum levels of lactate dehydrogenase (LDH) and creatine kinase-MB (CK-MB) (Motlagh et al., 2021).

4. Conclusion

Taken together, the results of the studies mentioned above and other previous evidences show that crocin with its modulatory, antioxidant and inhibitory properties, has favorable effects on the defense, immune, inflammatory and cardiovascular systems. These studies show that co-administration, pre-treatment, and post-treatment of crocin in the form of oral or intraperitoneal injections, activates some signaling pathways in treated cells. Further understanding of these cellular responses to crocin requires more *in vivo* and *in vitro* studies.

References

Abdulkareem Aljumaily, S. A., Demir, M., Elbe, H., Yigitturk, G., Bicer, Y. & Altinoz, E. (2021). Antioxidant, anti-inflammatory, and anti-apoptotic effects of crocin against doxorubicin-induced myocardial toxicity in rats. *Environmental Science and Pollution Research* 28: 65802-65813.

Bahashwan, S., Hassan, M. H., Aly, H., Ghobara, M. M., El-Beshbishy, H. A. & Busati, I. (2015). Crocin mitigates carbon tetrachloride-induced liver toxicity in rats. *Journal of Taibah university medical sciences* 10(2): 140-149.

Boozari, M. & Hosseinzadeh, H. (2022). Crocin molecular signaling pathways at a glance: A comprehensive review. *Phytotherapy Research* 36(10): 3859-3884.

Demurtas, O. C., Frusciante, S., Ferrante, P., Diretto, G., Azad, N. H., Pietrella, M., Aprea, G., Taddei, A. R., Romano, E. & Mi, J. (2018). Candidate enzymes for saffron crocin biosynthesis are localized in multiple cellular compartments. *Plant Physiology* 177(3): 990-1006.

Frusciante, S., Diretto, G., Bruno, M., Ferrante, P., Pietrella, M., Prado-Cabrero, A., Rubio-Moraga, A., Beyer, P., Gomez-Gomez, L. & Al-Babili, S. (2014). Novel carotenoid cleavage dioxygenase catalyzes the first dedicated step in saffron crocin biosynthesis. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 111(33): 12246-12251.

Gómez-Gómez, L., Parra-Vega, V., Rivas-Sendra, A., Seguí-Simarro, J. M., Molina, R. V., Pallotti, C., Rubio-Moraga, Á., Diretto, G., Prieto, A. & Ahrazem, O. (2017). Unraveling massive crocins transport and accumulation through proteome and microscopy tools during the development of saffron stigma. *International Journal of Molecular Sciences* 18(1): 76.

Jahanbakhsh, Z., Rasoulian, B., Jafari, M., Shekarforoush, S., Esmailidehaj, M., taghi Mohammadi, M., Aghai, H., Salehi, M. & Khoshbaten, A. (2012). Protective effect of crocin against reperfusion-induced cardiac arrhythmias in anaesthetized rats. *EXCLI journal* 11: 20.

Jin, W., Zhang, Y., Xue, Y., Han, X., Zhang, X., Ma, Z., Sun, S., Chu, X., Cheng, J. & Guan, S. (2020). Crocin attenuates isoprenaline-induced myocardial fibrosis by targeting TLR4/NF-κB signaling: connecting oxidative stress, inflammation, and apoptosis. *Naunyn-Schmiedeberg's Archives of Pharmacology* 393: 13-23.

Liakopoulou-Kyriakides, M. & Kyriakidis, D. (2002). Croscus sativus-biological active constitutents. *Studies in natural products chemistry* 26: 293-312.

Motlagh, P. E., Novin, A. G., Ghahari, F., Nikzad, A., Khoshandam, M., Mardani, S., Khanbabaei, H., Farsinejad, A., Sathyapalan, T. & Sahebkar, A. (2021). Evaluation of the effect of crocin on doxorubicin-induced cardiotoxicity. *Natural Products and Human Diseases: Pharmacology, Molecular Targets, and Therapeutic Benefits*: 143-153.

Rahaiee, S., Moini, S., Hashemi, M. & Shojaosadati, S. A. (2015). Evaluation of antioxidant activities of bioactive compounds and various extracts obtained from saffron (Crocus sativus L.): a review. *Journal of Food Science and Technology* 52(4): 1881-1888.

Rahim, V. B., Khammar, M. T., Rakhshandeh, H., Samzadeh-Kermani, A., Hosseini, A. & Askari, V. R. (2019). Crocin protects cardiomyocytes against LPS-Induced inflammation. *Pharmacological reports* 71(6): 1228-1234.

Safakhah, H. A., Taghavi, T., Rashidy-Pour, A., Vafaei, A. A., Sokhanvar, M., Mohebbi, N. & Rezaei-Tavirani, M. (2016). Effects of saffron (Crocus sativus L.) stigma extract and its active constituent crocin on neuropathic pain responses in a rat model of chronic constriction injury. *Iranian journal of pharmaceutical research: IJPR* 15(1): 253.

Shafahi, M., Vaezi, G., Shajiee, H., Sharafi, S. & Khaksari, M. (2018). Crocin inhibits apoptosis and astrogliosis of hippocampus neurons against methamphetamine neurotoxicity via antioxidant and anti-inflammatory mechanisms. *Neurochemical Research* 43(12): 2252-2259.

Shafei, M. N., Faramarzi, A., Rad, A. K. & Anaeigoudari, A. (2017). Crocin prevents acute angiotensin II-induced hypertension in anesthetized rats. *Avicenna journal of phytomedicine* 7(4): 345.

Wang, Y., Wang, Q., Yu, W. & Du, H. (2018). Crocin attenuates oxidative stress and myocardial infarction injury in rats. *International heart journal* 59(2): 387-393.

Xie, Y., He, Q., Chen, H., Lin, Z., Xu, Y. & Yang, C. (2019). Crocin ameliorates chronic obstructive pulmonary disease-induced depression via PI3K/Akt mediated suppression of inflammation. *European journal of pharmacology* 862: 172640.

The influence of cow manure on antioxidant activities of hot pepper (*Capsicum annuum* L.)

Mohammad Hossein Aminifard *

Associate Prof, Department of Horticultural Science and Special Plants Regional Research Center, College of Agriculture, University of Birjand, Iran.

Abstract

The effects of applications of organic fertilizer "cow manure" on antioxidant activities of hot pepper (*Capsicum annuum* L.) evaluated under field conditions. Treatments consisted of four levels of cow manure (0, 5, 10, and 15 t ha^{-1}) for both the 2017 and 2018 growing seasons. The results indicated that antioxidant activities, total flavonoid, carbohydrate, and carotenoids contents influenced by cow manure. However, total phenolic and capsaicin content were not affected significantly by cow manure treatment applications. Cow manure applied to at 15 t ha^{-1} resulted in the highest antioxidant activities (86.86 and 60.40%) and carbohydrate contents (204.50 and 91.00 mg g^{-1}), while the lowest values recorded in the control treatment in 2017 and 2018 (respectively). The highest and lowest the total flavonoid obtained in 10 t ha^{-1} of cow manure (401.70 and 410.13 mg 100 g^{-1}) and control treatment (313.73 and 333.83 mg 100 g^{-1}), respectively in both years. The lycopene contents were 47 and 60% higher in 5 t ha^{-1} of cow dung fertilizer than control treatments in both seasons. The minimum β –Carotene recorded in control, and the maximum observed in 5 t ha^{-1} of cow manure fertilizer (412.50 and 962.43 mg kg^{-1}) in both years. The results confirm that the use of cow manure has a positive effect on the antioxidant activity of hot pepper under field conditions.

Keywords: Antioxidant activities, Carotenoids contents, Cow manure, Pepper

* e-mail: mh.aminifard@birjand.ac.ir

1. Introduction

Chili peppers (*Capsicum spp*.) used to flavor food (Antonious, 2017). China and Mexico are the largest producers of Capsicum peppers in the world (FAOSTAT, 2013).

Several authors have suggested that the use of organic manures or organic fertilizers, e.g., compost and vermicompost, are an essential source of nutrients for sustainable agriculture (Ramos and Alfonso, 2014), and as sources of nutrients, additionally to covering the physiological requirements of crops, favor the development of high-quality fruits (Fortis-Hernández et al., 2012). Organic manure plays a direct role in plant growth as a source of all accessible macro and micronutrients in available forms during mineralization and improves the physical and chemical properties of soils (Bahadur et al., 2006).

Cow manure is a valuable biological resource with positive ecological, environmental, and agronomic benefits (Fallah et al., 2004). Organic manure, including cow manure, is capable of increasing soil water retention power, increasing diversity microbial soils improve the physical structure of the soil and prevent soil erosion that, along with providing a portion of the plant's nutrients, improves plant growth and yield and enhances crop quality and health (Maguire et al., 2011).

Ibrahim et al. (2013) observed that the application of organic fertilizer enhanced the production of total phenolic, flavonoids, and ascorbic acid compared to the use of inorganic fertilizer. Daneshian et al. (2011) reported the positive effect of cow manure (30 t ha^{-1}) on the quantitative and qualitative yield of basil in Guilan conditions. Therefore, in this study, we determine the influence of cow manure application on antioxidant compounds of hot pepper under field conditions.

2. Material and methods

The research was performed at the experimental field of the Agricultural Faculty, Ferdowsi University of Mashhad, Iran (latitude 36◦ 17' N, longitude 59◦ 35′ E and 985 m elevation) during the 2017- 2018 growing seasons. A sample of soil (0-30 cm depth) was taken with a drill once the site has had prepared for cultivation. The sample was analyzed for chemical and physical attributes using standard laboratory procedures as explained by Mylavarapu and Kennelley (2002), and data are showed in Table 1. The experimental farm was cleared, plowed, harrowed, and divided into plots. Pepper seeds (*Capsicum annuum* L.) were established in large trays with a 1:1 mixture of sand and peat (1:1 v/v) within a greenhouse. Irrigation was performed after sowing when necessary. Seven-week-old hot pepper plants were hand-transplanted into well-prepared beds in the field. The plants were spaced at 50 and field 35 cm (respectively) between rows and plants on the row. All necessary cultural practices and plant protection measures were followed uniformly for all the plots during the entire period of the experiment.

Table1. Soil characteristics of experimental field

N (%)	P (ppm)	K (ppm)	Fe (ppm)	Cu (ppm)	Mn (ppm)	Zn (ppm)	pH	OM (%)	Silt (%)	Sand (%)	Clay (%)	Texture
0.101	15.7	184	4.42	1.06	17.0	1.02	7.68	1.46	53	25	22	Silty loam

Cow manure was applied at four levels (treatments): Cow0=0, Cow1=5, Cow2=10, Cow3= 15t ha^{-1}.

Cow manure was applied and mixed with soil from the top 15 cm layer to form experimental beds. The four experiment treatments were arranged in a completely randomized block design (CRBD) with three replications. So, the field experiment consisted of 15 unit plots.
Pepper fruits were harvested at the red mature stage. There were three plots per treatment, and three replicates per plot were collected. Each replicates comprised of twenty peppers, which were harvested from ten different randomly selected plants.

Methanol extracts of freeze-dried fruits presented for the determination of antioxidant activity and total phenolic content. Weighed pepper fruit samples (5 g) placed in a glass beaker and homogenized with 50 mL of methanol at 24°C overnight. The homogenate filtered and then centrifuged at 6000 rpm for 15 min. Free radical scavenging activity of the samples determined using the 2,2,-diphenyl-2-picryl-hydrazyl (DPPH) method of Turkmen et al., (2005). An aliquot of 2 mL of 0.15 mM DPPH radical in methanol combined to a test tube with 1 mL of the sample extract. The response mixture vortex mixed for 30 s and left to stand at room temperature in the dark for 20 min. The absorbance evaluated at 517 nm using a spectrophotometer (Bio Quest, CE 2502, UK). The antioxidant activity was calculated using the following equation: Antioxidant activity (%) = 1 - AA Sample (517 nm) / AA Control (517 nm) ×100. The total phenolic content in methanol extracts was determined using Folin– Ciocalteu's reagent (Singleton and Rossi, 1965). Each methanol extract solution (0.5 mL) blended with 6 mL of distilled water and 0.5 mL of Folin–Ciocalteu's phenol reagent. After 5 min, 2 mL of 20 g L^{-1} sodium carbonate solution added, and the mixture vortexed strongly. The same method also applied to standard solutions of gallic acid. After incubation at room temperature for 2 h, the absorbance of each mixture at 750 nm measured using a spectrophotometer. Results expressed as mg of gallic acid equivalents 100 g^{-1} on the dry weight.

The flavonoids content determined spectrophotometrically using a method based on the formation of a flavonoid–aluminum complex (Yoo et al., 2008). For each sample (2 g) extracted with 10 mL methanol for 24 h. One milliliter of the extracts added to a 10 mL volumetric flask. Distilled water added to manufacture a volume of 5 mL. At zero time, 0.3 mL of 5% (w/v) sodium nitrite combined to the flask. After 5 min, 0.6 mL of 10% (w/v) $AlCl_3$ added, and then at 6 min, 2 mL of 1 M NaOH also added to the mixture, followed by the addition of 2.1 mL distilled water. Absorbance at 510 nm read immediately. Quercetin chose as a standard, and the levels of total flavonoid content determined in triplicate and expressed as quercetin equivalents in mg 100 g^{-1} on the dry weight.

Carbohydrate content measured conforming to the method of Yemm and Willis (1954) using anthrone reagent. Sugars extracted with 80% ethanol at 45 C, then centrifugation at 5000 rpm for 10 min. The reaction mixture consisted of 0.5 mL of extract and 5 mL of anthrone reagent, which boiled at 100°C for 30 minutes. Absorbance determined at 620 nm. The carbohydrate content expresses as mg g^{-1} on the dry weight.

Capsaicin content in the samples estimated by spectrophotometric measurement of the blue colored component formed as a result of the decrease of phosphomolybdic acid to lower acids of molybdenum (Sadasivam and Manikkam, 1992). Two grams of freeze-dried samples extracted with 10 mL of dry acetone using pestle and mortar. The extract centrifuged at 10,000 rpm for 10 min and 1 mL of supernatant pipetted into a test tube and vaporized to dryness in a hot water bath. The remainder then dissolved in 0.4 mL of NaOH solution and 3 mL of 3% phosphomolybdic acid. The contents shake and allowed to stand for1 h. The solution filtered to eliminate any floating debris and centrifuged at 5000 rpm for 15 min. Absorbance estimated for the clear blue solution, thus obtained at 650 nm using reagent blank (5 mL of 0.4% NaOH+3 mL of 3% phosphomolybdic acid). Capsaicin content calculated from the standard curve expressed as mg Kg^{-1} on the dry weight.

Sixteen mL of acetone-hexane (4:6) solvent added to 1.0 g of pepper homogenate and mixed in a test-tube. Automatically, two phases separated, and an aliquot taken from the upper solution for measurement of optical density at 663, 645, 505, and 453nm in a spectrophotometer. Lycopene and β-carotene contents calculated according to the Nagata and Yamashita (1992) equations: Lycopene (mg 100 mL^{-1} of extract) = -0.0458 * A663 + 0.204 * A645 + 0.372 * A505 - 0.0806 * A453. β -Carotene (mg 100 mL^{-1} of extract) = 0.216 * A663 -1.22 * A645 - 0.304 * A505 + 0.452 * A453. Lycopene and β -Carotene were finally expressed as mg kg^{-1} on the dry weight, using the fruit water content.

Data were analyzed using SAS (SAS Institute, 2000) and means were compared through the Duncan's multiple range test (DMRT) at a 5% level of confidence.

3. Results and discussion

According to the results, the effect of fertilizer treatments on the antioxidant activities percentage of hot fruit in 2017 and 2018 was significant. The results of the mean comparison showed that the highest value (86.86 and 60.40%) obtained in the treatment of 15 t ha^{-1} of cow dung in both years and its lowest (70.25 and 47.40%) in control treatment (Tables 2 and 3). Organic fertilizer and plant growth media influence antioxidant concentrations (Ahn et al., 2005). Additionally, Hallmann and Rembialkowska (2012) concluded that an organic growing system, compared with the conventional system, increased the level of antioxidant compounds in fruits of sweet bell pepper. Other research had similar findings of this higher antioxidant activity, which recorded when organic fertilization compared to mineral fertilization in fresh jujubes (Wu et al., 2013).

The results showed that the treatments had no significant effect on the total phenol content of hot pepper fruit (Tables 2 and 3).

The data in Tables 2 and 3 shows that the application of cow manure in both years significantly increased the total flavonoid content of hot pepper fruit. Comparison of means indicated that there was a significant difference between cow manure levels, so that cow manure at 10 t ha^{-1} of cow manure in 2017 and 2018 had the highest (401.70 and 410.13 mg 100 g^{-1}, respectively) and control treatment had the lowest (313.73 and 333.83 mg 100 g^{-1}, respectively) total fruit flavonoid content. Our results agreement with Hakkinen and Torronen, (2000), who reported the addition of organic fertilizer had a significant effect on total flavonoid. Also, Mitchell et al. (2007) found that organic crop management practices increased the content of flavonoid in tomatoes.

The results of the data in 2017 and 2018 on hot peppers showed that when used with cow manure, fruit carbohydrate levels significantly increased compared to control. The results of mean comparisons show that the maximum amount of fruit carbohydrates in both years obtained in 15 t ha^{-1} of cow manure (409.00 and 91.00 mg g^{-1}) and content minimum in control treatment (135.20 and 67.26 mg g^{-1}, respectively) (Tables 2 and 3). The obtained results were in agreement with Karakurt et al. (2009), who demonstrated that applying organic fertilizers increased the sugar content of plant.

Table 2. The effect of cow manure on the antioxidant activity of fruit in hot pepper (Red Chill cultivar) in 2017

Treatments	Fruit antioxidant activity (%)	Total phenolic content (mg 100 g^{-1})	Total flavonoid content (mg 100 g^{-1})	Carbohydrate content (mg g^{-1})
Cow 0 (Control)	70.25^{b}	46.96^{a}	313.73^{c}	135.20^{c}
Cow 1 (5 t ha^{-1})	81.76^{a}	55.06^{a}	337.47^{bc}	166.70^{bc}
Cow 2 (10 t ha^{-1})	85.03^{a}	50.86^{a}	401.70^{a}	185.20^{ab}
Cow 3 (15 t ha^{-1})	86.86^{a}	44.96^{a}	380.73^{ab}	204.5^{a}

Different letters within columns in each year indicate significant differences among treatments ($P \leq 0.05$)

Table 3. The effect of cow manure on the antioxidant activity of fruit in hot pepper (Red Chill cultivar) in 2018

Treatments	Fruit antioxidant activity (%)	Total phenolic content (mg 100 g^{-1})	Total flavonoid content (mg 100 g^{-1})	Carbohydrate content (mg g^{-1})
Cow 0 (Control)	47.40^{b}	68.66^{a}	333.83^{b}	67.26^{b}
Cow 1 (5 t ha^{-1})	49.56^{b}	80.16^{a}	356.87^{b}	73.60^{b}
Cow 2 (10 t ha^{-1})	57.06^{a}	74.13^{a}	410.13^{a}	83.63^{a}
Cow 3 (15 t ha^{-1})	60.40^{a}	66.93^{a}	400.87^{a}	91.00^{a}

Different letters within columns in each year indicate significant differences among treatments ($P \leq 0.05$)

The results presented in Tables 4 and 5 show no significant effect of cow manure on the capsaicin content of hot pepper in both years.

The results in hot pepper showed that the simple effects of cow manure on fruit lycopene content were significant in both years. The results of the mean comparison showed that the highest and lowest lycopene contents in 2017 and 2018 were obtained in 5 t ha^{-1} of cow dung with mean 234.07 and 287.97 mg kg^{-1} and control treatment with 158.70 and 183.53 mg kg^{-1}, respectively (Tables 4 and 5). The results of the data in hot pepper showed that the effect of cow manure in 2017 and 2018 on the β –Carotene content was significant. The results of the mean comparison showed that the highest β –Carotene content in both years (412.50 and 962.43 mg kg^{-1}, respectively) obtained in 5 t ha^{-1} of cow manure and the lowest (304.27 and 780.20 mg kg^{-1}, respectively) in control treatment (Tables 4 and 5). Pant et al. (2009) described that total carotenoids increased with application vermicompost tea treatments. Pérez-López et al. (2007) showed a significantly higher content of total carotenoids in organically grown sweet peppers than in integrated and conventional peppers. Thus, our study confirmed previous results that cow manure influenced on carotenoids contents of fruit.

Table 4. The effect of cow manure on the capsaicin content and Carotenoids **(**lycopene, β –carotene) of fruit in hot pepper (Red Chill cultivar) in 2017

Treatments	Capsaicin content (mg kg^{-1})	Lycopene (mg kg^{-1})	β –Carotene (mg kg^{-1})
Cow 0 (Control)	209.36^{a}	158.70^{b}	304.27^{b}
Cow 1 (5 t ha^{-1})	308.33^{a}	234.07^{a}	412.50^{a}
Cow 2 (10 t ha^{-1})	265.43^{a}	215.37^{a}	400.40^{a}
Cow 3 (15 t ha^{-1})	223.73^{a}	180.40^{b}	345.77^{ab}

Different letters within columns in each year indicate significant differences among treatments ($P \leq 0.05$)

Table 5. The effect of cow manure on the capsaicin content and Carotenoids **(**lycopene, β –carotene) of fruit in hot pepper (Red Chill cultivar) in 2018

Treatments	Capsaicin content (mg kg^{-1})	Lycopene (mg kg^{-1})	β –Carotene (mg kg^{-1})
Cow 0 (Control)	101.700^{a}	183.53^{b}	780.20^{b}
Cow 1 (5 t ha^{-1})	105.233^{a}	287.97^{a}	962.43^{a}
Cow 2 (10 t ha^{-1})	121.300^{a}	265.57^{a}	911.50^{ab}
Cow 3 (15 t ha^{-1})	111.100^{a}	225.20^{ab}	815.03^{b}

Different letters within columns in each year indicate significant differences among treatments ($P \leq 0.05$)

The results indicate that organic fertilizers, as well as cow manure, can be used in sustainable horticultural practices; their widespread use can be beneficial for improving health status by using organic vegetables.

References

Ahn, T., Oke, M., Schofield, A., Paliyath, G. 2005. Effects of phosphorus fertilizer supplementation on antioxidant enzyme activities in tomato fruits. Journal of Agricultural Food Chemistry. 53(5): 1539-1545.

Antonious, G.F. 2017. Diversity in capsaicin and dihydrocapsaicin content in hot pepper genotypes. JSM Environmental Science & Ecology. 5(1): 1–6.

Bahadur, A., Singh, J., Singh, K.P., Upadhyan, A.K., Rai, M. 2006. Effect of organic amendments and biofertilizers on growth, yield and quality attributes of Chinese cabbage (*Brassica pekinensis*). Indian Journal of Agricultural Sciences. 76(10): 596- 598.

Daneshian, J., Yousefi, M., Zandi, P., Jonoubi, P., Khatibani, L. 2011. Effect of planting density and cattle manure on some qualitative and quantitative traits in two Basil varieties under Guilan condition, Iran. American-Eurasian Journal of Agricultural Environmental Sciences. 11(1): 95-103.

Fallah, S., Ghalavand, A., Khajehpour, M.R. 2004. Study chemical properties and corn yield by using organic fertilizer, chemical and combined. Journal of Environmental Sciences. 5: 69-78.

FAOSTAT, F. a. A. O. o. t. U. N. 2013. http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC. Accessed October 2018.

Fortis-Hernández, M., Preciado-Rangel, P., García-Hernández, J.L., Navarro-Bravo, A., Antonio-González, J., Omaña-Silvestre, J.M. 2012. Organic Substrates in the Production of Sweet Pepper. Revista Mexicana de Ciencias Agrarias. 3: 1203-12161.

Hakkinen, S.H., Torronen, A.R. 2000. Content of flavonols and selected phenolic acids in strawberries and Vaccinium species: influence of cultivar, cultivation site, and technique. Food Research International. 33(6): 517-524.

Hallmann, E., Rembiałkowska, E. 2012. Characterization of antioxidant compounds in sweet bell pepper (*Capsicum annuum* L.) under organic and conventional growing systems. Journal of the Science of Food Agriculture. 92(12): 2409-2415.

Ibrahim, M., Jaafar, H., Karimi, E., Ghasemzadeh, A. 2013. Impact of organic and inorganic fertilizers application on the phytochemical and antioxidant activity of Kacip Fatimah (*Labisia pumila* Benth). Molecules. 18(9): 10973-10988.

Karakurt, Y., Unlu, H., Unlu, H., Padem, H. 2009. The influence of foliar and soil fertilization of humic acid on yield and quality of pepper. Acta Agriculturae Scandinavica Section B–Soil Plant Science. 59(3): 233-237.

Maguire, R.O., Kleinman, P.J., Beegle, D.B. 2011. Novel manure management technologies in no-till and forage systems: Introduction to the special series. Journal of Environmental Quality. 40(2): 287-291.

Mitchell, A.E., Hong, Y.-J., Koh, E., Barrett, D.M., Bryant, D., Denison, R.F., et al. 2007. Ten-year comparison of the influence of organic and conventional crop management practices on the content of flavonoids in tomatoes. Journal of Agricultural Food Chemistry. 55(15): 6154-6159.

Mylavarapu, R., Kennelley, D. 2002. Uf/if as extension soil testing laboratory (ESTL): Analytical procedures and training manual. Institute of food and agricultural sciences. University of Florida Gainesville, U.S.A.

Nagata, M., Yamashita, I. 1992. A simple method for the simultaneous determination of chlorophyll and carotenoids in tomato fruit. Japan Food Science Society. 39: 925–928.

Pant, A.P., Radovich, T.J., Hue, N.V., Talcott, S.T., Krenek, K.A. 2009. Vermicompost extracts influence growth, mineral nutrients, phytonutrients and antioxidant activity in pak choi (*Brassica rapa* cv. Bonsai, Chinensis group) grown under vermicompost and chemical fertilizer. Journal of the Science of Food Agriculture. 89(14): 2383-2392.

Pérez-López, A.J., López-Nicolas, J.M., Núñez-Delicado, E., Amor, F.M.d., Carbonell-Barrachina, Á.A. 2007. Effects of agricultural practices on color, carotenoids composition, and minerals contents of sweet peppers, cv. Almuden. Journal of Agricultural Food Chemistry. 55(20): 8158-8164.

Ramos, A., Alfonso, E. 2014. Generalities of the organic manures: Bocashi's importance like a nutritional alternative for soil and plants. Cultivos Tropicales, 35(4): 52-59.

Sadasivam, S., Manikkam, A. 1992. Capsaicin. In Biochemical methods for agricultural sciences. New Delhi, India. Wiley Eastern Press.

Singleton, V., Rossi, J.A. 1965. Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdic phosphotungstic acid reagents. American Journal of Enology and Viticulture. 16(3): 144-158.

Turkmen, N., Sari, F., Velioglu, Y.S. 2005. The effect of cooking methods on total phenolics and antioxidant activity of selected green vegetables. Food Chemistry. 93(4): 713-718.

Wu, C.-S., Gao, Q.-H., Kjelgren, R., Guo, X.-D., Wang, M. 2013. Yields, phenolic profiles and antioxidant activities of *Ziziphus jujube* Mill. in response to different fertilization treatments. Molecules. 18(10): 12029-12040.

Yemm, E.W., Willis, A.J. 1954. The estimation of carbohydrate in the plant extract by anthrone reagent. Journal of Biochemistry. 57: 508-514.

Yoo, K.M., Lee, C., Lee, H., Moon, B.K., Lee, C.Y. 2008. Relative antioxidant and cytoprotective activities of common herbs. Food Chemistry. 106: 929–936.

Effect of Different Fertilizers on Medicinal Plants

Mahboobeh Jalali*[1]

Assistant Professor, Department of Soil Sciences and Engineering, College of Agriculture and Natural Resources, Lorestan University, Khorramabad, Iran

Abstract

Nutrient management has increasingly become important in producing quality medicinal plant materials. Studies have shown that proper fertilization management can effectively increase the yield and quality of medicinal plants. Medicinal plants require both macro and micronutrients for normal physiological and metabolic processes of the plant. One of the biggest challenges in the production of medicinal plants is providing the nutrients they need. In this review article, the effect of chemical and organic (compost, vermicompost, Mycorrhizal fungi and bacterial) fertilizers in supplying the required nutrients and their effect on medicinal plants were discussed.

Keywords: Chemical fertilizers, Compost, Nitrogen, Organic fertilizer, Vermicompost

* jalali.mah@lu.ac.ir

1. Introduction

Recently, WHO (World Health Organization) estimated that medicinal and aromatic plants are used by 80 percent of global population for some aspect of their primary health care needs. World Health Organization (WHO) recognized the potential of traditional and alternate systems of medicine to provide succor to the health security of developing nations (WHO, 2008). Human beings have depended on nature for their simple requirements as being the sources for medicines, shelters, food stuffs, fragrances, clothing, flavours, fertilizers and means of transportation throughout the ages. For the large proportions of world's population medicinal plants continue to show a dominant role in the healthcare system and this is mainly true in developing countries, where herbal medicine has continuous history of long use. The development and recognition of medicinal and financial aids of these plants are on rise in both industrialized and developing nations (WHO, 1998).

Fertilization programme in medicinal plants has two important objectives: high vegetative growth and high quantity and quality of secondary metabolites produced. Meeting these objectives could lead to high medicinal materials and increased medicinal value of a plant. The quality of medicinal plant materials depends on the presence of quality and quantity of bioactive secondary metabolites, of which the rate of biosynthesis is susceptible to environmental conditions, such as climate, rainfall, soil, nutrients, and others (Arsenijevic et al., 2019). One of the biggest challenges in the production of medicinal plants is providing the nutrients they need (Wang et al., 2022).

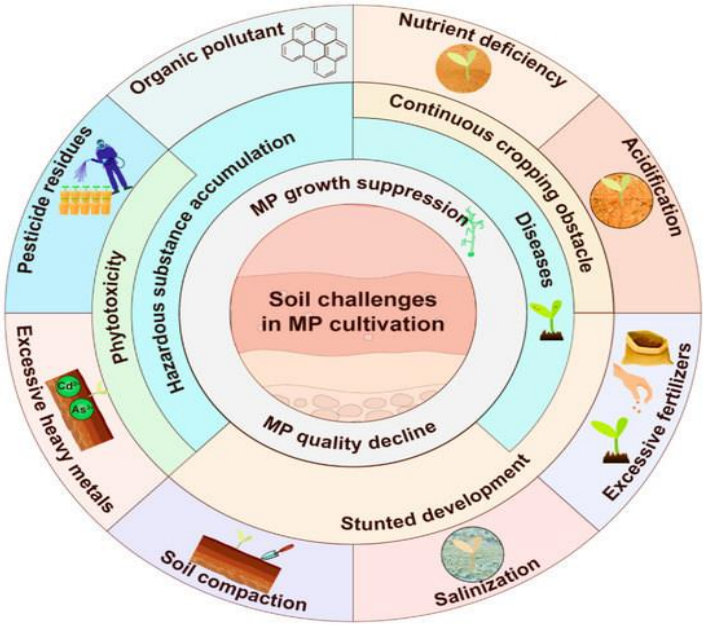


Figure 1. Main soil challenges and their negative effects in the cultivation of medicinal plants (Wang et al., 2022)

Most medicinal plants require sunny, aerated places sheltered from strong winds and late winter frosts. The soil must be fertile and contains the required amounts in optimal combination of Na, P, Cu, minerals, organic and other elements needed for the crops to grow (Arsenijevic et al., 2019). Organic agriculture (OA) is a production system which avoids or excludes the use of synthetic preparation-artificial fertilizers, pesticides, growth accelerators and fodder additives. As an alternative to these means, OA applies a number of modern preventive methods to maintain the natural soil fertility and non-chemical control of weeds, pests and diseases:

2. Chemical fertilizers

2.1. Nitrogen (N)

As commercial cultivation of medicinal plants gains traction among farmers, N fertilizers will be increasingly used to enhance plant growth and yield. Nitrogen (N) is essential structural components of proteins, phospholipids, and coenzymes and also participate in various physiological metabolisms of plants; their absorption and utilization can affect plant growth and biosynthesis of secondary metabolites.

Both organic and inorganic N fertilizers have advantages and disadvantages. Inorganic fertilizers provide readily available nitrogen; however, they are easily lost by leaching, denitrification, volatilization and run-off. Furthermore, inorganic fertilizers have been frequently linked to cases of environmental contamination, soil acidification and salinity. On the other hand, organic fertilizers release of N to plant tends to be slower and depends on the mineralization rates.

Argyropoulou et al. (Argyropoulou et al., 2015) investigated the effect of nitrogen starvation on morphological, physiological and biochemical parameters of basil plants cultivated aeroponically. They observed that net photosynthesis rate, transpiration rate, the stomatal conductance and the concentration of total chlorophylls were strongly restricted by N deprivation rate and that total phenolic concentration significantly increased in N-starved plants indicating that biosynthesis of secondary plant metabolites is favoured in nitrogen-deficient plants. Periwinkle, a medicinal plant that is rich in terpenoid alkaloids, when exposed to mixture of nitrate and ammonium, produced the highest content of amino acids, proteins, total alkaloids, vincristine and vinblastine compared to each of the different N forms. It was also observed in the same study that increase in N level beyond 11 mM had an antagonistic effect on alkaloid content (Abdolzadeh et al., 2006). Previous studies have indicated that when plants have N deficiency they tend to have increased concentration of C-based secondary metabolites (Le Bot et al., 2009).

2.2.phosphorus (P)

Phosphorus is one of the most used fertilizer macronutrients and in calcareous soils of Iran, its absorption is limited. Phosphorus (P) is essential structural components of phospholipids. Application of P fertilizer was shown to improve the accumulation of phenolic compounds but not the essential oil yield of *Mentha spicata* (Chrysargyris et al., 2019). However, numerous studies have reported that increasing P fertilization increased essential oil production, such as in basil, lavender, marjoram, and sage (Chrysargyris et al., 2019).

2.3 Micronutrients

Aromatic plants require both macro and micronutrients for normal physiological and metabolic processes of the plant. Though the amount of micronutrients required is quite small, still they play a prominent role in the metabolic and cellular functions performed by plants. Besides, the deficiency, availability and amount of micronutrients in the soil have straight and major effects on biosynthesis and concentration of secondary metabolites, thus influencing the essential oil yield and content. However, imbalance of micronutrients in soil also chiefly modifies the amount of essential oil and its composition in aromatic plants. Therefore critical aspects need to be considered for micronutrient management like quantity of micronutrient required by crop, range between deficiency and toxicity

of micronutrient and cropping pattern of the plant. Soil and plant analysis have over the years been the most adopted methods to assess the deficiency and requirement of micronutrient in plants. Moreover, bio-fertilization and Nano-fertilization are emerging technologies for better management of micronutrient application to plants.

They possess a chief role in development of meristematic tissues, cell division, respiration, photosynthesis, and acceleration of plant maturity. Micronutrients such as Fe, B, Zn, and Mn are considered vital for medicinal plants. These nutrients can maintain crop-physiology balance due to these nutrients play vital roles in vitamin A improvement, CO_2 flowing out, and resistant system doings (Mohamed et al., 2011).

3. Organic Fertilizars

3.1. Compost and vermicompost

Nowadays, organic products are being famous for all people around the world. Due to the great global market demand, production of organic foods has rapidly increased in the past decades. On this basis organic agriculture has become a great choice as means of organic product producing. As a staple product in the world, the high demand on organic medicinal plants has increased in last decades. Problems of the decline in the bio-environmental sustainability due to indiscriminative usage of chemical fertilizers and pesticides in conventional cropping system can solve under organic farming.

Organic farming enhances soil organic carbon, available phosphorus content and microbial population / enzymatic activity of soil and thus making it sustainable for organic crop production. Application of different organic amendments in combinations and in a cumulative manner can supply the nutrient requirement of organic medicinal plants cropping system. Owing to positive influence of organic components in medicinal plants cropping system, it is therefore, be assumed that those farmers who adopted organic management practices, have found a way to improve the quality of their soil, or at least stemmed the deterioration ensuring productive capacity for future generations.

Application of compost to improve soil structure, fertility and consequently development and productivity of medicinal plants were studied in several cases. In Sweet Marjoram (*Majorana hortensis*) when soil treated with 15 and 30% aqueous extracts of compost, essential oil percentage and yield per plant and herbage biomass have been increased. The highest values of essential oil percentage were increased significantly about 39.0 and 52.0% with the application of 15 and 30% aqueous extracts of compost, while the chemical composition of marjoram essential oil did not change due to the compost treatment or level (Fatma et al., 2008). Similar results were obtained from marjoram and Cymbopogon winterianus plants (Adholeya and Prakash, 2004). Also, in chamomile (*Matricaria chamomilla* L.), effect of chemical fertilizer and compost on soil productivity were studied and results showed that all compost + liquid compost treatments overcame the chemical fertilizers and improved the flower heads growth characters, and essential oil contents (Hendawy and Khalid, 2011).

Vermicompost contains most nutrients in plant-available forms such as nitrates, phosphates, and exchangeable calcium and soluble potassium. It contains plant growth regulators and other growth-influencing materials produced by microorganisms (Atiyeh et al., 2002). Haj Seyed Hadi et al., (2011) reported that vermicompost have no detrimental but rather stimulatory effects on the growth, flower yield and essential oil content of chamomile and have thus considerable potential for providing nutritional elements in chamomile production, especially for the sustainable production

systems.

Azizi et al., (2009) have found the positive influence of vermicompost on the essential oil and chamazulene contents of chamomile (Azizi et al., 2009). In sweet fennel, the highest anethole content and the lowest contents of fenchone, limonene and estragole of essential oil were obtained in a treatment contained vermicompost. Phenolic compounds are a large group of plant secondary metabolites. Increasing in the levels of phenols have been reported in strawberries and marionberries treated with organic fertilizers. Chand et al., (2012) reported that growth parameters and herb yield of mint marginally enhanced with the application of 7.5 ton/ha vermicompost.

Salehi et al. (2018) examined the impact of different chemical and organic fertilizers on German chamomile yield and essential oil composition. This experiment came up with the result which demonstrated that application of fertilizers especially vermicompost is among the main reasons which can limit herbage growth, yield and, quality. Based on this report, biochemical and physiological parameters improve under the influence of growth regulating agents which in turn increases the quantity and quality of essential oils in the herbage industry.

3.2. Bio-fertilizers

3.2.1. Mycorrhizal fungi

Mycorrhizal fungi are beneficial microorganisms and hence, have been considered as bio-fertilizer. Resistance against biotic and abiotic stresses has been argued to be due to the effects of AM fungi on inducing plant hormones production. Phosphate solubilizing microorganisms are another sort of bio-fertilizers which have the ability to solubilize organic and inorganic phosphorus compounds by producing organic acid or phosphatase enzyme.The effect of mycorrhizal symbiosis on 76 medicinal plants in Azad Jamma and Kashmir had been studied. Results showed different mycorrhizal root colonization.

Plants at vegetative growth stage exhibited more VAM root colonization percentage compared to those at flowering and fruiting stages. Herbaceous plant showed more root colonization in comparison with shrubby and woody plants as well (Sadiq Gorsi, 2002). Kapoor et al., (2004) reported that fennel root symbiosis with two species of mycorrhizal fungi, including Glomus macrocarpum and Glomus fasiculatum significantly improved properties as are followed the number of umbels in plant, seed weight, phosphorus concentration, biomass, percentage of AM root colonization and amount of essence (concentration of essential oil). Among two fungal species, G.fasiculatum showed the highest performance at both levels of phosphorus up to 78% increase in essential oil concentration of fennel seed over non- mycorrhizal control. Saedi- Farkoosh et al., (2011) reported that establishment of an effective symbiotic relationship between *Matricaria chamomilla* and arbuscular myccorrhizal fungi and efficient inoculation with phosphate solubilizing bacteria resulted in augmentation in essential oil yield (28%) and its components.

3.2.2. Bacterial biofertilizers

Some bacteria provide plants with growth promoting substances and play major role in phosphate solubilizing. Ratti et al., (2001) investigated the effect of some varieties of phosphate solubilizing bacteria on the yield of Lemon Grass and concluded that the plant height and biomass were increased compared to the control treatment. Studies on symbiotic relationship between bacteria and plants have been mainly on cereals and grassy plants and only a few studies have been carried out on medicinal plants. In a study on the medicinal plant Scutellaria integrifolia, inoculation of

mycorrhiza increased root length and general plant growth in low phosphorous soils. Inoculation of Azotobacter in Rosmarinus officinalis increased concentration of plant essence. Abo-Baker and Mostafa (2011) showed that the inoculation of Hibiscus sabdariffa with the mixture of bio-fertilizers improved the growth characters. Similar results were observed on some plants such as Nigella sativa, Ammi visnaga and Salvia officinalis.

References

Abdolzadeh, A., Hosseinian, F., Aghdasi, M and Sadgipoor, H. 2006. Effects of nitrogen sources and levels on growth and alkaloid content of periwinkle. Asian Journal of Plant Sciences. 5: 271-276.

Arsenijevic, J.; Drobac,M.; Šoštaric, I.; Jevdovic´, R.; Živkovic´, J.; Ražic, S.; Moravcˇevic, D.; Maksimovic, Z. 2019.Comparison of essential oils and hydromethanol extracts of cultivated and wild growing Thymus pannonicus All. Industrial Crops and Products. 130:162–169.

Argyropoulou, K., Salahas, G, Hela, D. and Papasavvas, A. 2015. Impact of nitrogen deficiency on biomass production, morphological and biochemical characteristics of sweet basil (*Ocimum basilicum* L.) plants, cultivated aeroponically. Agriculture & Food. 3: 32-42.

Azizi M, Rezvani F, Hassan-Zadeh M, Lekzian A, Nemati A. 2009. Effects of vermicompost and irrigation on morphological traits and essential oil of chamomile. Iranian Journal of Medicinal Plants. 241: 82- 93.

Atiyeh RM, Lee SS, Edwards CA, Arancon NQ, Metzger JD. 2002. The influence of humic acid derived from earthworm processed organic wastes on plant growth. Bioresource Technology. 84: 7- 14.

Chand S, Pandey A, Patra D. 2012. Influnce of nikel and lead applied in combination with vermicompost on growth and accumulation of heavy metals by mint. Indian Journal of Natural Products and Resources. 3: 256- 261.

Chrysargyris, A.; Petropoulos, S.A.; Fernandes, Â.; Barros, L.; Tzortzakis, N.; Ferreira, I.C.F.R. 2019. Effect of phosphorus application rate on Mentha spicata L. grown in deep flow technique (DFT). Food Chemistry. 276: 84–92.

Fatma A, Gharib I, Lobana A, Mossa A, Osama N. 2008. Effect of Compost and Bio-fertilizers on Growth, Yield and Essential Oil of Sweet Marjoram (*Majorana hortensis*) Plant. International Journal of Agriculture and Biology. 4: 381- 387.

Gang Wang, G., Ren, Y., Bai, X., Su, y. 2022. Contributions of Beneficial Microorganisms in Soil Remediation and Quality Improvement of Medicinal Plants. Plants. 11 (23) 3200.

Haj-Seyed-Hadi M, Darzi M, Ghandeharialavijeh Z, Riazi H. 2011. Influence of Biofertilizers on Flower Yield and Essential Oil of Chamomile (*Matricaria chamomile* L.). World Academy of Science, Engineering and Technology. 59: 1612- 1615.

Hendawy S, Khalid A. 2011. Effect of chemical and organic fertilizers on yield and essential oil of chamomile flower heads. Medicinal and Aromatic plant science and biology 5, 43- 48.

Kapoor R, Giri B, Mukerji, KG. 2004. Improved Growth and Essential Oil Yield Quality in (*foeniculum vulgare Mill*) on Mycorrhizal Inoculation Supplemented with P-Fertilizer. Bioresource Technology 93: 307- 311.

Le Bot, J., Benard, C., Robin, C., Bourgaud, F. and Adamowicz, S. 2009. The “trade-off” between synthesis of primary and secondary compounds in young tomato leaves is altered by nitrate

nutrition: experimental evidence & model consistency. Journal of Experimental Botany, 60, 4301-4314.

Mohamed M, El-Fouly Zeinab M, Mobarak and Zeinab A, Salama M. 2011. Micronutrients (Fe, Mn, Zn) foliar spray for increasing salinity tolerance in wheat *Triticum aestivum* L. Afr J of Plant Sci. 5: 314-322.

Ratti N, Kumar S, Verma HN, Gautam SP. 2001. Improvement in Bioavailability of Tricalcium Phosphate to Cymbopogon martini var. motia by Rhizobacteria, AMF and Azospirillum Inoculation. Microbiological Research 156, 145- 149.

Salehi, A., M. Gholamhoseini, R. Ataei, F. Sefikon and A. Ghalavand. 2018. 'Effects of zeolite, bio- and organic fertilizers application on german chamomile yield and essential oil composition'. Journal of Essential Oil Bearing Plants. 21(1): 116-130.

Sadiq-Gorsi M. 2002. Studies on Mycorrhizal Association in Some Medicinal Plants of Azad Jammu and Kashmir. Asian Journal of Plant Science. 14: 383- 387.

Saedi-Farkoosh S, Ardakani MR, Rejali F. 2011. Effect of Mycorrhizal Symbiosis and Bacillus coagolance on Qualitative and Quantitative Traits of Matricaria chamomilla under Different Levels of Phosphorus. Middle-East Journal of Scientific Research 8, 1- 9.

WHO, (1998). Regulatory situation of herbal medicines. A worldwide review. Pp 1-5. Geneva, Switzerland.

World Health Organization (WHO)."Traditional medicine" Fact sheet number: 2008; 134 (December)".http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs13 4/en/.

Evaluation of nitrate in cabbage and carrot vegetables: a systematic review and meta-analysis

Fereshteh Mehri [1*] ,Zahra Ganjirad[2], Mehdi Khazaei[3], Sahara amirsadeghi[1]

[1]Nutrition Health Research Center Hamadan University of Medical Sciences

[2]Student Research Committee, Pharmacy Faculty, Hamadan University of medical Sciences, Hamadan, Iran.

[3]Research Committee, Hamadan University of medical Sciences, Hamadan, Iran.

Abstract

Background and Objectives: The high level of nitrate in various vegetables is a highly important issue that poses a potential hazard to human health. This study evaluates the nitrate concentration in different vegetables.

Methods: All published studies until September 2020 were examined in PubMed, Scopus, and Web of Science databases. The heterogeneity degree among the studies was appraised by I2 heterogeneity statistic. The random-effects model was utilized to arrange the supplied concentration in subgroups including the continent and variety of vegetables.

Results: The nitrate concentration in the studied vegetables indicated nitrate content in cabbage was higher than carrot. Depending on the continents, highest and lowest nitrate in cabbage vegetables were attributed to America and Africa, respectively, and also in regarding spinach vegetables were attributed to Africa and Australia, respectively.

Conclusion: Findings of this study showed that nitrate concentration varies in different countries. Results of this meta-analysis can be helpful in various risk manipulation models and beneficial to health policy design for farmers and industries for decreasing concentration of nitrate in different vegetables.

Keywords: Nitrate, Vegetables, Systematic review

* E-mail: freshteh_mehri@yahoo.com

1. Introduction

Vegetables are known as protective food in the human diet. This benefit effect is attributed to vegetables due to being rich in fundamental micronutrients, as well as vitamins A and C, minerals, amino acids, essential fatty acids, antioxidants, and dietary fibres, which have beneficial impressions on the human body (Hyldelund, Worck et al. 2020). The addition of more fruits and vegetables to a daily diet decreases heart disease, stroke, and the risk of some cancers and facilitates body weight management when used instead of more energy-dense foods (Moore and Thompson 2015).

According to estimates by the World Health Organization (WHO), the daily consumption of 400 g of fruits and vegetables is recommended for human health (Faber, Wenhold et al. 2017). The Americans dietary guidelines recommend five servings of vegetables per day based on an intake of 2000 calories (Staff 2000). The acceptable daily intake of nitrate and nitrite by the Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives (JECFA 2002) for food is 0-3.7 and 0-0.07 mg/kg body weight, respectively (Refai and Sebaei 2020). Various foods can be exposed to a variety of contaminants including different metals, pesticides, and nitrates (Mehri, Heshmati et al. 2019, Heshmati, Mehri et al. 2020, Mehri, Esfahani et al. 2020). Nitrate as a natural form of nitrogen is an elemental member of the nitrogen cycle environmentally. It is made of fertilizers, crumbling plants, manure, and other organic residues which are found in the air, soil, water, and food (particularly in vegetables) and naturally made in the human body. Further, nitrate has an effective function in plant nutrition and is an important part of vegetables because of its aggregation potential.

The nitrate content of vegetables depends on various factors such as biological characteristics of the crop, lightning conditions, soil properties, humidity, frequency of field planting, vegetation phase, the harvest time of the year and processing time, geographical areas, and fertilization (Kmecl, Žnidarčič et al. 2019). The presence of nitrate as water and other foods in vegetables is an important health warning to humans (Santamaria 2006). Nitrate is itself approximately non-toxic while its metabolites may originate several health problems. Free nitrate is rapidly consumed from the gastrointestinal tract through ingestion, and relatively 20-28% of the oral dose is actively secreted into the saliva. In the oral cavity, a percentage of secreted nitrates reduces to nitrite by nitrate-reducing bacteria (van Velzen, Sips et al. 2008), which can react with N-nitroso compound (NOC) precursors through the gastrointestinal tract to produce carcinogenic NOCs (van Breda, Mathijs et al. 2019) . according to researches, only around 4-8% of ingested nitrate dose is converted to Nitrite and N-nitroso compounds which can cause severe pathologies in humans (Speijers and Van den Brandt 2003), including methaemoglobinaemia or blue baby syndrome (Santamaria 2006). Chronic nitrite contact may cause pathologic changes in different tissues, motor and brain electrical activity changes, and gastric mucosal absorption alterations (Bruning-Fann and Kaneene 1993).

Vegetable contamination with nitrate can occur using nitrogen-based fertilizers for fertility and crop productivity. Human contact with nitrate may happen by drinking water, food (proceeded meat and fish), and particularly green leafy vegetables (van Breda, Mathijs et al. 2019). Most foodstuffs have low nitrate concentrations whereas special vegetables such as spinach, lettuce, and beetroot have high concentrations of nitrate. Many countries have set a standard level for nitrate since its level in food is extremely important. For example, The European Commission has indicated that lettuce plants should include a nitrate concentration lower than 4,500 mg/kg (fresh weight)(Chung, Tran et al. 2011). This amount varies between a minimum of 110 mg/kg and a maximum of 4,923 mg/kg in retail spinach leaves (Watanabe and Yamasaki 2017).

Several studies have measured nitrate concentrations in various vegetables (Sobhan Ardakani, Shayesteh et al. 2005, Chung, Tran et al. 2011, Bahadoran, Mirmiran et al. 2016, Mehri, Heshmati et al. 2019). Considering the importance of the daily consumption of vegetables in a human healthy diet and high pollutions with nitrate, the present study was first conducted to calculate the nitrate concentration in different vegetables (i.e., tomato, cucumber, lettuce, spinach, cabbage, potato, onion, and carrot) consumed in different countries by means of a systematic review and meta-analytic approach.

2. Material and methods

1.1. Use this style for level two headings

In this study, evaluating the concentration of nitrate in various vegetables was performed based on to the Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses (PRISMA) guidelines (Fig 1) (Higgins and Thompson 2002). Search strategies were done to search all articles the association with nitrate in different vegetables included: cabbage and carrot that met inclusion criteria. Two authors separately investigated studies published from1 Jan 1973 to 1 Sep 2020. Databases such as PubMed, Scopus, Web of Science and references of published manuscripts were systematically searched.

1.2. Search strategy

The following main keywords utilized in title and abstracts: (vegetables OR plants OR cabbage OR carrot) AND (nitrate). The search was not limited to specific language.

1.3. Inclusion and exclusion criteria

Among different databases, the studies that determined the concentration of nitrate in different vegetables were included. The manuscripts were included if they have following criteria: (1) showed the concentration of nitrate in vegetables samples (2) full text was available in the English language (3) published studies were original (4) the detail of size and number of positive samples were specified (5) cross-sectional study; (6) reporting of mean and standard deviation of nitrate in vegetables. It also should be noted that articles that did not find raw data, mean values, or standard deviations were excluded. The data obtained of each study included the year and country of study, type of vegetable, sample size, mean, standard deviation, and concentration range of nitrate. In order to unify units, all units expressing the concentration of nitrate including, ng/g, µg/kg, ppb and, were converted to mg/kg (Hsouna, Dhibi et al. 2019). The studies were excluded if they were: duplicated papers, case series, and review manuscript, letter to editor, case reports, and salami publication.

1.4. Data Extraction

The parameters such as titles, abstract and full text of all collected manuscripts were investigated by two authors, (FM, and SK), independently according to inclusion and exclusion criteria. The kappa statistics (95%) were used to identify the inter-authors reliability. Finally, the difference between records among the researchers was corrected by re-examining the articles. Regarding challenging papers agreement was reached by the third researcher.

1.5. Meta-analysis and statistical analysis

The pooled concentration of nitrate in leafy, root and fruit vegetables was assessed using mean and standard error (SE).The SE of the level of nitrate was estimated using the equation (1) (Ghane, Poormohammadi et al. 2021):

$$SD/\sqrt{n} \quad (1) = SE$$

In this current, SD and n show standard deviation and sample size, respectively. The subgroup analysis was separately performed according to vegetables type and country. Heterogeneity was investigated by I2 and Q tests. I2 statistic (I2 > 50%) shows a large heterogeneity and Cochran Q test (Q statistic, $p< 0.10$) indicate statistically significant heterogeneity and. Furthermore, meta- regression was performed to explore the year of study as a possible sources of heterogeneity. The data were investigated by the Stata software, version 14 (StataCorp, College Station, TX, USA). The significance level was considered to be less than 0.05.

2.Results

2.1. Study Characteristics

The study characteristics and results have been shown in Table 1 and 2. In regard for cabbage, year of published for included studies was between 1975 and 2020. The sample size of articles was different from 18 to 1872 with a total of 7421 samples. Intended to carrot, year of published for included studies was between 1986 and 2020, the sample size of articles varied from 18 and 1872 with a total of 8585 samples.

2.2. The concentration of nitrate in vegetables based on vegetable types

The concentration of nitrate in vegetables based on vegetable types .According to the important role of vegetables in our daily diets and their probable contamination with nitrate, many studies have focused on determining nitrate amounts in different vegetables. Table 3 presents the concentration of nitrate in different vegetables based on vegetable types. Based on the data, the ranking of nitrate concentrations in various vegetables was cabbage (397.87 mg/kg) and carrot (234.48 mg/kg).

2.3. The concentration of nitrate in vegetables based on country types

According to statistical results and our meta-analysis, the concentrations of nitrate in different vegetables based on continents and types are provided in Table 4. The highest concentration of nitrate in cabbage (668.05 mg/kg), carrot (430.0 mg/kg), belonged to A America, Africa respectively. However, the lowest concentration of nitrate in cabbage (190.01 mg/kg), carrot (15.00 mg/kg) was related to Africa, Australia.

Figure 1: Selection process evidence searches and inclusion

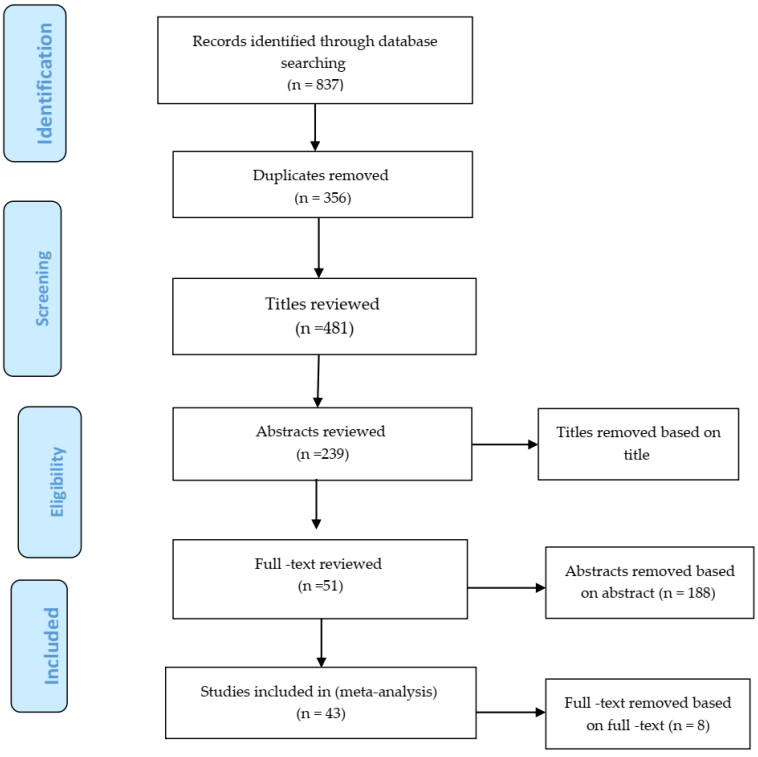


Figure 1. Selection process evidence searches and inclusion

Table 1. Main characteristic included in our study for nitrate in Carrot

Author	Years	country	Total sample	Mean	SD
Lyons, D. J.	1994	Australia	401	15.00	8
Taneja, P.	2019	India	234	29.40	10
Leyre Quijano	2017	Spain	37	40.00	14
Ding, Z.	2018	China	64	70.00	23
Siomos, A. S.	2000	Greece	174	87.00	38.4
Yordanov, N. D.	2001	Bulgaria	18	123.10	98.7
Valerko, R. A.	2018	Ukraine	59	126.80	74
Tamme, T.	2006	Estonia	1349	148.00	87.23
K. Larsson	2011	Sweden	100	165.00	98.5
Diaper, J.	1998	England	871	208.00	154.2
Ilić, Z. S.	2015	Serbia	42	217.00	121
Hassan Taghipour	2019	Iran	120	233.03	144
Chung, S. W. C.	2011	China	708	250.00	107
Schuster, B. E.	1987	Germany	61	256.00	216
Junghyuck Suh	2013	Korea	798	261.90	99.78
Salehzadeh, H.	2020	Iran	72	324.00	101
Mehri, F.	2019	Iran	348	339.50	155.23
E.H.M. Temme	2011	Belgium	451	341.00	207
Abo Bakr, T. M.	1986	Egypt	61	430.00	230.7
Bahadoran, Z.	2016	Iran	1872	500.00	147
Morohashi, M.	2010	Japan	326	520.00	250.14
Sobhan Ardakani, S.	2005	Iran	270	736.00	254
Tamme, T.	2009	Estonia	33	158.00	99.6
Raczuk, J.	2014	Poland	116	82.20	39.4

Table 2. Main characteristic included in our study for nitrate in cabbage

Author	Years	country	Total sample	Mean	SD
Ding, Z.	2018	China	64	28.90	13
Taneja, P.	2019	India	234	62.50	32
Nowrouz, P.	2012	Iran	32	161.00	87.45
Abo Bakr, T. M.	1986	Egypt	61	190.00	99.8
Yordanov, N. D.	2001	Bulgaria	18	196.90	87.5
Hassan Taghipour	2019	Iran	120	231.29	74
Lyons, D. J.	1994	Australia	401	240.00	185
Tamme, T.	2009	Estonia	33	336.00	234
Bianco, V. V.	1998	Italy	542	413.00	101.5
Tamme, T.	2006	Estonia	1349	437.00	235
Sobhan Ardakani, S.	2005	Iran	270	450.00	147
Salehzadeh, H.	2020	Iran	72	530.00	324.1
Junghyuck Suh	2013	Korea	798	533.80	144
Nunez de Gonzalez, M. T.	2015	America	194	552.00	258.14
Siciliano, J.	1975	America	373	784.00	345.8
Muhaidat, R.	2019	Switzerland	36	958.00	245
Sebecic, B.	1999	croatia	20	1016.00	777.1
Schuster, B. E.	1987	Germany	61	1084.00	303
Bahadoran, Z.	2016	Iran	1872	2.00	0.9
Diaper, J.	1998	England	871	201.60	57.2

Table 3. Meta-analysis of concentration of nitrate (mg/kg) in various vegetables

vegetables	N of studies	ES (95% CI)	Heterogeneity				
			weight	**Statistics**	**df**	**P.Value**	**I^2 (%)**
Cabbage	29	397.87 (332.18, 463.54)	11.87	45240.90	19	<0.001	100.0
Carrot	24	234.48(198.52,270.44)	12.78	39382.88	23	<0.001	100.0

Table 4. Meta-analysis of concentration of nitrate (mg/kg) in various vegetables by continent

Product		continent				
		Africa	**Asia**	**Australia**	**Europe**	**America**
Cabbage	**N of study**	10	8	1	8	2
	P (%)	190.01 (164.96, 215.05)	245.96 (170.52-321.41)	240.00 (221.89, 254.10)	545.13 (425.14,665.13	668.05 (640.69,895.04)
Carrot	**N of study**	1	10	1	12	-
	P (%)	430.0 (372.12 , 478. 89)	326.1 (199.85, 452.41)	15.00 (14.22, 15.78)	161.34 (122.27,200.42)	-

3.Discussion

According to the important role of vegetables in our daily diets and their probable contamination with nitrate, many studies have focused on determining nitrate amounts in different vegetables. Table 1 presents the concentration of nitrate in different vegetables based on vegetable types. Based on the data, the ranking of nitrate concentrations in various vegetables was cabbage (397.87 mg/kg) and carrot (234.48 mg/kg). Compared with the results of our meta-analysis, various studies have surveyed nitrate levels in different vegetables, showing that nitrate levels vary widely between vegetables. Likewise, Morohashi et al in Japan and Quijano et al in Spain found that the nitrate level in the carrot was 520 mg/kg and 40 mg/kg, respectively (Morohashi, Enya et al. 2010, Quijano, Yusà et al. 2017). In another study, Muhaidat et al declared that nitrate content in onion was 1387/7 mg/kg (Muhaidat, Al-Qudah et al. 2019). Moreover, Stavroulakis et al reported that this content was 437 mg/kg in Greek vegetables (Stavroulakis, Kafouris et al. 2018). These differences can be affected by morphological differences among cultivars, genotype characterization, and the nature of vegetables. For example, metabolism and nitrate uptake differ in leafy vegetables compared to root and fruit vegetables. It is noteworthy that the root-absorbed nitrates are conveyed to the shoots and transferred by nitrate reductase (NR) enzymes in plant leaves, therefore, leafy vegetables have a higher level of nitrate in comparison with root and fruit vegetables (Lam, Coschigano et al. 1996). Additionally, agricultural activities such as the amount, timing, form, and composition of the applied fertilizers by farmers can significantly affect nitrate levels in different vegetables (Santamaria 2006). According to the investigation, the concentration of nitrate in vegetables fed with organic fertilizers was significantly lower than that of those fed with chemical fertilizers.

Based on some published studies, the concentration of nitrate in plants fed with nitrate in the evening and the warm season was lower compared to the ones fed with nitrate in the morning and the cold season of the year, which can be related to the activity of NR which reduces the amount of nitrate in the plant during the day (Tamme, Reinik et al. 2010, Chung, Tran et al. 2011). Other important factors related to these differences can be the time and the type of the applied water for irrigation so that according to studies, deficit irrigation and over-irrigation cause extra nitrate aggregations in wild rockets grown in the greenhouse due to negative effects on NR activity (Schiattone, Viggiani et al. 2018). Previous research showed that irrigation with treated wastewater leads to a decrease in nitrate accumulations in lettuce grown under greenhouse conditions compared to saline water (Di Mola, Rouphael et al. 2017). Regarding other valuable reasons for the observed differences in the nitrate level in different vegetables, several parameters can be mentioned, including soil type, humidity, harvesting time, and field cultivation density (Chamandoost, Fateh Moradi et al. 2016).

According to statistical results and our meta-analysis, the concentrations of nitrate in different vegetables based on continents and types are provided in Table 2. The highest concentration of nitrate in cabbage (668.05 mg/kg), carrot (430.0 mg/kg), belonged to A America, Africa respectively. However, the lowest concentration of nitrate in cabbage (190.01 mg/kg), carrot (15.00 mg/kg) was related to Africa, Australia. Based on the results, among various continents, the highest and lowest concentrations of nitrate were attributed to spinach in Africa and Onion in Australia. Nitrate contamination in different vegetables varied across the continent so that in the study by Jimidar et al., the nitrate level in lettuce vegetables from Belgium was found to be 2.395 mg/kg (Jimidar, Hartmann et al. 1995). Moreover, the results of a study by Bahadoran et al. represented that the nitrate level in lettuce, onion, and cucumber samples from Iran was 3.6 mg/kg, 0.61 mg/k, and 0.88 mg/kg, respectively (Bahadoran, Mirmiran et al. 2016). Additionally, Taghipour et al. concluded that nitrate concentration in spinach samples from Iran was 42.32 mg/kg (Taghipour, Hemmati et al. 2019). Likewise, Ding et al. indicated nitrate contents in vegetable products from China were 70 mg/kg and 2.1 mg/kg in carrot and onion, respectively (Ding, Johanningsmeier et al. 2018). However, the results of a study evaluating potato vegetables from India reported that the nitrate amount was 28.6 mg/kg (Taneja, Labhasetwar et al. 2019). In another study by Siomos et al., the nitrate amount was estimated at 32 mg/kg in potato vegetables from Greece. In the other research by Rezaei and Liang, the nitrate level in tomato was found to be 1.81 mg/kg in Iran (Rezaei, Fani et al. 2014). Based on the findings of the present study and compared to those of previous studies, there was a significant difference in nitrate levels according to different continents. The observed discrepancy could be related to various factors including the composition of the irrigation water, soil type, and agro-climatic conditions, as well as seasonal changes, length of the light period, temperature, and carbon dioxide concentrations (Bian, Wang et al. 2020). Various weather conditions in continents can affect the nitrate level in different countries. According to some studies, small light, high temperature, and moisture stress due to the effect on the activity of the nitrate-reducing enzyme can lead to excessive accumulations of nitrates in plant tissues. Therefore, in some countries, nitrate levels in autumn and the winter can be less than their values in the spring and summer (74-76). Another influential factor in these differences is the carbon dioxide content. Given that extreme amounts of carbon dioxide (CO_2) are capable of preventing N absorption, thus restricting the photosynthetic rate of the leaves (Dong, Li et al. 2017). In a study conducted by Proietti et al., nitrate concentrations in the leaves of the plant, which was grown at high CO_2 concentrations, reduced significantly in comparison to the plant which was grown at normal CO_2 concentrations, especially under a low light state (Proietti, Moscatello et al. 2013, Colla, Kim et al. 2018). In addition to the mentioned factors, parameters such as growth density, duration of the growth period, harvesting time, and storage time can be considered as affecting factors in nitrate contents among different countries and regions (Colla, Kim et al. 2018, Haftbaradaran, Khoshgoftarmanesh et al. 2018).

3.1. Various processes for reducing nitrate in vegetables

Although vegetables and fruits are essential factors in human health, their nitrate levels may be more than the recommended amount by the WHO (Taghipour, Hemmati et al. 2019). Accordingly, some plans can be considered for decreasing the content of nitrate in these products. These plans are including educational to farmers regarding suitable utilizing time, amount, and fertilizer composition when cultivating vegetables, controlling environmental conditions (including light and spectral composition), using the genotypes of plants with low amounts of nitrate, harvesting crops during baby greens and their storage in the refrigerator for an appropriate time (Maršić and Osvald 2004) (Burns 2011). In addition to the above-mentioned alternatives, product processing methods have been proposed by researchers that can effectively reduce nitrate contents in various vegetables. Cooking of the crop is one of the processing methods of food (Salehzadeh, Maleki et al. 2020) . It should be noted that boiling vegetables in water dissolves nitrate contents in the cooking water so that increment in temperature and time releases more nitrate from the vegetable into the water, leading to a decrease in vegetable nitrate levels (Prasad and Chetty 2008, Sadeghi, Sharafi et al. 2015). On the other hand, nitrate content increases by the frying process. In addition, frying vegetables decreases their mass but their nitrate content does not change (Salehzadeh, Maleki et al. 2020). Moreover, the storage of vegetables by freezing increases nitrate levels after three or four months (Bakr, El-Iraqui et al. 1986). Another effective factor for nitrate reduction is the using of nitrogen fertilizers. According to previous reports, a powerful plan for decreasing nitrate contents in plants is to deprive them of nitrogen for some weeks before harvesting. During this time, nitrates are taken out from the vacuoles, and the plant stores organic compounds to substitute the declining osmotic (Colla, Kim et al. 2018).

4.Conclusion

This study systematic review and meta-analysis for first was conducted for investigation the nitrate concentration in different vegetables based on the vegetable types and continents in the world. The results of 51 papers demonstrated that the nitrate concentration in studied vegetables was ordered as follows: lettuce and spinach. Based on the continents, the higher and lower concentration of nitrate was related to spinach in Africa and onion in Australia. Based on the continents, the higher and lower concentration of nitrate was related to spinach in Africa and onion in Australia. The different genotypes, environmental condition , climate, fertilizers, cultivation procedure, agricultural management including fertilization, time of harvest and post-harvest storage, status and time of product storage were considered as important factors among diversities obtained about nitrate content among different vegetable. Also results of this study can be beneficial for risk assessment of nitrate in various vegetables for consumers in future studies.

Acknowledgments

The authors appreciate the Deputy of Research and Technology, Hamadan University of Medical Sciences for their financial support in this research.

Authors' contributions

Designing of Experiments (FM); Fieldwork and data collection (SB and ZG).

Conflict interest

All authors declared no conflict of interest regarding this paper.

References

Bahadoran, Z., P. Mirmiran, S. Jeddi, F. Azizi, A. Ghasemi and F. Hadaegh (2016). "Nitrate and nitrite content of vegetables, fruits, grains, legumes, dairy products, meats and processed meats." Journal of Food Composition and Analysis 51: 93-105.

Bakr, T. M. A., S. El-Iraqui and M. H. Huissen (1986). "Nitrate and nitrite contents of some fresh and processed Egyptian vegetables." Food Chemistry 19(4): 265-275.

Bian, Z., Y. Wang, X. Zhang, T. Li, S. Grundy, Q. Yang and R. Cheng (2020). "A review of environment effects on nitrate accumulation in leafy vegetables grown in controlled environments." Foods 9(6): 732.

Bruning-Fann, C. and J. Kaneene (1993). "The effects of nitrate, nitrite, and N-nitroso compounds on animal health." Veterinary and human toxicology 35(3): 237-253.

Burns, K. S. (2011). From consumers to producers: engagement through user-generated advertising contests. Handbook of Research on Digital Media and Advertising: User Generated Content Consumption, IGI Global: 631-649.

Chamandoost, S., M. Fateh Moradi and M.-J. Hosseini (2016). "A review of nitrate and nitrite toxicity in foods." Journal of Human Environment and Health Promotion 1(2): 80-86.

Chung, S. W., J. C. Tran, K. S. Tong, M. Y. Chen, Y. Xiao, Y. Ho and C. H. Chan (2011). "Nitrate and nitrite levels in commonly consumed vegetables in Hong Kong." Food Additives and Contaminants 4(1): 34-41.

Colla, G., H.-J. Kim, M. C. Kyriacou and Y. Rouphael (2018). "Nitrate in fruits and vegetables." Scientia Horticulturae 237: 221-238.

Di Mola, I., Y. Rouphael, G. Colla, M. Fagnano, R. Paradiso and M. Mori (2017). "Morphophysiological traits and nitrate content of greenhouse lettuce as affected by irrigation with saline water." HortScience 52(12): 1716-1721.

Ding, Z., S. D. Johanningsmeier, R. Price, R. Reynolds, V.-D. Truong, S. C. Payton and F. Breidt (2018). "Evaluation of nitrate and nitrite contents in pickled fruit and vegetable products." Food Control 90: 304-311.

Dong, J., X. Li, W. Chu and Z. Duan (2017). "High nitrate supply promotes nitrate assimilation and alleviates photosynthetic acclimation of cucumber plants under elevated CO2." Scientia Horticulturae 218: 275-283.

Faber, M., F. A. Wenhold and S. M. Laurie (2017). "Dietary diversity and vegetable and fruit consumption of households in a resource-poor peri-urban South Africa community differ by food security status." Ecology of food and nutrition 56(1): 62-80.

Ghane, E. T., A. Poormohammadi, S. Khazaei and F. Mehri (2021). "Concentration of Potentially Toxic Elements in Vegetable Oils and Health Risk Assessment: a Systematic Review and Meta-analysis." Biological Trace Element Research: 1-10.

Haftbaradaran, S., A. H. Khoshgoftarmanesh and M. J. Malakouti (2018). "Potential health impacts from

different vegetable nitrate intake scenarios and providing strategies to manage the risks for Iranian population." Environmental Science and Pollution Research 25(25): 25432-25442.

Heshmati, A., F. Mehri and A. M. Khaneghah (2020). "Simultaneous multi-determination of pesticide residues in black tea leaves and infusion: a risk assessment study." Environmental Science and Pollution Research: 1-11.

Higgins, J. P. and S. G. Thompson (2002). "Quantifying heterogeneity in a meta-analysis." Statistics in medicine 21(11): 1539-1558.

Hsouna, A. B., S. Dhibi, W. Dhifi, R. B. Saad, F. Brini, N. Hfaidh and W. Mnif (2019). "Essential oil from halophyte Lobularia maritima: protective effects against CCl 4-induced hepatic oxidative damage in rats and inhibition of the production of proinflammatory gene expression by lipopolysaccharide-stimulated RAW 264.7 macrophages." RSC Advances 9(63): 36758-36770.

Hyldelund, N. B., S. Worck and A. Olsen (2020). "Convenience may increase vegetable intake among young consumers." Food Quality and Preference: 103925.

Jimidar, M., C. Hartmann, N. Cousement and D. Massart (1995). "Determination of nitrate and nitrite in vegetables by capillary electrophoresis with indirect detection." Journal of Chromatography A 706(1-2): 479-492.

Kmecl, V., D. Žnidarčič, M. Franić and S. G. Ban (2019). "Nitrate and nitrite contamination of vegetables in the Slovenian market." Food Additives & Contaminants: Part B 12(3): 216-223.

Lam, H.-M., K. Coschigano, I. Oliveira, R. Melo-Oliveira and G. Coruzzi (1996). "The molecular-genetics of nitrogen assimilation into amino acids in higher plants." Annual review of plant biology 47(1): 569-593.

Maršić, N. K. and J. Osvald (2004). "The influence of grafting on yield of two tomato cultivars (Lycopersicon esculentum Mill.) grown in a plastic house." Acta agriculturae slovenica 83(2): 243-249.

Mehri, F., M. Esfahani, A. Heshmati, E. Jenabi and S. Khazaei (2020). "The prevalence of ochratoxin A in dried grapes and grape-derived products: a systematic review and meta-analysis." Toxin Reviews: 1-10.

Mehri, F., A. Heshmati, M. Moradi and A. M. Khaneghah (2019). "The concentration and health risk assessment of nitrate in vegetables and fruits samples of Iran." Toxin Reviews: 1-8.

Moore, L. V. and F. E. Thompson (2015). "Adults meeting fruit and vegetable intake recommendations—United States, 2013." MMWR. Morbidity and mortality weekly report 64(26): 709.

Morohashi, M., N. Enya, K. Suzuki, T. Asada and K. Kawata (2010). "Nitrate levels in fresh vegetables and berries from central Japan." Toxicological and Environ Chemistry 92(8): 1495-1503.

Muhaidat, R., K. Al-Qudah, A. A. Al-Taani and S. AlJammal (2019). "Assessment of nitrate and nitrite levels in treated wastewater, soil, and vegetable crops at the upper reach of Zarqa River in Jordan." Environmental monitoring and assessment 191(3): 153.

Prasad, S. and A. A. Chetty (2008). "Nitrate-N determination in leafy vegetables: Study of the effects of cooking and freezing." Food Chemistry 106(2): 772-780.

Proietti, S., S. Moscatello, G. A. Giacomelli and A. Battistelli (2013). "Influence of the interaction between

light intensity and CO2 concentration on productivity and quality of spinach (Spinacia oleracea L.) grown in fully controlled environment." Advances in Space Research 52(6): 1193-1200.

Quijano, L., V. Yusà, G. Font, C. McAllister, C. Torres and O. Pardo (2017). "Risk assessment and monitoring programme of nitrates through vegetables in the Region of Valencia (Spain)." Food and Chemical Toxicology 100: 42-49.

Refai, H. M. and A. S. Sebaei (2020). "Daily intake of nitrate and nitrite via meat and poultry in Egypt." Food Additives & Contaminants: Part B: 1-6.

Rezaei, M., A. Fani, A. L. Moini, P. Mirzajani, A. A. Malekirad and M. Rafiei (2014). "Determining nitrate and nitrite content in beverages, fruits, vegetables, and stews marketed in Arak, Iran." International scholarly research notices 2014.

Sadeghi, E., K. Sharafi, A. Almasi, M. Dayhim, E. Azizi and M. Ghayebzadeh (2015). "Study on the nitrite and nitrate levels changes by drying and frying processing in vegetables." Iranian Journal of Health and Environment 7(4): 491-498.

Salehzadeh, H., A. Maleki, R. Rezaee, B. Shahmoradi and K. Ponnet (2020). "The nitrate content of fresh and cooked vegetables and their health-related risks." Plos one 15(1): e0227551.

Santamaria, P. (2006). "Nitrate in vegetables: toxicity, content, intake and EC regulation." Journal of the Science of Food and Agriculture 86(1): 10-17.

Schiattone, M., R. Viggiani, D. Di Venere, L. Sergio, V. Cantore, M. Todorovic, M. Perniola and V. Candido (2018). "Impact of irrigation regime and nitrogen rate on yield, quality and water use efficiency of wild rocket under greenhouse conditions." Scientia Horticulturae 229: 182-192.

Sobhan Ardakani, S., K. Shayesteh, M. Afyuni and N. Mahboubi Soufiani (2005). "Nitrate concentration in some plants in Isfahan." Journal of Environmental Studies 31(37): 69-76.

Speijers, G. and P. Van den Brandt (2003). "Nitrite and potential endogenous formation of N-nitroso compounds; safety evaluation of certain food additives, JECFA." WHO food additives series 50: 49-74.

Staff, U. D. o. A. (2000). Nutrition and your health: dietary guidelines for Americans, Department of Agriculture.

Stavroulakis, G., D. Kafouris, M. Christofidou, L. Paikousis, E. Christou, M. Christodoulidou, P. Kanari and E. Ioannou-Kakouri (2018). "Occurrence of nitrate in vegetables and dietary exposure assessment for the Cypriot adolescent consumers." Accreditation and Quality Assurance 23(2): 115-122.

Taghipour, H., S. Hemmati, E. Faramarzi, M. H. Somi, S. Dastgiri and P. Nowrouze (2019). "Determination of nitrate concentration in consumed vegetables and estimation of that’s dietary intake in Shabestar and Khameneh City, northwest of Iran: Azar Cohort study." PROGRESS IN NUTRITION 21: 336-340.

Tamme, T., M. Reinik, T. Püssa, M. Roasto, K. Meremäe and A. Kiis (2010). "Dynamics of nitrate and nitrite content during storage of home-made and small-scale industrially produced raw vegetable juices and their dietary intake." Food Additives and Contaminants 27(4): 487-495.

Taneja, P., P. Labhasetwar and P. Nagarnaik (2019). "Nitrate in drinking water and vegetables: intake and risk assessment in rural and urban areas of Nagpur and Bhandara districts of India." Environmental Science

and Pollution Research 26(3): 2026-2037.

van Breda, S. G., K. Mathijs, V. Sági-Kiss, G. G. Kuhnle, B. Van der Veer, R. R. Jones, R. Sinha, M. H. Ward and T. M. de Kok (2019). "Impact of high drinking water nitrate levels on the endogenous formation of apparent N-nitroso compounds in combination with meat intake in healthy volunteers." Environmental Health 18(1): 87.

van Velzen, A. G., A. J. Sips, R. C. Schothorst, A. C. Lambers and J. Meulenbelt (2008). "The oral bioavailability of nitrate from nitrate-rich vegetables in humans." Toxicology letters 181(3): 177-181.

Watanabe, N. and H. Yamasaki (2017). "Dynamics of nitrite content in fresh spinach leaves: evidence for nitrite formation caused by microbial nitrate reductase activity." Journal of Nutrition and Food Sciences 7(1.(

Evaluation of nitrate in potato and onion vegetables: a systematic review and meta-analysis

Fereshteh Mehri [*1] , Zahra Ganjirad[2], Mehdi Khazaei[3], Sahara Amirsadeghi[4]

[1]Nutrition Health Research Center Hamadan University of Medical Sciences.

[2]Student Research Committee, Pharmacy Faculty, Hamadan University of medical Sciences, Hamadan, Iran.

[3]Bs.c Student in Nursing, Research Committee, Hamadan University of medical Sciences, Hamadan, Iran.

[4]Nutrition Health Research Center Hamadan University of Medical Sciences, Hamadan, Iran.

Abstract

Background and Objectives: The high level of nitrate in various vegetables is a highly important issue that poses a potential hazard to human health. This study evaluates the nitrate concentration in different vegetables.

Methods: All published studies until September 2020 were examined in PubMed, Scopus, and Web of Science databases. The heterogeneity degree among the studies was appraised by I2 heterogeneity statistic. The random-effects model was utilized to arrange the supplied concentration in subgroups including the continent and variety of vegetables.

Results: The nitrate concentration in the studied vegetables indicated nitrate content in potato was higher than onion. Depending on the continents, highest and lowest nitrate in cabbage vegetables were attributed to America and Africa, respectively, and also in regarding spinach vegetables were attributed to Africa and Australia, respectively.

Conclusion: Findings of this study showed that nitrate concentration varies in different countries. Results of this meta-analysis can be helpful in various risk manipulation models and beneficial to health policy design for farmers and industries for decreasing concentration of nitrate in different vegetables.

Keywords: Nitrate, Vegetables, Systematic review Vegetables are known as protective food in the human diet. This benefit effect is attributed to vegetables due to being rich in fundamental micronutrients, as well as vitamins A and C, minerals, amino acids, essential fatty acids, antioxidants, and dietary fibres, which have beneficial impressions on the human body (Hyldelund, Worck et al. 2020). The addition of more fruits and vegetables to a daily diet decreases heart disease, stroke, and the risk of some cancers and facilitates body weight management when used instead of more energy-dense foods (Moore and Thompson 2015).

* freshteh_mehri@yahoo.com

1. Introduction

According to estimates by the World Health Organization (WHO), the daily consumption of 400 g of fruits and vegetables is recommended for human health (Faber, Wenhold et al. 2017). The Americans dietary guidelines recommend five servings of vegetables per day based on an intake of 2000 calories (Staff 2000). The acceptable daily intake of nitrate and nitrite by the Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives (JECFA 2002) for food is 0-3.7 and 0-0.07 mg/kg body weight, respectively (Refai and Sebaei 2020). Various foods can be exposed to a variety of contaminants including different metals, pesticides, and nitrates (Mehri, Heshmati et al. 2019, Heshmati, Mehri et al. 2020, Mehri, Esfahani et al. 2020). Nitrate as a natural form of nitrogen is an elemental member of the nitrogen cycle environmentally. It is made of fertilizers, crumbling plants, manure, and other organic residues which are found in the air, soil, water, and food (particularly in vegetables) and naturally made in the human body. Further, nitrate has an effective function in plant nutrition and is an important part of vegetables because of its aggregation potential.

The nitrate content of vegetables depends on various factors such as biological characteristics of the crop, lightning conditions, soil properties, humidity, frequency of field planting, vegetation phase, the harvest time of the year and processing time, geographical areas, and fertilization (Kmecl, Žnidarčič et al. 2019). The presence of nitrate as water and other foods in vegetables is an important health warning to humans (Santamaria 2006). Nitrate is itself approximately non-toxic while its metabolites may originate several health problems. Free nitrate is rapidly consumed from the gastrointestinal tract through ingestion, and relatively 20-28% of the oral dose is actively secreted into the saliva. In the oral cavity, a percentage of secreted nitrates reduces to nitrite by nitrate-reducing bacteria (van Velzen, Sips et al. 2008), which can react with N-nitroso compound (NOC) precursors through the gastrointestinal tract to produce carcinogenic NOCs (van Breda, Mathijs et al. 2019) . according to researches, only around 4-8% of ingested nitrate dose is converted to Nitrite and N-nitroso compounds which can cause severe pathologies in humans (Speijers and Van den Brandt 2003), including methaemoglobinaemia or blue baby syndrome (Santamaria 2006). Chronic nitrite contact may cause pathologic changes in different tissues, motor and brain electrical activity changes, and gastric mucosal absorption alterations (Bruning-Fann and Kaneene 1993).

Vegetable contamination with nitrate can occur using nitrogen-based fertilizers for fertility and crop productivity. Human contact with nitrate may happen by drinking water, food (proceeded meat and fish), and particularly green leafy vegetables (van Breda, Mathijs et al. 2019). Most foodstuffs have low nitrate concentrations whereas special vegetables such as spinach, lettuce, and beetroot have high concentrations of nitrate. Many countries have set a standard level for nitrate since its level in food is extremely important. For example, The European Commission has indicated that lettuce plants should include a nitrate concentration lower than 4,500 mg/kg (fresh weight)(Chung, Tran et al. 2011). This amount varies between a minimum of 110 mg/kg and a maximum of 4,923 mg/kg in retail spinach leaves (Watanabe and Yamasaki 2017).

Several studies have measured nitrate concentrations in various vegetables (Sobhan Ardakani, Shayesteh et al. 2005, Chung, Tran et al. 2011, Bahadoran, Mirmiran et al. 2016, Mehri, Heshmati et al. 2019). Considering the importance of the daily consumption of vegetables in a human healthy diet and high pollutions with nitrate, the present study was first conducted to calculate the nitrate concentration in different vegetables (potato, onion) consumed in different countries by means of a systematic review and meta-analytic approach.

2. Material and methods

a. Use this style for level two headings

In this study, evaluating the concentration of nitrate in various vegetables was performed based on to the Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses (PRISMA) guidelines (Fig 1) (Higgins and Thompson 2002). Search strategies were done to search all articles the association with nitrate in different vegetables included: cabbage and carrot that met inclusion criteria. Two authors separately investigated studies published from1 Jan 1973 to 1 Sep 2020. Databases such as PubMed, Scopus, Web of Science and references of published manuscripts were systematically searched.

b. Search strategy

The following main keywords utilized in title and abstracts: (vegetables OR plants OR potato OR onion) AND (nitrate). The search was not limited to specific language.

c. Inclusion and exclusion criteria

Among different databases, the studies that determined the concentration of nitrate in different vegetables were included. The manuscripts were included if they have following criteria: (1) showed the concentration of nitrate in vegetables samples (2) full text was available in the English language (3) published studies were original (4) the detail of size and number of positive samples were specified (5) cross-sectional study; (6) reporting of mean and standard deviation of nitrate in vegetables. It also should be noted that articles that did not find raw data, mean values, or standard deviations were excluded. The data obtained of each study included the year and country of study, type of vegetable, sample size, mean, standard deviation, and concentration range of nitrate. In order to unify units, all units expressing the concentration of nitrate including, ng/g, µg/kg, ppb and, were converted to mg/kg (Hsouna, Dhibi et al. 2019). The studies were excluded if they were: duplicated papers, case series, and review manuscript, letter to editor, case reports, and salami publication.

d. Data Extraction

The parameters such as titles, abstract and full text of all collected manuscripts were investigated by two authors, (FM, and SK), independently according to inclusion and exclusion criteria. The kappa statistics (95%) were used to identify the inter-authors reliability. Finally, the difference between records among the researchers was corrected by re-examining the articles. Regarding challenging papers agreement was reached by the third researcher.

e. Meta-analysis and statistical analysis

The pooled concentration of nitrate in vegetables was assessed using mean and standard error (SE).The SE of the level of nitrate was estimated using the equation (1) (Ghane, Poormohammadi et al. 2021):

$$SD/\sqrt{n} \qquad (1) = SE$$

In this current, SD and n show standard deviation and sample size, respectively. The subgroup analysis was separately performed according to vegetables type and country. Heterogeneity was investigated by I2 and Q tests. I2 statistic (I2 > 50%) shows a large heterogeneity and Cochran Q test (Q statistic, $p < 0.10$) indicate statistically significant heterogeneity and. Furthermore, meta-regression was performed to explore the year of study as a possible sources of heterogeneity. The data were investigated by the Stata software, version 14 (StataCorp, College Station, TX, USA). The significance level was considered to be less than 0.05.

3. Results

a. Study Characteristics

The study characteristics and results have been shown in Table 1 and 2. In regard for potato, year of published for included studies was between 1975 and 2020. The sample size of articles was different from 18 to 1872 with a total of 7421 samples. Intended to onion, year of published for included studies was between 1986 and 2020, the sample size of articles varied from 18 and 1872 with a total of 8585 samples.

b. The concentration of nitrate in vegetables based on vegetable types

The concentration of nitrate in vegetables based on vegetable types .According to the important role of vegetables in our daily diets and their probable contamination with nitrate, many studies have focused on determining nitrate amounts in different vegetables. Table 3 presents the concentration of nitrate in different vegetables based on vegetable types. Based on the data, the ranking of nitrate concentrations in various vegetables was potato (397.87 mg/kg) and onion (234.48 mg/kg).

c. The concentration of nitrate in vegetables based on country types

According to statistical results and our meta-analysis, the concentrations of nitrate in different vegetables based on continents and types are provided in Table 4. The highest concentration of nitrate in potato (668.05 mg/kg), onion (430.0 mg/kg), belonged to A America, Africa respectively. However, the lowest concentration of nitrate in cabbage (190.01 mg/kg), carrot (15.00 mg/kg) was related to Africa, Australia.

Figure 1: Selection process evidence searches and inclusion

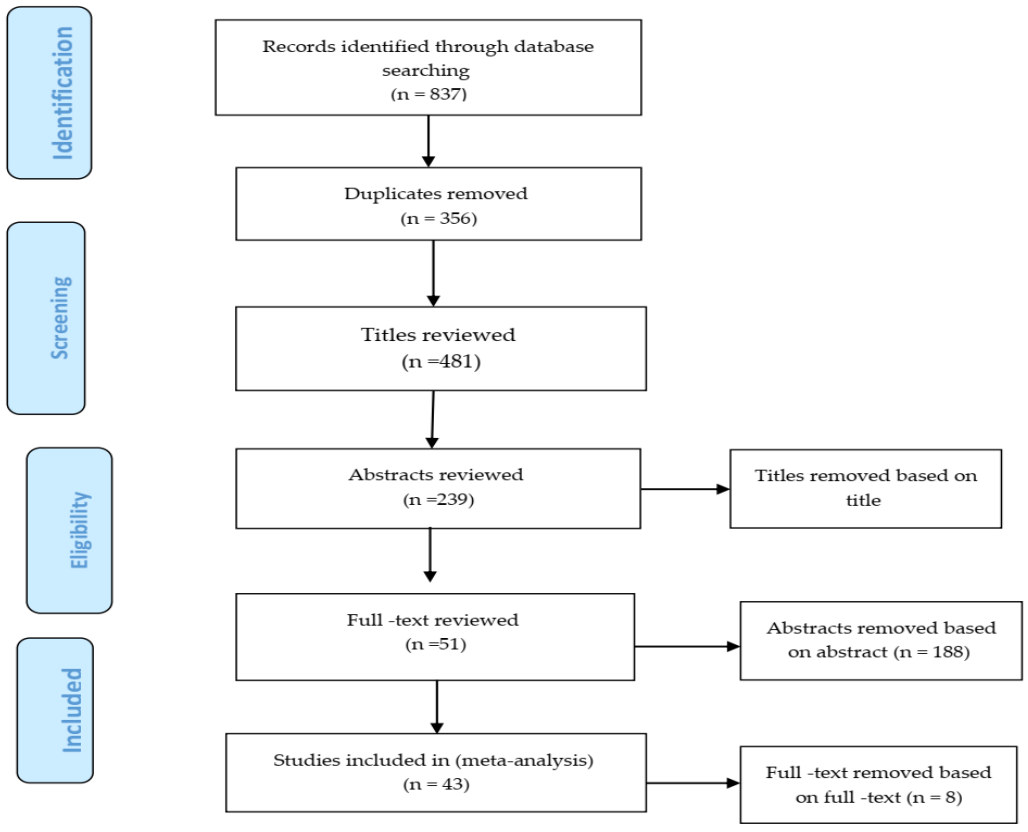


Figure 1. Selection process evidence searches and inclusion

Table 1. Main characteristic included in our study for nitrate in Potato

Author	Years	country	Total sample	Mean	SD
Bahadoran, Z.	2016	Iran	1872	0.38	0.17
Taneja, P.	2019	India	234	28.60	12
Siomos, A. S.	2000	Greece	174	32.00	17
Morohashi, M.	2010	Japan	326	33.00	12
Lyons, D. J.	1994	Australia	401	40.00	20
Yordanov, N. D.	2001	Bulgaria	18	40.20	20.3
K. Larsson	2011	Sweden	100	45.00	25
Raczuk, J.	2014	Poland	116	54.00	32
Hassan Taghipour	2019	Iran	120	86.64	19
Tamme, T.	2006	Estonia	1349	94.00	41
Veissi, M.	2015	Iran	201	104.70	54
Tamme, T.	2009	Estonia	33	121.00	78
Mehri, F.	2019	Iran	348	129.30	74.12
Abo Bakr, T. M.	1986	Egypt	61	160.00	99
Sobhan Ardakani, S.	2005	Iran	270	171.00	87.2
Leyre Quijano	2017	Spain	37	173.50	75
Petersen, A.	1999	Denmark	16	182.00	98
Stavroulakis, G.	2018	Greece	396	193.00	108.2
Schuster, B. E.	1987	Germany	61	205.00	137
Junghyuck Suh	2013	Korea	798	206.50	121.2
Chung, S. W. C.	2011	China	708	210.00	102
Jamshidpour, S.	2016	Iran	2000	231.00	54
Valerko, R. A.	2018	Ukraine	59	249.75	178.52
Sebecic, B.	1999	Croatia	20	307.00	202
E.H.M. Temme	2011	Belgium	451	102.00	52

Table 2. Main characteristic included in our study for nitrate in onion

Author	Years	country	Total sample	Mean	SD
Jimidar, M.	1995	Belgium	123	0.01	0.005
Bahadoran, Z.	2016	Iran	1872	0.61	0.79
Ding, Z.	2018	China	64	2.10	1.1
Lyons, D. J.	1994	Australia	401	5.00	2

Chung, S. W. C.	2011	China	708	18.00	9
Junghyuck Suh	2013	Korea	798	36.00	12
Tamme, T.	2006	Estonia	1349	55.00	20
E.H.M. Temme	2011	Belgium	451	59.00	20
Hassan Taghipour	2019	Iran	120	64.90	15
Taneja, P.	2019	India	234	67.22	32.1
Mehri, F.	2019	Iran	348	82.25	41
Jamshidpour, S.	2016	Iran	2000	154.00	87
Sobhan Ardakani, S.	2005	Iran	270	428.00	234.12
Stavroulakis, G.	2018	Greece	396	437.00	257.1
Muhaidat, R.	2019	Switzerland	36	1387.70	998.45

Table 3. Meta-analysis of concentration of nitrate (mg/kg) in various vegetables

vegetables	N of studies	ES (95% CI)	Heterogeneity				
			weight	Statistics	df	P.Value	I^2 (%)
Potato	25	122.05 (96.523, 147.57)	9. 37	64417.47	23	<0.001	100.0
Onion	15	41.15(39.61, 42.69)	52.28	40986.94	14	<0.001	100.0

Table 4. Meta-analysis of concentration of nitrate (mg/kg) in various vegetables by continent

Product		continent				
		Africa	Asia	Australia	Europe	America
Potato	N of study	1	10	1	13	-
	P (%)	160.00 (135.15, 184.84)	120.03 (76.66, 163.39)	40.00 (38.04, 41.95)	126.89 (102.88,150.09)	-

Onion	**N of study**	-	9	1	5	-
	P (%)	-	72.4 (63.85, 80.94)	5.0 (4.80,5.19)	149.28 (108.07, 189.87)	-

4. Discussion

According to the important role of vegetables in our daily diets and their probable contamination with nitrate, many studies have focused on determining nitrate amounts in different vegetables. Table 1 presents the concentration of nitrate in different vegetables based on vegetable types. Based on the data, the ranking of nitrate concentrations in various vegetables was cabbage (397.87 mg/kg) and carrot (234.48 mg/kg). Compared with the results of our meta-analysis, various studies have surveyed nitrate levels in different vegetables, showing that nitrate levels vary widely between vegetables. Likewise, Morohashi et al in Japan and Quijano et al in Spain found that the nitrate level in the carrot was 520 mg/kg and 40 mg/kg, respectively (Morohashi, Enya et al. 2010, Quijano, Yusà et al. 2017). In another study, Muhaidat et al declared that nitrate content in onion was 1387/7 mg/kg (Muhaidat, Al-Qudah et al. 2019). Moreover, Stavroulakis et al reported that this content was 437 mg/kg in Greek vegetables (Stavroulakis, Kafouris et al. 2018). These differences can be affected by morphological differences among cultivars, genotype characterization, and the nature of vegetables. For example, metabolism and nitrate uptake differ in leafy vegetables compared to root and fruit vegetables. It is noteworthy that the root-absorbed nitrates are conveyed to the shoots and transferred by nitrate reductase (NR) enzymes in plant leaves, therefore, leafy vegetables have a higher level of nitrate in comparison with root and fruit vegetables (Lam, Coschigano et al. 1996). Additionally, agricultural activities such as the amount, timing, form, and composition of the applied fertilizers by farmers can significantly affect nitrate levels in different vegetables (Santamaria 2006). According to the investigation, the concentration of nitrate in vegetables fed with organic fertilizers was significantly lower than that of those fed with chemical fertilizers. Based on some published studies, the concentration of nitrate in plants fed with nitrate in the evening and the warm season was lower compared to the ones fed with nitrate in the morning and the cold season of the year, which can be related to the activity of NR which reduces the amount of nitrate in the plant during the day (Tamme, Reinik et al. 2010, Chung, Tran et al. 2011). Other important factors related to these differences can be the time and the type of the applied water for irrigation so that according to studies, deficit irrigation and over-irrigation cause extra nitrate aggregations in wild rockets grown in the greenhouse due to negative effects on NR activity (Schiattone, Viggiani et al. 2018). Previous research showed that irrigation with treated wastewater leads to a decrease in nitrate accumulations in lettuce grown under greenhouse conditions compared to saline water (Di Mola, Rouphael et al. 2017). Regarding other valuable reasons for the observed differences in the nitrate level in different vegetables, several parameters can be mentioned, including soil type, humidity, harvesting time, and field cultivation density (Chamandoost, Fateh Moradi et al. 2016).

According to statistical results and our meta-analysis, the concentrations of nitrate in different vegetables based on continents and types are provided in Table 2. The highest concentration of nitrate in cabbage (668.05 mg/kg), carrot (430.0 mg/kg), belonged to A America, Africa respectively. However, the lowest concentration of nitrate in cabbage (190.01 mg/kg), carrot (15.00 mg/kg) was related to Africa, Australia. Based on the results, among various continents, the highest and lowest

concentrations of nitrate were attributed to spinach in Africa and Onion in Australia. Nitrate contamination in different vegetables varied across the continent so that in the study by Jimidar et al., the nitrate level in lettuce vegetables from Belgium was found to be 2.395 mg/kg (Jimidar, Hartmann et al. 1995). Moreover, the results of a study by Bahadoran et al. represented that the nitrate level in lettuce, onion, and cucumber samples from Iran was 3.6 mg/kg, 0.61 mg/k, and 0.88 mg/kg, respectively (Bahadoran, Mirmiran et al. 2016). Additionally, Taghipour et al. concluded that nitrate concentration in spinach samples from Iran was 42.32 mg/kg (Taghipour, Hemmati et al. 2019). Likewise, Ding et al. indicated nitrate contents in vegetable products from China were 70 mg/kg and 2.1 mg/kg in carrot and onion, respectively (Ding, Johanningsmeier et al. 2018). However, the results of a study evaluating potato vegetables from India reported that the nitrate amount was 28.6 mg/kg (Taneja, Labhasetwar et al. 2019). In another study by Siomos et al., the nitrate amount was estimated at 32 mg/kg in potato vegetables from Greece. In the other research by Rezaei and Liang, the nitrate level in tomato was found to be 1.81 mg/kg in Iran (Rezaei, Fani et al. 2014). Based on the findings of the present study and compared to those of previous studies, there was a significant difference in nitrate levels according to different continents. The observed discrepancy could be related to various factors including the composition of the irrigation water, soil type, and agro-climatic conditions, as well as seasonal changes, length of the light period, temperature, and carbon dioxide concentrations (Bian, Wang et al. 2020). Various weather conditions in continents can affect the nitrate level in different countries. According to some studies, small light, high temperature, and moisture stress due to the effect on the activity of the nitrate-reducing enzyme can lead to excessive accumulations of nitrates in plant tissues. Therefore, in some countries, nitrate levels in autumn and the winter can be less than their values in the spring and summer (74-76). Another influential factor in these differences is the carbon dioxide content. Given that extreme amounts of carbon dioxide (CO_2) are capable of preventing N absorption, thus restricting the photosynthetic rate of the leaves (Dong, Li et al. 2017). In a study conducted by Proietti et al., nitrate concentrations in the leaves of the plant, which was grown at high CO_2 concentrations, reduced significantly in comparison to the plant which was grown at normal CO_2 concentrations, especially under a low light state (Proietti, Moscatello et al. 2013, Colla, Kim et al. 2018). In addition to the mentioned factors, parameters such as growth density, duration of the growth period, harvesting time, and storage time can be considered as affecting factors in nitrate contents among different countries and regions (Colla, Kim et al. 2018, Haftbaradaran, Khoshgoftarmanesh et al. 2018).

a. Various processes for reducing nitrate in vegetables

Although vegetables and fruits are essential factors in human health, their nitrate levels may be more than the recommended amount by the WHO (Taghipour, Hemmati et al. 2019). Accordingly, some plans can be considered for decreasing the content of nitrate in these products. These plans are including educational to farmers regarding suitable utilizing time, amount, and fertilizer composition when cultivating vegetables, controlling environmental conditions (including light and spectral composition), using the genotypes of plants with low amounts of nitrate, harvesting crops during baby greens and their storage in the refrigerator for an appropriate time (Maršić and Osvald 2004) (Burns 2011). In addition to the above-mentioned alternatives, product processing methods have been proposed by researchers that can effectively reduce nitrate contents in various vegetables. Cooking of the crop is one of the processing methods of food (Salehzadeh, Maleki et al. 2020) . It should be noted that boiling vegetables in water dissolves nitrate contents in the cooking water so that increment in temperature and time releases more nitrate from the vegetable into the water, leading to a decrease in vegetable nitrate levels (Prasad and Chetty 2008, Sadeghi, Sharafi et al. 2015). On the other hand, nitrate content increases by the frying process. In addition, frying vegetables decreases their mass but their nitrate content does not change (Salehzadeh, Maleki et al.

2020). Moreover, the storage of vegetables by freezing increases nitrate levels after three or four months (Bakr, El-Iraqui et al. 1986). Another effective factor for nitrate reduction is the using of nitrogen fertilizers. According to previous reports, a powerful plan for decreasing nitrate contents in plants is to deprive them of nitrogen for some weeks before harvesting. During this time, nitrates are taken out from the vacuoles, and the plant stores organic compounds to substitute the declining osmotic (Colla, Kim et al. 2018).

Conclusion

This study systematic review and meta-analysis for first was conducted for investigation the nitrate concentration in different vegetables based on the vegetable types and continents in the world. The results of 51 papers demonstrated that the nitrate concentration in studied vegetables was ordered as follows: lettuce and spinach. Based on the continents, the higher and lower concentration of nitrate was related to spinach in Africa and onion in Australia. Based on the continents, the higher and lower concentration of nitrate was related to spinach in Africa and onion in Australia. The different genotypes, environmental condition , climate, fertilizers, cultivation procedure, agricultural management including fertilization, time of harvest and post-harvest storage, status and time of product storage were considered as important factors among diversities obtained about nitrate content among different vegetable. Also results of this study can be beneficial for risk assessment of nitrate in various vegetables for consumers in future studies.

Acknowledgments

The authors appreciate the Deputy of Research and Technology, Hamadan University of Medical Sciences for their financial support in this research.

Authors' contributions

Designing of Experiments (FM); Fieldwork and data collection (SB and ZG).

Conflict interest

All authors declared no conflict of interest regarding this paper.

References

Bahadoran, Z., P. Mirmiran, S. Jeddi, F. Azizi, A. Ghasemi and F. Hadaegh (2016). "Nitrate and nitrite content of vegetables, fruits, grains, legumes, dairy products, meats and processed meats." Journal of Food Composition and Analysis 51: 93-105.

Bakr, T. M. A., S. El-Iraqui and M. H. Huissen (1986). "Nitrate and nitrite contents of some fresh and processed Egyptian vegetables." Food Chemistry 19(4): 265-275.

Bian, Z., Y. Wang, X. Zhang, T. Li, S. Grundy, Q. Yang and R. Cheng (2020). "A review of environment effects on nitrate accumulation in leafy vegetables grown in controlled environments." Foods 9(6): 732.

Bruning-Fann, C. and J. Kaneene (1993). "The effects of nitrate, nitrite, and N-nitroso compounds on animal health." Veterinary and human toxicology 35(3): 237-253.

Burns, K. S. (2011). From consumers to producers: engagement through user-generated advertising contests. Handbook of Research on Digital Media and Advertising: User Generated Content Consumption, IGI Global: 631-649.

Chamandoost, S., M. Fateh Moradi and M.-J. Hosseini (2016). "A review of nitrate and nitrite toxicity in foods." Journal of Human Environment and Health Promotion 1(2): 80-86.

Chung, S. W., J. C. Tran, K. S. Tong, M. Y. Chen, Y. Xiao, Y. Ho and C. H. Chan (2011). "Nitrate and nitrite levels in commonly consumed vegetables in Hong Kong." Food Additives and Contaminants 4(1): 34-41.

Colla, G., H.-J. Kim, M. C. Kyriacou and Y. Rouphael (2018). "Nitrate in fruits and vegetables." Scientia Horticulturae 237: 221-238.

Di Mola, I., Y. Rouphael, G. Colla, M. Fagnano, R. Paradiso and M. Mori (2017). "Morphophysiological traits and nitrate content of greenhouse lettuce as affected by irrigation with saline water." HortScience 52(12): 1716-1721.

Ding, Z., S. D. Johanningsmeier, R. Price, R. Reynolds, V.-D. Truong, S. C. Payton and F. Breidt (2018). "Evaluation of nitrate and nitrite contents in pickled fruit and vegetable products." Food Control 90: 304-311.

Dong, J., X. Li, W. Chu and Z. Duan (2017). "High nitrate supply promotes nitrate assimilation and alleviates photosynthetic acclimation of cucumber plants under elevated CO2." Scientia Horticulturae 218: 275-283.

Faber, M., F. A. Wenhold and S. M. Laurie (2017). "Dietary diversity and vegetable and fruit consumption of households in a resource-poor peri-urban South Africa community differ by food security status." Ecology of food and nutrition 56(1): 62-80.

Ghane, E. T., A. Poormohammadi, S. Khazaei and F. Mehri (2021). "Concentration of Potentially Toxic Elements in Vegetable Oils and Health Risk Assessment: a Systematic Review and Meta-analysis." Biological Trace Element Research: 1-10.

Haftbaradaran, S., A. H. Khoshgoftarmanesh and M. J. Malakouti (2018). "Potential health impacts from different vegetable nitrate intake scenarios and providing strategies to manage the risks for Iranian population." Environmental Science and Pollution Research 25(25): 25432-25442.

Heshmati, A., F. Mehri and A. M. Khaneghah (2020). "Simultaneous multi-determination of pesticide residues in black tea leaves and infusion: a risk assessment study." Environmental Science and Pollution Research: 1-11.

Higgins, J. P. and S. G. Thompson (2002). "Quantifying heterogeneity in a meta-analysis." Statistics in medicine 21(11): 1539-1558.

Hsouna, A. B., S. Dhibi, W. Dhifi, R. B. Saad, F. Brini, N. Hfaidh and W. Mnif (2019). "Essential oil from halophyte Lobularia maritima: protective effects against CCl 4-induced hepatic oxidative damage in rats and inhibition of the production of proinflammatory gene expression by lipopolysaccharide-stimulated RAW 264.7 macrophages." RSC Advances 9(63): 36758-36770.

Hyldelund, N. B., S. Worck and A. Olsen (2020). "Convenience may increase vegetable intake among young consumers." Food Quality and Preference: 103925.

Jimidar, M., C. Hartmann, N. Cousement and D. Massart (1995). "Determination of nitrate and nitrite in vegetables by capillary electrophoresis with indirect detection." Journal of Chromatography A 706(1-2): 479-492.

Kmecl, V., D. Žnidarčič, M. Franić and S. G. Ban (2019). "Nitrate and nitrite contamination of vegetables in the Slovenian market." Food Additives & Contaminants: Part B 12(3): 216-223.

Lam, H.-M., K. Coschigano, I. Oliveira, R. Melo-Oliveira and G. Coruzzi (1996). "The molecular-genetics of nitrogen assimilation into amino acids in higher plants." Annual review of plant biology 47(1): 569-593.

Maršić, N. K. and J. Osvald (2004). "The influence of grafting on yield of two tomato cultivars (Lycopersicon esculentum Mill.) grown in a plastic house." Acta agriculturae slovenica 83(2): 243-249.

Mehri, F., M. Esfahani, A. Heshmati, E. Jenabi and S. Khazaei (2020). "The prevalence of ochratoxin A in dried grapes and grape-derived products: a systematic review and meta-analysis." Toxin Reviews: 1-10.

Mehri, F., A. Heshmati, M. Moradi and A. M. Khaneghah (2019). "The concentration and health risk assessment of nitrate in vegetables and fruits samples of Iran." Toxin Reviews: 1-8.

Moore, L. V. and F. E. Thompson (2015). "Adults meeting fruit and vegetable intake recommendations—United States, 2013." MMWR. Morbidity and mortality weekly report 64(26): 709.

Morohashi, M., N. Enya, K. Suzuki, T. Asada and K. Kawata (2010). "Nitrate levels in fresh vegetables and berries from central Japan." Toxicological and Environ Chemistry 92(8): 1495-1503.

Muhaidat, R., K. Al-Qudah, A. A. Al-Taani and S. AlJammal (2019). "Assessment of nitrate and nitrite levels in treated wastewater, soil, and vegetable crops at the upper reach of Zarqa River in Jordan." Environmental monitoring and assessment 191(3): 153.

Prasad, S. and A. A. Chetty (2008). "Nitrate-N determination in leafy vegetables: Study of the effects of cooking and freezing." Food Chemistry 106(2): 772-780.

Proietti, S., S. Moscatello, G. A. Giacomelli and A. Battistelli (2013). "Influence of the interaction between light intensity and CO2 concentration on productivity and quality of spinach (Spinacia oleracea L.) grown in fully controlled environment." Advances in Space Research 52(6): 1193-1200.

Quijano, L., V. Yusà, G. Font, C. McAllister, C. Torres and O. Pardo (2017). "Risk assessment and monitoring programme of nitrates through vegetables in the Region of Valencia (Spain)." Food and Chemical Toxicology 100: 42-49.

Refai, H. M. and A. S. Sebaei (2020). "Daily intake of nitrate and nitrite via meat and poultry in Egypt." Food Additives & Contaminants: Part B: 1-6.

Rezaei, M., A. Fani, A. L. Moini, P. Mirzajani, A. A. Malekirad and M. Rafiei (2014). "Determining nitrate and nitrite content in beverages, fruits, vegetables, and stews marketed in Arak, Iran." International scholarly research notices 2014.

Sadeghi, E., K. Sharafi, A. Almasi, M. Dayhim, E. Azizi and M. Ghayebzadeh (2015). "Study on the nitrite and nitrate levels changes by drying and frying processing in vegetables." Iranian Journal of Health and Environment 7(4): 491-498.

Salehzadeh, H., A. Maleki, R. Rezaee, B. Shahmoradi and K. Ponnet (2020). "The nitrate content of fresh and cooked vegetables and their health-related risks." Plos one 15(1): e0227551.

Santamaria, P. (2006). "Nitrate in vegetables: toxicity, content, intake and EC regulation." Journal of the Science of Food and Agriculture 86(1): 10-17.

Schiattone, M., R. Viggiani, D. Di Venere, L. Sergio, V. Cantore, M. Todorovic, M. Perniola and V. Candido (2018). "Impact of irrigation regime and nitrogen rate on yield, quality and water use efficiency of wild rocket under greenhouse conditions." Scientia Horticulturae 229: 182-192.

Sobhan Ardakani, S., K. Shayesteh, M. Afyuni and N. Mahboubi Soufiani (2005). "Nitrate concentration in some plants in Isfahan." Journal of Environmental Studies 31(37): 69-76.

Speijers, G. and P. Van den Brandt (2003). "Nitrite and potential endogenous formation of N-nitroso compounds; safety evaluation of certain food additives, JECFA." WHO food additives series 50: 49-74.

Staff, U. D. o. A. (2000). Nutrition and your health: dietary guidelines for Americans, Department of Agriculture.

Stavroulakis, G., D. Kafouris, M. Christofidou, L. Paikousis, E. Christou, M. Christodoulidou, P. Kanari and E. Ioannou-Kakouri (2018). "Occurrence of nitrate in vegetables and dietary exposure

assessment for the Cypriot adolescent consumers." Accreditation and Quality Assurance 23(2): 115-122.

Taghipour, H., S. Hemmati, E. Faramarzi, M. H. Somi, S. Dastgiri and P. Nowrouze (2019). "Determination of nitrate concentration in consumed vegetables and estimation of that's dietary intake in Shabestar and Khameneh City, northwest of Iran: Azar Cohort study." PROGRESS IN NUTRITION 21: 336-340.

Tamme, T., M. Reinik, T. Püssa, M. Roasto, K. Meremäe and A. Kiis (2010). "Dynamics of nitrate and nitrite content during storage of home-made and small-scale industrially produced raw vegetable juices and their dietary intake." Food Additives and Contaminants 27(4): 487-495.

Taneja, P., P. Labhasetwar and P. Nagarnaik (2019). "Nitrate in drinking water and vegetables: intake and risk assessment in rural and urban areas of Nagpur and Bhandara districts of India." Environmental Science and Pollution Research 26(3): 2026-2037.

van Breda, S. G., K. Mathijs, V. Sági-Kiss, G. G. Kuhnle, B. Van der Veer, R. R. Jones, R. Sinha, M. H. Ward and T. M. de Kok (2019). "Impact of high drinking water nitrate levels on the endogenous formation of apparent N-nitroso compounds in combination with meat intake in healthy volunteers." Environmental Health 18(1): 87.

van Velzen, A. G., A. J. Sips, R. C. Schothorst, A. C. Lambers and J. Meulenbelt (2008). "The oral bioavailability of nitrate from nitrate-rich vegetables in humans." Toxicology letters 181(3): 177-181.

Watanabe, N. and H. Yamasaki (2017). "Dynamics of nitrite content in fresh spinach leaves: evidence for nitrite formation caused by microbial nitrate reductase activity." Journal of Nutrition and Food Sciences .

Fenugreek and hypertension

Yeganeh Rajabpour ranjbar(s)[1*], Mina Movahedian(s)[2]

[1] Department of Clinical Nutrition and Dietetics, Faculty of Nutrition and Food Technology, Shahid Beheshti University ofMedical Sciences, Tehran, Iran
[2] Department of Clinical Nutrition and Dietetics, Faculty of Nutrition and Food Technology, Shahid Beheshti University ofMedical Sciences, Tehran, Iran

Abstract

One of the most important public health challenges in the world is high blood pressure, because of its high currency and the concomitant increase in risk of cardiovascular and renal disease. About 75 to 80% of the world's papulation use herbal drugs for primary health care, mostly in developing countries because of their greater tolerability for the human body and lesser side effects. Fenugreek is one of the plants in Iranian herbal medicine which is considered as a drug with reducing effect in blood glucose and lipid profile. Method: The methodology of this systematic review has been conducted by the commonly adopted approach of computer-aided literature search to retrieve articles from EMBASE, pubmed, and google scholar published in English in from 2003 until 2021 addressing fenugreek and blood pressure. Seven study have been included in the current systemetic review. result: Perhaps fenugreek seeds are more efficient for decreasing SBP and fenugreek is more efficient for decreasing DBP. But these studies are limited. Obviously, we need more study to show the certain benefit of this herb for blood pressure

Keywords: fenugreek, Trigonella, hyper tension

* yeganerajabpour@yahoo.com

1. Introduction

One of the most important public health challenges in the world is high blood pressure, because of its high currency and the concomitant increase in risk of cardiovascular and renal disease (Kearney, Whelton et al. 2005). High blood pressure defined as having a systolic blood pressure 140 mm Hg or higher, and/or having diastolic blood pressure 90 mm Hg or more -, and/or taking antihypertensive medications (Jiang He 1997). obesity, insulin resistance, smoking, diabetes, hyperlipidemia, primary kidney disease, and aging are risk factors associated with high blood pressure(Apostolova, Seaman et al. 2018) .Moreover, blood pressure is the most important adjustable risk factor for coronary heart disease, stroke, congestive heart failure, end-stage kidney disease, and peripheral vascular disease(Jiang He 1997). About 75 to 80% of the world's population use herbal drugs for primary health care, mostly in developing countries because of their greater tolerability for the human body and lesser side effects(Tabassum and Ahmad 2011) .Researchers have been trying to find local plants with hypotensive and antihypertensive therapeutic values. They have proven the hypotensive and antihypertensive effects of some of these medicinal plants(Tabassum and Ahmad 2011). Some of these herbs can induce significant herbal drug interactions and can alter the pharmacodynamics of certain drugs and cause toxicity, especially for drugs with limited therapeutic indications. Therefore, this concern should be further investigated(Bin Jardan, Ahad et al. 2021). Fenugreek is an herbaceous annual native to the eastern Mediterranean.Trigonella foenum-graceum is the scientific name of Fenugreek(Hassani, Arezodar et al. 2019). Based on studies Fenugreek have anti-diabetic, anti-atherosclerotic, anti-inflammatory, and anti-cancer effects(Hadi, Arab et al. 2020).Fenugreek is one of the plants in Iranian herbal medicine which is considered as a drug with reducing effect in blood glucose and lipid profile(Hassani, Arezodar et al. 2019).Studies have shown health benefits from fenugreek without any considerable side effects(Hassani, Arezodar et al. 2019).A mature fenugreek seed contains many active components such as fenugreekine, diosgenin, gitogenin, neogitogenin, homoorientin, saponaretin, neogigogenin, tigogenin, fibres, flavonoids, polysaccharides, fixed oils, and some identified alkaloids, that is carpaine, gentianine, trigonelline and choline(Bin Jardan, Ahad et al. 2021).

2. Material and methods

The methodology of this systematic review has been conducted by the commonly adopted approach of computer-aided literature search applied to retrieve articles from EMBASE, pubmed, and google scholar published in English from 2003 until 2021 addressing fenugreek and blood pressure. Inclusion criteria were as follows: Randomized Placebo-Controlled Clinical Trial, Exploratory Study, pilot study and interaction study in rats.

3. Results

Seven studies have been included in the present systematic review. The details of the results are shown in Table 1.

Table 1. Results of systematic review about fenugreek and hypertension

result	dosage	participants		country	design	year	study
diastolic blood pressure (P=0.005) There was no significant difference in mean systolic blood pressure (P=0.189) between groups	treatment group received 5 g of fenugreek powder	31female 31male	62	iran	A Randomized, Dsouble-Blinded, Placebo-Controlled Clinical Trial	2018	Effect of Fenugreek Use on Fasting Blood Glucose, Glycosylated Hemoglobin, Body Mass Index, Waist Circumference, Blood Pressure and Quality of Life in Patients with Type 2 Diabetes Mellitus
The two rat strains were given water or essential oils per os via drops twice daily for 25 days. It showed a significantly lower SBP in the rats receiving the combination of essential oils (EO1) compared to that in their controls receiving water alone.	essential oils such as fenugreek, cinnamon, cumin, oregano, etc.	ZFRs and SHRs(rats)		USA	pilot study	2003	Effects of a novel formulation of essential oils on glucose– insulin metabolism in diabetic and hypertensive rats
No significant changes in heart rate or blood pressure were found in either group	dietary supplement containing glucomannan, chitosan, fenugreek, Gymnema sylvestre, and vitamin C	obese adults	24	Canada	A Six-Week Exploratory Study	2003	Effects of a Stimulant-Free Dietary Supplement on Body Weight and Fat Loss in Obese Adults
At baseline and after the intervention, most variables	Fenugreek,geniger,tumeric	Breastfeeding mothers	50	Thailand	A Randomized Double-Blind	2018	Effects of Fenugreek, Ginger, and Turmeric Supplementatio

such as blood pressure were not significantly different between the two groups (p > 0.05).					Controlled Trial		n on Human Milk Volume and Nutrient Content in Breastfeeding Mothers
GC, FG, and BS decreased systolic blood pressure (SBP) by 8.7%, 8.5%, and 8.7%, respectively, in hypertensive rats. A greater decrease in SBP by 14.5%, 14.8%, and 16.1% was observed when hypertensive rats were treated with L-NAMEþ GCþ MT, L-NAMEþ FG þ MT, and L-NAMEþ BS þ MT, respectively. Similarly, hypertensive rats treated with the combination of herbs and MT had significantly lower diastolic blood pressure (DBP) than those treated with	garden cress, fenugreek and black seed	60 rats		Saudi Arabia	an herb-drug interaction study in rats with hypertension	2021	Effects of garden cress, fenugreek and black seed on the pharmacodynamics of metoprolol

herbs alone and those treated with L-NAME alone							
significant decrease , in systolic blood pressure (SBP) (p = 0.001), did not have any significant effect on diastolic blood pressure (DBP)	5 g Fenugreek seed powder	T2DM patients	50	iran	A parallel randomized clinical trial	2020	The effect of fenugreek seed supplementation on serum irisin levels, blood pressure, and liver and kidney function in patients with type 2 diabetes mellitus

4. Discussion

The present systematic review shows the different therapeutic effects of fenugreek seeds and fenugreek on hypertension. Perhaps fenugreek seeds are more efficient for decreasing SBP and fenugreek is more efficient for decreasing DBP. But these studies are limited. Obviously, we need more study to show the certain benefit of this herb for blood pressure.

Also fenugreek has diuretic activity in a dose dependent manner by increasing the volume of urine and naluretic activity increasing the levels of Na+/K+ ion ratio in Wistar rats, which this action is probably because of aqueous and benzene extract. That can be introduced to treat hypertension(Rao, Hegde et al. 2020).

References

Apostolova, M. H., C. D. Seaman, D. M. Comer, J. G. Yabes and M. V. Ragni (2018). "Prevalence and Risk Factors Associated With Hypertension in von Willebrand Disease." Clin Appl Thromb Hemost **24**(1): 93-99.

Bin Jardan, Y. A., A. Ahad, M. Raish, M. A. Alam, A. M. Al-Mohizea and F. I. Al-Jenoobi (2021). "Effects of garden cress, fenugreek and black seed on the pharmacodynamics of metoprolol: an herb-drug interaction study in rats with hypertension." Pharmaceutical Biology **59**(1): 1086-1095.

Hadi, A., A. Arab, H. Hajianfar, B. Talaei, M. Miraghajani, S. Babajafari, W. Marx and R. Tavakoly (2020). "The effect of fenugreek seed supplementation on serum irisin levels, blood pressure, and liver and kidney function in patients with type 2 diabetes mellitus: A parallel randomized clinical trial." Complement Ther Med **49**: 102315.

Hassani, S. S., F. F. Arezodar, S. S. Esmaeili and M. Gholami-Fesharaki (2019). "Effect of Fenugreek Use on Fasting Blood Glucose, Glycosylated Hemoglobin, Body Mass Index, Waist Circumference, Blood Pressure and Quality of Life in Patients with Type 2 Diabetes Mellitus: A Randomized, Double-Blinded, Placebo-Controlled Clinical Trials." Galen Medical Journal **8**.

Jiang He, M., PhD, and Paul K. Whelton, MD, MSc (1997). "EPIDEMIOLOGY AND PREVENTION OF HYPERTENSION ".

Kearney, P. M., M. Whelton, K. Reynolds, P. Muntner, P. K. Whelton and J. He (2005). "Global burden of hypertension: analysis of worldwide data." The Lancet **365**(9455): 217-223.
Rao, A. S., S. Hegde, L. M. Pacioretty, J. DeBenedetto and J. G. Babish (2020). "Nigella sativa and Trigonella foenum-graecum Supplemented Chapatis Safely Improve HbA1c, Body Weight, Waist Circumference, Blood Lipids, and Fatty Liver in Overweight and Diabetic Subjects: A Twelve-Week Safety and Efficacy Study." J Med Food **23**(9): 905-919.
Tabassum, N. and F. Ahmad (2011). "Role of natural herbs in the treatment of hypertension." Pharmacognosy Reviews **5**(9).

Fenugreek and weight

Yeganeh Rajabpour ranjbar(s)[1*]

[1] Department of Clinical Nutrition and Dietetics, Faculty of Nutrition and Food Technology, Shahid Beheshti University ofMedical Sciences, Tehran, Iran

Abstract

Obesity lead to many health problems such as type 2 diabetes mellitus, coronary heart disease (CHD), an increased incidence of certain forms of cancer, respiratory complications (obstructive sleep apnoea) and osteoarthritis of large and small joints. (Kopelman 2000). Thus, there is concern about the research for an effective drug to combat MetS (obesity and dyslipidemic conditions) and its related problems.Many medicines can lead to unwanted side effects. Therefore, selecting natural components would be an effective alternative selection to combat MetS. Many natural herbs are low-cost and lead to fewer side effects. (Waltenberger et al., 2016)

About 75 to 80% of the world's people use herbal drugs for primary health care, particulary in developing countries because of their greater tolerability for the human body and lesser side effects. (Tabassum and Ahmad 2011)

Some of these herbs can induce significant herbal drug interactions and can alter the pharmacodynamics of certain drugs and cause toxicity, particulary for drugs with limited therapeutic indications. Therefore, this concern should be further investigated. (Bin Jardan, Ahad et al. 2021) Recently, research has identified lipid-lowering effects of fenugreek . Our aim for this systematic review is related to fenugreek and the weight of the body. The following electronic databases were searched from inception to 2023: PubMed/Medline and Google Scholar. Medical subject heading terms and keywords used to identify studies included: (“Fenugreek” OR “Trigonella”) AND (“weight” OR “loss weight” OR “gain weight”). The search was limited to articles published in the English language.

Because one of the study interventions was with other component such ac vit c and G sylvestre ,the main fenugreek action is not clear.we need more research for this action of fenugreek.

Keywords: fenugreek,Trigonella, weight

* yeganerajabpour@yahoo.com

1. Introduction

Obesity lead to many health problems such as type 2 diabetes mellitus, coronary heart disease (CHD), an increased incidence of certain forms of cancer, respiratory complications (obstructive sleep apnoea) and osteoarthritis of large and small joints. the adverse effects of excess weight tend to be delayed, sometimes for ten years or longer is showen by Build and Blood Pressure Studies. increasing degrees of overweight and obesity are important predictors of decreased longevity is confirmed by Life-insurance data and epidemiological studies.(Kopelman 2000) Thus, there is concern about the research for an effective drug to combat MetS (obesity and dyslipidemic conditions) and its related problems.

Many medicines can lead to unwanted side effects. Therefore, selecting natural components would be an effective alternative selection to combat MetS. Many natural herbs are low-cost and lead to fewer side effects. (Waltenberger et al., 2016)

About 75 to 80% of the world's people use herbal drugs for primary health care, particulary in developing countries because of their greater tolerability for the human body and lesser side effects.(Tabassum and Ahmad 2011)

Some of these herbs can induce significant herbal drug interactions and can alter the pharmacodynamics of certain drugs and cause toxicity, particulary for drugs with limited therapeutic indications. Therefore, this concern should be further investigated(Bin Jardan, Ahad et al. 2021)

Fenugreek is an herbaceous annual native to the eastern Mediterranean.Trigonella foenum-graceum is the scientific name of Fenugreek.(Hassani, Arezodar et al. 2019)

studies have shown Fenugreek have anti-diabetic, anti-atherosclerotic, anti-inflammatory, and anti-cancer effects.(Hadi, Arab et al. 2020)

A mature fenugreek seed have many active components such as fenugreekine, diosgenin, gitogenin, neogitogenin, homoorientin, saponaretin, neogigogenin, tigogenin, fibres, flavonoids, polysaccharides, fixed oils, and some identified alkaloids, that is carpaine, gentianine, trigonelline and choline .(Bin Jardan, Ahad et al. 2021) Recently, research has identified lipid-lowering effects of fenugreek . Our aim for this systematic review is related to fenugreek and the weight of the body.

2. Material and methods

The following electronic databases were searched from inception to 2023: PubMed/Medline and Google Scholar. Medical subject heading terms and keywords used to identify studies included: (“Fenugreek” OR “Trigonella”) AND (“weight” OR “loss weight” OR “gain weight”). The search was limited to articles published in the English language.

3. Results

Two studies have been included in the present systematic review. The details of the results are shown in Table 1. Because one of the study interventions was with other components such ac vit c and G sylvestre ,the main fenugreek action is not clear.we need more research for this action of fenugreek.

Table 1. Results of systematic review about fenugreek and weight

result	dosage	participants	country	design	year	study
Within the context of this study,the novel combination of glucomannan, chitosan, fenugreek, G sylvestre, and vitamin C results in significant body weight and fat loss in obese adults.	Capsule contains of glucomannan, chitosan, fenugreek, G sylvestre, and vitaminC, weighing 1395 mg	22 humen	canada	A Six-Week Exploratory Study	2003	Effects of a Stimulant-Free Dietary Supplement on Body Weight and Fat Loss in Obese Adults(Woodgate and Conquer 2003)
There was a significant ($p<0.05$) difference on body weight gain	0.25% and 0.50%and 0.75%of their diet was fenugreek seed	32 rats	Sudan	Randomized control	2012	Effect of Fenugreek (Trigonella foenm greacum) Seed Dietary Levels on Lipid Profile and Body Weight Gain of Rats(Elmnan, Balgees et al. 2012)

4. Discussion

fenugreek seed was found to increase body weight in one of the studies. The effect of fenugreek seed on body weight gain is perhaps because the seed is considered as an appetite stimulating agent..(Elmnan, Balgees et al. 2012)

References

Bin Jardan, Y. A., A. Ahad, M. Raish, M. A. Alam, A. M. Al-Mohizea and F. I. Al-Jenoobi (2021). "Effects of garden cress, fenugreek and black seed on the pharmacodynamics of metoprolol: an herb-drug interaction study in rats with hypertension." Pharmaceutical Biology **59**(1): 1086-1095.

Elmnan, A., A. Balgees and J. L. Mangara (2012). "Effect of Fenugreek (Trigonella foenm greacum) Seed Dietary Levels on Lipid Profile and Body Weight Gain of Rats." Pakistan Journal of Nutrition **11**(11): 1004-1008.

Hadi, A., A. Arab, H. Hajianfar, B. Talaei, M. Miraghajani, S. Babajafari, W. Marx and R. Tavakoly (2020). "The effect of fenugreek seed supplementation on serum irisin levels, blood pressure, and A parallel randomized clinical liver and kidney function in patients with type 2 diabetes mellitus: trial." Complement Ther Med **49**: 102315.

Hassani, S. S., F. F. Arezodar, S. S. Esmaeili and M. Gholami-Fesharaki (2019). "Effect of Fenugreek Use on Fasting Blood Glucose, Glycosylated Hemoglobin, Body Mass Index, Waist Circumference, Blood Pressure and Quality of Life in Patients with Type 2 Diabetes Mellitus: A Randomized, Double-Blinded, Placebo-Controlled Clinical Trials." Galen Medical Journal **8**.

.٦٤٣-٦٣٥Kopelman, P. G. (2000). "Obesity as a medical problem." Nature **404**(6778):

Tabassum, N. and F. Ahmad (2011). "Role of natural herbs in the treatment of hypertension." Pharmacognosy Reviews **5**(9).

Woodgate, D. E. and J. A. Conquer (2003). "Effects of a stimulant-free dietary supplement on body adults: a six-week exploratory study." Curr Ther Res Clin Exp **64**(4): weight and fat loss in obese

248-262.
Waltenberger, B., Mocan, A., Šmejkal, K., Heiss, E., Atanasov, A., 2016. Natural products to counteract the epidemic of cardiovascular and metabolic disorders. Molecules 21 (6), 807.

Graphic statistical analysis of seed treating of dragonhead (*Dracocephalum moldavica* L.) with nano-particles

Naser Sabaghnia* , Mohsen Janmohammadi

[1]Department of Plant Production and Genetics, Faculty of Agriculture, University of Maragheh, Iran

Abstract

Dragonhead (*Dracocephalum moldavica* L.) were treated by some treatments including nano-silicon dioxide and nano-iron oxide. Some seed properties such as germination percent, root fresh weight, shoot fresh weight, root length, shoot length, dry weight of the seed residue, root dry weight and shoot dry weight were measured. The treatment by trait biplot statistical model was used to data to examine its usefulness in visualizing relationships among traits as well as treatments and showed that the first two principal components, explained most of the observed variation. Some traits including germination percent, root fresh weight, shoot fresh weight, root length, shoot length and root dry weight were in the same sector, with Si_2-Fe_3 treatment as the best treatment combination. The best treatment combination suitable for obtaining of high values of germination properties of dragonhead was determined as S_2-F_3 based on ideal entry biplot tool. Results of this research showed that treating with nano-silicon and nano-iron particles may improve dragonhead's germination properties as well as seedling growth characteristics.

Keywords: Seed priming, Seedling growth, Nano-particles, Biplot

* sabaghnia@maragheh.ac.ir; sabaghnia@yahoo.com

1. Introduction

Dracocephalum moldavica L. from Lamiaceae family is used in folk medicine as a painkiller and for the treatment of kidney complaints and its extracts are used against toothache and colds as a poultice against rheumatism. It is distributed in high altitudes in central and northern regions and it has been used as analgesic agent and a part of the remedy against many diseases. Seed germination is one of the critical steps for all crops especially under such environmental stresses. In stress condition, early sowing can hasten plant growth and may avoid the facing of critical stages of development with terminal stresses (Waqas et al., 2021). Poor establishment was identified as a major constraint on production of crops while seed priming would improve seed germination. Pre-sowing seed treatments are applied by various methods for enhancing pre-germination and post-germination activities of seed.

The controlled imbibition of plants in nano-silicon solution followed by dehydration could significantly enhance seed germination. These positive effects of nano-silicon in primed seeds may suggest that they would exhibit more acceptable agronomic and physiological performance in plants. Application of nano-particles has given a lot of interesting by different investigators especially by those studying seed properties and some useful nano-particles were reported to have a useful effect in plants such as by nano-silicon dioxide and nano-iron oxide (Sun et al., 2021). It was essential to study the use of nano-silicon dioxide and nano-iron oxide particles in order to improve dragonhead seed germination capability. The main purpose of this research was to investigate the positive effect of seed priming treatments with nano-silicon dioxide and nano-iron oxide particles on seed germination and early seedling growth characteristics of dragonhead to find out the most promising concentration by using biplot statistical model.

2. Material and methods

2.1. Trial protocol

Dragonhead's seeds were used to pre-hydration treatments by soaking in three levels of nano-silicon dioxide as; (Si1) 0 mM nano-silicon dioxide, (Si2) 1 mM nano-silicon dioxide concentration and (Si3) 2 mM nano-silicon dioxide concentration and three levels of nano-iron oxide as; (Fe1) 0 Mm nano-iron oxide or distilled water, (Fe2) 1 mM nano-iron oxide concentration and (Fe3) 2 mM nano-iron oxide concentration. About 50 g seeds in each treatment were placed between two germination papers and temperature was maintained at 20 °C and were retrieved at 4 hours in the solutions. One piece of filter paper was put into each 100 mm × 15 mm Petri dish, and 10 mL of each test solution was added to each experimental sample. Forty-five seeds were selected and placed in each Petri dishes and then were covered and sealed with tape.

2.2. Traits and analysis

Germination was recorded each day for ten days and germination percent (GP) was calculated which the seeds were considered to be germinating at the moment of radical emergence. RFW, root fresh weight (g); SFW, shoot fresh weight (g); RL, root length (cm); SL, shoot length (cm); DWS, dry weight of the seed residue; RDW, root dry weight (g); and SDW, shoot dry weight (g) were recorded. Each treatment combination (Si-Fe: nano-silicon dioxide × nano-iron oxide) was conducted with five replications. The two-way treatment by trait biplot model is used based on (Yan and Frégeau-Reid, 2018). Visual analysis of treatment by trait biplot was performed using figures which were generated

automatically via the GGEbiplot software, using the symmetrical scores of first two principle components analysis.

3. Results

The first two PCs based on biplot method together explained 80% of the observed variation for the measured traits of dragonhead under priming treatments (Fig. 1). The amount of treatment by trait interaction was remarkable which indicates both additive and crossover interaction in our dataset due to differential rankings of measured traits across treatments. The relative contribution of treatment by trait interaction to the total variation found in this retrench is similar to those found in other plants studies (Fantahun et al., 2023), which is suggesting that it would be difficult to achieve an indirect response to selection over all of the of treatments, ignoring the treatment by trait interaction. Thus, using of site regression models (Yan and Frégeau-Reid, 2018) as an appropriate model for analysing the treatment by trait interaction data of this study is essential. Biplots could effectively identify treatment by trait interaction and which-won-where information and using this method, seed priming treatments can be evaluated for their performance in individual traits and across traits. Figure 1 indicates which seed priming treatment won where for dragonhead germination properties. Most of the measured traits including germination percent, root fresh weight, shoot fresh weight, root length, shoot length and root dry weight were in the same sector, with Si2-Fe3 treatment as the best treatment or tester.

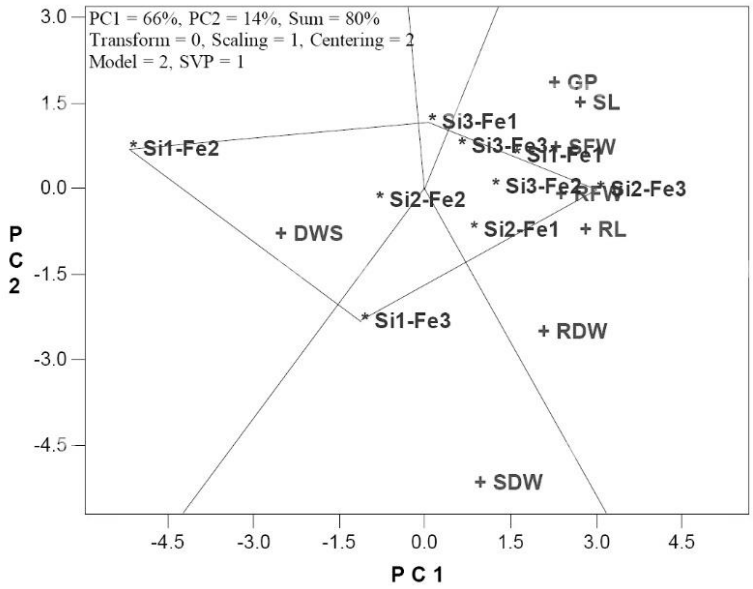


Figure 1. Polygon biplot showing which priming treatments had the highest values for which traits of dragonhead.

Trait dry weight of the seed residue a tester was in the other sector, with Si1-Fe2 treatment (0 mM nano-silicon dioxide and 1 Mm nano-iron oxide) as the best fertilizer treatment while shoot dry weight (SDW) was in the another sector, with Si1-Fe3 treatment (0 mM nano-silicon dioxide and 2 Mm nano-iron oxide) as the best fertilizer treatment (Fig. 1). The other vertex fertilizer treatment Si3-Fe1 treatment (2 mM nano-silicon dioxide and 0 Mm nano-iron oxide) was not the best in any of the measured traits (Fig. 1). Therefore, it seems that for

obtaining the best performance in most of the measured traits, application of Si2-Fe3 treatment would be useful for good seed germination of dragonhead, following to Si1-Fe1, Si2-Fe1, Si3-Fe2 and Si3-Fe3 treatments. Similar to our findings, the useful impacts of silicon on seed germination have been reported in maize (Sun et al., 2021) while Shi et al. (2014) did not found any positive impact of silicon on the tomato's seed germination stage under non-stress circumstances, therefore, it can be concluded that the useful impact of silicon on plant germination stage under non-stress conditions may be depended on with crop type.

4. Discussion

Some investigations have showed the negative effects of nanoparticles on seed germination and plant growth (Goswami and Mathur, 2019), the amount of the phytotoxic effects of nanoparticles depends on the nanoparticles (type, concentration and etc.) and plant properties (seed size, plant species and etc.). The effects of the nanoparticles on crops is studied under controlled conditions while natural field conditions required to be used to get a more reliable information about of the effects of nanoparticles on crops, ecosystem and human health. For high economic yield performance, optimization of nanoparticles experiments is required including type, concentration and time of exposure to nanoparticles and their interactions on any target species under certain environmental conditions, thus this technology can aid the expected target production. Also, identification of new nanoparticles to generate of better changes is required for more desirable effects and negligible toxicity regarding immunity properties of human and animal as well as environmental ecosystems problems.

The statistical biplot model is just one tool to provide summary information because it is very powerful tool for drawing meaning from experimental data. It can visualize a two-way, row by column data table and explore characteristic in trait by treatment and this investigation demonstrated that the treatment by trait biplot is an excellent tool for visualizing treatment by trait data. Although, several investigations have been performed on genotype by environment biplot of single traits, investigations on treatment by trait biplot based on multiple traits are few while it provides a method to treatments evaluation based on multiple traits. The treatment by trait biplot model is effective, as it graphically ranks the treatments based on their importance in combining traits and at the same time indicates the potential of the treatments (Yan and Frégeau-Reid, 2018). This model is objective due to not involving subjective weights and the results depend on the studied traits which are included in the analysis.

References

Fantahun, B., Woldesemayate, T., Fadda, C., Gebrehawaryat, Y., Pe, E., Dell Acqua, M. 2023. Multivariate analysis in the dissection of phenotypic variation of Ethiopian cultivated barley (*Hordeum vulgare* ssp *vulgare* L.) genotypes. Cogent Food and Agriculture, 9: 2157104.

Goswami, P., Mathur, J. 2019. Positive and negative effects of nanoparticles on plants and their applications in agriculture. Plant Science Today, 6(2): 232-242.

Shi, Y., Zhang, Y., Yao, H., Wu, J., Sun, H., Gong, H. 2014. Silicon improves seed germination and alleviates oxidative stress of bud seedlings in tomato under water deficit stress. Plant Physiology and Biochemistry, 78: 27-36.

Sun, Y., Xu, J., Miao, X., Lin, X., Liu, W., Ren, H. 2021. Effects of exogenous silicon on maize seed germination and seedling growth. Scientific Reports, 11(1): 1-13.

Waqas, M. A., Wang, X., Zafar, S. A., Noor, M. A., Hussain, H. A., Azher Nawaz, M., Farooq, M. (2021). Thermal stresses in maize: effects and management strategies. Plants, 10(2), 293.

Yan, W., Frégeau-Reid, J. 2018. Genotype by yield*trait (GYT) biplot: a novel approach for genotype selection based on multiple traits. Scientific Reports, 8(1): 1-10.

Impacts of Organic Fertilizers on yield and yield components of *Satureja mutica* Fisch. & C.A.Mey. Under Dry Farming

Borzou Yousefi [1*], Faridon Bolandbakhat [2]

[1*] Department of Medicinal Plants, Kermanshah Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, Research Institute of Forest and Rangelands (RIFR), Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Kermanshah, Iran.

[2] Department of Natural Resources, Kermanshah Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, Research Institute of Forest and Rangelands (RIFR), Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Kermanshah, Iran.

Abstract

White savory (*Satureja mutica* Fisch. & C. A. Mey.) is an Iranian native medicinal plant that grows in the rocky areas of the north and northwest of Iran. To investigate the effect of different organic fertilizer (O. F.) on yield traits in white savory under dry farming, a RCBD design with three replications was conducted. Three Fertilizer treatments (cow manure 30 tons × ha^{-1}, enriched straw by sulfate ammonium 10 ton / ha, and farm soil) applied during 2017- 2018 and 2018 - 2019 crop years. Plants were cultivated in 50 ×50 cm row spacing (4 plants / m^2). The highest wet yield (2245.14 kg / ha), and the highest dry yield (1119.68 kg / ha) were observed in the rotten cow manure treatment. The highest EO percentage (2.02 %) was found in the farm soil treatment (control) and the highest EO yield (22.13 kg / ha) was obtained in the treatment of enriched wheat straw.

Keywords: Dry yield, EO yield, Multivariate Analysis, Wet yield, White Savory

*e-mail: b.yousefi@areeo.ac.ir, borzooyoosefi@yahoo.com

1. Introduction

The cultivation of economic plants with low water requirements that can be grown in dry land conditions is a way to protect the water resources. *Satureja mutica* Fisch. & C. A. is An Iranian native plant which grows in northern Iran, Caucasus and Turkmenistan (Jamzad, 2012).
Organic fertilizers contain plant- or animal-based materials such as animal manure and composted organic materials (Hitha et al., 2021). The organic fertilizers such as manure, plant remains and straw can improve soil amendment (Sun et al., 2022; Askary et al., 2018) and the plant productivity (Degueurce et al., 2016) with rarely environmental concerns.

The use of organic fertilizers, while improving the physical, chemical and biological properties of the soil (Adekiya et al., 2020), can increase access to nutrients (Han et al., 2016), and ultimately increase the quantitative and qualitative plant efficiency (AghhavaniShajari et al., 2015). O. F. is beneficial to the soil nutrient balance, improve soil structure, increase of moisture-holding capacity (Han et al., 2016) and eventually increase of plant yield (Zhang et al., 2020). The findings of many researchers confirm that the use of organic fertilizers in different sustainable agriculture systems can create a platform appropriate and optimal access of the plant to the nutrients, and increase the plant growth and biomass (Soni et al., 2022; Beeby et al., 2020; Miao et al., 2010).

2. Material and methods

2.1. Experimental Designs and Treatments

This experiment was performed as a randomized complete block design (RCB), with three fertilizer treatments and three replications during two crops years (2017-2018 and 2018 - 2019). The organic fertilizer treatments were rotten cow manure 30 tons / ha, straw enriched with ammonium sulfate 10 tons / ha, and the control without fertilizer (farm soil). The plants cultivated in the six rows with 50 × 50 cm row spacing (4 plants per m^2). The area of each plot was $3 \times 4 = 12$ m^2. In the autumn, the field was plowed, leveled and rows done at 50 cm intervals. To implement the treatments, before the main sowing and in early autumn, 36 kg of rotten cow manure or 12 kg of wheat straw enriched by 240 g of ammonium sulfate (dissolved in 20 liters of water) were evenly distributed on the furrows in each plot. Then, the fertilizers were covered with farm soil. The seeds were provided from the Forests and Rangelands Research Institute of Iran. The seeds disinfected with 5% sodium hypochlorite for 2 minutes and dried, then planted in trays and a peat moss bed, in a greenhouse at a temperature of 18 - 24 C° and a humidity of 35%.

2.2. Experimental Conditions and Plant Material

The seedlings of white savory, in early April, and before the effective rain, transferred to the field in Mehregan Research Station of Kermanshah Agricultural and Natural Resources Research and Education Center. The experimental field was situated at 34°, 9′ latitude and 47°, 9′ longitude at 1270 m altitude. The results of fertilizer treatments analyses and farm soil analyses were provided in Table 1. The meteorological statistics for two experimental crop years and monthly and annual rainfall (Table 2) were derivate from the Kermanshah weather station. A semi-arid steppe climate class dominated the region. Mechanical methods were used for controlling weeds and no herbicides or pesticides were used during the project.

Table 1. Physical and chemical characteristics of fertilizers treatment and control

Fertilizer treatment	Soil Texture	EC (ds/m)	PH	Absorbable P (ppm)	Absorbable K (ppm)	O.C. (%)
Farm soil (without fertilizer)	Silty-Clay	0.70	7.03	12.20	520	1.13
Enriched wheat straw	-	-	-	26	860	22.03
Rotten cow manure	-	-	-	138	6800	1.75

Table 2. Metrological statistics in Kermanshah weather station during two crop years of project implementation *

Crop years	Absolute Max. temperature (°C)	Absolute Min. temperature (°C)	Ave. annual temperature (°C)	Ave. humidity (%)	Ave. annual evaporation (mm)	Annual precipitation (mm)
2016-2017	40.8	8.2	16.6	37	1931	394.5
2017-2018	43.5	10.6	16.74	45	162.6	434

2.3. Essential Oil Extraction

After 50% of flowering, in late August, savory plants were collected and dried. Seventy grams of crushed plant powder in each plot were used for EO extraction. The EO was extracted by water distillation using the Clevenger system according to British Pharmacopoeia (1993). The Clevenger apparatus operated for 3 hours. The EO samples were dehydrated with dry sodium sulfate (Na_2So_4) weighed and kept in a refrigerator (4 °C).

2.4. EO percent and EO yield calculation

The EO percentage was calculated by W/W method from the following formula:
EO% = EO weight (g) / plant dry weight (g) × 100 (Khademi Doozakhdarreh et al., 2022). The EO yield was obtained by multiplying the EO percentage by dry plant yield per hectare (Yousefi et al., 2021).

2.5. Data Analysis

Data were entered in EXEL software. The analysis of variance and Duncan's mean values were compared by SPSS (ver.16) software's .The PC analysis was performed by Minitab (ver.16) software's.

3. Results

The results of analysis of variance (Table 3) showed that there are significant differences between years for the traits of plant height, canopy diameter, plant fresh weight, plant dry weight, wet yield, dry yield and essential oil yield per hectare at the level of 1 %, and for plant survival percentage at the level of 5 %. The EO percentage had not significant difference between the years. Also, there were significant differences among fertilizer treatments for the traits of canopy diameter, plant fresh weight, plant dry weight, wet yield, dry yield and EO yield at the level of 1 %, and for the trait of survival percentage at the level of 5 %.

The interaction effect of year × fertilizer treatments was significant for canopy diameter, plant fresh weight, plant dry weight, wet yield, dry yield, EO percentage and EO yield at the level of 1 %, and for the plant height at the level of 5 % (Table 3).

The comparison of means by Duncan's method for fertilizer treatments (Table 4) showed that the highest percentage of plant survival (59.72%) was observed in the treatment of enriched wheat straw (ES) The maximum plant height (34.54 cm), the highest average of crown diameter (33.06 cm), the highest fresh weight of the plant (49.17 g), the maximum plant dry weight (24.40 g), the highest wet yield (2217.17 kg / ha) and dry yield (1119.68 kg / ha) were observed in the treatment of rotten cow manure (RCM). The highest EO percentage (2.02 %) was found in the treatment of farm soil (control) and the highest EO yield (22.13 kg / ha) was obtained in the treatment of enriched wheat straw.

In the principal component analysis, the first two components had the Eigen value higher than 1 and had the 100% of cumulative variance. The contribution values of each trait in components 1 to 2 were presented in table 6. The traits of plant crown (first Quarter), plant height (second quarter), EO percentage (third quarter) and plant survival percentage (fourth quarter) had a separate trends alone. The traits of plant fresh weight, plant dry weight, wet yield, dry yield and EO yield had the same trend (first quarter), and they had the most positive contribution in the first component. The trait of EO percentage had the most negative contribution in the first component. The traits of plant height and plant crown had the most positive contribution and the trait of plant survival percentage had the most negative contribution in the second component.

Based on biplot (Fig. 1) interpretation, the trait of crown diameter significantly was related to the rotten cow manure treatment. The traits of plant fresh weight, plant dry weight, wet yield, dry yield and EO yield correlated with rotten cow manure and enriched wheat straw treatments. The highest values of the traits of crown diameter, plant fresh weight, plant dry weight, wet yield and dry yield were obtained in the rotten cow manure treatment (first quarter) and the highest amount of EO yield was observed in the enriched straw treatment (fourth quarter). The plant survival percentage is related with the treatment of enriched wheat straw and the highest value of this trait was observed in the enriched straw treatment (fourth quarter).

The trait of plant height had a relationship with rotten cow manure (and to some extent with the farm soil). The highest amount of the plant height observed in the rotten cow manure treatment. The EO percentage is correlated with the farm soil and the highest percentage of essential oil was obtained in this treatment (control).

Table 3. Results of variance analysis for morphologic and yield traits in *S. mutica* plants cultivated under dry farming and different O. Fs. treatments

Source of variations	df	Plant survival	Plant height	Plant crown	Plant wet weight	Plant dry weight
Year (Y.)	1.00	3855.0*	1531.0**	2152.0**	5036.0**	1674.0**
Y.× Rep.	4.00	327.91	29.00	29.87	12.66	8.36
Fertilizer (F.)	2.00	289.43*	271.11 ^{ns}	212.4**	1580.0**	437.21**
Y.× F.	2.00	65.35 ^{ns}	107.18 ^{ns}	55.42*	172.59 ^{ns}	38.54*
Error	8.00	58.21	63.62	9.76	18.04	5.04
CV		2.15	11.87	10.22	5.34	9.04
Source of variations	**df**	**Wet yield**	**Dry yield**	**EO percent**	**EO yield**	
Year (Y.)	1.00	10900000**	3474000**	0.07 ^{ns}	1501.0**	
Y.× Rep.	4.00	31650.00	23410.00	0.04	5.09	
Fertilizer (F.)	2.00	3281000**	995300**	0.02 ^{ns}	374.5**	
Y.× F.	2.00	490600**	86720*	0.13*	52.42**	
Error	8.00	38330.00	11910.00	0.03	5.53	
CV		0.07	0.31	10.07	13.22	

* and ** = significant difference at the level of 5% and 1% respectively, and ns= no significant difference

Table 4. Means comparison and descriptive statistics of morphologic and yield traits in *S. mutica* plants cultivated under dry farming and different O. Fs. treatments during two years

Treatments	Mean Squares ± SD		
	Plant survival (%)	**Plant height (cm)**	**Plant crown (cm)**
Farm soil (control)	51.74±19.85 c	26.83±4.71 c	27.20±6.37 b
Rotten cow manure	55.09±18.53 b	34.54±8.91 a	33.06±8.95 a
Enriched wheat straw	59.72±14.02 a	31.42±9.03 b	27.02±7.66 b
Total Mean	55.52±16.31	30.93±8.30	29.09±8.10
Treatments	**Mean Squares ± SD**		
	Plant wet weight (g)	**Plant dry weight (g)**	**Wet yield (kg / ha)**
Farm soil (control)	32.68±13.65 b	15.71±6.33 b	1492.03±796.47 b
Rotten cow manure	49.17±13.51 a	24.40±8.48 a	2245.14±926.96 a
Enriched wheat straw	48.64±10.22 a	24.08±5.89 a	2217.17±758.34 a
Total Mean	43.50±14.54	21.40±7.97	1984.80±887.34
Treatments	**Mean Squares ± SD**		
	Dry yield(kg / ha)	**EO percent (%)**	**EO yield(kg / ha)**
Farm soil (control)	706.90±344.08 b	2.02±0.25 a	14.15±6.77 b
Rotten cow manure	1119.68±522.69 a	1.96±0.30 a	21.96±9.88 a
Enriched wheat straw	1108.45±434.98 a	1.98±0.18 a	22.13±9.56 a
Total Mean	978.34±473.13	1.99±0.25	19.41±9.46

The common letters show no significant difference between traits

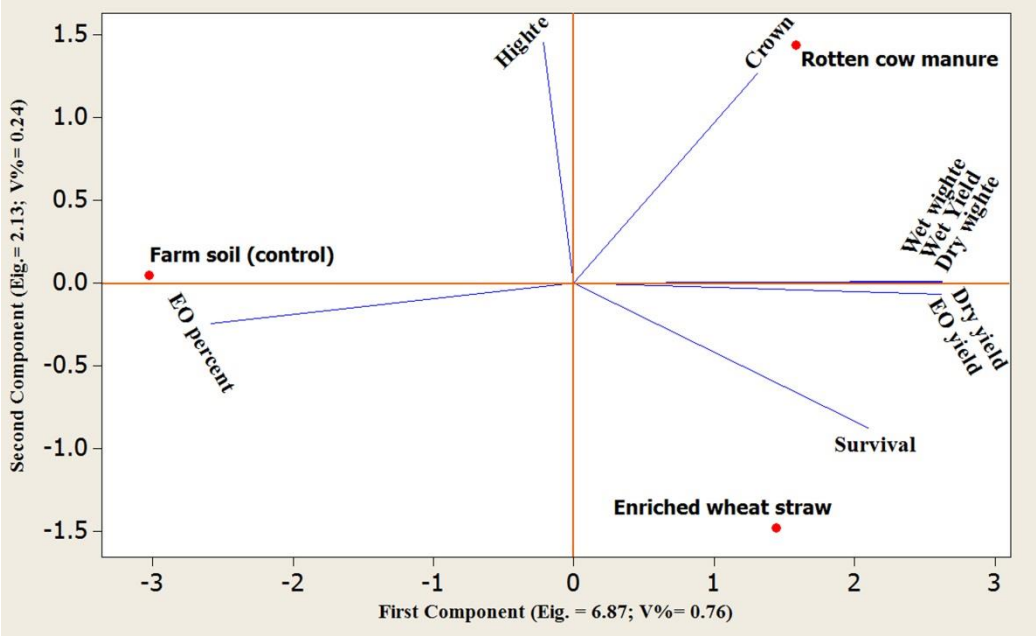


Figure 1. The Biplot of yield traits in *s. mutica* plants cultivated under dry farming and different O. Fs. treatments

4. Discussion

The organic fertilizer treatments had a significant positive effect on plant height and plant crown diameter, wet weight of plant, dry weight of plant, wet yield and dry yield. The highest amounts of plant height, plant crown, plant wet weight, plant dry weight, wet yield and dry yield were obtained in rotten cow manure, the highest EO yield was obtained in the enriched wheat straw, and the highest EO percentage was obtained in the farm soil (control).

In a recently study, The highest plant height (88 cm) in *S. mutica* plants, under irrigated conditions, was related to 30 tons per hectare cow manure treatments (Asadollahi et al., 2022). Saki et al. (2019) reported that in *S. mutica* plants under irrigation conditions, the use of cattle manure leads to higher plant production. In *S. mutica* cultivation, under irrigated condition, the highest flowering shoot yield (4266 kg / ha), the highest EO percentage (2.11 %), and the highest EO yield (79.27 kg / ha) were obtained from N50P25K25 + cow manure 60 tons / ha (Asadollahi et al., 2022). Based on Bahreininejad et al. (2022), under dry farming, the highest wet yield (2844 kg / ha) and the highest dry yield (1433 kg / ha), in *S. spicigera* plants, were obtained in farm soil (compared to cow manure). In *Saturejabachtiarica* plants, under irrigation conditions, the highest EO yield was observed in plants supplied with 30 tons× ha^{-1} manure (Mirjalili et al., 2022).

In some other medicinal plants, the use of O. Fs. has had a significant impact on growth, yield and quality. The application of organic fertilizers has increased the yield traits in *Foeniculumvulgare* (Moradi et al., 2010). The use of organic fertilizers has improved the quantitative and qualitative yield in purple basil plants (Tehrani Sharif et al., 2015). Also, in some crop plants such as maize, sorghum, and sweet potatoes, the use of O. F. has increased the yearly crop yields (Beeby et al., 2020).

In our study, the organic fertilizers had not a positive significant effect on EO percentage. The maximum EO percentage (2.02 %) was obtained in farm soil (control), but organic fertilizers

significantly increased the EO yield. The highest EO yield (22.13 kg / ha) was observed in the enriched wheat straw treatment.

The availability of high amounts of some nutrients (potassium, phosphorus and a high percentage of organic carbon) in the O. Fs treatments (cow manure and enriched wheat straw) lead to positive effects of organic fertilizers on the functional traits of *S. mutica* and caused a significant increase in most of the morphological traits and yield components compared to the control treatment (farm soil).

Under irrigation conditions, Akraminejad et al. (2016) has reported that organic fertilizers had no effect on EO percentage in *S. hortensis* plants. Unlike, Esmaielpour et al. (2018) reported that cow manure has led to a significant increase in EO percentage in summer savory. Also, organic fertilizers have affected EO content and EO yield in some medicinal plants (Keshavarz et al., 2019; Giovannini Costa et al., 2013; Anwar et al., 2005).

EO percent, EO yield and EO chemical compounds are affects by genetic structure, environmental factors and plant feeding conditions. Under special conditions, Water and nutrients deficiency or availability lead to changes in EO production. EO accumulation has significantly increased under severe water stress in *S. hortensis* (Baher et al., 2002). The total EO percentage in *Menthaspicata* L. has increased in deficit irrigation conditions, but has decreased under nutrient deficit treatments (Chrysargyris et al., 2021). The availability or deficiency of some low or high - consumption nutrients is very effective for enzyme activity to produce essential oil (Seif sahandi et al., 2019; Poshtdar et al., 2016; Nejatzadeh, 2015; Said -Al Ahl et al., 2010).

References

Adekiya, A.O., Ejue, W.S., Olayanju, A., Dunsin, O., Aboyeji, C.M., Aremu, C., Adegbite, K.,Akinpelu, O. 2020. Different organic manure sources and NPK fertilizer on soil chemical properties, growth, yield and quality of okra.Scientific Reports. 10(1): 1-9.

AghhavaniShajari, M., RezvaniMoghaddam, P., Koocheki, A., Fallahi, H.R., TaherpourKalantari, R. 2015.Evaluation of the effects of soil texture on yield and growth of saffron (*Crocus sativus*L.).Saffron Agronomy and Technology. 2(4): 311-322.

Akraminejad, O., Saffari, M., Abdolshahi, R. 2016. Effect of organic and chemical fertilizers on yield and essential oil of two ecotypes of savory (*Saturejahortensis* L.) under normal and drought stress conditions. Iranian Journal of Field Crops Research. 13(4): 675-686.

Anwar, M., Patra, D.D, Chand, S., Khanuja S.P.S. 2005. Effect of organic manures and inorganic fertilizer on growth, herb and oil yield, nutrient accumulation, and oil quality of French Basil.Communication in Soil Science and Plant Analysis. 36: 1737-1746.

Asadollahi, A., Abbaszadeh, B., MohammadiTorkashvand, A., GhanbariJahromi, M. 2022. Effect of levels and types of organic, biological, and chemical fertilizers on morphological traits, yield, and uptake rate of elements in *Saturejamutica*.Industrial Crops and Products. 181: 114763.

Askary, M., Behdani, M.A., Parsa, S., Mahmoodi, S., Jamialahmadi, M. 2018. Water stress and manure application affect the quantity and quality of essential oil of *Thymus daenensis* and *Thymus vulgaris*. Industrial Crops and Products. 111: 336-344.

Baher, Z.F., Mirza, M., Ghorbanli, M., Rezaii, M. 2002.The influence of water stress on plant height, herbal and essential oil yield and composition in *Saturejahortensis* L. Flavour and Fragrance Journal. 17(4): 275 - 277.

Bahreininejad, B., Lebaschi, M.H, Sefidkon, F., Jaberalansar, Z. 2022.Effects of planting bed on vegetative characteristics and yield of *Saturejasahendica* and *S. spicigera*species in rainfedConditions.Iranian Journal of Field Crops Research. 19(4): 407-419.

Beeby, J., Moore, S., Taylor, L., Nderitu, S. 2020. Effects of a One-Time Organic Fertilizer Application on Long-Term Crop and Residue Yields, and Soil Quality Measurements Using Biointensive Agriculture.Frontiers in Sustainable Food Systems.p.67.

British Pharmacopoeia. 1993. (Vol. I), HMSO, London, Great Britain, 835 p.

Chrysargyris, A., Koutsoumpeli, E., Xylia, P., Fytrou, A., Konstantopoulou, M.,Tzortzakis, N. 2021.Organic Cultivation and Deficit Irrigation Practices to Improve Chemical and Biological Activity of *Menthaspicata*Plants.Agronomy. 11(3): 599.

Degueurce, A., Tomas, N., Le Roux, S., Martinez, J., Peu, P. 2016. Biotic and abiotic roles of leachate recirculation in batch mode solid-state anaerobic digestion of cattle manure. Bioresource Technology. 200: 388-395.

Esmaielpour, B., Rahmanian, M., Khorramdel, S., Gharavi, H. 2018.Effect of organic fertilizers on nutrients content and essential oil composition of savory (*Saturejahortensis*L.).Agritech. 38(4): 433-441.

Giovannini Costa, G., Kelly Vilela, S., Bertolucci, S.K.W., Chagas, J.H., Oliveira Ferraz, E. 2013.Biomass production, yield and chemical composition of peppermint essential oil using different organic fertilizer sources.Agricultural Sciences. 37(3): 202-210.

Han, S.H., An, J.Y. Hwang, J., Kim, S.B., Park, B.B. 2016. The effects of organic manure and chemical fertilizer on the growth and nutrient concentrations of yellow poplar (*Liriodendron tulipifera* Lin.) in a nursery system.Forest Science and Technology.12(3):137-143.

Hitha, Sh., Vinaya, Ch.,Linu, M. 2021. Organic fertilizers as a route to controlled release of nutrients. In:Lewu, F.B., Tatiana Volova, Sabu Thomas, Rakhimol K.R. (eds.). Controlled Release Fertilizers for Sustainable Agriculture.AcademicPress.pp. 231-245.

Jamzad, Z. 2012. Flora of Iran, No. 76, (*Lamiacea*).Research Institute of Forests and Rangelands Publication, Iran.pp. 696-697.

Keshavarz, H., Modarres-Sanavy, S.A.M., Mahdipour-Afra, M. 2019. Organic and chemical fertilizer affected yield and essential oil of two mint species. Journal of Essential Oil Bearing Plants. 21: 1674-1681.

KhademiDoozakhdarreh, S.F., Khorshidi, J., Morshedloo, M.R. 2022. Essential oil content and components, antioxidant activity and total phenol content of rosemary (*Rosmarinusofficinalis* L.) as affected by harvesting time and drying method. Bulletin of the National Research Centre.46: 199.

Miao, Y., Stewart, B.A., Zhang, F. 2010. Long-term experiments for sustainable nutrient management in China.Agronmy Sustainable Development.31: 397- 414.

Mirjalili, A., Lebaschi, M.H., Ardakani, M.R., HeidariSharifabad, H., Mirza, M. 2022. Plant density and manure application affected yield and essential oil composition of Bakhtiari savory (*Saturejabachtiarica* Bunge.). Industrial Crops and Products. 177: 114516.

Moradi, R., Rezvani, M.P., Nasiri, M.M., Lakzian, A. 2010. The effect of application of organic and biological fertilizers on yield, yield components and essential oil of *Foeniculumvulgare*(Fennel).IranianJournal of Agronomy Research. 7(2): 625-635.

Nejatzadeh, F. 2015. Effect of Biological and Chemical Nitrogen Fertilizers on Growth, Yield and Essential Oil Composition of Dill (*Anethumgraveolens* L.).New Cellular and Molecular Biotechnology Journal. 5(19): 77–84.

Poshtdar, A., AbdaliMashhadi, A., Moradi, F., Siadat, S.A., Bakhshandeh, A. 2016.Effects of different sources of nitrogen fertilizer and applied rates on essential oil content and composition of peppermints.Journal of Herbal Drugs. 7(1): 51-57.

Said-Al Ahl, H., Wahby, M.S., Abd El-Kader, A. 2010. Effect of nitrogen fertilizer and/or some foliar application on growth, herb yield, essential oil and chemical composition of dragonhead.Journal of Medicinal Food Plants. 2(1): 12-28.

Saki, A., Mozafari, H., Karimzadeh-Asl, K., Sani, B. 2019. Plant yield, antioxidant capacity and essential oil quality of *Saturejamutica* supplied with cattle manure and wheat straw in different plant densities. Communications in Soil Science and Plant Analysis. 50(1): 1-11.

SeifSahandi, M., NaghdiBadi, H., Mehrafarin, A., Khalighi-Sigaroodi, F., Sharif, M. 2019.Changes in Essential Oil Content and Composition of Peppermint (*Menthapiperita* L.) in Responses to Nitrogen Application.Journal of Medicinal Plants. 18(72): 81-97.

Soni, R., Gupta, R., Agarwal, P., Mishra, R. 2022. Organic Farming: A Sustainable Agricultural Practice. Journal of Thematic Analysis. 3(1): 21-44.

Sun, Y., Tao, Ch., Deng, Xu., Liu, H., Shen, Z., Liu, Y., Li, R., Shen, Q., Geisen, S. 2022. Organic fertilization enhances the resistance and resilience of soil microbial communities under extreme drought. Journal of Advanced Research.In Press.https://doi.org/10.1016/j.jare.2022.07.009

Tehrani Sharif, H., SharifiAshoorabadi, E., Tajali, A.A.,MakizadehTafti, M. 2015. Effect of plant nutrition systems on qualitative and quantitative yield of purple basil (*Ocimumbasilicum* L.).Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants Research. 31(2): 283-306.

Yousefi, B., Sefidkon, F., Lebaschy, M.H., Mirza, M. 2021. Effects of different densities and feeding with organic fertilizers on percent, yield and chemical composition of essential oil in *Saturejamutica* under rain fed conditions. Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plant Research. 38(1): 102-118.

Zhang, Z., Dong, X., Wang, S., Pu, X. 2020. Benefits of organic manure combined with biochar amendments to cotton root growth and yield under continuous cropping systems in Xinjiang, China. Scietific Reports.10(1): 4718.

Nano-iron by sowing density interaction analysis in dragonhead

Naser Sabaghnia[1*] , Saeed Yousefzadeh[2]

[1]Department of Plant Production and Genetics, Faculty of Agriculture, University of Maragheh, Iran
[2]Department of Agriculture, Payame Noor University, Tehran, Iran

Abstract

Dragonhead is an annual species whose essential oil and extracts are widely used in the medicinal, food, cosmetic, and health industries. To evaluate the quantity and quality of dragonhead production under different sowing density patterns and nano-iron fertilization, a field experiment was perfumed. The measured traits were the number of flowering branches, height of first flowering branch, number of secondary branches, stem diameter, essential oil content, dry mass, essential oil yield, total anthocyanins, chlorophyll a, chlorophyll b, flavonoid 270 nm, flavonoid 300 nm, and total flavonoid. Results showed that the treatment × trait biplot accounted 39 % and 25 % respectively of total variation. The vertex treatments in polygon biplot were 5 cm density and 1 g l^{-1} nano-fertilizer) was the best in the essential oil content, dry mass and essential oil yield, while D4-N3 (40 cm density and 2 g l-1 nano-fertilizer) was the best for total anthocyanins, flavonoid 270 nm, flavonoid 300 nm and total flavonoid. According to the ideal treatment, all sowing densities with iron nano-fertilizer treatments (1 and 2 g l^{-1}) were the best treatment for the measured traits of the dragonhead. Overall, the findings of the present study indicated that dragonhead cultivated under all sowing densities and fertilized with iron nano-fertilizer could improve the quality and quantity of dragonhead and can be suggested as special treatments for industrial production.

Keywords: Essential oil; Nano-fertilizer; Planting destiny

* sabaghnia@maragheh.ac.ir; sabaghnia@yahoo.com

1. Introduction

Dragonhead is used in folk medicine and is grown for its essential oil and for bees. It is native to central Asia and contains terpenoids and flavonoids and its extracts from the raw material have a multitude of some pharmacological actions and the used material consisted of dragonhead herb prepared at different growth phases of vegetative growth, flowering, and maturity (Fallah et al., 2018). Production management influence the content and composition of secondary metabolites of medicinal plants. Plant density is one of the important factor which determines growth, development and yield of medicinal plants and its selection to allow for expression of maximum yield performance is a management practice that would make medicinal plants production more desirable. Sowing with desirable density has positive effect on yield components, so this factor should be suitable to get ideal plant density and maintenance of optimum growth mode low density results in high weeds population and low yield. According to Kuai et al. (2015), dense plant population on the other hand causes lodging, reduces photosynthetic production and reduces the yield production.

Achieving optimum quantity and quality of dragonhead depend upon many factors such as plant nutrition and iron is one of the essential elements for plant growth and plays an important role. Dragonhead is relatively sensitive to iron deficiency, and using of iron in low–iron soils can increase yield performance. Iron can use as foliar on leaves and as seed coating and recently nanotechnology present solution to increasing the value of agricultural products using of nanoparticles as fertilizers (Das et al., 2016). Owing to its high ratio of surface area to volume size ratio, exhibit novel and improved properties and functions and the nano-fertilizers have a slow-release compared to the conventional fertilizer application, which release heavily early and in low non-uniform amounts. They will prevent undesirable nutrient losses to environment via direct delivery to plants, and avoiding the interaction with soil, microorganisms, water, and air. These features simplify the absorption of fertilizers and pesticides that produced in nano scale. The aim of the present study was to investigate the effects of different concentrations of iron nano-fertilizer and various sowing densities of dragonhead on morphological traits as well as the content of essential oil.

2. Material and methods

This study was performed in the experiment field of the college of Agriculture, Payam Noor University of Marand (38◦25`N, 45◦46`E) in the northwest part of Iran. A factorial experiment based on a randomized complete block design with three replications was used with four levels of iron nano-fertilizer (0, 1, 2 and 3 g l^{-1}) and four plant spacing (10, 15, 20 and 40 cm). The seeds of dragonhead were sown directly in field and four levels of iron nano-fertilizer were applied. The plants were harvested at full flowering stage and the following traits were measured: number of flowering branche, height of first flowering branch, number of secondary branches, stem diameter (SD), essential oil content, dry mass, essential oil yield, total anthocyanins, chlorophyll a, chlorophyll b, flavonoid 270 nm, flavonoid 300 nm and total flavonoid. Chlorophyll a and b (mg g^{-1}) of the leaves and the resulted essential oil from each treatment was dehydrated over anhydrous sodium sulphate and then subjected to GLC analysis. The two-way matrix of treatment × trait interaction is consisted of treatment combinations which is analysed by the treatment × trait biplot model (Yan and Rajcan, 2002).

3. Results

The treatment × trait biplot model explained 64% (39 and 25%, for the first and second principle components, respectively) of the total variation of the standardized data in nano-iron fertilizer ×

sowing density (Fig. 1). This relatively high percentage variation reflects the accuracy of interrelationships among the measured traits across treatment combinations because the basic patterns of complicated relations among the traits and treatment combinations should be captured by the biplot analysis. According to vector view of biplot, two traits are positively correlated if the angle between their vectors is an acute angle while they are negatively correlated if their vectors is an obtuse angle. Across the treatments combinations, dry mass, essential oil yield and essential oil content were positively associated. These traits were negatively correlated with stem diameter, number of secondary branches and number of flowering branches traits, and they were independent of the chlorophyll a and b traits (Fig. 1).

These relationships suggest that it is possible to combine higher dry yield, higher essential oil content and higher essential oil in a single treatments combination. Traits flavonoid 300 nm, total anthocyanins, flavonoid 270 nm and total anthocyanins were positively associated, and they were independent of the height of first flowering branch trait, while chlorophyll a and b traits were positively associated, and they were independent of the stem diameter, number of secondary branches and number of flowering branches traits (Fig. 1). Finally, stem diameter, number of secondary branches and number of flowering branches traits were positively associated. According to Rahbarian and Salehi-Sardoei (2014) there is strong positive correlation between dry mass of dragonhead with number of branches per plant, plant height while it was or non-significantly correlated with diameter and length of stem internode. Although most of the above predictions can be verified from the Pearson's correlation coefficients, but some others are not consistent with the original correlations because such discrepancies are seen because biplot described lower than the total variation.

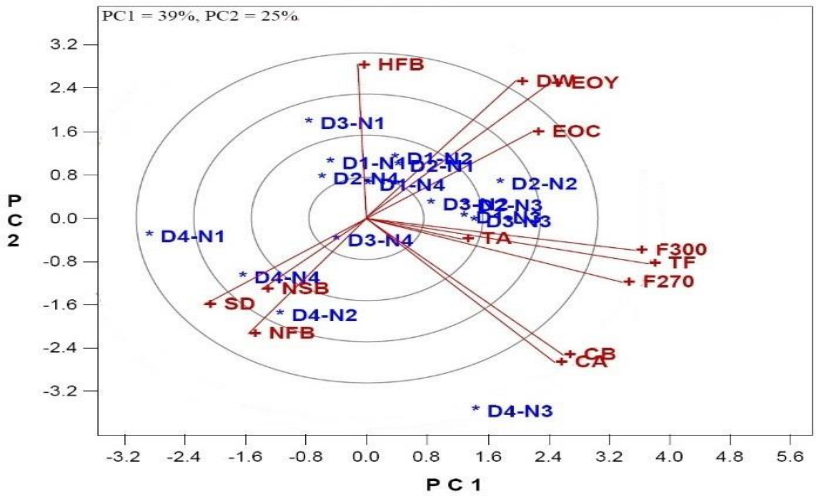


Figure 1. Vector view biplot showing interrelationships among traits of dragonhead. Traits are: number of flowering branches (NFB), height of first flowering branch (HFB), number of secondary branches (NSB), stem diameter (SD), essential oil content (EOC), dry mass (DM), essential oil yield (EOY), total anthocyanins (TA), chlorophyll a (CA), chlorophyll b (CB), flavonoid 270 nm (F270), flavonoid 300 nm (F300), total flavonoid (TF).

4. Discussion

The enhancing effect of iron nano-fertilizer on chlorophyll content and yield performance could be attributed to the favourable effect of iron nano-fertilizer treatments to increase biosynthesis of chlorophylls which are involved in chloroplast biosynthesis, which might be expected as a reason for chlorophyll increases in dragonhead leaves (Marschner, 2012). Hussein et al. (2006) reported similar results on dragonhead, who observed that application of different macro and micro-nutrients significantly improved plant growth characters. This result may be due to effect of iron nano-fertilizer on accelerating metabolism reactions as well as stimulating enzymes. This increment may be due to the effect of iron nano-fertilizer on mass production or/and oil content.

Concerning the effect of plant sowing density on essential oil of dragonhead, wider spaces offer ample quantity of nutrients, light and other environmental factors which in turn was reflected on the high amounts of morphological traits and essential oil content. Results of this study indicate that the vector-view of treatment × trait biplot are the best tool for visualizing the interaction pattern among treatments and traits. Using nano-fertilizers. Finally, we found that application of 1 g l^{-1} iron nano-fertilizer plus 15 cm planting space increase the dragonhead's dry mass yield and essential oil yield cultivated in semiarid region conditions.

References

Das, C. K., Srivastava, G., Dubey, A., Roy, M., Jain, S., Sethy, N. K., Das, M. 2016. Nano-iron pyrite seed dressing: a sustainable intervention to reduce fertilizer consumption in vegetable (beetroot, carrot), spice (fenugreek), fodder (alfalfa), and oilseed (mustard, sesamum) crops. Nanotechnology for Environmental Engineering, 1(1): 1-12.

Fallah, S., Rostaei, M., Lorigooini, Z., Surki, A. A. 2018. Chemical compositions of essential oil and antioxidant activity of dragonhead (*Dracocephalum moldavica*) in sole crop and dragonhead-soybean (*Glycine max*) intercropping system under organic manure and chemical fertilizers. Industrial Crops and Products, 115: 158-165.

Kuai, J., Sun, Y., Zuo, Q., Huang, H., Liao, Q., Wu, C., Zhou, G. 2015. The yield of mechanically harvested rapeseed (*Brassica napus* L.) can be increased by optimum plant density and row spacing. Scientific reports, 5(1), 1-14.

Marschner, H. 2012. Marschner's Mineral Nutrition of Higher Plants. 3nd ed. San Diego: Academic Press. pp. 672.

Rahbarian P., Salehi-Sardoei A. 2014. Effects of drought stress and manure on plant growth promoting stability in dragonhead (*Dracocephalum moldavica*). International Journal of Plant, Animal and Environmental Sciences 4, 324–329.

Yan W., Rajcan I. 2002. Biplot analysis of test sites and trait relations of soybean in Ontario. Crop Science 42, 11–20.

Effect of cow vermicompost on antioxidant activities and fruit quality of hot pepper (*Capsicum annuum* L.)

Mohammad Hossein Aminifard*[1]

[1]Department of Horticultural Science and Special Plants Regional Research Center, College of Agriculture, University of Birjand, Iran.

Abstract

Cow vermicompost has considered a valuable fertilizer for sustainable agriculture. The present investigation undertook to evaluate the effect of cow vermicompost on antioxidant compounds and fruit quality of pepper under field conditions. The experiment designed in a randomized block design with three replications. Treatments consisted of four levels of cow vermicompost (0, 5, 10, and 15 t ha^{-1}). The results indicated that fruit antioxidant activity, total flavonoid, carbohydrate, and carotenoids contents influenced by cow vermicompost, but total phenolic and capsaicin content weren't affected significantly by cow vermicompost treatments applications. Cow vermicompost applied to at 15 t ha^{-1} resulted in the highest fruit antioxidant activity in the first and second season 30% and 28% (respectively) and carbohydrate content 25% and 34% (respectively), while the lowest values recorded in the control. The highest total flavonoid content (373.50 and 343.13 mg $100g^{-1}$, respectively in 2017 and 2018) obtained in plants treated with 10 t ha^{-1} of cow vermicompost, while the lowest values recorded in the control. In 2017 and 2018, lycopene content (33 and 31%, respectively) in the concentration of 5 t ha^{-1} of cow vermicompost, were higher than the control treatment. Also, the greatest β – Carotene content (863.03 mg kg^{-1}) recorded in treated plants with 5 t ha^{-1} of cow vermicompost in 2018 seasons. The results confirm that the use of cow vermicompost has a positive effect on the antioxidant activity and fruit quality of hot pepper under field conditions.

Keywords: Antioxidant, Carbohydrate, Carotenoid, Flavonoid, Organic Fertilizer

*email: mh.aminifard@birjand.ac.ir

1. Introduction

Hot pepper (*Capsicum annuum* L.) is a main component of Kimchi, reflected to be an important health-promoting food, both in South Korea and worldwide. The cultivated area and production per year of hot pepper in South Korea in 2015 were 97,000 tons and 34,514 ha, respectively. This was economically worth approx. 7.8 billion USD and representing 2% of the country's total crops (MAF Statistics, 2016).

Vermicompost as organic fertilizer is considered a good alternative to these fertilizers. It could use as an excellent soil amendment for main fields, and nursery beds have been good at raising nursery plants (Kashem et al., 2015). Regarding the above, numerous authors have suggested that the use of organic fertilizers or organic manures, e.g., compost and vermicompost, are an essential source of nutrients for sustainable agriculture (Ramos & Alfonso, 2014), and as sources of nutrients, in addition to covering the physiological requirements of crops, favour the development of high-quality fruits (Fortis-Hernández et al., 2012).

Antioxidant activity of bell peppers and another fruits and vegetables depends on several factors including genetic environmental condition temperature, light, water, and nutrient availability), production techniques used (plant growth regulators, date of harvest, etc.) and postharvest storage conditions (Ilić et al., 2008). Nevertheless, studies of peppers with organic and inorganic manure have essentially focused on their productive characteristics and its content of bioactive nutrients or compounds with antioxidant properties not has been widely studied, especially with the use of organic manures application (Fortis-Hernández et al., 2012). This study aimed to assess the efficacy of cow vermicompost on antioxidant compounds and fruit quality of hot pepper under field conditions.

2. Material and methods

The research was performed at the experimental field of the Agricultural Faculty, Ferdowsi University of Mashhad, Iran during the 2017- 2018 growing seasons. A sample of soil (0-30 cm depth) was taken with a drill once the site has had prepared for cultivation. The sample was analyzed for chemical and physical attributes using standard laboratory procedures as explained by Mylavarapu & Kennelley (2002), and data are showed in Table 1. The experimental farm was cleared, plowed, harrowed, and divided into plots. Pepper seeds (*Capsicum annuum* L.) were established in large trays with a 1:1 mixture of sand and peat (1:1 v/v) within a greenhouse. Irrigation was performed after sowing when necessary. Seven-week-old hot pepper plants were hand-transplanted into well-prepared beds in the field. The plants were spaced at 50 and field 35 cm (respectively) between rows and plants on the row. All necessary cultural practices and plant protection measures were followed uniformly for all the plots during the entire period of the experiment.

Table1. Soil characteristics of experimental field

N (%)	P (ppm)	K (ppm)	Fe (ppm)	Cu (ppm)	Mn (ppm)	Zn (ppm)	pH	OM (%)	Silt (%)	Sand (%)	Clay (%)	Texture
0.101	15.7	184	4.42	1.06	17.0	1.02	7.68	1.46	53	25	22	Silty loam

Cow vermicompost was applied at four levels (treatments): VC 0= 0, VC 1= 5, VC 2= 10, and VC 3= 15 t ha^{-1}. Cow vermicompost was applied and mixed with soil from the top 15 cm layer to form experimental beds. The four experiment treatments were arranged in a completely randomized block

design (CRBD) with three replications. So, the field experiment consisted of 15 unit plots.
Pepper fruits were harvested at the red mature stage. There were three plots per treatment, and three replicates per plot were collected. Each replicates comprised of twenty peppers, which were harvested from ten different randomly selected plants.
Methanol extracts of freeze-dried fruits presented for the determination of antioxidant activity and total phenolic content. Weighed hot pepper samples (5 g) placed in a glass beaker and homogenized with 50 mL of methanol at 24◦C overnight. The homogenate filtered and then centrifuged at 6000 rpm for 15 min. Free radical scavenging activity of the samples determined using the 2,2,-diphenyl-2-picryl-hydrazyl (DPPH) method of Turkmen and Velioglu (2005). An aliquot of 2 mL of 0.15 mM DPPH radical in methanol combined to a test tube with 1 mL of the sample extract. The answer mixture vortex mixed for 30 s and left to stand at room temperature in the dark for 20 min. The absorbance evaluated at 517 nm using a spectrophotometer (Bio Quest, CE 2502, UK). The antioxidant activity was calculated using the following equation: Antioxidant activity (%) = 1 - A Sample (517 nm) / A Control (517 nm) ×100. The total phenolic content in methanol extracts was specified using Folin– Ciocalteu's reagent (Singleton & Rossi, 1965). Each methanol extract solution (0.5 mL) blended with 6 mL of distilled water and 0.5 mL of Folin–Ciocalteu's phenol reagent. After 5 min, 2 mL of 20 g L^{-1} sodium carbonate solution added, and the mixture vortexed strongly. The same method also applied to standard solutions of gallic acid. After incubation at room temperature for 2 h, the absorbance of each mixture at 750 nm measured using a spectrophotometer. Results expressed as mg of gallic acid equivalents (GAE) $100g^{-1}$ on the dry weight.
The flavonoids content determined spectrophotometrically using a method based on the formation of a flavonoid–aluminum complex (Yoo et al., 2008). For each sample (2 g) extracted with 10 mL methanol for 24 h. One milliliter of the extracts added to a 10 mL volumetric flask. Distilled water added to manufacture a volume of 5 mL. At zero time, 0.3 mL of 5% (w/v) sodium nitrite combined to the flask. After 5 min, 0.6 mL of 10% (w/v) AlCl3 added, and then at 6 min, 2 mL of 1 M NaOH also added to the mixture, followed by the addition of 2.1 mL distilled water. Absorbance at 510 nm read immediately. Quercetin chose as a standard, and the levels of total flavonoid content determined in triplicate and expressed as quercetin equivalents in mg $100g^{-1}$ on the dry weight.
Carbohydrate content measured conforming to the method of Yemm and Willis (1954) using anthrone reagent. Sugars extracted with 80% ethanol at 45 C, then centrifugation at 5000 rpm for 10 min. The reaction mixture consisted of 0.5 mL of extract and 5 mL of anthrone reagent, which boiled at 100°C for 30 minutes. Absorbance determined at 620 nm. The carbohydrate content expresses as mg g^{-1} on the dry weight.
Capsaicin content in the samples estimated by spectrophotometric measurement of the blue colored component formed as a result of the decrease of phosphomolybdic acid to lower acids of molybdenum (Sadasivam & Manikkam, 1992). Two grams of freeze-dried samples extracted with 10 mL of dry acetone using pestle and mortar. The extract centrifuged at 10,000 rpm for 10 min and 1 mL of supernatant pipetted into a test tube and vaporized to dryness in a hot water bath. The remainder then dissolved in 0.4 mL of NaOH solution and 3 mL of 3% phosphomolybdic acid. The contents shake and allowed to stand for1 h. The solution filtered to eliminate any floating debris and centrifuged at 5000 rpm for 15 min. Absorbance calculated for the clear blue solution, thus gained at 650 nm using reagent blank (5 mL of 0.4% NaOH+3 mL of 3% phosphomolybdic acid). Capsaicin content calculated from the standard curve expressed as mg Kg^{-1} on the dry weight.
Sixteen mL of acetone-hexane (4:6) solvent added to 1.0 g of pepper homogenate and blended in a test-tube. Automatically, two phases separated, and an aliquot was taken from the upper solution for

evaluation of optical density at 663, 645, 505, and 453 nm in a spectrophotometer. Lycopene and β-carotene contents evaluated according to the Nagata and Yamashita (1992) equations: Lycopene (mg 100 mL^{-1} of extract) = -0.0458 * A663 + 0.204 * A645 + 0.372 * A505 - 0.0806 * A453. β -Carotene (mg 100 mL^{-1} of extract) = 0.216 * A663 -1.22 * A645 - 0.304 * A505 + 0.452 * A453. Lycopene and β -Carotene were finally expressed as mg kg^{-1} on the dry weight, using the fruit water content. Data were analyzed using SAS (SAS Institute, 2000) and means were compared through the Duncan's multiple range test (DMRT) at a 5% level of confidence.

3. Results and discussion

Cow vermicompost applications significantly affected fruit antioxidant activity in both years (Tables 2 and 3). Fruit antioxidant activity increased with increasing cow vermicompost levels. The most fruit antioxidant activity obtained from 15 t ha^{-1} cow vermicompost with 88.83 and 57.16%, while the least fruit antioxidant activity recorded at control treatment with 67.73 and 44.40% in 2017 and 2018 (respectively).

In accord with Díaz-Méndez et al. (2014), the use of vermicompost has proven its potential as an alternative nutritional source for organic production of cucumber (*Cucumis sativus* L.) with high antioxidant capacity, under greenhouse conditions. Additionally, Hallmann and Rembialkowska (2012) concluded that an organic growing system, compared with the conventional system, increased the level of antioxidant compounds in fruit of sweet bell pepper.

The results showed that the treatments had no significant effect on the total phenol content of hot pepper fruit (Tables 2 and 3). The results indicated that addition of cow vermicompost changed the fruit total flavonoid content so that control (265.43 and 223.87 mg $100g^{-1}$, respectively in 2017 and 2018) had the least total flavonoid content, while cow vermicompost at 10 t ha^{-1} (373.50 and 343.13 mg $100g^{-1}$, respectively in 2017 and 2018) had the most value (Tables 2 and 3).

The results were an agreement to the findings of Wang et al. (2010), who reported a significant increase in total flavonoid content in response to vermicompost application in Chinese cabbage. Hargreaves et al. (2009) showed that the content of flavonoids in the fruit increased with the use of organic fertilizers. These reports confirm the results of this study. According to the results of many researchers, flavonoids are among the secondary metabolites whose biosynthetic pathways are affected by environmental conditions and fluctuate during plant development and environmental conditions (Kutchan, 2001). It also found that soil fertility and the use of organic fertilizers had a positive effect on plant flavonoid levels, which researchers report confirms this (Kutchan, 2001).

As it showed in Tables 2 and 3, cow vermicompost application significantly increased carbohydrate content. In 2017 and 2018, the highest carbohydrate content achieved at 15 t ha^{-1} cow vermicompost with 75.50 and 97.43 mg g^{-1}, while the least carbohydrate content observed at control with 60.17 and 72.26 mg g^{-1} (respectively).

The obtained results for carbohydrate content were similar to Parthasarathi et al. (2008), who showed that applying vermicompost increases the carbohydrate content of plants. Similar to the results of this experiment, Pérez-López et al. (2007) reported that the carbohydrate content of pepper fruit was affected by the use of organic fertilizer.

Levels of cow vermicompost application no significantly influenced capsaicin content in both years (Tables 4 and 5). Lycopene contents improved by all cow vermicompost treatments. The maximum values of lycopene contents obtained in cow vermicompost at 5 t ha^{-1} treatment for both 2017 (455.63 mg kg^{-1}) and 2018 (364.40 mg kg^{-1}) production years, while the minimum values recorded in the control with 341.73 and 276.73 mg kg^{-1}, respectively in both season (Tables 4 and 5). Moreover, as

it showed in Table 5, cow vermicompost application significantly increased β –carotene of pepper fruits that cow vermicompost at 5 t ha^{-1} (863.03 mg kg^{-1}) had the most values other than control treatments in the 2018 year, but β –carotene content was not affected significantly by cow vermicompost treatments applications in 2017.

Pant et al. (2009) reported that total carotenoids increased with application vermicompost treatments. According to the findings of Aminifard et al. (2012), the use of compost improved the antioxidant activity including the increase in β –carotene in pepper.

In conclusion, although there were no differences between cow vermicompost levels on almost all variables studied, fruit antioxidant compounds and fruit quality were improved with cow vermicompost application at all levels, even at the lowest level.

Table 2. The effect of cow vermicompost on the antioxidant activity of fruit in hot pepper (Red Chill cultivar) in 2017

Treatments	Fruit antioxidant activity (%)	Total phenolic content (mg 100g^{-1})	Total flavonoid content (mg 100g^{-1})	Carbohydrate content (mg g^{-1})
VC 0 (Control)	67.73^{b}	52.06^{a}	265.43^{b}	60.17^{b}
VC 1 (5 t ha^{-1})	80.43^{ab}	58.43^{a}	313.63^{ab}	63.09^{b}
VC 2 (10 t ha^{-1})	88.56^{a}	56.86^{a}	373.50^{a}	70.66^{ab}
VC 3 (15 t ha^{-1})	88.83^{a}	48.23^{a}	356.17^{a}	75.50^{a}

Different letters within columns in each year indicate significant differences among treatments ($P \leq 0.05$)

Table 3. The effect of cow vermicompost on the antioxidant activity of fruit in hot pepper (Red Chill cultivar) in 2018

Treatments	Fruit antioxidant activity (%)	Total phenolic content (mg 100g^{-1})	Total flavonoid content (mg 100g^{-1})	Carbohydrate content (mg g^{-1})
VC 0 (Control)	44.40^{b}	75.53^{a}	223.87^{b}	72.26^{b}
VC 1 (5 t ha^{-1})	48.43^{b}	87.53^{a}	253.73^{b}	78.73^{b}
VC 2 (10 t ha^{-1})	51.43^{ab}	83.86^{a}	343.13^{a}	89.70^{a}
VC 3 (15 t ha^{-1})	57.16^{a}	73.00^{a}	296.60^{ab}	97.43^{a}

Different letters within columns in each year indicate significant differences among treatments ($P \leq 0.05$)

Table 4. The effect of cow vermicompost on the capsaicin content and Carotenoids **(**lycopene, β –carotene) of fruit in hot pepper (Red Chill cultivar) in 2017

Treatments	Capsaicin content (mg kg^{-1})	Lycopene (mg kg^{-1})	β –Carotene (mg kg^{-1})
VC 0 (Control)	196.46^{a}	341.73^{c}	591.08^{a}
VC 1 (5 t ha^{-1})	298.33^{a}	455.63^{a}	715.03^{a}
VC 2 (10 t ha^{-1})	249.00^{a}	428.03^{ab}	640.40^{a}
VC 3 (15 t ha^{-1})	200.10^{a}	365.10^{bc}	627.07^{a}

Different letters within columns in each year indicate significant differences among treatments ($P \leq 0.05$)

Table 5. The effect of cow vermicompost on the capsaicin content and Carotenoids **(**lycopene, β –carotene) of fruit in hot pepper (Red Chill cultivar) in 2018

Treatments	Capsaicin content (mg kg^{-1})	Lycopene (mg kg^{-1})	β –Carotene (mg kg^{-1})
VC 0 (Control)	216.63^{a}	276.73^{b}	733.75^{b}
VC 1 (5 t ha^{-1})	253.70^{a}	364.40^{a}	863.03^{a}
VC 2 (10 t ha^{-1})	266.73^{a}	350.47^{a}	827.07^{a}
VC 3 (15 t ha^{-1})	279.07^{a}	315.30^{ab}	778.63^{ab}

Different letters within columns in each year indicate significant differences among treatments ($P \leq 0.05$)

References

Aminifard, M.H., Aroiee, H., Azizi, M., Nemati, H., Jaafar, H.Z. 2012. The Influence of compost on antioxidant activities and quality of hot pepper (*Capsicum annuum* L.). Caspian. Journal of Applied Sciences Research. 1(9): 80-86.

Díaz-Méndez, H., Preciado-Rangel, P., Álvarez-Reyna, V., Fortis-Hernández, M., García-Hernández, J., Sánchez-Chávez, E. 2014. Organic production and antioxidant capacity of cucumber fruit. ITEA. 110(4): 335-342.

Fortis-Hernández, M., Preciado-Rangel, P., García-Hernández, J.L., Navarro-Bravo, A., Antonio-González, J., Omaña-Silvestre, J.M. 2012. Organic Substrates in the Production of Sweet Pepper. Revista Mexicana de Ciencias Agrarias. 3: 1203-12161.

Hallmann, E., Rembiałkowska, E. 2012. Characterization of antioxidant compounds in sweet bell pepper (*Capsicum annuum* L.) under organic and conventional growing systems. Journal of the Science of Food Agriculture. 92(12): 2409-2415.

Hargreaves, J., Adl, M.S., Warman, P. 2009. The effects of municipal solid waste compost and compost tea on mineral element uptake and fruit quality of strawberries. Compost Science Utilization. 17(2): 85-94.

Ilić, Z., Ben-Yosef, A., Partzelan, Y., Alkalai-Tuvia, S., Fallik, E. 2008. Total antioxidant activity (TAA) of bell pepper during prolonged storage on low temperature. Journal of Agricultural Sciences. 53(1): 3-12.

Kashem, M.A., Sarker, A., Hossain, I., Islam, M.S. 2015. Comparison of the effect of vermicompost and inorganic fertilizers on vegetative growth and fruit production of tomato (*Solanum lycopersicum* L.). Open Journal of Soil Science. 5(02): 53-58.

Kutchan, T.M. 2001. Ecological arsenal and developmental dispatcher. The paradigm of secondary metabolism. Plant Physiology. 125(1): 58-60.

MAF Statistics, M.o.A., Food, and Rural Affairs. 2016. Primary statistics for agriculture production. Retrieved from http://www.mafra.go.kr/main.jsp NIMR (2011). Climate change scenario report. National Institute of Meteorological Research. 79–99.

Mylavarapu, R., Kennelley, D. 2002. Uf/if as extension soil testing laboratory (ESTL): Analytical procedures and training manual. Institute of food and agricultural sciences. University of Florida Gainesville. U.S.A.

Nagata, M., Yamashita, I. 1992. A simple method for the simultaneous determination of chlorophyll and carotenoids in tomato fruit. Japan Food Science Society. 39: 925–928.

Pant, A.P., Radovich, T.J., Hue, N.V., Talcott, S.T., Krenek, K.A. 2009. Vermicompost extracts influence growth, mineral nutrients, phytonutrients and antioxidant activity in pak choi (*Brassica rapa* cv. Bonsai, Chinensis group) grown under vermicompost and chemical fertilizer. Journal of the Science of Food Agriculture. 89(14): 2383-2392.

Parthasarathi, K., Balamurugan, M., Ranganathan, L. 2008. Influence of vermicompost on the physicochemical and biological properties in different types of soil along with yield and quality of the pulse crop-blackgram. Journal of Environmental Health Science Engineering. 5(1): 51-58.

Pérez-López, A.J., del Amor, F.M., Serrano-Martínez, A., Fortea, M.I., Núñez-Delicado, E. 2007. Influence of agricultural practices on the quality of sweet pepper fruits as affected by the maturity stage. Journal of the Science of Food Agriculture. 87(11): 2075-2080.

Ramos, A., Alfonso, E. 2014. Generalities of the organic manures: Bocashi's importance like nutritional alternative for soil and plants. Cultivos Tropicales. 35(4): 52-59.

Sadasivam, S., Manikkam, A. 1992. Capsaicin. In Biochemical methods for agricultural sciences. New Delhi, India. Wiley Eastern Press.

Singleton, V., Rossi, J.A. 1965. Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdic phosphotungstic acid reagents. American Journal of Enology and Viticulture. 16(3): 144-158.

Turkmen, N., Sari, F., Velioglu, Y.S. 2005. The effect of cooking methods on total phenolics and antioxidant activity of selected green vegetables. Food Chemistry. 93(4): 713-718.

Wang, D., Shi, Q., Wang, X., Wei, M., Hu, J., Liu, J., Yang, F. 2010. Influence of cow manure vermicompost on the growth, metabolite contents, and antioxidant activities of Chinese cabbage (*Brassica campestris* ssp. chinensis). Biology Fertility of Soils. 46(7): 689-696.

Yemm, E.W., Willis, A.J. 1954. The estimation of carbohydrate in the plant extract by anthrone reagent. Biochemistry. 57: 508-514.

Yoo, K.M., Lee, C., Lee, H., Moon, B.K., Lee, C.Y. 2008. Relative antioxidant and cytoprotective activities of common herbs. Food Chemistry. 106: 929–936.

اثر بهبود دهنده سولفید هیدروژن در گیاه اسطوخودوس (*Lavandula angustifolia*) تحت تنش شوری

الهامه دانشوند[۱] *، فاطمه رحمانی[۲]، ناصر عباسپور[۳]، امیر رحیمی [٤]

[۱] دانشجوی دکترا گروه زیست شناسی، دانشکده علوم، دانشگاه ارومیه، ارومیه
[۲ و۳] هیت علمی گروه زیست شناسی، دانشکده علوم ، دانشگاه ارومیه، ارومیه
[۴] هیت علمی گروه زراعت – گیاهان دارویی ، دانشکده کشاورزی ، دانشگاه ارومیه، ارومیه

چکیده

در این تحقیق بذرهای گیاه اسطوخودوس در گلدان های حاوی پرلیت کاشته شد و به مدت چهار ماه یک روز در میان توسط محلول هوگلند با غلظت یک دوم آبیاری شد. تنش شوری در سه غلظت مختلف شامل ۰ ، ۱۵۰ و ۳۰۰ میلی مولار اعمال شد و گیاهان به مدت ۷ و ۱۴ روز در معرض NaCl قرار گرفتند. سولفید هیدروژن در دو غلظت مختلف شامل ۱۰۰ و ۲۰۰ میکرومولار به مدت ۷۲ ساعت با فواصل ۲۴ ساعته اسپری شد. سپس بوته ها هفته ای یکبار تا پایان دوره آزمایش محلول پاشی شدند. تغییرات در محتوای یون‌ها (Na^+ ، K^+، Cl^-) اندازه‌گیری شد. تجزیه و تحلیل داده ها با استفاده از نرم افزار کامپیوتری SPSS انجام شد و میانگین ها با آزمون چند دامنه ای دانکن مقایسه شد. نتایج نشان داد که سولفید هیدروژن باعث کاهش معنی‌دار میزان یون‌های سدیم و کلر در برگ و ریشه و افزایش جذب یون‌های پتاسیم در برگ و ریشه شد و بیشترین اثر بهبود دهندگی مربوط به غلظت ۲۰۰ میکرومولار سولفید هیدروژن بود. از نتایج فوق، این نتیجه حاصل شد که سولفید هیدروژن به طور موثر تنش ناشی از شوری را در گیاهان اسطوخودوس کاهش می دهد.

واژگان کلیدی: هیدروسولفید سدیم– اسطوخودوس – تنش غیر زیستی- سدیم- پتاسیم

* elham.daneshvand14@gmail.com

۱. مقدمه

یکی از مهم ترین چالش های کشاورزی و امنیت غذایی در قرن بیست و یکم، سازگاری با شرایط محیطی جدید ناشی از گرم شدن کره زمین است. در مناطق مختلف به ویژه در مناطق خشک و نیمه خشک، عملکرد محصول به شدت وابسته به آبیاری فشرده است که منجر به شور شدن ثانویه زمین های کشاورزی می شود (Fita et al., 2015). یون‌های ویژه‌ای مانند سدیم در غلظت‌های بالا، برای گیاهان بسیار سمی بوده و جوانه‌زنی و رشد اکثر گونه‌های گیاهی را مهار می‌کنند. تنش شوری باعث تخریب تعادل یونی، مهار فعالیت آنزیمی، عدم تعادل اسموتیک، بی‌نظمی غشا، مهار تقسیم سلولی، کاهش فتوسنتز و تولید گونه‌های فعال اکسیژن می‌شود پیامدهای تغییرات آب و هوایی، از جمله دوره های خشکسالی طولانی تر، شدیدتر و مکرر، این مشکل را بدتر می کند (Fu *et al* ., 2017). خشکی و شوری خاک مضرترین عوامل تنش محیطی برای گیاهان هستند (Min and Su ., 2016). هر دو اینها از طریق القای تنش اسمزی و اکسیداتیو بر رشد، توسعه و بهره وری محصول تأثیر منفی می گذارند (Yang et al ., 2017). گیاهان معمولاً با کاهش (یا حتی مهار کامل) رشد (Forni *et al*., 2016) مهار فتوسنتز Zhu *et al*., 2016) و (Sun *et al* ., 2016) و فعال سازی مجموعه وسیعی از مکانیسم های تحمل حفاظت شده که شامل تجمع اسمولیت های مختلف برای تنظیم اسمزی همچنین فعال سازی سیستم های آنتی اکسیدانی آنزیمی و غیر آنزیمی و بیان پروتئین های دفاعی خاص است پاسخ می دهند (Slama *et al*., 2015) و (Nahar *et al* , 2016)

در اکثر خاکهای شور عامل اصلی ایجاد شوری مقدار بالای کلرید سدیم است (Tejera *et al*., 2006) .وجود مقادیر بالای این ترکیبات در خاک سبب بروز تنش های یونی و اسمزی در گیاهان می شود (Munns and Tester, 2008). تنش یونی در گیاهان در نتیجه تجمع یونهای سدیم و کلر است. مقادیر بالای سدیم جذب عناصر ضروری مورد نیاز گیاه نظیر : پتاسیم، کلسیم و منیزیم را کاهش می دهد. شوری بالا، یک تهدید جهانی برای تولید محصولات کشاورزی، یک تنش چند جزئی تحت کنترل انبوهی از ژن ها و شبکه های ژنی است .اولین مؤلفه این تنش اسمزی است و از کاهش پتانسیل املاح محلول خاک ناشی از NaCl ناشی می شود که به نوبه خود هدایت هیدرولیکی و در نتیجه جذب آب و املاح توسط گیاهان را کاهش می دهد .(Munns and Tester, 2008)جزء دوم یونی (سمیت یونی) است که از تجمع مقادیر مضر Na^+ در سلول ها و بافت های گیاه به وجود می آید که بر رشد و نمو آن تأثیر منفی می گذارد .برخلاف حیوانات، Na^+یک عنصر غیر ضروری در گیاهان است (به جز در برخی از گیاهان C4 (Kronzucker *et al*., 2013; Nieves-Cordones *et al*., 2016a) و تجمع بیش از حد آن برای گیاهان بسیار مضر خواهد بود. اثراتی از جمله القاء جریان سیتوزولی K^+ و در نتیجه عدم تعادل در هموستاز سلولی، استرس اکسیداتیو، تداخل با عملکردهای Ca^{2+} وK^+ ، کمبود مواد مغذی، تاخیر در رشد و حتی مرگ سلول‌های گیاهی.

امروزه کاربرد تنظیم کننده های رشدو مواد شیمیایی مختلف به عنوان یک راه حل کوتاه مدت برای مقابله با تنش شوری مطرح است.سولفید هیدروژن گازی بی رنگ و قابل اشتعال است (Christou et al., 2013). که در سلولهای گیاهی به عنوان سومین فرستنده گازی پس از نیتریک اکسید و مونوکسیدکربن محسوب می شود (Wang ., 2002). این ماده درگیاهان به صورت درونزا تولید می شود و در بسیاری از فرآیندهای رشد ونمو گیاه، ازجوانه زنی بذر تا پیری و پاسخ به تنشهای زیستی وغیرزیستی نقش دارد. اعتقاد براین است که سولفید هیدروژن در قسمتهایی از سلول که با متابولیسم گوگرد در

ارتباط است مانند کلروپلاست، سیتوزول، میتوکندری و پراکسی زوم ها تولید می شود (Zhang *et al.*, 2009). کاربرد خارجی سولفید هیدروژن آثارمخرب بسیاری از تنش های محیطی مانند شوری، خشکی، فلزات سنگین، دماهای زیاد و کم را کاهش می دهد(Deng *et al.*, 2016). سدیم هیدروسولفید ازمنابع سولفید هیدروژن محسوب می شود، که میتواند سولفید هیدروژن راهنگام حل شدن درآب آزاد کند (Jiang *et al.*, 2019).

هیدروژن سولفید (H2S) که مدتهای طولانی فیتوتوکسین مضر برای رشد و نمو گیاهان در نظر گرفته می شد؛ اما درحال حاضر مولکولی کوچک با عملکردهای چندگانه و عمل کننده در غلظت کم شناخته می شود .هیدروژن سولفید آثار مثبتی بر رشد و نمو گیاهان دارد؛ حرکت روزنه ای، القای ریشه های نابهجا و جوانه زنی دانه در تنش اسمزی را با حفاظت گیاه از خسارت اکسیداتیو سرعت می دهد و در مقاومت گیاهان به تنش نیز نقش دارد. (Lisjak *et al.*, 2010) . تأثیر کاربرد (NaHS) سدیم هیدروسولفید (دهندۀ هیدروژن سولفید) به صورت خارجی در کاهش تنش شوری در گیاه یونجه (Wang *et al.*, 2012) , تنش خشکی در گیاه گندم (Shan *et al.*, 2011) گرما در گیاه در توت فرنگی (Christou *et al.*, 2011) سرما در گیاه انگور (Fu *et al.*, 2013) تنش فلزات سنگین مختلف مانند آلومینیوم در گیاه جو (Chen *et al.*, 2013) ، . کادمیوم در یونجه (Li *et al.*, 2012) و غیره گزارش شده است.

۲. مواد و روش‌ها

بذرهای مربوط به ارقام اسطوخودوس از گروه مهندسی تولید و ژنتیک گیاهی دانشکده کشاورزی ارومیه تهیه شد. به منظور استریل کردن بذرها از سدیم هیپوکلریت ۵٪ به مدت ۱۰-۵ دقیقه استفاده شد. سپس ۶-4 بار شستشو با آب مقطر صورت گرفت. پس از جوانه زنی در پتری دیش، دانه‌رست‌ها در گلدان‌های پلاستیکی در اتاق کشت (دانشکده علوم دانشگاه ارومیه) در شرایط ۶۰۰۰ لوکس شدت نور، رطوبت نسبی ۹۰٪-۸۰، دمای ۱±۲۵ درجه سانتی‌گراد و دوره ۱۶ ساعت روشنایی و ۸ ساعت تاریکی کشت داده شدند. هر گلدان با توجه به ظرفیت زراعی محاسبه شده با محلول هوگلند هر دو روز یکبار آبیاری شده و بعد از حدود ۱۲۰ روز تغذیه با این محلول و رسیدن گیاه به حد رشدی معمول ابتدا اسپری هیدرو سولفید سدیم (NaHS) دهنده ی هیدروژن سولفید (H2S) در دو سطح ۱۰۰و ۲۰۰ میکرومولار انجام گرفت بدین صورت که به مدت ۷۲ ساعت هر ۲۴ ساعت یکبار اسپری انجام شد و تا تمام شدن تنش نیز هفته ای یکبار اسپری انجام شد.

گیاهان از نظر زمانی به ۲ دسته ۷ روزه و ۱۴ روزه تقسیم شدند و تنش های شوری به صورت زیر اعمال شد : گیاهان گروه کنترل که با (۰ mM) NaCl آبیاری شدند گیاهان تنش داده شده با (۱۵۰ mM) NaCl و(۳۰۰ mM) NaCl برای مدت ۷ روز و گیاهان تنش داده شده با (۱۵۰ mM) NaCl و (۳۰۰ mM) . NaCl برای مدت ۱۴ روز ، سپس نمونه‌ها جمع آوری شده (اندام هوایی و ریشه) و بعد از پودر شدن با ازت مایع در فریزر ۸۰- درجه سانتی گراد تا زمان انجام آزمایشات نگه‌داری شدند. آزمایش در سه تکرار انجام شد و در هر گلدان ۱۵ گیاهچه کشت داده شد.

۱.۲. اندازه‌گیری محتوای یون‌ها (Na^+, K^+, Cl^-)

به منظور سنجش محتوای سدیم و پتاسیم، ۵۰ میلی‌گرم از بافت خشک از اندام هوایی را وزن کرده و در فالکون ریخته شد. سپس به میزان ۵ میلی‌لیتر آب مقطر به هر کدام از نمونه‌ها اضافه کرده و در بن ماری با دمای ۱۰۰ درجه سانتی‌گراد به مدت

یک ساعت جوشانده شد. پس از سرد شدن در دمای اتاق، سانتریفیوژ با نیروی ۱۰۰۰ دور به مدت ۱۵ دقیقه انجام شد و محلول رویی به فالکون جدید انتقال یافت. عصاره بدست آمده با استفاده از کاغذ صافی (واتمن) فیلتر شد و سپس برای سنجش محتوای سدیم و پتاسیم با استفاده از فلیم فتومتر (Fater electronic 405, Iran) مورد استفاده قرار گرفت (Hatamnia *et al*. 2013). سنجش کلر نیز با استفاده از کلر آنالیزر (Model 926, Sherwood scientific, UK) مطابق روش حاتمی نیا و همکاران (۲۰۱۳) صورت گرفت (Hatamnia *et al*. 2013). مقادیر مربوط به سدیم و پتاسیم و کلر بر اساس منحنی‌های استاندارد رسم شده و محاسبه گردید.

۳. نتایج

۱.۳. میزان سدیم و کلر برگ و ریشه :

نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده ها نشان داد شوری و کاربرد غلظتهای مختلف سولفید هیدروژن اثر معنی داری بر میزان سدیم و کلر برگ اسطوخودوس داشت (شکل ۱ و ۳).

مقایسه میانگین داده ها نشان داد با افزایش غلظت کلرید سدیم میزان سدیم و کلر برگ به طور معنی داری افزایش یافت . بیشترین میزان غلظت سدیم برگ هم در گیاهان ۷ روزه هم ۱۴ روزه مربوط به تیمار ۳۰۰ میلی مولار کلرید سدیم به ترتیب (۵۰/۴۰ میلی گرم بر گرم وزن خشک برگ- ۷۲/۴۲ میلی گرم بر گرم وزن خشک برگ) بود که سبب افزایش بیش از ۱۲ برابری میزان سدیم برگ و نسبت به تیمار شاهد (۴.۴۳ میلی گرم بر گرم وزن خشک برگ) شد (شکل ۱). همچنین بیشترین میزان کلر برگ نیز در ۳۰۰ میلی مولار نمک مشاهده شد (۳۵/۰۸ میلی گرم بر گرم وزن خشک برگ- ۵۴/۶۲ میلی گرم بر گرم وزن خشک برگ به ترتیب روز) که موجب افزایش بیشتر از ۱۳ برابری میزان کلر نسبت به شاهد (۴/۱۱ میلی گرم بر گرم وزن خشک برگ) شد (شکل ۳).

سولفید هیدروژن در تنش ۱۵۰ و ۳۰۰ میلی مولار کلرید سدیم در هر دو سطح ۱۰۰ و ۲۰۰ میکرومولار NaHS جذب سدیم و کلر را در هر دو گروه ۷ و ۱۴ روزه کاهش معنا داری داد . در غلظت ۱۵۰ میلی مولار نمک هر دو سطح ۱۰۰ و ۲۰۰ میکرومولار هیدروژن سولفید توانست حدود ۲ برابر سدیم را در برگها کاهش دهد ولی در ۳۰۰ میلی مولار نمک – سطح ۲۰۰میکرومولار آن نزدیک ۳ برابر کاهنده بوده است به نظر می رسد افزایش میزان سطح نمک با غلظت سولفید هیدروژن نسبت مستقیم داشت (شکل۱ و ۳).

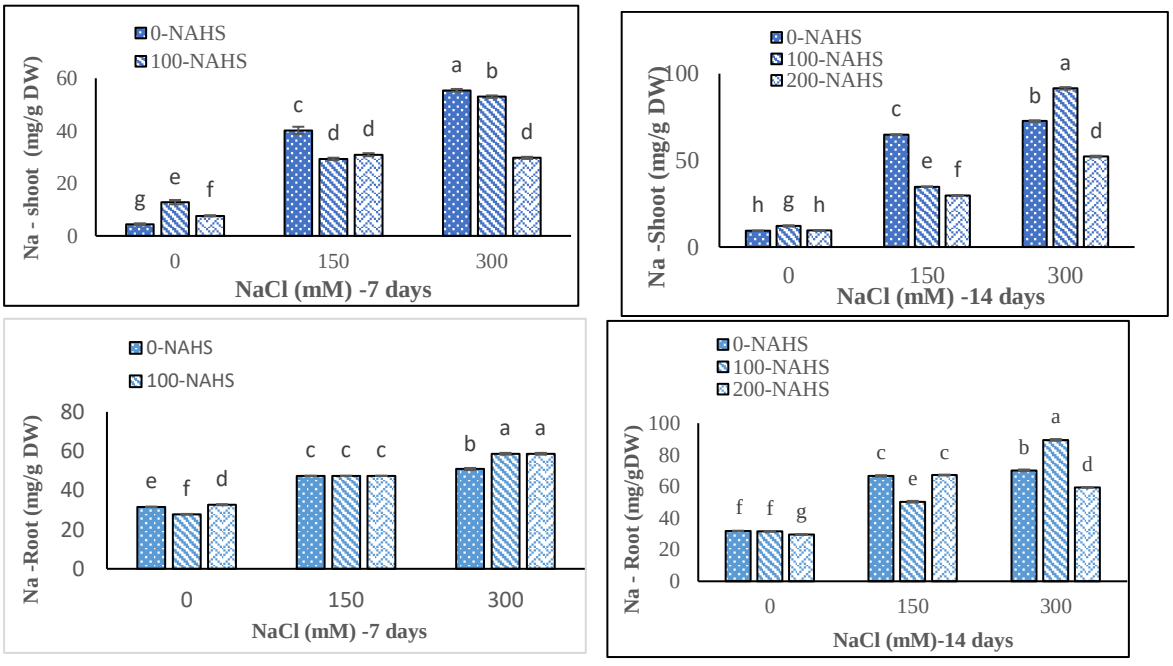
در ریشه میزان سدیم و کلر با افزایش تنش شوری به ۳۰۰ میلی مولار در هر دو گروه ۷ و ۱۴ روزه به طور معنی داری افزایش یافت . بطوری که میانگین داده ها در ۳۰۰ میلی مولار نمک در ۷ روزه ها (۵۲.۸۲ میلی گرم بر گرم وزن خشک ریشه) حدود ۱.۵ برابر نمونه شاهد (۳۱.۵۸ میلی گرم بر گرم وزن خشک ریشه) و ۱۴ روزه ها (۷۰.۱۵ میلی گرم برگرم وزن خشک ریشه) بیش از ۲.۵ برابر نمونه شاهد (۳۱.۸۴ میلی گرم بر گرم وزن خشک ریشه) بود. اثر سولفید هیدروزن در کاهش میزان سدیم در ۷ روز معنی دار نبوده و نتوانست میزان جذب سدیم را در ریشه کاهش دهد ولی در ۱۴ روز در ۲۰۰ میکرو مولار سولفید هیدروزن میزان جذب سدیم را ۱.۵ برابر کاهش داد .

۲.۳. پتاسیم برگ و ریشه :

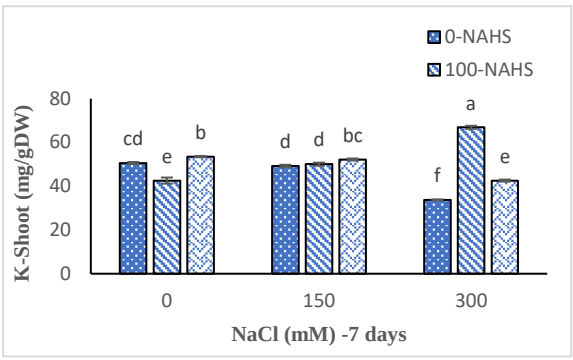
شوری و کاربرد غلظت های مختلف سولفید هیدروژن اثر معنی داری بر میزان پتاسیم برگ اسطوخودوس داشت(شکل۲). مقایسه میانگین داده ها نشان داد با افزایش غلظت کلرید سدیم میزان پتاسیم برگ به طور معنی داری کاهش

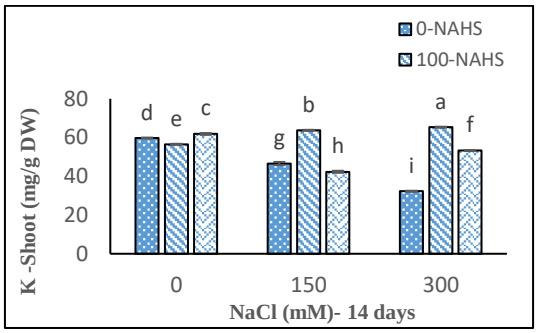
یافت .کمترین میزان غلظت پتاسیم برگ هم در گیاهان ۷ روزه هم ۱۴ روزه مربوط به تیمار ۳۰۰ میلی مولار کلرید سدیم به ترتیب ۳۳/۷۲ میلی گرم بر گرم وزن خشک برگ- ۳۲/۲۵ میلی گرم بر گرم وزن خشک برگ) بود که سبب کاهش بیش از ۱/۵ برابری میزان پتاسیم برگ نسبت به تیمار شاهد (۵۰/۵۹ میلی گرم بر گرم وزن خشک برگ) شد. سولفید هیدروژن در تنش ۱۵۰ میلی مولار در گروه ۷ روزه چندان تغییری در میزان پتاسیم نداشت ولی در گروه ۱۴ روزه در غلظت ۱۰۰ میکرومولار سولفید هیدروژن افزایش معنا داری داشت و در ۳۰۰ میلی مولار کلرید سدیم هر دو سطح ۱۰۰ و ۲۰۰ میکرومولار NaHS توانست جذب پتاسیم را در هر دو گروه ۷ و ۱۴ روزه افزایش دهد اما در ۱۰۰ میکرومولار حدود ۲ برابر افزایش داشته است .

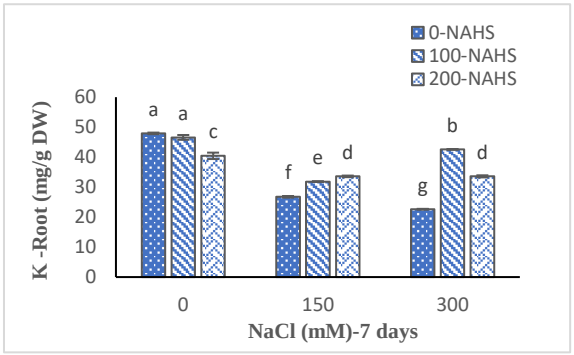
در ریشه نیز میزان پتاسیم با افزایش تنش شوری به ۳۰۰ میلی مولار به طور معنی داری کاهش یافت . ب طوری که میانگین داده ها در ۳۰۰ میلی مولار نمک در گروه ۷ روزه (۲۲.۶۲ میلی گرم برگرم وزن خشک ریشه) حدود ۲ برابر از نمونه شاهد (۴۷.۹۱ میلی گرم بر گرم وزن خشک ریشه) و ۱۴ روزه ها (۳۲.۶۵ میلی گرم برگرم وزن خشک ریشه) کاهش داشت. اثر سولفید هیدروزن در کاهش میزان پتاسیم در گروه ۷ روزه معنی دار بوده و توانست میزان جذب پتاسیم را در ریشه هم در سطح ۱۵۰ میلی مولار شوری و هم ۳۰۰ میلی مولار شوری افزایش دهد به طوری که در سطح ۳۰۰ میلی مولار شوری و غلظت ۱۰۰ میکرومولار سولفید هیدروژن میزان پتاسیم حدود ۵۰ درصد افزایش داشت همچنین در گروه ۱۴ روزه در ۱۵۰ شوری غلظت ۱۰۰ میکرومولار و در ۳۰۰ شوری غلظت ۲۰۰ سولفید هیدروژن توانست میزان پتاسیم را به طور معنی داری افزایش دهد.

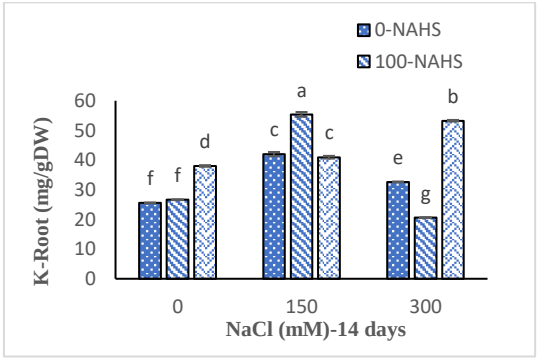


شکل ۱ : اثر غلظتهای مختلف سولفید هیدروژن (NaHS) بر روی محتوای سدیم برگ و ریشه در طی ۷ و ۱۴ روز تحت تنش شوری ۱۵۰ و ۳۰۰ میلی مولار کلرید سدیم

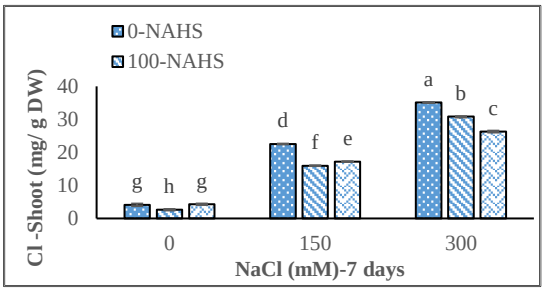


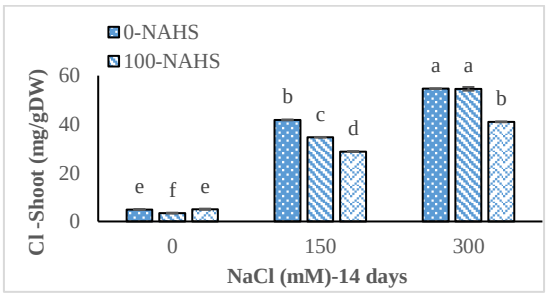


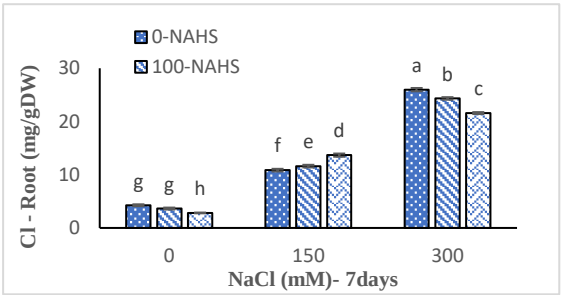


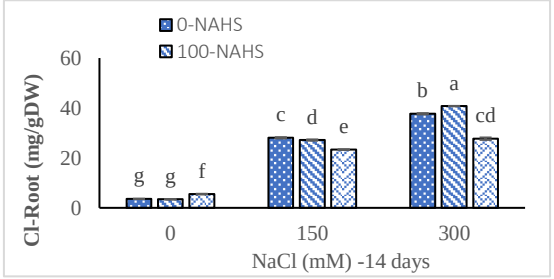


شکل ۲ : اثر غلظتهای مختلف هیدروژن سولفید (NaHS) بر روی محتوای پتاسیم برگ و ریشه در طی ۷ و ۱٤ روز تحت تنش شوری ۱۵۰ و ۳۰۰ میلی مولار کلرید سدیم









شکل ۳ : اثر غلظتهای مختلف هیدروژن سولفید (NaHS) بر روی محتوای کلر برگ و ریشه در طی ۷ و ۱٤ روز تحت تنش شوری ۱۵۰ و ۳۰۰ میلی مولار کلرید سدیم

٤. بحث و نتیجه‌گیری

نشت یونی یکی از مهم‌ترین اجزای شوری است و در اثر تجمع بیش از حد +Na به‌ویژه در قسمت‌های هوایی گیاهان ایجاد می‌شود .از آنجایی که +Na با هموستاز +K تداخل دارد و به ویژه با توجه به دخالت آن در فرآیندهای متابولیکی متعدد حفظ نسبت سیتوزولی +Na+/K متعادل به یک مکانیسم کلیدی تحمل شوری تبدیل شده است . بررسی نتایج این آزمایش نشان داد که با افزایش غلظت کلرید سدیم، میزان سدیم برگ افزایش یافت وکاربرد غلظتهای مختلف سولفید هیدروژن تأثیر معنی داری بر غلظت سدیم برگ داشت .همچنین غلظت سدیم در اثر افزایش غلظت نمک در ریشه افزایش یافت .کاربرد غلظت های مختلف سولفید هیدروژن سبب کاهش تجمع سدیم در ریشه شدند .غلظت پتاسیم برگ در شوری ۳۰۰ میلی مولار، بالاتر ازسایر تیمارهای شوری بود .همچنین در شوری ۳۰۰ میلی مولار، مقادار پتاسیم ریشه پایین تر از سایر تیمارهای شوری بود که این اتفاق ممکن است به دلیل افزایش انتقال پتاسیم از ریشه به برگ باشد.

گیاهان برای زنده ماندن تحت تنش شوری نیاز به حفظ هموستاز خود از یون های N ، P، + K و + Na دارند. نتایج ما نشان داد که H2S مانع جذب Na^+ و افزایش جذب K^+ در گیاه اسطوخودوس می‌شود .افزایش کاتیون ها و نمک های آنها در خاک یک پتانسیل اسمزی خارجی ایجاد می کند که می تواند از هجوم آب به ریشه جلوگیری یا کاهش دهد. کمبود آب منجر به خشکی می شود که با حضور یون های سدیم حاصل از شوری ترکیب می شود.

تحقیقات نشان داده اند که تیمار با H2S شوری را با کاهش Na^+ و افزایش K^+ و بهبود نسبت K^+ / Na^+ در بسیاری از گیاهان، به عنوان مثال، یونجه (Lai *et al*., 2014) برنج (Mostofa *et al*., 2015) و گل کلم (Ahmad et al.2020) افزایش داد همچنین گزارش شده است که تیمار با H2S غلظت Na^+ داخل سلولی و نسبت Na^+ / K^+ را کاهش می دهد و و از خروج K^+ داخل سلولی در گیاهان مختلف مانند برنج و Malus hupehensis جلوگیری می کند (Li et al. 2020; Mostofa et al. 2015). از آنجا که مقدار یونهای Na^+ و K^+ و نسبت بین آنها میتواند به عنوان شاخص تحمل به شوری مورد استفاده قرار گیرد. به طوریکه ارقام متحمل به شوری میزان +K بالاتری در مقایسه با Na^+ در سلولهای خود دارند (Boursier *et al*.,1990). بر این اساس در نتایج ما هم مقدار پتاسیم ریشه پس از ۷ روز در بالاترین غلظت شوری کمترین مقدار داشت ولی بعد از ۱۴ روز مقدار پتاسیم در ریشه در ۳۰۰ میلی مولار بالا نگه داشته شده است به نظر می رسد که به علت متحمل بودن نوع رقم این گیاه به شوری باشد که مکانیسم حفظ پتاسیم را در تنش بالا به کار برده است. بیشترین میزان سدیم اندام هوایی در گیاهان ۷ روزه و ۱۴ روزه تنش شوری از شوری ۳۰۰ میلی مولار و کمترین میزان سدیم در این گیاهان از تیمار شاهد بدست آمد که بین تنش و شاهد اختلاف معنی داری مشاهده شد. همچنین میزان جذب سدیم در ریشه در هر دوی گیاهان ۷ روزه و ۱۴ روزه در شرایط تنش شوری همراه با اسپری NAHS مشاهده شد به نظر میرسد که در اینجا خود ماده NAHS باعث افزایش جذب سدیم توسط ریشه شده است کمترین میزان جذب سدیم در ریشه در گیاهان ۷ روزه و ۱۴ روزه متعلق به گیاهان شاهدی بود که با NAHS اسپری شده بودند. مشاهده می شود که هیدروسولفید سدیم به تنهایی در شرایط بدون تنش در سطح ۲۰۰ میکرومولار هم در اندام هوایی و هم در ریشه توانسته بعد از ۱۴ روز میزان جذب کلرید سدیم را در کمترین مقدار نگه دارد.

هیدروژن سولفید هموستازهای Na^+ و K^+ را حفظ می کند. حفظ هموستاز Na^+ و K^+ برای بقای گیاه در شرایط تنش شوری بسیار مهم است .تنش نمک منجر به افزایش محسوس محتوای +Na در ریشه و برگ و کاهش قابل توجهی در محتوای K^+ گیاهان تحت تنش نمک در مقایسه با ۲ شاهد درمان نشده شد .بر این اساس، نسبت Na^+/K^+ به طور قابل توجهی در گیاهان تیمار شده با نمک ریشه و برگ در مقایسه با گیاهان شاهد درمان نشده افزایش می‌یابد.

Mostofa و همکاران ۲۰۱۵ نشان دادند که روند تغییرات غلظت پتاسیم برگ مشابه روند تغییرات آن در بافت ریشه و بود. اثر شوری برمحتوای پتاسیم برگ معنی دار بود . به نحوی که افزایش تنش شوری، باعث کاهش جذب یون پتاسیم در بافت برگ گیاه برنج شد که این با یافته های ما مطابقت دارد. تنش نمک باعث افزایش بیش از حد Na^+ در سلول های گیاهی می شود که با جذب + K رقابت می کند و در نتیجه کمبود K^+ ایجاد می شود .(Sofy *et al*. 2020b) موثرترین استراتژی برای به حداقل رساندن تجمع Na^+ در گیاهان، محدود کردن ورودی Na^+ به ریشه در وهله اول است که باعث افزایش تحمل به نمک گیاه می شود (Jiang *et al*. 2019). کاهش تجمع سدیم در گیاهان تیمار شده با سدیم هیدروسولفید در شرایط تنش شوری نسبت به شاهد تحت تنش شوری ممکنه به دلیل کاهش جذب سدیم یا خروج سدیم یا ترکیبی از هر دو مکانیسم باشد. به عنوان مثال پیش تیمار گیاه گندم در شرایط تنش شوری با سولفید هیدروژن سبب افزایش دفع سدیم و کاهش جذب سدیم از طریق پروتئینهای ناقل غشا مانند NSCCs و SOS1 شد و سبب کاهش غلظت سدیم در ریشه و شاخه و کاهش نسبت سدیم به پتاسیم شد اما برغلظت پتاسیم تاثیری نداشت (Deng *et al*., 2016) همچنین سولفید هیدروژن با محدود کردن خروج پتاسیم سبب افزایش تحمل به شوری در یونجه شد (Wang *et al*., 2012) پیش تیمار گیاهان برنج (Mostofa *et al*., 2015) و آرابیدوپسیس(Li *et al*., 2014) با سدیم هیدروسولفید، به طور معنی داری سبب کاهش جذب سدیم و افزایش جذب پتاسیم و به این ترتیب سبب افزایش نسبت پتاسیم به سدیم شد .افزایش یون سدیم در محیط ریشه سبب کاهش میزان جذب یون پتاسیم و پایین آمدن نسبت پتاسیم به سدیم می گردد. سدیم می تواند جانشین کلسیم موجود در غشا سلول های ریشه شده و از این طریق باعث کاهش جذب پتاسیم در گیاه شود (Rady *et al*., ۲۰۱۱).

به هم خوردن نسبت های یونی در گیاه تحت تنش شوری، حاصل تداخل جذب سدیم و پتاسیم در گیاه است . تشابه بین شعاع هیدراته سدیم و پتاسیم، عمل تمایز بین دو یون مذکور را برای پروتئین های ناقل مشکل ساخته و بدین ترتیب سمیت سدیم فراهم می گردد. فعالیت آنزیم های موجود در سیتوپلاسم حساسیت زیادی به نمک دارد لذا حفظ نسبت کم سدیم به پتاسیم در سیتوسول یک نیاز اساسی برای رشد گیاه در شرایط تنش شوری زیاد است (Abeywardhana.&Aththanayake, 2014) چنانکه در نتایج این آزمایش هم دیده می شود در شرایط شوری معمولا غلظت پتاسیم ریشه در مقایسه با اندام هوایی کمتر است و احتمالا پتاسیم از ریشه رانده شده و در اندام های هوایی نگهداری می شود که نتیجه آن کاهش نسبت سدیم به پتاسیم در اندام های هوایی در مقایسه با ریشه می باشد . بنابراین، H2S باعث کاهش تنش گیاهان در محیط زیست، به ویژه با مهار جذب بیش از حد Na^+ و حفظ هموستاز K^+ در سطح سلولی می‌شود.

۱.٤. نتیجه گیری :

ما معتقدیم که تیمار هیدروژن سولفید (H2S) می تواند یک روش مفید برای بهبود رشد گیاه اسطوخودوس تحت تنش شوری باشد. به دلایل زیر اول، H2S از جذب سدیم و کلر جلوگیری می کند، بنابراین نسبت سدیم به پتاسیم را ثابت نگه می‌دارد .دوم H2S به حفظ هموستاز معدنی کمک می کند، که به تقویت فرآیندهای فیزیولوژیکی و بیوشیمیایی کمک می کند.

منابع

Abeywardhana K.W. and Aththanayake,A.M.L. 2014. Determination of optimum maturity stage for Ocimum sanctum L. grown under different growing system in terms of therapeutically active secondary metabolites.world journal of agricultural research. 2(4):159-162

Ahmad R, Ali S, Rizwan M, Dawood M, Farid M, Hussain A, Wijaya L, Alyemeni MN, Ahmad P .2020.Hydrogen sulfide alleviates chromium stress on cauliflower by restricting its uptake and enhancing antioxidative system. Physiol Plant 168:289–300.

Ali, B., Mwamba, T. M., Gill, R. A., Yang, C., Ali, S., Daud, M. K., Wu, Y. and Zhou, W. 2014 Improvement of element uptake and antioxidative defense in *Brassica napus* under lead stress by application of hydrogen sulfide. Plant Growth Regulation 74(3): 261-273.

Avramova, V.; Abdel Gawad, H.; Zhang, Z.; Fotschki, B.; Casadevall, R.; Vergauwen, L.; Knapen, D.; Taleisnik, E.; Guisez, Y.; Asard, H.; et al. 2015. Drought induces distinct growth response, protection, and recovery mechanisms in the maize leaf growth zone. Plant Physiol., 169, 1382–1396.

Bharwana, S. A., Ali, S., Farooq, M. A., Ali, B., Iqbal, N., Abbas, F. and Ahmad, M. S. A. 2014. Hydrogen sulfide ameliorates lead-induced morphological, photosynthetic, oxidative damages and biochemical changes in cotton. Environmental Science and Pollution Research 21(1): 717-731.

Chen, J., Wang, W., Wu, F., You, C., Liu, T., Dong, X., He, J. and Zheng, H. 2013. Hydrogen sulfide alleviates aluminum toxicity in barley seedlings. Plant and Soil 362: 301-318.

Christou, A., Filippou, P., Manganaris, G. A. and Fotopoulos, V. 2014 Sodium hydrosulfide induces systemic thermotolerance to strawberry plants through transcriptional regulation of heat shock proteins and aquaporin. BMC Plant Biology 14(1): 42-53.

Christou, A., Manganaris, G. A., Papadopoulos, I., Fotopoulos, V., 2013. Hydrogen sulfide induces systemic tolerance to salinity and non-ionic osmotic stress in strawberry plants through modification of reactive species biosynthesis and transcriptional regulation of multiple defense pathways. *Journal of Experimental Botany* 64(7): 1953–1966.

Deng, Y., Bao, J., Yuan, F., Liang, X., Feng, Z., Wang, B., 2016. Exogenous hydrogen sulfide alleviates salt stress in wheat seedlings by decreasing Na+ content. *Plant Growth Regulation* 79(3): 391–399.

Deng, Y., Bao, J., Yuan, F., Liang, X., Feng, Z. and Wang, B. 2016. Exogenous hydrogen sulfide alleviates salt stress in wheat seedlings by decreasing Na+ content. Plant Growth Regul. 79: 391-399.

Ekinci M, Yildirim E, Turan M .2021. Ameliorating effects of hydro-gen sulfide on growth, physiological and biochemical charac- teristics of eggplant seedlings under salt stress. South Afr J Bot 143:79–89.

Fita, A.; Rodríguez-Burruezo, A.; Boscaiu, M.; Prohens, J.; Vicente, O.٢٠١٥ Breeding and domesticating crops adapted to drought and salinity: A new paradigm for increasing food production. Front. Plant Sci., 6,1748.

Forni, C.; Duca, D.; 2016. Glick, B.R. Mechanisms of plant response to salt and drought stress and their alteration by rhizobacteria. Plant Soil, 410, 335–356.

Fu, Q.; Li, B.; Hou, Y.; Bi, X.; Zhang, X. .٢٠١٧.E_ects of land use and climate change on ecosystem services in Central Asia's arid regions: A case study in Altay Prefecture, China. Sci. Total Environ., 607, 633–646 .

Fu, P., Wang, W., Hou, L. and Liu, X. 2013 Hydrogen sulfide is involved in the chilling stress response in *Vitis vinifera* L. Acta Societatis Botanicorum Poloniae 82(4): 295-302.

Hatamnia AA, Abbaspour N, Darvishzadeh R, Rahmani F and Heidari R. 2013. Effect of salt stress on growth, ion content and photosynthesis of two oriental Tobacco (*Nicotiana tabacum*) cultivars. *International Journal of Agriculture and Crop Sciences*, *6*(11), 757.

Hassan, M.; Chaura, J.; Donat-Torres, M.P.; Boscaiu, M.; Vicente, O. 2017. Antioxidant responses under salinity and drought in three closely related wild monocots with di_erent ecological optima. AoB Plants, 9,plx009.

Tejera, N. A., Soussi, M. and Lluch, C. 2006. Physiological and nutritional indicators of tolerance to salinity in chickpea plants growing under symbiotic conditions. Environmental and Experimental Botany 58(1-3): 17-24.

Jiang, J.L., Tian, Y., Li, L., Yu, M., Hou, R.P., Ren, X.M., 2019. H2S alleviates salinity stress in cucumber by maintaining the Na+/K+ balance and regulating H2S metabolism and oxidative stress response. *Frontiers in Plant Science* 28: 10–678l.

Kronzucker, H. J., Coskun, D., Schulze, L. M., Wong, J. R., and Britto, D. T. 2013. Sodium as nutrient and toxicant. Plant Soil 369, 1–23. doi: 10.1007/s11104-013-1801.

Li, L., Wang, Y. and Shen, W. 2012. Roles of hydrogen sulfide and nitric oxide in the alleviation of cadmium-induced oxidative damage in alfalfa seedling roots. Biometals 25(3): 617-631.

Li, J., Jia, H., Wang, J., Cao, Q., and Wen, Z. 2014. Hydrogen sulfide is involved in maintaining ion homeostasis via regulating plasma membrane Na+/H+ antiporter system in the hydrogen peroxide-dependent manner in salt-stress *Arabidopsis thaliana* root. Protoplasma 251: 899-912.

Lisjak, M., Srivastava, N., Teklic, T., Civale, L., Lewandowski, K., Wilson, I., Wood, M. E., Whiteman, M. and Hancock, J. T. 2010 A novel hydrogen sulfide donor causes stomatal opening and reduces nitric oxide accumulation. Plant Physiology and Biochemistry 48: 931-935.

Mostofa, M. G., Rahman, A., Ansary, M. M. U., Watanabe, A., Fujita, M. and Tran, L. S. P. 2015. Hydrogen sulfide modulates cadmium-induced physiological and biochemical responses to alleviate cadmium toxicity in rice. Scientific Reports 5: 1-17.

Munns, R. and Tester, M. .2008. Mechanism of salinity tolerance. The Annual Review of Plant Biology 59(2): 651-681.

Munns, R., and Tester, M. 2008. Mechanisms of salinity tolerance. Annu. Rev. Plant Biol. 59, 651–681. doi: 10.1146/annurev.arplant.59.032607.092911.

Mostofa MG, Saegusa D, Fujita M, Tran L-SP .2015. Hydrogen sulfide regulates salt tolerance in rice by maintaining Na+/K+ balance, mineral homeostasis and oxidative metabolism under excessive salt stress. Front Plant Sci 6:1055.

Min, Y.K.; Su, Y.W. 2016. Plants responses to drought and shade environments. Afr. J. Biotechnol., 15, 29–31.

Nahar, K.; Hasanuzzaman, M.; Fujita, M. 2016. Roles of Osmolytes in Plant Adaptation to Drought and Salinity; Springer: New Delhi, India,; pp. 37–68.

Shan, C. J., Zhang, S. L., Li, D. F., Zhao, Y. Z., Tian, X. L., Zhao, X. L., Wu, Y. X., Wei, X. Y. and Liu, R. Q. 2011 Effects of exogenous hydrogen sulfide on the ascorbate and glutathione metabolism in wheat seedlings leaves under water stress. Acta Physiologiae Plantarum 33(6): 2533-2540.

Slama, I.; Abdelly, C.; Bouchereau, A.; Flowers, T.; Savoure, A. 2015.Diversity, distribution and roles of osmoprotective compounds accumulated in halophytes under abiotic stress. Ann. Bot., 115, 433–447.

Sofy MR, Elhindi KM, Farouk S, Alotaibi MA .2020. Zinc and paclobutrazol mediated regulation of growth, upregulating anti- oxidant aptitude and plant productivity of pea plants under salin- ity. Plants 9:1197.

Sun, Z.W.; Ren, L.K.; Fan, J.W.; Li, Q.;Wang, K.J.; Guo, M.M.;Wang, L.; Li, J.; Zhang, G.X.; Yang, Z.Y.; et al. 2016 .Salt response of photosynthetic electron transport system in wheat cultivars with contrasting tolerance. Plant Soil Environ., 62, 515–521.

Wang, R. U. I., 2002. Two's company, three's a crowd: can H2S be the third endogenous gaseous transmitter. *The FASEB journal* 16(13): 1792–1798.

Wang, Y. Q., Li, L., Cui, W. T., Xu, S., Shen, W. B. and Wang, R. 2012. Hydrogen sulfide enhances alfalfa (*Medicago sativa*) tolerance against salinity during seed germination by nitric oxide pathway. Plant and Soil 351: 107-119.

Yang, Y.; Guo, Y. 2017. Elucidating the molecular mechanisms mediating plant salt-stress responses. New Phytol., 217, 523–539.

Zhang, H., Tang, J., Liu, X. P., Wang, Y., Yu, W., Peng, W. Y., Fang, F., Ma, D. F., Wei, Z. J. and Hu, L. Y. 2009 Hydrogen sulfide promotes root organogenesis in *Ipomoea batatas*, *Salix matsudana* and *Glycine max*. Journal of Integrative Plant Biology 51(12): 1086- 1094.

Zhang, H., Ye, Y. K., Wang, S. H., Luo, J. P., Tang, J., Ma, D. F. 2009. Hydrogen sulfide counteracts chlorophyll loss in sweet potato seedling leaves and alleviates oxidative damage against osmotic stress. *Plant Growth Regulation* 58(3): 243–250.

Zhu, J.-K. 2016. Abiotic stress signaling and responses in plants. Cell, 167, 313–324.

Ameliorative effects of hydrogen sulfide in *Lavandula angustifolia* under salinity stress

Elhameh Danshund[1]*, Fatemeh Rahmani[2], Nasser Abbaspour[3], Amir Rahimi[4]

[1] Ph.D. student, Department of Biology, Faculty of Science, Urmia University, Urmia
[2,3] Faculty of Biology Department, Faculty of Science, Urmia University, Urmia
[4]Faculty of Agriculture - Medicinal Plants Department, Faculty of Agriculture, Urmia University, Urmia

Abstract

Since different plants show different abilities in salty environments. The difference in salinity resistance is observed not only among genera and species, but even within a species. This point has led to extensive research in the field of salinity tolerance mechanisms in plants. The seeds of the desired plant were planted in a pot containing perlite and watered every other day with Hoagland's half-concentration solution. Changes in the content of ions (Na+, K+, Cl-) were measured. Data analysis was done through SPSS computer software and averages were compared with Duncan's multiple range test. The results showed that hydrogen sulfide significantly decreased the amount of sodium and chlorine ions in leaves and roots and increased the absorption of potassium ions in leaves and roots and the greatest improvement effect was related to the concentration of 200 micromolar hydrogen sulfide. From the above results, it was concluded that hydrogen sulfide effectively reduces the stress caused by salinity in lavender plants.

Keywords: sodium hydrosulfide - Lavandula- abiotic stress - Sodium - potassium

اثر ریزجلبک اسپیرولینا بر رشد گیاه دارویی ریحان

ساسان محسن زاده*، بهناز جاوید جهرمی

گروه زیست شناسی، دانشکده علوم، دانشگاه شیراز، شهر شیراز

چکیده

پژوهش حاضر به منظور مطالعه اثر ریز جلبک اسپیرولینا بر رشد گیاه دارویی ریحان انجام شد. به این منظور آزمایشی با طرح آماری کاملاً تصادفی بر روی گیاهچه ریحان صورت گرفت. به منظور بررسی خصوصیات رشدی گیاهچه ریحان از دو غلظت متفاوت محلول پودر ریزجلبک اسپیرولینا با غلظت ۰/۰۰۵ گرم بر میلی‌لیتر و غلظت ۰/۰۱۶ گرم بر میلی‌لیتر استفاده شد. تیمارها در دو مقطع زمانی بر روی گیاهچه ریحان اعمال شد. سپس وزن تر اندام هوایی به عنوان شاخص رشد، محتوای نسبی آب اندام هوایی و میزان کلروفیل a و کلروفیل b در گیاهچه ریحان مورد بررسی قرار گرفت. نتایج نشان داد که در شرایط تیمار با محلول پودر ریزجلبک، کلروفیل a و b و وزن تر اندام هوایی افزایش معنی‌داری را نشان دادند. به طور کلی میزان اثر محلول پودر ریزجلبک اثر چشم‌گیری در افزایش رشد داشت.

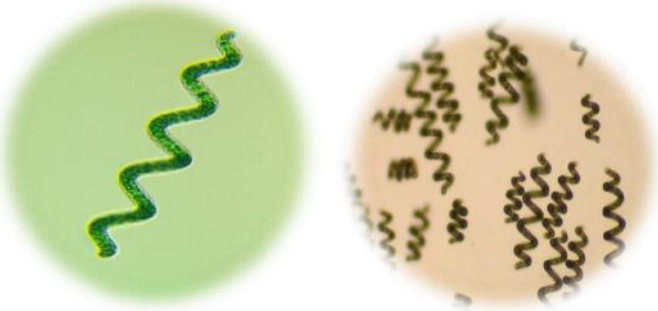
واژگان کلیدی: رشد، ریزجلبک اسپیرولینا، گیاهچه ریحان، گیاه دارویی

* e-mail: mohsenz@shirazu.ac.ir

۱. مقدمه

ریحان به عنوان یک گیاه دارویی شناخته می‌شود و دلیل آن وجود مقدار زیادی اسانس در اندام‌های رویشی آن می‌باشد. این گیاه در طب سنتی مورد استفاده قرار می‌گیرد. علت نام‌گذاری این گونه به عنوان ریحان کلمه basileus که یک کلمه یونانی است می‌باشد. ریحان به خانواده نعناعیان (Lamiaceae) تعلق دارد. نام علمی این گیاه *Ocimum basilicum* L. می‌باشد (Javanmardi et al., 2002). ریحان گیاهی است یک ساله و علفی و تنوع زیادی در سطح ترکیبات ثانویه به خصوص اسانس دارد (Telci et al, 2006). ریحان شامل ۱۵۰ گونه علفی و بوته‌ای می‌باشد. به دلیل تنوع زیاد این جنس، یکی از بزرگ‌ترین جنس‌ها در خانواده نعناعیان به شمار می‌رود (Sajjadi, 2006). گزارشات منشأ این گیاه را ایران، هند و افغانستان عنوان کرده‌اند (Simon et al., 1999; Labra et al., 2004). گونه *O. basilicum* دارای بیش از ۶۰ واریته می‌باشد. در ایران فقط یک گونه از ریحان وجود دارد که رشد آن در آذربایجان، کرمان و خراسان گزارش شده است (Ghahreman, 1993).

ریحان یک سبزی خوراکی است. از برگ‌های آن برای طعم دهی غذا (به صورت خشک شده) استفاده می‌گردد. ریحان باعث هضم بهتر غذا شده و به همین دلیل به بسیاری از غذاها افزوده می‌گردد. همچنین ریحان از فاسد شدن غذا جلوگیری می‌کند. این گیاه به عنوان سبزی استفاده می‌شود. همانند گیاهان دیگر خانواده نعناع، ریحان سرشار از ترکیبات حلقوی و اسانس است که این ترکیبات حشرات را دفع می‌کند. عملکردهای متنوعی در این گیاه به اثبات رسیده است از جمله ضدباکتریایی، ضدانگلی، ضدقارچی و آنتی‌اکسیدانی. این گیاه در صنایع آرایشی و بهداشتی نیز مورد استفاده قرار می‌گیرد. از اسانس ریحان برای تهیه ادویه در سالاد، شیرینی پزی، نوشیدنی‌های غیرالکلی و بستنی و نیز در کارخانجات عطرسازی و محصولات دندانی و دهانی نظیر خمیردندان استفاده می‌کنند چون به سلامت دهان کمک می‌کند (Javanmardi et al., 2002; Labra et al., 2004). ریحان در درمان بیماری‌های پوستی نظیر درمان نیش حشرات استفاده می‌شود. دفع‌کننده حشرات می‌باشد و روی پوست اثر نیرو بخشی دارد. این گیاه کاربرد متنوعی دارد از جمله در گردش خون، غضروف‌ها و ماهیچه‌ها. همچنین در درمان بیماری‌هایی نظیر درد ماهیچه‌ای، نقرس، روماتیسم و درد مفاصل کاربرد دارد. کاربرد آن در سیستم تنفسی نیز به اثبات رسیده است. در سیستم تنفسی باعث بهبود بیماری سرفه، درد گوش و ورم سینوس‌ها می‌شود. ریحان در صورت ایجاد احتقان سینوس‌ها، حس بویایی را تقویت می‌کند. همچنین در سیستم گوارشی نیز اثر دارویی دارد و باعث درمان نفخ شکم، سوء هاضمه و حالت تهوع و استفراغ می‌گردد. سیستم ایمنی را نیز تقویت می‌کند و در درمان تب، سرماخوردگی، آنفلوانزا و بیماری‌های عفونی کاربرد دارد. این گیاه باعث کنترل نگرانی و اضطراب، خستگی، افسردگی، بی‌خوابی، حمله‌های میگرنی (سردرد شدید) و فشار عصبی می‌شود و از این نظیر کاربردش در سیستم عصبی به اثبات رسیده است. اثر نیرو بخشی ریحان هنگام احساس ضعف و ناتوانی روی سیستم عصبی مشخص گردیده است. ریحان همچنین باعث تمرکز فکری و روانی می‌گردد (Svoboda and Hampson, 1999).



شکل ۱. ریزجلبک اسپیرولینا

ریزجلبک‌ها دارای مواد ارزشمندی مانند رنگدانه‌ها، اسیدهای چرب غیراشباع، ترکیبات دارویی، آنتی‌اکسیدان‌ها و دیگر ترکیبات فعال زیستی هستند (Sousa et al., 2008). در کشاورزی برای افزایش عملکرد سبزی‌های برگی منداب، تاج خروس سه‌رنگ و شلغم چینی از کود جلبکی اسیرولینا استفاده کردند (Wuang et al., 2016). با توجه به نتایج به دست آمده از تحقیقات جوکار و همکاران، تغذیه گیاهان بگونیای همیشه گل‌دار با کود زیستی اسپیرولینا باعث بهبود صفات مورفوفیزیولوژیک آن‌ها شد. تغذیه خاکی و با غلظت زیاد اسپیرولینا نسبت به محلول‌پاشی برگی و غلظت‌های کمتر آن، تأثیر بیشتری در بهبود صفات فیزیولوژیک بگونیا داشت (جوکار و همکاران، ۱۳۹۶). در یک تحقیق از کود اسپیرولینا برای کاهش تنش شوری در کشت کنجد استفاده کردند (Ali and Mostafa, 2009). اخیراً Wuang و همکاران (۲۰۱۶) از زیست توده سیانوباکتری اسپیرولینا موجود در پساب‌های پرورش ماهی به عنوان کود استفاده نمودند.

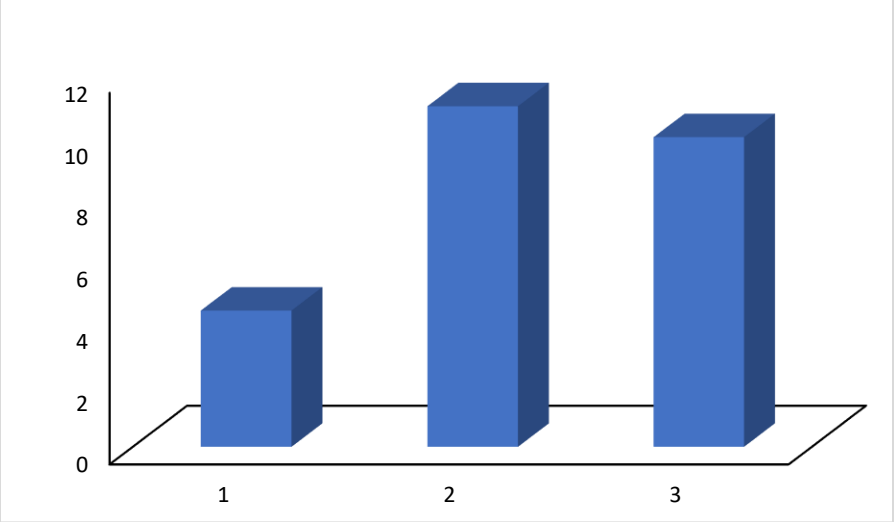
۲. مواد و روش‌ها

بذر گیاهچه ریحان (*O. basilicum* L)، خاک مناسب (مخلوطی از خاک رسی و ماسه‌ای و کوکوپیت)، ریز جلبک اسپیرولینا (*Arthrospira platensis* L.) تهیه شده از آزمایشگاه بخش زیست‌شناسی دانشگاه شیراز ، ترازو، آون، شیکر، مگنت، سانتریفیوژ، اسپکتروفتومتر، ورتکس، شیشه آلات (ارلن، بشر، استوانه مدرج، لوله آزمایش)، اتوکلاو، سمپلر و سرسمپلر، کاغذ آلومینیوم، فالکون، هاون چینی و دسته هاون، پارافیلم، دماسنج. بذرهای تهیه شده را درون گلدان یک کیلویی حاوی خاک رسی و ماسه و کوکوپیت (به نسبت برابر) قرار دادیم. گلدان‌ها به منظور انجام مطلوب آنالیزهای آماری به روش تصادفی در گلخانه تحقیقاتی فیزیولوژی گیاهی دانشکده علوم دانشگاه شیراز چیده شدند. آبیاری به صورت هفته‌ای ۳ بار و هر بار به میزان ۲۰۰ میلی‌لیتر انجام شد. گلدان‌ها در گلخانه با دمای حداقل ۲۴ و حداکثر ۳۲ درجه سانتی‌گراد و نور ملایم نگه‌داری شدند که گیاه در این شرایط عملکرد بالای داشت. تمامی گلدان‌ها تحت شرایط محیطی یکسان قرار گرفته‌اند. همچنین توسط برچسب-های چوبی نوشته شده تیمار هر گلدان مشخص شد.

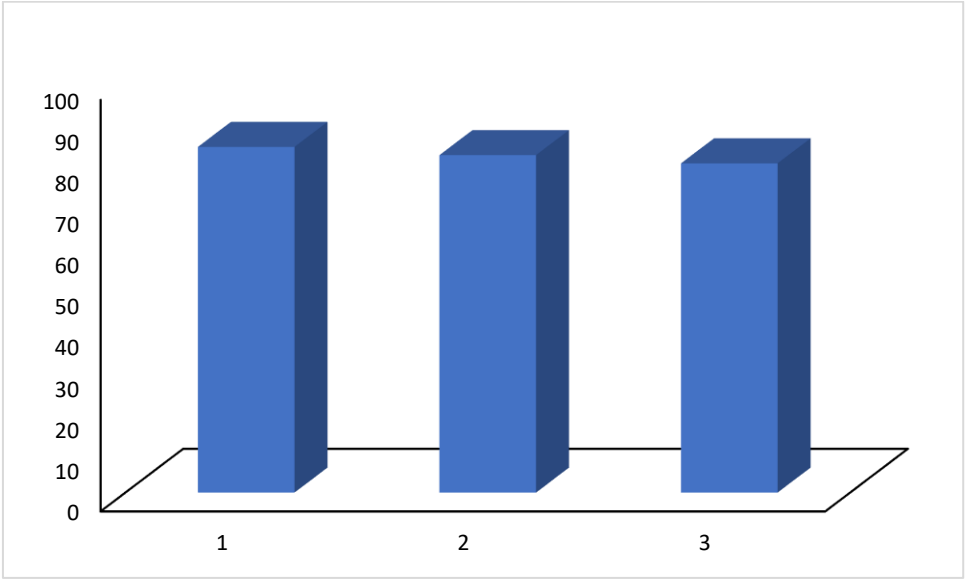
بعد از گذشت سه ماه که گیاهچه‌های ریحان ده سانت رشد کردند در دو مرحله مطابق جدول زیر تیمارها اعمال شد در هر مرحله آبیاری به اندازه ۲۰۰ میلی‌لیتر بود. به این صورت که در تاریخ ۱۹ فروردین تیماردهی مرحله اول شروع شد. سپس به مدت دو هفته همه گلدان‌ها با آب معمولی آبیاری شدند. در تاریخ ۲ اردیبهشت تیماردهی مرحله دوم مطابق همان تیمارهای مرحله اول شروع شد (به استثنای گلدان‌های ۲۰۰ میلی‌لیتر ریزجلبک که از این پس با آب معمولی آبیاری شد). پس از اتمام تیماردهی مرحله دوم گلدان‌ها با گلدان شاهد مقایسه شدند. شش گلدان اول هیچ تیماری اعمال نشد و به عنوان گلدان شاهد بودند. در شش گلدان دوم تیمار محلول پودر ریزجلبک ۵۰ میلی‌لیتر اعمال شد. در شش گلدان سوم محلول پودر ریزجلبک ۲۰۰ میلی‌لیتر، سپس وزن تر اندام هوایی و ریشه توسط ترازو اندازه گرفته شد. برای اندازه‌گیری میزان کلروفیلa و b از روش آرنون (Lichthentaler, 1987) استفاده گردید.

۳. نتایج و بحث

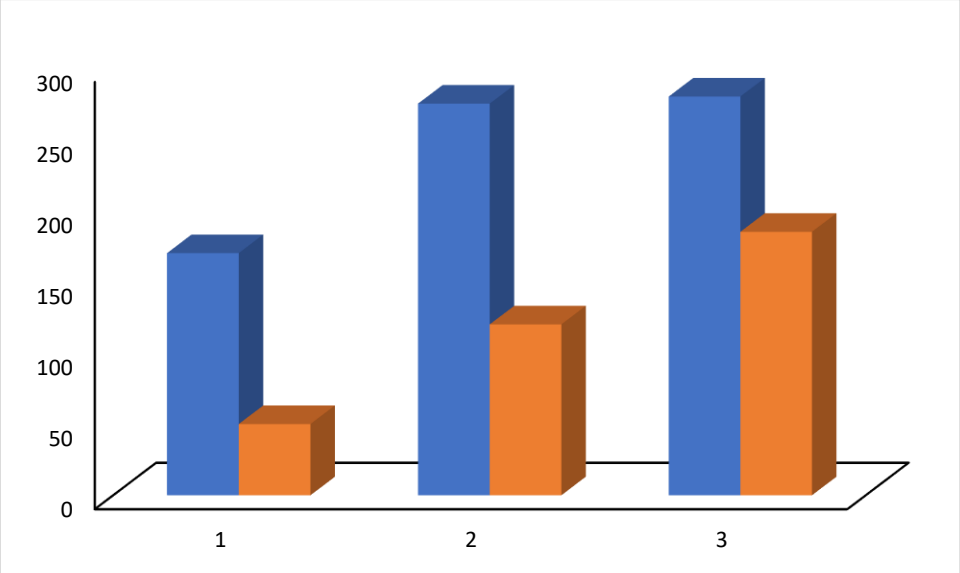
بر اساس آزمایشات انجام شده در پژوهش حاضر تیماردهی جلبک در هر دو سطح رقیق و غلیظ تأثیر معنی‌داری بر رشد گیاه داشته و موجب افزایش رشد اندام هوایی شده است. جلبک به دلیل داشتن کود آلی و حتی هورمون‌های رشد اکسین و سیتوکنین می‌تواند چنین اثری بر رشد داشته باشد.



شکل ۲. تأثیر محلول ریزجلبک اسپیرولینا بر میزان وزن تر اندام هوایی گیاهچه ریحان هر عدد میانگین سه تکرار SE± است. ۱ - شاهد۲ - جلبک ۵۰ میلی‌لیتر، ۳ - جلبک ۲۰۰ میلی‌لیتر. مورد ۲ و ۳ با هم اختلاف معنی‌دار ندارند ولی با شاهد اختلاف معنی‌دار در سطح $p<0.05$ را نشان می‌دهند.



شکل ۳. تأثیر محلول ریزجلبک اسپیرولینا بر میزان (RWC) درگیاهچه ریحان. هر عدد میانگین سه تکرار ±SE است. C کنترل (Control)، A جلبک ۵۰ میلی‌لیتر، B جلبک ۲۰۰ میلی‌لیتر. هر سه مورد با هم اختلاف معنی‌دار در سطح $p<0.05$ ندارند.



شکل ۴. تأثیر محلول ریزجلبک اسپیرولینا بر میزان کلروفیل a (ستون آبی) و کلروفیل b (ستون قرمز) درگیاهچه ریحان بر حسب میلی‌گرم در گرم وزن تر. هر عدد میانگین سه تکرار ±SE است. ۱ کنترل (Control)، ۲ جلبک ۵۰ میلی‌لیتر، ۳ جلبک ۲۰۰ میلی‌لیتر. در کلروفیل a هر دو تیمار جلبک با شاهد اختلاف معنی‌دار در سطح $p<0.05$ را نشان می‌دهند و در کلروفیل b هر سه مورد با هم اختلاف معنی‌دار دارند.

از محتوای نسبی آب اندام هوایی به عنوان یک معیار مناسب به منظور بررسی وضعیت آب گیاه استفاده می‌شود. کاهش در مقدار آب نسبی گیاه می‌تواند از پیامدهای کاهش آب در دسترس باشد (Kaya et al., 2006).

همان‌طور که مشاهده می‌شود تیمار گیاهچه ریحان با محلول جلبک در هر دو سطح رقیق و غلیظ باعث افزایش معنی‌دار محتوای کلروفیل a نسبت به شرایط شاهد شده است و این موجب رشد بیشتر گیاه می‌گردد.

شکل ۵. تأثیر محلول ریز جلبک اسپیرولینا بر میزان وزن تر اندام هوایی

٤. نتیجه‌گیری

استفاده از محلول جلبک اسپیرولینا موجب رشد شده و در نتیجه RWC کاهش معنی‌داری پیدا نمی‌کند. طبق نتایج به دست آمده از محتوای رنگیزه‌های فتوسنتزی (کلروفیل a و b) تحت شرایط عادی استفاده از محلول جلبک موجب افزایش شاخص فتوسنتزی می‌شود در صورت استفاده از محلول جلبک رقیق میزان کلروفیل a و b نیز نسبت به شاهد افزایش معنی‌داری پیدا می‌کند.

منابع

جوکار، ا.، بشیری، ک.، گلمکانی، م.ت. ۱۳۹۶. تأثیر تغذیه خاکی و محلول‌پاشی برگی بگونیا همیشه گل‌دار (*Begonia semperflorens*) با زیست‌توده سیانوباکتری اسپیرولینا. مجله روابط خاک و گیاه. ۸، ۷۴-۶۵.

Ali, K.M., Mostafa, S.M. 2009. Evaluation of potassium humate and *Spirulina platensis* as bio-organic fertilizer for sesame plants grown under salinity stress. Egyptian Journal of Agricultural Research. 87(1): 369-388.

Ghahreman, A. 1993. Plant systematics: cormophytes of Iran. Tehran: Iran University Press. 720 p.

Javanmardi, J., Khalighi, A., Kashi, A., Bais, H.P., Vivanco, J.M. 2002. Chemical characterization of basil (*Ocimum basilicum* L.) found in local accessions and used in traditional medicines in Iran. Journal of Agricultural and Food Chemistry. 50(21): 5878-5883.

Kaya, M.D., Okçu, G., Atak, M., Cıkılı, Y., Kolsarıcı, Ö. 2006. Seed treatments to overcome salt and drought stress during germination in sunflower (*Helianthus annuus* L.). European Journal of Agronomy. 24(4): 291-295.

Labra, M., Miele, M., Ledda, B., Grassi, F., Mazzei, M., Sala, F. 2004. Morphological characterization, essential oil composition and DNA genotyping of *Ocimum basilicum* L. cultivars. Plant Science. 167(4): 725-731.

Lichthentaler, H.K. 1987. Chlorophyll and carotenoids-pigments of photosynthetic biomembranes,-

In: Colowick, SP., Kaplan, NO (ed): Methods in Enzymology. 148: 350-382.
Sajjadi, S.E. 2006. Analysis of the essential oils of two cultivated basils (*Ocimum basilicum* L.) from Iran. DARU Journal of Pharmaceutical Sciences. 14(3): 128-130.
Simon, J.E., Morales, M.R., Phippen, W.B., Vieira, R.F., Hao, Z. 1999. Basil: a source of aroma compounds and a popular culinary and ornamental herb. Perspectives on New Crops and New Uses. 16: 499-505.
Sousa, I., Gouveia, L., Batista, A.P., Raymundo, A., Bandarra, N.M. 2008. Microalgae in novel food products. Food Chemistry Research Developments. 75-112.
Svoboda, K.P., Hampson, J.B. 1999. Bioactivity of essential oils of selected temperate aromatic plants: antibacterial, antioxidant, anti-inflammatory and other related pharmacological activities. Plant Biology Department, SAC Auchincruive, Ayr, Scotland, UK., KA6 5HW. 16: 1-7.
Telci, I., Bayram, E., Yılmaz, G., Avcı, B. 2006. Variability in essential oil composition of Turkish basils (*Ocimum basilicum* L.). Biochemical Systematics and Ecology. 34(6): 489-497.
Wuang, S.C., Khin, M.C., Chua, P.Q.D., Luo, Y.D. 2016. Use of Spirulina biomass produced from treatment of aquaculture wastewater as agricultural fertilizers. Algal Research. 15: 59-64.

Effect of Spirulina Microalgae on Growth of Ocimum basilicum as medicinal plant

Sasan Mohsenzadeh*, Behnaz Javid Jahromi

Biology Department, Sciences Faculty, Shiraz University, Shiraz

Abstract

The present study was conducted to study the effect of spirulina microalgae on growth of basil as medicinal plant. For this purpose, an experiment was performed on basil seedlings with a completely randomized statistical design. In order to evaluate the growth of basil seedlings from two different concentrations of spirulina microalgae powder solution with a concentration of 0.005 g/ml and 0.016 g/ml were used. Treatments were applied on basil seedlings in two time periods. Then the fresh weight of shoots as growth index, relative water content of shoots, chlorophyll a and b were examined. The results showed that under conditions of treatment with microalgae powder solution the content of chlorophyll a and b and fresh weight of shoots showed a significant increase but the relative water content of the leaves did not change significantly at the level of 5%. In general, the effect of microalgae powder solution was significantly high in increasing growth.

Keywords: Basil Seedling, Growth, Medicinal plant, Microalgae

* e-mail: mohsenz@shirazu.ac.ir

اثر کادمیوم بر شاخص های جوانه زنی و رشد اولیه گیاهچه های گیاه کوشیا (*Kochia scoparia*)

عاطفه میرزایی[1] ، علی سپهری*[1]

[1] گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه بوعلی سینا، همدان ، ایران

چکیده

کادمیوم یک عنصر سمی موجود در خاک است که به علت راحتی جذب توسط سیستم ریشه گیاه از اهمیت ویژه ای برخوردار است. کوشیا *(Kochia scoparia)* نیز یک گیاه مقاوم به شوری و خشکی است که قابلیت جذب عناصر سنگین را در اندام رویشی خود دارد. دانه های آن دارای خواص آنتی اکسیدانی و ضد التهابی، کاهش دهنده قند خون، ضد قارچ، ضد حساسیت، محافظت کننده کبد و ضد سرطان است. این پژوهش به منظور ارزیابی اثرات غلظت‌های مختلف عنصر سنگین کادمیوم بر شاخص‌های جوانه زنی و رشد اولیه گیاه دارویی کوشیا به صورت آزمایشی در قالب طرح کاملا تصادفی در سه تکرار در آزمایشگاه فیزیولوژی گیاهان زراعی گروه زراعت و اصلاح نباتات دانشکده کشاورزی دانشگاه بوعلی سینا انجام شد. تیمارهای مورد بررسی شامل چهار غلظت کادمیوم (۰، ۵۰، ۱۰۰ و ۱۵۰میکرومولار) از ترکیب کادمیوم کلرید بود. نتایج تجزیه واریانس نشان داد تنش کادمیوم بر تمام شاخص‌های جوانه زنی و رشد گیاهچه شامل درصد جوانه زنی، سرعت جوانه زنی، متوسط زمان جوانه زنی، شاخص ویگور، طول ساقه چه و طول ریشه چه معنی دار بود. درصد جوانه زنی در تیمار شاهد به طور معنی داری بیشتر از سایر تیمارها بود که بیانگر تاثیر منفی تیمار فلز سنگین کادمیوم بر جوانه زنی بذر می باشد. درصد جوانه زنی در غلظت های مختلف کادمیوم نسبت به شاهد کاهش معنی داری داشت . غلظت‌های مختلف ۵۰، ۱۰۰ و ۱۵۰ میکرومولار کادمیوم به ترتیب ۱۴/۵۲، ۲۰/۲۷ و ۲۱/۲۲ درصد میزان جوانه زنی را در گیاه کوشیا کاهش داد. گرچه نتایج نشان داد که با افزایش غلظت کادمیوم میزان جوانه زنی و شاخص‌های مرتبط به آن کاهش یافت ولی با توجه به ویژگی گیاه کوشیا در جذب فلزات سنگین و توانایی جوانه زنی در غلظت بالای کادمیوم می توان از این گیاه دارویی جهت گیاه پالایی و کشت در اراضی آلوده به کادمیوم نیز استفاده نمود.

واژگان کلیدی: کوشیا، کادمیوم، جوانه زنی، شاخص ویگور

* E-mail:a_sepehri@basu.ac.ir; sepehri2748@gmail.com

۱. مقدمه

کوشیا *(K. scoparia)* یک هالوفیت علفی بسیار سازگار، مقاوم به شوری و خشکی است که قابلیت جذب عناصر سنگین را در اندام رویشی دارد (Shi et al., 2022). این گیاه از خانواده Chenopodiaceae بوده و به دلیل سیستم ریشه‌ای عمیق، سازگار با شرایط خشک است (Hirich et al., 2020). کوشیا به عنوان یک گیاه دارویی نیز مورد استفاده قرار می‌گیرد اخیرا گزارش شده از دانه‌های آن به منظور درمان بیماری‌هایی از جمله سرخک، التهابات پوستی، کاهش دهنده قند خون، ضد سرطان، ضد قارچ، ضد خارش، ضد درد، ضد حساسیت و محافظت کننده از کبد استفاده می‌شود. طبق تحقیقات انجام شده گیاه کوشیا دارای فعالیت آنتی اکسیدانی مطلوبی است که در این میان دانه‌های آن بیشترین فعالیت آنتی اکسیدانی را دارا می باشد (Chen et al., 2022). از سوی دیگر کادمیوم یک عنصر بسیار سمی است که در بین فلزات سنگین دارای اهمیت ویژه ای می باشد زیرا به راحتی توسط سیستم ریشه گیاه جذب شده و سمیت آن برای گیاه بین ۲ تا ۲۰ برابر سایر فلزات سنگین است. میزان معمول کادمیوم در گیاه بین ۰/۱ تا ۱ میلی گرم در کیلوگرم است. تجمع این فلز سنگین بویژه در محیط ریشه سبب کاهش جذب آب و موادغذایی، کاهش انتقال آب، مهار فعالیت آنزیم‌ها، کاهش متابولیسم سلولی و در نهایت کاهش جوانه زنی، رشد اولیه ،فتوسنتز، تنفس، تعرق در نتیجه مهار رشد، تسریع پیری و حتی مرگ گیاه می‌شود (طویلی و همکاران، ۱۳۹۲). کارایی کوشیا در تجمع بالای کادمیوم به دلیل سمیت زدایی کادمیوم در سلول‌ها می‌باشد. زیرا کادمیوم با فعال سازی گونه‌های فعال اکسیژن سبب تنش اکسیداتیو در گیاهان می‌شود اما در مقابل گونه های فعال اکسیژن گیاه کوشیا دارای آنتی اکسیدان‌های بالا جهت مقابله با این شرایط می‌باشد، از آنجا که تنش کادمیوم سبب افزایش غلظت کادمیوم در برگ‌ها و اندام هوایی گیاه کوشیا می‌شود این امر نشان دهنده پتانسیل این گیاه جهت گیاه پالایی است (شمس الدین سعید و پورقاسمیان، ۱۴۰۰). با توجه به اهمیت تولید گیاهان دارویی و ضرورت روند توسعه اراضی زیر کشت این گیاهان، این تحقیق به منظور بررسی تاثیر کادمیوم بر خصوصیات جوانه زنی و رشد اولیه گیاهچه‌های گیاه دارویی کوشیا صورت گرفته است.

۲. مواد و روش‌ها

این پژوهش به منظور ارزیابی اثرات سمیت کادمیوم بر شاخص‌های جوانه زنی گیاه دارویی کوشیا درآزمایشگاه فیزیولوژی گیاهان زراعی گروه زراعت و اصلاح نباتات دانشکده کشاورزی دانشگاه بوعلی سینا در سال ۱۴۰۰ انجام شد. آزمایش جوانه زنی به صورت طرح کاملا تصادفی در سه تکرار انجام گردید. تیمارهای مورد بررسی شامل چهار غلظت کادمیوم (۰، ۵۰، ۱۰۰ و ۱۵۰میکرومولار) از ترکیب کادمیوم کلرید بود. جهت انجام آزمایش ابتدا بذرها، ظروف و محیط کار ضدعفونی شدند. بدین منظور بذور با محلول هیپوکلریت سدیم ۰/۵ درصد به مدت یک دقیقه ضدعفونی و پس از آن با آب مقطر سه بار شستشو شدند. به منظور انجام آزمایش جوانه زنی ۱۰۰ عدد بذر ضدعفونی شده توسط پنس در پتری‌دیش ۱۴ سانتی‌متری استریل قرار داده شدند. بذرها به منظور آزمون جوانه‌زنی استاندارد در دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد به مدت ۱۰ روز نگهداری شدند. شمارش بذرهای جوانه زده هر ۲۴ ساعت یک بار تا روز دهم انجام گردید. معیار جوانه زنی بذور خروج ریشه چه و قابل رویت بودن آن (۳-۲ میلی متر) در نظرگرفته شد. در این آزمایش درصد جوانه زنی[۱]، سرعت جوانه زنی[۲]، متوسط زمان جوانه زنی[۳] (صادقی و همکاران، ۱۳۹۱)، شاخص ویگور[۴](Li et al., 2013) طول ساقه چه و ریشه چه اندازه گیری شد.

۱) درصد جوانه زنی (GP):

$$GP = (Ng/Tn) \times 100$$

در این رابطه Ng تعداد بذرهای جوانه زده، Tn تعداد کل بذور هستند.

۲) سرعت جوانه زنی (GR):

$$GR = \sum (Gt/Dt)$$

Gt تعداد بذرهای جوانه زده در روز t ام، Dt تعداد روز پس از کاشت.

۳) متوسط زمان جوانه زنی (MGT):

$$MGT = \sum (Gt/Tt)/\sum Gt$$

Gt تعداد بذرهای جوانه زده در روز t ام، Tt زمان متناظر برای Gt در روزها.

۴) شاخص ویگور (VI):

VI = درصد جوانه زنی × وزن خشک گیاهچه

داده های حاصل از آزمایش با استفاده از نرم افزار SAS تجزیه واریانس شده و مقایسه میانگین توسط آزمون LSD در سطح احتمال ۵ درصد انجام شد. رسم نمودارها توسط نرم افزار Excel انجام گرفت.

۳. نتایج و بحث

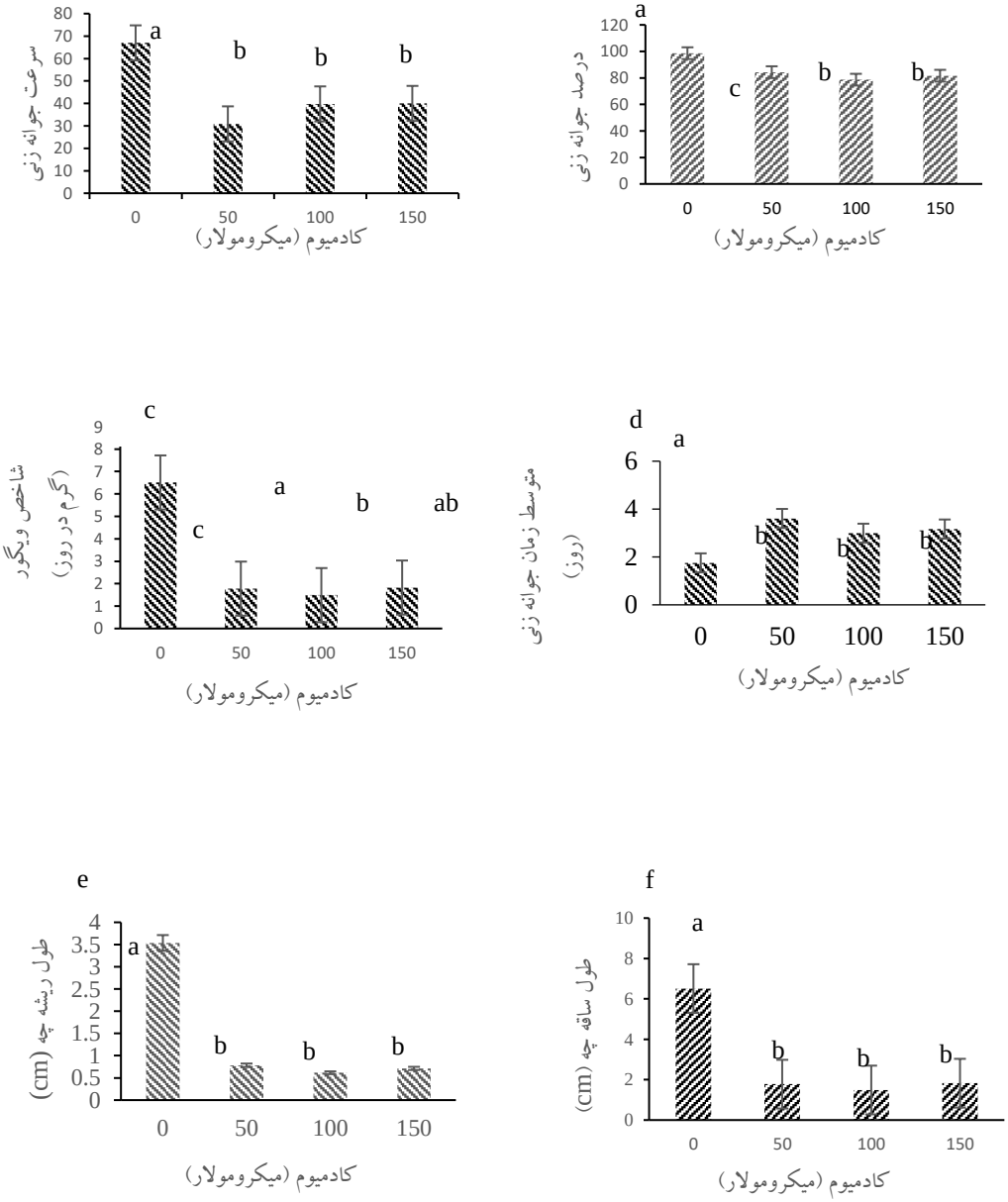
نتایج حاصل از تجزیه واریانس نشان داد تنش کادمیوم بر تمام شاخص‌های جوانه زنی و رشد اولیه گیاهچه شامل درصد جوانه زنی، سرعت جوانه زنی، متوسط زمان جوانه زنی، شاخص ویگور، طول ساقه چه و طول ریشه چه در سطح احتمال ۱ درصد معنی دار بود (جدول ۱).

جدول ۱: تجزیه واریانس (میانگین مربعات) اثر فلز سنگین کادمیوم برمولفه های جوانه زنی گیاه کوشیا

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات (MS)					
		درصد جوانه زنی	سرعت جوانه زنی	متوسط زمان جوانه زنی(روز)	شاخص ویگور (گرم در روز)	طول ساقه چه (cm)	طول ریشه چه (cm)
کادمیوم	۳	۷۰۷/۰۰۰**	۲۱۹۷/۲۵۸**	۵/۶۹۰**	۵۲/۳۳۶**	۶/۴۸۹ **	۱۸/۰۹۰**
خطا آزمایش	۸	۲۳۶/۶۶۶	۹۷/۷۹۳	۰/۴۸۶	۱/۵۰۲	۰/۳۲۰	۰/۷۵۸
خطای کل	۱۱	۹۴۳/۶۶۶	۲۲۹۵/۰۵۱	۶/۱۷۶	۵۳/۸۳۹	۶/۸۰۹	۱۸/۸۴۸
ضریب تغییرات CV%	-	۶/۳۳۶	۷/۸۷۱	۸/۵۶۲	۱۴/۹۳۷	۱۱/۰۷۱	۲۱/۷۹۳

ns، * و ** به ترتیب عدم معنی داری، معنی دار در سطح احتمال ۵ درصد و ۱ درصد.

نتایج مقایسه میانگین نشان داد که درصد جوانه زنی در تیمار شاهد(بدون کادمیوم) به طور معنی داری بیشتر از سایر تیمارها بوده که بیانگر تاثیر منفی غلظت های مختلف فلز سنگین کادمیوم بر جوانه زنی بذر کوشیا بوده است (شکل 1a). غلظت‌های (۵۰، ۱۰۰ و ۱۵۰) کادمیوم به ترتیب ۱۴/۵۲، ۲۰/۲۷ و ۲۱/۲۲ درصد میزان جوانه زنی را در گیاه کوشیا کاهش داد (شکل 1a). لیو و همکاران (۲۰۱۲) گزارش کردند که درصد جوانه زنی بذر با افزایش غلظت کادمیوم به طور معنی داری کاهش یافته است. سرعت جوانه زنی نیز تحت تاثیر اثر بازدارندگی کادمیوم قرار گرفت و در تیمار ۵۰ میکرومولار بیشترین کاهش را نشان داد. قابل ذکر است که در غلظت های ۱۰۰ و ۱۵۰ میکرومولار نیز سرعت جوانه زنی بشدت کاهش یافت ولی این دو غلظت تفاوت معنی داری با هم نداشتند (شکل 1b). سرعت جوانه زنی در غلظت‌های ۵۰، ۱۰۰ و ۱۵۰ میکرومولار نسبت به شاهد به ترتیب کاهش ۵۳/۸۵، ۴۰/۶۰ و ۴۰/۲۷ درصدی را نشان دادند (شکل 1b). جوانه زنی از مراحل مهم زندگی گیاه محسوب می شود و نسبت به کادمیوم حساسیت دارد، جوانه زدن اولین مرحله تبادل بین مراحل رشدی و محیط برای گیاه به شمار می آید لذا تنش کادمیوم سبب به تاخیر انداختن رشد جنین در طی جوانه زنی می شود (Jaouani et al., 2018). به طور کلی، افزایش غلظت کادمیوم باعث افزایش متوسط زمان جوانه زنی شد، کمترین زمان متوسط جوانه زنی مربوط به شاهد و بیشترین زمان در تیمار ۵۰ میکرومولار کادمیوم مشاهده شد که با نتایج (Fattahi et al., 2019) مطابقت دارد (شکل 1c). در ارتباط با شاخص ویگور نیز غلظت‌های مختلف کادمیوم نسبت به شاهد کاهش معنی داری را نشان داد (شکل 1d). طبق نتایج بدست آمده با افزایش غلظت کادمیوم در شاخص ویگور اختلاف معنی داری مشاهده نشد (شکل 1d). در گزارشی اظهار شده که شاخص های جوانه زنی و ویگور به غلظت کادمیوم محیط جوانه‌زنی بستگی دارد (Carvalho et al., 2023). در این آزمایش افزایش تنش کادمیوم باعث کاهش طول ساقه چه و ریشه چه در مقایسه با شاهد (بدون کادمیوم) شد، هر چند در غلظت‌های (۵۰، ۱۰۰ و ۱۵۰) اختلاف معنی داری مشاهده نشد اما از لحاظ عددی کمترین طول ساقه چه و ریشه چه در غلظت ۱۵۰ میکرومولار مشاهده گردید (شکل 1f و 1e). طول ریشه و ساقه برای گیاهان از عوامل مهم جهت جذب آب و مواد غذایی می باشد. با افزایش غلظت کادمیوم طول ریشه چه و ساقه چه در گیاه سالسولا (*Suaeda salsa* L.) روند کاهشی داشته به طوری که طول ریشه چه بیشتر از طول ساقه چه تحت تاثیر کادمیوم قرار گرفته است(Liu et al., 2012). یکی از دلایل کاهش طول ساقه چه در شرایط تنش کادمیوم، کاهش یا عدم انتقال مواد غذایی از لپه‌ها به جنین می باشد علاوه بر آن کاهش جذب آب توسط بذر در شرایط تنش سبب کاهش ترشح هورمون‌ها و فعالیت آنزیم‌ها و درنتیجه اختلال در رشد گیاهچه می شود (Chaoui and Ferjani, 2005). گزارش شده عناصری مثل کادمیوم از طریق تأثیر بر پمپ‌های پروتونی و اختلال در آنها سبب کاهش رشد ناشی از کاهش تقسیم سلولی و طویل شدن سلول‌ها می شوند(Liu et al., 2004).



شکل ۱. شاخص‌های مختلف جوانه زنی تحت تاثیر تیمار کادمیوم، a) درصد جوانه زنی، b) سرعت جوانه زنی، c) متوسط زمان جوانه زنی، d) شاخص ویگور ، e) طول ساقه چه و f) طول ریشه چه.

٤. نتیجه‌گیری

وجود فلزات سنگین از جمله کادمیوم در محیط جوانه زنی بخشی از تنش‌های محیطی است که سبب مختل شدن فرآیند جوانه‌زنی و رشد اولیه گیاه می شود. مطالعه حاضر نشان داد که اثر کادمیوم بر کاهش شاخص‌های جوانه زنی گیاه کوشیا وابسته به غلظت کادمیوم موجود در محیط جوانه زنی است. گرچه نتایج نشان داد که با افزایش غلظت کادمیوم میزان جوانه

زنی و شاخص‌های مرتبط به آن کاهش یافت ولی با توجه به ویژگی گیاه کوشیا در جذب فلزات سنگین و توانایی جوانه زنی در غلظت بالای کادمیوم می توان از این گیاه دارویی جهت گیاه پالایی و کشت در اراضی آلوده به کادمیوم نیز استفاده نمود.

منابع

شمس الدین، م.، پورقاسمیان، ن. ۱۴۰۰.بررسی واکنش ها ی رشد ی و فیزیولوژیکی گیاه کوشیا به تنش همزمان شوری و کادمیوم. مجله تولیدات گیاهی. ۴۴(۴)، ۴۷۴-۴۶۱.

صادقی، ح.، شرفی زاده، م .، عسکری، و. ۱۳۹۱. بررسی اثر میزان رطوبت بذر در هنگام برداشت بر قوه نامیه، قدرت ویگور و کیفیت بذرکلزا. نشریه زراعت. ۹۷، ۴۰-۴۶.

طویلی، ع.، صابری، م.،شهریاری، ع.، حیدری، م. ۱۳۹۲. بررسی اثر پیش تیمار سالیسیلیک اسید بر ویژگی‌های جوانه زنی بذر و رشد اولیه دانه رست *Bromus tomentellusBoiss* در شرایط تنش کادمیوم. مجله پژوهش‌های گیاهی (مجله زیست شناسی ایران). ۲۶(۲)، ۲۱۶-۲۰۸.

Carvalho, E.A., Evgenios, A., Marina, L., Nogueira, G. B., Patrick, H., Brown, A., Ricaro, A. A. 2023. Neutral to-positive cadmium effects on germination and seedling vigor, with and without seed priming. Hazardous Materials.pp. 130813.

Chen, X. L., Bing, L, Xia, Z., Li-hong, L., Han-Lei, W., Kun, Z., Mei, H., Yu-Mei, Z. 2022. Kochiae Fructus: Evaluation on the antioxidant properties and oral safety of its water decoction. Toxicon.pp. 106934.

Goui, H., Ghorbal, M.H., Meyer, C. 2001. Effect of cadmium on activity of nitrate reductase and on other enzymes of the nitrate assimilation pathway in bean. Plant Physiology, 38: 629-638.

Fattahi, B., Arzani, K., Kazem Souri, M., Barzegar, M. 2019. Effects of cadmium and lead on seed germination, morphological traits, and essential oil composition of sweet basil *(Ocimum basilicum L.)*. Industrial Crops & Products. pp. 111584.

Jaouani, K., Karmous, A., Ostrowski, M., El Ferjani, E., Jakubowska, A., Chaoui, A. 2018. Cadmium effects on embryo growth of pea seeds during germination: Investigation of the mechanisms of interference of the heavy metal with protein mobilization-related factors. Plant Physiology. pp. 64-76.

Hirich, A., Choukr-Allah, R., Ragab, R. 2020. Emerging Research in Alternative Crops. United Kingdom: Center for Ecology and Hydrology.

Li, Q., Lu, Y., Shi, Y., Wang, T., Ni, K., Xu, L., Liu, S., Wang, L., Xiong, Q., Giesy, J. Combined effects of cadmium and fluoranthene on germination, growth and photosynthesis of soybean seedlings. 2013. Environmental Sciences. PP. 1936–1946.

Liu, D., Jiang, W., Gao, X. 2004. Effects of cadmium on root growth, cell division and nucleoli in root tips of garlic. Biologia Plantarum, 47: 79–83.

Liu, S., Yung, C., Xie, W., Xia, C., Fan, P. 2012. The effects of cadmium on germination and seedling growth of Suaeda salsa. Procedia Environmental Sciences. pp. 293-298.

Shi, R., Lichen, L., Weitao, L., Aurang, Z. 2022. Kochia scoparia L., a newfound candidate halophyte, for phytoremediation of cadmium-contaminated saline soils. Environmental Science and Pollution Research. pp. 44768–44759.

Effect of cadmium on the characteristics of germination and initial growth of Kochia (*Kochia scoparia L.*) seedlings

Atefeh Mirzaei[1], Ali Seprhri[2*]

[1, 2]Department of Agronomy and Plant Breeding, Faculty of Agriculture/ Bu Ali Sina University, Hamedan, Iran

Abstract

Cadmium is a toxic element in the soil, which is of particular importance due to its easy absorption by the plant's root system. Koshia (*K. scoparia*) is also a salt and drought resistant plant that has the ability to absorb heavy metals in its vegetative organs. Its seeds have antioxidant and anti-inflammatory, blood sugar lowering, anti-fungal, anti-allergic, liver protective and anti-cancer properties. This research was conducted in order to evaluate the effects of different concentrations of the heavy metal cadmium on germination and early growth indices of Koshia medicinal plant in the based on a completely randomized design in three replications in the laboratory of crop physiology of the Department of Agriculture and Plant Breeding, Faculty of Agriculture, Bu Ali Sina University. The investigated treatments included four concentrations of cadmium (0, 50, 100 and 150 µM) of cadmium chloride compound. The results of analysis of variance showed that cadmium stress was significant on all indices of germination and seedling growth, including germination percentage, germination rate, average germination time, vigor index, stem length and root length. The percentage of germination in the control treatment was significantly higher than other treatments, which indicates the negative effect of heavy metal cadmium treatment on seed germination. The percentage of seed germination in different concentrations of cadmium decreased significantly compared to the control. Different concentrations of 50, 100, and 150 µM of cadmium decreased the germination rate in Koshia plants by 14.52, 20.27, and 21.22%, respectively. Although the results showed that with the increase of cadmium concentration, the rate of germination and its related indicators decreased, but due to the characteristic of Koshia plant in absorbing heavy metals and the ability to germinate in high concentration of cadmium, this medicinal plant can be used for plant remediation and cultivation in lands contaminated with cadmium were also used.

Keywords: Koshia, cadmium, germination, vigor index

* e-mail : a_sepehri@basu.ac.ir: sepehri2748@gmail.com

اثر کلرید کلسیم بر روی برخی ویژگی های مورفولوژیکی میکروگرین شنبلیله *(Trigonella foenum-graceum* L.)

صمدرفیعی، شاهپورخانقلی

گروه علوم باغبانی، دانشکده علوم کشاورزی، دانشگاه شاهد، تهران

چکیده

به منظور بررسی تأثیر کلرید کلسیم بر ویژگی های مورفولوژیکی و صفات کیفی گیاه دارویی شنبلیله (Trigonella foenum-L.graceum)، آزمایشی در قالب طرح بلوک های کامل تصادفی با ۳تیمار و ۳ تکرار، بر روی صفات وزن تر وخشک،شاخص استحکام،شاخص جرم برگ،وزن خشک هیپوکوتیل،ارتفاع هیپوکوتیل،وزن خشک دیسک وقطر هیپوکوتیل میکروگرین شنبلیله، در سال ۱۴۰۱ در آزمایشگاه مرکزی دانشکده کشاورزی، اجرا شد. تیمارهای مورد استفاده شامل شاهد (آب مقطر)، کلرید کلسیم (غلظت ۱۰میلی مولار) و (غلظت ۲۰میلی مولار)بصورت محلول پاشی روی سطح گیاه در۵ مرحله انجام شد.نتایج حاصله نشان داد که کاربرد غلظت ۱۰میلی مولار باعث افزایش صفات مورد بررسی شده وعملکرد معنی داری نسبت به غلظت ۲۰میلی مولار که باعث کاهش صفات مورد بررسی وشاهد که تغییرات زیادی نسبت به تیمار کلرید کلسیم نداشته،از خود نشان داد.غلظت ۱۰استفاده شده باعث افزایش معنی دار وزن خشک گیاه،شاخص استحکام،شاخص جرم سطح برگ،قطر هیپوکوتیل،وزن خشک هیپوکوتیل و وزن خشک دیسک شد.کمترین مقدار صفات ارزیابی شده مربوط به غلظت ۲۰میلی مولار کلرید کلسیم بود.

واژگان کلیدی: شنبلیله، میکروگرین، شاخص استحکام، شاخص جرم سطح برگ

ایمیل نویسنده مسئول

E-mail: samad.rafiei@shahed.ac.ir.

۱. مقدمه

شنبلیله با نام علمی *Trigonella foenum-graceum* L. یک گیاه علفی یکساله از تیره Legouminosae است که بومی شرق مدیترانه است. در طب سنتی مصارف زیادی برای این گیاه ذکر شده است، از این گیاه برای تسهیل زایمان، کمک به هضم غذا و افزایش سوخت و ساز و تقویت عمومی در بدن استفاده شده است. این گیاه به سبب تولید آلکالوئیدهای دارویی، ترکیبات استروییدی، ساپوژنینها و قدرت درمان بخشی بالا در زمره مهمترین گیاهان دارویی جهان قرار دارد.(1).روش های جدیدی برای پرورش سبزی های دارویی بکارگرفته می شود که یکی از این روش ها میکروگرین است. میکروگرین ها گیاهچه های دارای حداکثر دو برگ حقیقی از انواع گیاهان خوراکی شامل سبزی ها می باشند که بعنوان تقویت کنندۀ طعم غذاها بکار گرفته می شوند تا علاوه بر لذیذ ساختن غذاها به آنان ظاهری مطلوب و دلپذیر ببخشند. میکروگرین ها غالباً سرشار از عناصر غذایی گوناگون با مقادیر بسیار بیشتر نسبت به حالت گیاه بالغ می باشند(۲). ازعناصر غذایی پر مصرف و کم مصرف برای بهتر وبیشتر کردن موادموثره ومغزی گیاه استفاده میشودکه کلسیم یکی از این عناصر است.کلسیم برای رشد گیاه مهم است وبا حفظ وتعدیل عملکردهای مختلف سلولی باعث توسعه آن می شود.کلسیم فرایندهای خارج سلولی وداخل سلولی را تغییر میدهدوباعث تغییراتی مثل تاخیر در رسیدن،تغییر رنگ،نرم شدن،تولید اتیلن وco_2،افزایش قند وکاهش اسیدهای کل می شود.(۳)کلسیم محلول پاشی شده از طریق ایجاد کمپلکس با گروه های کربوکسیل پکتین باعث سفتی بافت میوه وسبزی شده وبه دیواره سلولی استحکام می بخشد به این ترتیب نقش اساسی در به تأخیر انداختن فساد سبزی دارد(۴).بنابر گزارشی کاربرد کلرید کلسیم بر میکروگرین باعث افزایش ارتفاع گیاه،افزایش سطح لپه کتیلدون،افزایش وزن تر وخشک واستحکام و ماندگاری گیاه شده است(۵).هدف از این آزمایش بررسی تاثیر اسپری غلظت های کلرید کلسیم بر روی عملکردمورفولوژیکی وکیفیت میکروگرین دارویی شنبلیله در محیط آزمایشگاه می باشد.

۲.مواد و روش ها

۱.۲. محل ونحوه انجام ازمایش

این آزمایش به‌منظور بررسی میزان کلرید کلسیم بر میزان رشد میکروگرین شنبلیله و بیومس آن و نیز کیفیت ظاهری در آزمایشگاه فیزیولوژی پس از برداشت دانشکده علوم کشاورزی دانشگاه شاهد در سال ۱۴۰۱ اجرا شد.بذر تهیه شده باقوه نامیه۹۲.۵ درابتدا به مدت نصف روز با آب مقطر خیسانده شد و سپس آبکشی وبا استفاده از اتانول۷۵٪ ضدعفونی ودر ظروف با اندازه۱۴*۱۶ که از قبل با محیط کشت کوکوپیت استریل شده توسط اتوکلاو پر شده بودند،کشت شدند و با یک لایه نازک از محیط کشت پوشانده شد. در هر ظرف میزان ۷.۵ گرم بذرکشت شد. میزان آب داده شده نیز طبق نیاز گیاهان انجام گرفت.آزمایش در قالب طرح کاملاً تصادفی با سه تکرار انجام شد. فاکتور آزمایش شامل سه سطح کلرید کلسیم ،کنترل (آب مقطر)، ۱۰ و ۱۵ میلی‌مول در لیتر به صورت اسپری بود.نور آفتاب بصورت ۸ساعته از پنجره آزمایشگاه تامین شد ودمای محیط حداقل۱۹وحداکثر۲۳درجه سانتی گراد بود.برای تامین شرایط یکسان برای همه ظروف کشت،روزانه مکان آنها تصادفی بایکدیگر تعویض می شد.تیمارکلرید کلسیم در۵مرحله تا برداشت بصورت پاششی روی برگ های لپه ای وحقیقی که در هر نوبت برای هر ظرف،۸ میلی لیتر ازمحلول تهیه شده، مورد استفاده قرار گرفت.بعد از گذشت ۱۵روز برداشت گیاه در یک روز

انجام گرفت. دراین تحقیق صفاتی از قبیل خصوصیات مورفولوژی و رشد گیاهچه از قبیل وزن تروخشک کل،مساحت سطح برگ ،شاخص جرم سطح برگ،قطر هیپوکوتیل،ارتفاع وشاخص استحکام مورد اندازه‌گیری قرارگرفت.

$$\text{شاخص استحکام} = \text{وزن خشک هیپوکوتیل} * \frac{\text{قطرهیپوکوتیل}}{\text{طول هیپوکوتیل}}$$

$$\text{شاخص جرم سطح برگ (LMA)} = \frac{\text{وزن خشک دیسک برگ}}{\text{سطح دیسک برگ}}$$

۲.۲. تجزیه آماری داده ها

دراین پژوهش تجزیـــــه آمـــــاری داده‌هاشـامل تجزیه واریانس با اسـتفاده از نرم‌افزار .SAS 9 و مقایسـه میانگین صـفات موردارزیابی با آزمون دانکن درسطح احتمال 1درصدانجام گرفت.

۳. نتایج

طبق نتایج جدول تجزیه واریانس،صفات موردبررسی شامل وزن خشک کل،شاخص استحکام،شاخص جرم سطح برگ،قطر هیپوکوتیل،وزن خشک هیپوکوتیل ،وزن خشک دیسک ونمره دهی به شکل ظاهری تحت اثراسپری غلظت‌های کلرید کلسیم در سطح احتمال ۱٪ قرار گرفتند.(جدول ۱).

جدول ۱. تجزیه واریانس (طرح کامل تصادفی) صفات کمی گیاه دارویی شنبلیله تحت اثر کلرید کلسیم

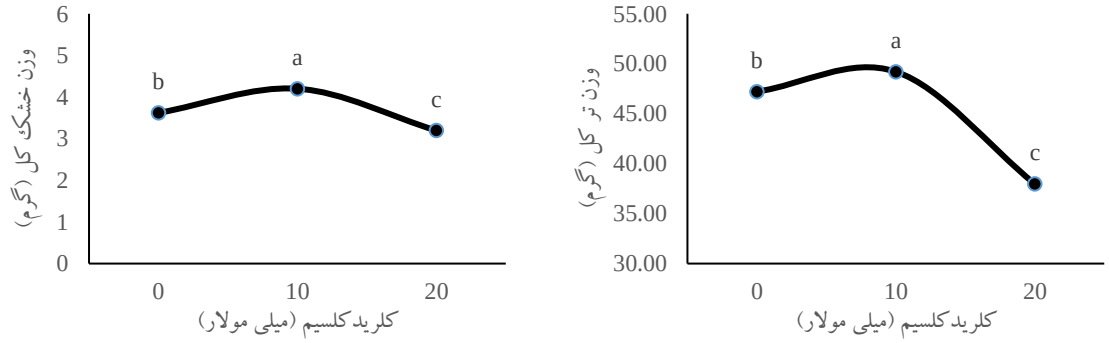
منابع تغییرات	درجه آزادی	وزن خشک کل	شاخص استحکام	شاخص جرم سطح برگ	مساحت سطح برگ	قطر هیپوکوتیل
کلریدکلسیم	۲	0/0011**	0/0060**	0/0002**	0/0011**	0/010**
خطا	۶	۰/۰۲91	3/322	0/00000633	0/00436	0/0000342
ضریب تغییرات (٪)	-	4/643	18/727	2/664	11/306	4/351

ادامه جدول ۱. تجزیه واریانس (میانگین مربعات) صفات کمی گیاه دارویی خرفه تحت کلرید کلسیم

منابع تغییرات	درجه آزادی	وزن خشک هیپوکوتیل	وزن خشک دیسک	نمره دهی به شکل ظاهری	وزن تر کل	ارتفاع هیپوکوتیل
کلرید کلسیم	۲	0/0029**	0/0002**	0/0001**	0/2146	0/1391
خطا	۶	0/000002 00	0/000000 001	0/000000000	0/514	0/111
ضریب تغییرات (٪)	-	11/785	2/654	0	5/905	6/113

۱.۳. وزن تر وخشک کل

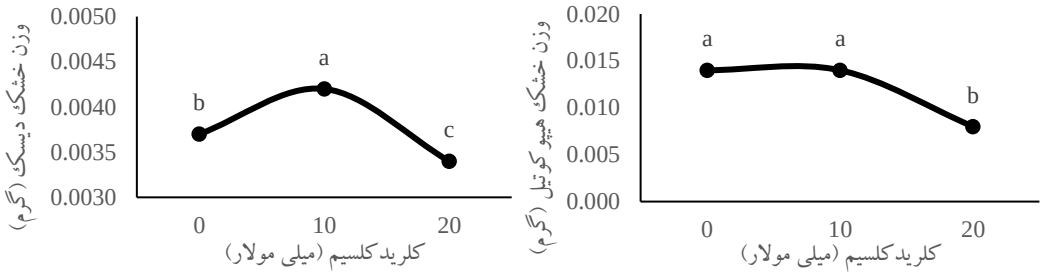
طبق یافته‌های حاصل از نتایج مقایسه میانگین،کاربرد ۱۰ میلی مولار کلریدکلسیم موجب افزایش وزن تر وخشک کل میکروگرین‌های گیاه دارویی شنبلبله شد،وباافزایش غلظت کلرید کلسیم مقداراین صفات کاهشی شد.بیشترین مقدار (۵۰/۱۱) غلظت ۱۰ میلی مولارکلریدکلسیم،کمترین مقدار(۳۷/۳۶)غلظت ۲۰ میلی مولارکلرید کلسیم می باشد.(شکل ۱)



شکل ۱.مقایسه میانگین اثر کلرید کلسیم بر صفات وزن تر و خشک کل

۲.۳. وزن خشک هیپوکوتیل به وزن خشک دیسک

طبق یافته‌های حاصل از نتایج مقایسه میانگین،کاربرد ۱۰ میلی مولار کلریدکلسیم باعث افزایش وزن خشک هیپوکوتیل ودیسک شده وافزایش غلظت باعث کاهش وزن آنها شده است.کمترین مقدار(0/007) برای غلظت ۲۰میلی مولار وبیشترین برای غلظت ۱۰میلی مولار می باشد. (شکل۲)



شکل۲.مقایسه میانگین اثر کلرید کلسیم بر صفات وزن خشک هیپوکوتیل و دیسک

۳.۳. شاخص استحکام

طبق جدول تجزیه واریانس غلظت ۱۰میلی مولار کلرید کلسیم باعث افزایش شاخص استحکام و افزایش غلظت نیز باعث کاهش شاخص استحکام گردید.شاهد نیز نتیجه مطابق با غلظت ۱۰ کلرید کلسیم داشت.

۴.۳. شاخص جرم سطح برگ

طبق جدول تجزیه واریانس غلظت ۱۰میلی مولار باعث افزایش این فاکتور وافزایش غلظت کلرید کلسیم نیز باعث کاهش آن شده است.

۵.۳. ارتفاع هیپوکوتیل

طبق آزمایشی که انجام گرفت،ارتفاع گیاهان تیمارشده با غلظت۱۰میلی مولارکلریدکلسیم باعث افزایش طول هیپوکتیل ها شد.(شکل۳)

شکل۳-مقایسه ارتفاع هیپوکوتیل شاهد(راست)وغلظت ۱۰میلی مولار(چپ) کلریدکلسیم

٦.٣. شکل ظاهری

طی آزمایش انجام شده،نشان داده شد که غلظت ۱۰میلی مولار کلرید کلسیم نسبت به بقیه تیمار ها اثر خوبی روی کیفیت ظاهری میکروگرین شنبلیله داشته وبازارپسندی بهتری نسبت به شاهد وغلظت بالاتر داشته است.(شکل۴)

شکل٤-کیفیت ظاهری گیاه شاهد(چپ)و محلول پاشی شده با غلظت۱۰میلی مولار(راست)

٤.بحث ونتیجه گیری

کاربرد غلظت‌های کلرید کلسیم موجب اثر معنی‌دار و افزایشی صفات گیاه دارویی شنبلیله شد.به طوری که در غلظت های ۱۰میلی مولار کلرید کلسیم بیشتر شاخص های مورد بررسی افزایش از خود نشان دادند. کلسیم یکی از عناسر معدنی بسیار مهم در زندگی انسان و گیاه می‌باشد. افزایش میزان صفات را می‌تواند به این دلیل باشد که، کلسیم در بسیاری از مسیرهای سلول‌های گیاهی از جمله رشد و نمو گیاه، مقاومت در برابر تنش محیطی، پاسخ هورمونی، تعامل با میکروارگانیسم‌های بیماری‌زا و فتوسنتزنقش دارد. کانال‌های کلسیمی در غشاهای سیتوپلاسمی، غشای هسته سلول و غشای اندامک‌های مختلف وجود دارند. کلسیم می‌تواند رونویسی و ترجمه ژن‌هایی را تنظیم کند که پروتئین‌ها و آنزیم‌های کلروپلاست را که در واکنش‌های فتوسنتز نقش دارند، کد می‌نمایند. فتوسنتز گسترده‌ترین فرآیند بیوسنتزی روی زمین است که در کلروپلاست‌ها که دارای مخزن کلسیم هستند،رخ می‌دهد.در آزمایشی که انجام شده بود {Xu, 2013 #13}کاربرد۱۰میلی مولار کلرید کلسیم باعث افزایش فاکتورهای مورد بررسی در آزمایش وکیفیت کلی میکروگرین کلم بروکلی شده بود.

اسپری غلظت ۱۰کلرید کلسیم باعث افزایش کیفیت ظاهری و فاکتورهای مورد بررسی شد ولی افزایش غلظت به ۲۰میلی مولار باعث افت فاکتورهای رشدی شده و کیفیت ظاهری نیز افت کرد.استفاده نکردن از محلول نیز در حالت کلی روی برخی از

صفات مورد بررسی تاثیر نداشته یا خیلی کم بوده که قابل چشم پوشی میباشد.استفاده از کلریدکلسیم ۱۰میلی مولار در میکروگریم گیاه شنبلیله باعث افزایش برخی صفات مورفولوزیکی شد.

تشکر و قدردانی

نویسندگان برخودلازم می‌دانند از مسئولین دانشکده کشاورزی،گروه علوم باغبانی وهمچنین آزمایشگاه‌های فیزیولوژی پس از برداشت و آزمایشگاه زیست فناوری مرکزی برای فراهم کردن امکانات این پژوهش تشکرو قدردانی نمایند.

منابع

جعفری ف. میکروگرین شیوه ای جدید درپرورش سبزی های تازه در خانه. همایش ملی الکترونیکی دستاوردهای نوین در علوم مهندسی و پایه۱۳۹۳.

حسینی فف, امیری ما, رضوی ف, editors. بهبود خواص آنتی اکسیدانی و آنتوسیانین میوه توت فرنگی رقم آروماس با استفاده از لاکتات کلسیم و سوربات پتاسیم۲۰۱۹.

Goble CC, editor Effects of Calcium Fertilization on Growth, Yield, and Nutrient Content of Hydroponically Grown Radish Microgreens2018.

Hasanzadeh E, Rezazadeh S, Shamsa S, Dolatabadi R, Zarringhalam J. Review on phytochemistry and Therapeutic properties of Fenugreek (Trigonella foenum-graceum). Journal of Medicinal Plants. 2010;9(34):1-18

Kou L, Yang T, Liu X, Luo Y. Effects of pre-and postharvest calcium treatments on shelf life and postharvest quality of broccoli microgreens. HortScience. 2015;50.۸-۱۸۰۱:(۱۲) ۳

The effect of calcium chloride on some morphological features of microgreen fenugreek (*Trigonella foenum-graceum* L)

***Samad Rafiei, Shahpour Khangholi**

Department of Horticultural Sciences, Faculty of Agricultural Sciences, Shahed University, Tehran, Iran

Abstract

In order to investigate the effect of calcium chloride on the morphological characteristics and qualitative traits of the medicinal plant fenugreek (Trigonella foenum-graceum L), an experiment in the form of a randomized complete block design with 3 treatments and 3 replications, on microgreen fenugreek, in 1401 in the central laboratory of the faculty Agriculture was implemented. The treatments used include control (distilled water), calcium chloride (concentration 10 mM) and (concentration 20 mM) in the form of foliar spraying on the surface of the plant in 5 stages.The obtained results indicate that the use of 10 mM concentration increased the tested traits and showed a significant effect compared to the 20 mM concentration which decreased the tested traits and the control showed no significant changes compared to the calcium chloride treatment. The concentration of 10 was used. It caused a significant increase in plant dry weight, firmness index, leaf surface mass index, stem diameter, stem dry weight and disk dry weight. The lowest value of the evaluated traits was related to the concentration of 20 mM calcium chloride.

* e-mail samadrafiei@shahed.ac.ir.

اثر محلول‌پاشی کیتوزان و دی‌اکسیدتیتانیوم (بالک و نانو) بر شاخص‌های فلورسانس کلروفیل پنج اکوتیپ ماریتیغال

سمیرا جعفری[1*]، صادق موسوی فرد[1]، عبدالحسین رضایی‌نژاد[1]، حسن مومیوند[1]، کریم سرخه[2]

[1] گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه لرستان، خرم‌آباد، ایران
[2] گروه مهندسی تولید و ژنتیک گیاهی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهید چمران اهواز، اهواز

چکیده

ماریتیغال با نام علمی *Silybum marianum* (L.) Gaertn. گیاهی یک یا دو ساله از خانواده کاسنی (Asteraceae) است که برای درمان و پیشگیری از بیماری‌های کبدی مورد استفاده قرار می‌گیرد. امروزه کاربرد نانوذرات مورد توجه بسیاری از محققین رشته کشاورزی قرار گرفته است. هدف از این پژوهش بررسی غلظت‌های مختلف کیتوزان و دی‌اکسیدتیتانیوم (بالک و نانو) بر پارامترهای فلورسانس کلروفیل اکوتیپ‌های مختلف ماریتیغال می‌باشد. آزمایش به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح پایه بلوک-های کامل تصادفی انجام شد. تیمارهای آزمایشی شامل اکوتیپ‌های ماریتیغال در پنج سطح (بوداکالازی، ساری، خمین، خرم‌آباد و اهواز) و نوع و غلظت محرک با ۹ سطح، محلول‌پاشی با آب مقطر (شاهد)، کیتوزان بالک با غلظت‌های ۵۰ و ۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر، نانو کیتوزان با غلظت‌های ۵۰ و ۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر، دی‌اکسیدتیتانیوم بالک با غلظت‌های ۵۰ و ۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر و نانو دی‌اکسیدتیتانیوم با غلظت‌های ۵۰ و ۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر بود. نتایج این آزمایش نشان داد که تیمار گیاهان با نانوکیتوزان در غلظت ۵۰ میلی‌گرم در لیتر میزان فلورسانس حداکثر، فلورسانس متغیر و حداکثر عملکرد کوانتومی فتوسیستم II را بالا برد. برخلاف این، میزان فلورسانس حداقل (F0) تحت تأثیر این تیمار کاهش یافت.

واژگان کلیدی: فلورسانس حداکثر، کیتوزان، ماریتیغال، نانوذرات

e-mail: Samirajafari275@yahoo.com

۱. مقدمه

گیاهان دارویی یکی از مهم‌ترین منابع دارویی هستند که از هزاران سال قبل کاربرد داشته‌اند. سازمان بهداشت جهانی تخمین زده است که بیش از ۸۰ درصد از مردم به‌صورت سنتی و یا مدرن از گیاهان دارویی استفاده می کنند (Folashade et al., 2012). ماریتیغال با نام علمی (*Silybum marianum* (L.) Gaertn.) گیاهی یک یا دو ساله از خانواده کاسنی (Asteraceae) است (Cacho et al., 1999). دانه‌های ماریتیغال دارای ترکیب‌های سیلی‌بین، سیلی‌کریستین و سیلی‌دیانین است که مجموعه آن‌ها تحت عنوان سیلی‌مارین شناخته می‌شوند و از عصاره متانولی میوه‌های خشک شده (دانه) آن استخراج می‌شوند (Bosisio et al., 1992). امروزه به موازات پیشرفت فناوری‌ها، از فنون مختلفی جهت افزایش کمی و کیفی محصولات کشاورزی و گیاهان دارویی استفاده می‌شود. در این میان می‌توان به فناوری نانو، به منظور افزایش بهبود بهره‌وری کشاورزی اشاره کرد (Chinnamuthu and Boopathi, 2009). کیتوزان از جمله الیسیتورهای زیستی می‌باشد که باعث تغییرات فیزیولوژیکی و مورفولوژیکی در گیاهان می‌شود (Malekpoor et al., 2017). طبق نظر پژوهشگران این ماده خطر زیست محیطی ندارد، زیرا اثر سمیت روی پستانداران و محیط زیست ندارد و همچنین فراوانی بالایی در طبیعت دارد (Valadi et al., 2013). اثر مثبت نانوذرات کیتوزان نیز بر افزایش پارامترهای رشد در محصولات مختلف گزارش شده است (Saharan et al., 2016). در مطالعه‌ای پژوهشگران گزارش کردند، استفاده از نانوذرات کیتوزان- مس، در گیاهان ارزن انگشتی باعث افزایش رشد و عملکرد می‌شود (Sathiyabama and Manikandan, 2018). دی‌اکسید تیتانیوم، یک اکسید معدنی غیر سیلیکاتی طبیعی می‌باشد که در اشکال مختلف (آناتاز، روتیل و بروکایت) وجود دارد (Cwalina-Ambroziak et al., 2012). تحقیقات پیشین پتانسیل تأثیر نانو ذرات تیتانیوم را در بهبود عملکردهای فیزیولوژی و مورفولوژی گیاهان گاوزبان (Hussaini Begum et al., 2013) و آفتابگردان (Aminian et al., 2017) تأیید کردند. با توجه به اهمیت گیاه ماریتیغال به‌عنوان یک گیاه دارویی مهم دارویی و لزوم مطالعات پیرامون بهبود پارامترهای فلورسانس کلروفیل، مطالعه حاضر با هدف بررسی غلظت‌های مختلف کیتوزان و دی‌اکسید تیتانیوم در دو فرم بالک و نانو، بر پارامترهای فلورسانس کلروفیل در اکوتیپ‌های مختلف گیاه ماریتیغال انجام شد.

۲. مواد و روش‌ها

۱.۲. منطقه مورد مطالعه

این پژوهش طی دو سال زراعی ۱۳۹۹- ۱۳۹۸ و ۱۴۰۰-۱۳۹۹ در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه لرستان (طول جغرافیایی ۴۸ درجه و ۲۲ دقیقه شرقی، عرض جغرافیایی ۳۳ درجه و ۲۹ دقیقه شمالی و ارتفاع ۱۱۲۵ متر از سطح دریا) انجام گردید.

۲.۲. روش تحقیق

در این تحقیق، بذرهای گیاه ماریتیغال شامل چهار اکوتیپ داخلی تهیه شده از شرکت پاکان بذر اصفهان و یک رقم با منشأ خارجی تهیه شده از مرکز تحقیقات کشاورزی اصفهان، استفاده شد. کیتوزان، دی‌اکسید تیتانیوم و نانو دی‌اکسید تیتانیوم جهت انجام آزمایش از شرکت پیشگامان نانومواد ایرانیان (مشهد) تهیه گردید. کیتوزان ساخت شرکت Sigma-Aldrich آمریکا با وزن مولکولی متوسط بود که در دانشگاه لرستان نانوذره شد. به‌منظور آماده‌سازی خاک برای کشت ماریتیغال، زمین شخم عمیق زده شد و بعد از خرد کردن کلوخه‌ها با دیسک، کودهای شیمیایی مورد نیاز به خاک اضافه شد، سپس زمین تسطیح شد. فاصله

بوته‌ها روی ردیف ۴۰ و فاصله بین اکوتیپ‌ها ۸۰ سانتی‌متر در نظر گرفته شد و فاصله بین بلوک‌ها ۱ متر در نظر گرفته شد. آزمایش به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی انجام شد. فاکتورهای مورد مطالعه شامل دو فاکتور به ترتیب فاکتور اول آزمایش شامل چهار اکوتیپ داخلی (توده بومی ساری، خمین، اهواز و خرم‌آباد) و یک رقم با منشأ خارجی (رقم مجارستانی یا بوداکالازی) بود و فاکتور دوم شامل نوع و غلظت الیسیتور با ۹ سطح، شاهد، کیتوزان معمولی با غلظت‌های ۵۰ و ۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر، نانو کیتوزان با غلظت‌های ۵۰ و ۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر، دی‌اکسید تیتانیوم معمولی با غلظت‌های ۵۰ و ۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر و نانو دی‌اکسید تیتانیوم با غلظت‌های ۵۰ و ۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر بود. محلول‌پاشی روی اندام هوایی گیاه ماریتیغال در دو مرحله ظهور گل‌آذین و گلدهی انجام شد. برای اندازه‌گیری شاخص‌های فلورسانس کلروفیل برگ (F0،FM ،FV ،Fv/Fm) از دستگاه فلوریمتر مدل (Hanon tech, Pocket PEA, England) استفاده شد. از هر بوته سه برگ بالغ و توسعه یافته از برگ‌های میانی گیاه انتخاب و به روش عادت به تاریکی اندازه‌گیری شد و میانگین اعداد قرائت شده به‌عنوان معیاری از شاخص فلورسانس کلروفیل برگ در نظر گرفته شدند. برای تجزیه داده‌ها از نرم‌افزار SAS استفاده شد.

۳. نتایج

بر اساس نتایج حاصل از تجزیه واریانس مرکب دو سال (جدول ۱) نوع اکوتیپ، غلظت‌های مختلف محلول‌پاشی و اثر متقابل اکوتیپ و محلول‌پاشی اثر معنی‌داری بر صفات فلورسانس حداقل (F0)، فلورسانس حداکثر (Fm)، فلورسانس متغیر (Fv) و حداکثر کارایی کوانتومی فتوسیستم II (Fv/Fm) داشت. همچنین اثر اصلی سال و اثر متقابل سه‌گانه سال در اکوتیپ در محلول‌پاشی به‌طور معنی‌داری پارامترهای کلروفیل فلورسانس را در برگ گیاه ماریتیغال تحت تأثیر قرار دادند.

جدول ۱. تجزیه واریانس پارامترهای کلروفیل فلورسانس در برگ گیاه ماریتیغال در پاسخ به اکوتیپ و محلول‌پاشی کیتوزان و دی‌اکسید تیتانیوم (بالک و نانوذرات)

		میانگین مربعات			
منابع تغییرات	درجه آزادی	F0	Fm	Fv	Fv/Fm
سال (Y)	۱	۲۷۵۳۴۶۲/۰۶ **	۱۴۶۴۳۵۸۷۵۶**	۱۵۹۴۱۰۹۱۶۷**	۰/۱۸ **
تکرار درون سال (Ea)	۴	۱۸۲۰۰۷/۵۲	۷۹۱۱۶۸۲	۶۵۰۴۰۲۱	۰/۰۰۰۲
اکوتیپ (A)	۴	۱۷۳۷۳۴۰/۴۰ **	۲۱۷۵۶۷۰۹ **	۳۴۸۷۲۱۸۷ **	۰/۰۰۸ **
محلول‌پاشی (B)	۸	۱۰۶۱۴۰۷۲/۳۷**	۲۷۴۱۱۷۳۴۳**	۳۸۹۴۶۸۸۶۱ **	۰/۰۷ **
A × Y	۴	۳۹۴۴۳۹/۸۶ **	۱۸۲۵۹۵۳ **	۷۷۵۴۵۱ ns	۰/۰۰۰۶ *
B × Y	۸	۶۵۷۸۹۵/۲۴ **	۲۲۴۰۰۶۱۰ ns	۲۴۵۵۲۷۰۷ **	۰/۰۰۷ **
A × B	۳۲	۶۳۰۰۱/۳۶ **	۳۳۰۳۹۷۳ **	۳۰۵۹۴۲۵ **	۰/۰۰۰۳ *
A × B ×Y	۳۲	۱۱۱۳۸۴/۰۱ **	۳۴۱۸۳۵۲ **	۳۶۲۷۹۳۶ **	۰/۰۰۰۵ **
خطا (Eb)	۱۷۶	۱۸۹۸۳	۱۷۶۵۵۲۹	۱۷۸۷۰۸۳	۰/۰۰۰۲
ضریب تغییرات (٪)		۲/۸۴	۵/۳۹	۴/۷۳	۱/۸۰

، * و **ns: به ترتیب نشان‌دهنده‌ی معنی‌داری در سطح احتمال ۰/۰۱، ۰/۰۵ و عدم تأثیر معنی‌دار هستند.

F0: فلورسانس حداقل، **Fm**: فلورسانس حداکثر، **Fv**: فلورسانس متغیر، **Fv/Fm**: حداکثر عملکرد کوانتومی فتوسیستم **II**

جدول ۲. مقایسه میانگین اثر متقابل اکوتیپ و محلول‌پاشی کیتوزان و دی‌اکسید تیتانیوم (بالک و نانوذرات) بر پارامترهای کلروفیل فلورسانس در گیاه ماریتیغال

اکوتیپ	محلول‌پاشی (میلی‌گرم در لیتر)	F0	Fm	Fv	Fv/Fm
ساری	شاهد	۶۰۸۶/۷ a	۲۰۸۵۲ v-x	۱۴۷۶۵ vz	۰/۷۰ t
	تیتانیوم ۵۰	۵۴۰۲ ef	۲۲۱۸۳ o-u	۱۷۴۱۱ t-w	۰/۷۵ op
	تیتانیوم ۱۰۰	۵۱۲۳ h-k	۲۳۱۸۳ o-s	۱۸۰۶۰ r-u	۰/۷۷ mn
	نانو تیتانیوم ۵۰	۴۵۷۸/۸ u-w	۲۵۱۵۶ h-l	۲۰۵۵۷ i-n	۰/۸۱ g-i
	نانو تیتانیوم ۱۰۰	۴۳۹۹/۷ q-t	۲۶۷۶۹ d-f	۲۲۳۷۰ e-i	۰/۸۳ d-f
	کیتوزان ۵۰	۴۷۰۳/۸ o-r	۲۳۷۶۸ l-r	۱۹۰۶۴ n-s	۰/۷۹ i-l
	کیتوزان ۱۰۰	۴۶۴۳/۲ p-s	۲۴۰۶۲ k-q	۱۹۴۱۹ m-r	۰/۸۰ i-k
	نانو کیتوزان ۵۰	۴۰۷۶/۵ za'b'	۳۱۳۰۷ a	۲۷۲۳۱ ab	۰/۸۶ ab
	نانو کیتوزان ۱۰۰	۴۳۱۲/۷ v-x	۲۸۰۰۶ cd	۲۳۶۹۳ de	۰/۸۴ cd
خمین	شاهد	۵۷۸۱/۱۲ h	۱۸۵۶۱ v	۱۲۷۸۰ a'	۰/۶۸ u
	تیتانیوم ۵۰	۵۵۴۸ c-d	۲۲۰۶۸ s-v	۱۶۵۲۰ v-x	۰/۷۴ pq
	تیتانیوم ۱۰۰	۵۱۸۴/۳ g-i	۲۳۳۱۵ n-s	۱۸۱۳۰ r-u	۰/۷۷ m-o
	نانو تیتانیوم ۵۰	۴۵۵۱/۸ r-u	۲۵۰۴۰ i-m	۲۰۴۸۸ i-n	۰/۸۱ g-i
	نانو تیتانیوم ۱۰۰	۴۴۴۹/۳ t-w	۲۵۹۹۳ f-i	۲۱۴۸۴ h-k	۰/۸۲ e-g
	کیتوزان ۵۰	۴۹۶۶/۳ k-m	۲۳۷۱۳ l-r	۱۸۷۴۷ p-t	۰/۷۸ k-m
	کیتوزان ۱۰۰	۴۶۸۷/۸ o-s	۲۴۷۵۵ i-n	۲۰۰۶۷ k-p	۰/۸۰ h-i
	نانو کیتوزان ۵۰	۳۹۷۴/۷ h'	۳۱۶۵۷ a	۲۷۶۸۳ a	۰/۸۷ a
	نانو کیتوزان ۱۰۰	۴۳۳۴/۲ v-x	۲۷۸۵۹ c-e	۲۳۵۲۵ def	۰/۸۴ cd
خرم‌آباد	شاهد	۶۱۹۱/۱۲ a	۲۰۲۴۶ w-x	۱۴۰۵۵ za'	۰/۶۸ u
	تیتانیوم ۵۰	۵۵۴۸ c-d	۲۱۰۳۰ v-x	۱۵۴۶۸ x-z	۰/۷۲ qr
	تیتانیوم ۱۰۰	۵۴۰۵/۷ d-f	۲۱۶۲۰ t-w	۱۶۲۱۵ w-v	۰/۷۴ pq
	نانو تیتانیوم ۵۰	۴۸۲۶/۸ o-r	۲۴۲۹۰ k-p	۱۹۴۶۴ m-r	۰/۷۹ i-k
	نانو تیتانیوم ۱۰۰	۴۷۰۲/۵ o-r	۲۵۹۹۲ f-i	۲۱۲۸۹ h-l	۰/۸۱ f-h
	کیتوزان ۵۰	۵۲۴۰/۵ gh	۲۲۳۱۴ r-v	۱۷۰۷۳ u-w	۰/۷۶ no
	کیتوزان ۱۰۰	۵۱۳۴/۷ h-i	۲۳۲۲۳ o-s	۱۸۰۸۹ r-u	۰/۷۷ mn
	نانو کیتوزان ۵۰	۴۱۹۲/۵ x-z	۲۸۹۵۳ bc	۲۴۷۶۱ cd	۰/۸۵ bc
	نانو کیتوزان ۱۰۰	۴۵۹۸ q-t	۲۶۴۸۰ e-i	۲۱۸۸۲ g-i	۰/۸۲ fg
اهواز	شاهد	۶۰۳۸/۷ a	۲۱۳۶۷ u-x	۱۵۳۲۸ vz	۰/۷۱ st
	تیتانیوم ۵۰	۵۵۶۲/۵ c	۲۰۴۰۱ w-x	۱۴۸۰۶ x-z	۰/۷۲ rs
	تیتانیوم ۱۰۰	۵۲۹۴/۵ fg	۲۳۰۶۲ o-s	۱۷۷۶۷ s-v	۰/۷۶ no
	نانو تیتانیوم ۵۰	۴۷۱۸/۲ o-q	۲۴۴۹۰ k-o	۱۹۷۷۲ l-q	۰/۸۰ h-k
	نانو تیتانیوم ۱۰۰	۴۵۳۵/۳ s-u	۲۴۸۰۶ i-n	۲۰۲۷۰ k-o	۰/۸۱ g-i
	کیتوزان ۵۰	۴۹۹۵/۷ i-l	۲۳۳۶۰ n-s	۱۸۳۶۵ q-u	۰/۷۸ l-m
	کیتوزان ۱۰۰	۴۷۹۲/۵ n-p	۲۳۷۱۵ l-r	۱۸۹۲۳ o-t	۰/۷۹ i-l
	نانو کیتوزان ۵۰	۳۹۹۳/۷ a'b'	۲۹۷۰۹ b	۲۵۷۱۶ bc	۰/۸۶ ab
	نانو کیتوزان ۱۰۰	۴۱۴۲/۷ vza'	۲۶۷۳۴ d-g	۲۲۵۹۱ e-h	۰/۸۴ cd
بوداکالازی	شاهد	۵۴۸۸ c-e	۲۰۰۸۰ x	۱۴۵۹۲ z	۰/۷۱ st
	تیتانیوم ۵۰	۵۰۶۵/۷ i-k	۲۲۵۸۳ q-u	۱۷۵۱۷ t-w	۰/۷۷ m-o
	تیتانیوم ۱۰۰	۴۸۹۲ l-n	۲۳۵۹۷ m-r	۱۸۷۰۵ p-t	۰/۷۹ kl
	نانو تیتانیوم ۵۰	۴۴۵۰/۵ t-v	۲۶۵۹۶ d-h	۲۲۱۴۵ f -i	۰/۸۳ d-f
	نانو تیتانیوم ۱۰۰	۴۲۹۲/۵ wv	۲۷۳۰۴ d-f	۲۳۰۱۲ e-g	۰/۸۴ c-e
	کیتوزان ۵۰	۴۷۲۸/۸ o-q	۲۴۸۰۷ i-n	۲۰۰۷۸ k-p	۰/۸۰ h-i
	کیتوزان ۱۰۰	۴۶۴۶/۸ p-s	۲۵۵۳۴ i-k	۲۰۸۸۷ i-m	۰/۸۱ g-i
	نانو کیتوزان ۵۰	۳۷۸۰/۳ c'	۲۹۵۲۶ b	۲۵۷۴۵ bc	۰/۸۷ a
	نانو کیتوزان ۱۰۰	۴۰۱۹/۵ ab'	۲۷۸۲۷ c-e	۲۳۸۰۸ de	۰/۸۵ bc

میانگین‌های دارای حروف مشترک در هر ستون بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال پنج درصد دارای اختلاف معنی‌داری نمی‌باشند.

مقایسه میانگین اثر متقابل اکوتیپ در محلول‌پاشی نشان داد محلول‌پاشی نانوکیتوزان با غلظت ۵۰ میلی‌گرم در لیتر باعث کاهش فلورسانس حداقل Fo در اکوتیپ بوداکالازی (۳۷۸۰/۳) گردید و در شرایط محلول‌پاشی با آب مقطر میزان فلورسانس حداقل در اکوتیپ‌های خرم‌آباد، ساری و اهواز به ترتیب با میانگین ۶۱۹۱/۲، ۶۰۷۶/۷ و ۶۰۳۸/۷ افزایش یافت. نتایج حاصل از مقایسه میانگین اثر اکوتیپ در محلول‌پاشی نشان داد بیشترین میزان Fm (۳۱۶۵۷) مربوط به اکوتیپ خمین و تیمار محلول‌پاشی نانوکیتوزان با غلظت ۵۰ میلی‌گرم در لیتر مشاهده گردید که از لحاظ آماری اختلاف معنی‌داری با اکوتیپ ساری و تیمار محلول‌پاشی نانوکیتوزان با غلظت ۵۰ میلی‌گرم در لیتر نداشت و کمترین میزان آن با میانگین (۱۸۵۶۱) مربوط به اکوتیپ خمین در شرایط محلول‌پاشی با آب مقطر بود. نتایج به دست آمده از مقایسه میانگین اثر متقابل اکوتیپ در محلول‌پاشی نشان داد بیشترین میزان Fv (۲۷۶۸۳) مربوط به اکوتیپ خمین و کاربرد نانوکیتوزان با غلظت ۵۰ میلی‌گرم در لیتر بود که از لحاظ آماری اختلاف معنی‌داری با اکوتیپ ساری همراه با تیمار محلول‌پاشی نانوکیتوزان با غلظت ۵۰ میلی‌گرم در لیتر نداشت و کمترین مقدار آن با میانگین (۱۲۷۸۰) نیز در گیاهان اکوتیپ خمین در شرایط محلول‌پاشی با آب مقطر مشاهده گردید.

حداکثر عملکرد کوانتومی فتوسیستم II (Fv/Fm) تحت تأثیر نوع اکوتیپ، تیمارهای مختلف محلول‌پاشی و اثر متقابل اکوتیپ و محلول‌پاشی قرار گرفت. محلول‌پاشی کیتوزان و دی‌اکسید تیتانیوم (بالک و نانو) (Fv/Fm) را در تمام اکوتیپ‌های مورد بررسی افزایش داد. از بین پنج اکوتیپ مورد مطالعه بیشترین میزان این پارامتر با میانگین (۰/۸۷) مربوط به اکوتیپ‌های خمین و بوداکالازی، ساری همراه با کاربرد محلول‌پاشی نانوکیتوزان با غلظت ۵۰ میلی‌گرم در لیتر بود که بدون اختلاف معنی‌دار از هم در یک سطح قرار گرفتند و کمترین میزان آن با میانگین (۰/۶۸) مربوط به اکوتیپ خرم‌آباد در شرایط محلول‌پاشی با آب مقطر بود (جدول ۲).

٤. بحث و نتیجه‌گیری

نتایج مطالعه حاضر نشان داد فلورسانس سیستم فتوسنتزی تحت تأثیر کاربرد محلول‌پاشی کیتوزان و دی‌اکسید تیتانیوم (بالک و نانو) قرار گرفت، به‌طوری که بالاترین فلورسانس حداکثر، فلورسانس متغیر و حداکثر کارایی کوانتومی فتوسیستم II در تیمار محلول‌پاشی نانوکیتوزان در غلظت ۵۰ میلی‌گرم در لیتر حاصل شد. پس از غلظت‌های نانوکیتوزان غلظت‌های نانو دی‌اکسیدتیتانیوم در رتبه بعدی قرار گرفتند. کمترین میزان این شاخص‌ها نیز در تیمار شاهد مشاهده شد. میزان فلورسانس حداقل (F0) نیز تحت تأثیر سطوح مختلف محلول‌پاشی کیتوزان و دی‌اکسید تیتانیوم (بالک و نانو) کاهش یافت. به‌طوری که کمترین میزان این شاخص در تیمار محلول‌پاشی نانوکیتوزان در غلظت ۵۰ میلی‌گرم در لیتر مشاهده شد. با توجه به اینکه کمترین میزان فلورسانس کمینه در اثر کاربرد محلول‌پاشی نانوکیتوزان در غلظت ۵۰ میلی‌گرم در لیتر ثبت گردید، به نظر می‌رسد تیمار محلول‌پاشی با نانوکیتوزان در غلظت ۵۰ میلی‌گرم در لیتر توانسته است از بازدارندگی نوری سامانه II جلوگیری کند و کارایی فتوسنتزی را افزایش دهد و در پی آن تنفس نوری افزایش یابد. همچنین در این تحقیق مشاهده شد اکوتیپ بوداکالازی از نظر میزان فلورسانس کلروفیل (فلورسانس حداقل، فلورسانس متغیر و حداکثر کارایی کوانتومی فتوسیستم II) وضعیت بهتری نسبت به دیگر اکوتیپ‌ها داشت. نتایج این مطالعه نشان‌دهنده اثر مفید نانوکیتوزان بر فتوسنتز گیاه و تأیید اثر مثبت آن بر فیزیولوژی ماریتیغال است. گزارش شده است نانوذرات کیتوزان می‌توانند رنگدانه‌های فلورسانس را بهبود بخشند. بنابراین، نانوذرات کیتوزان راندمان استفاده از نور را افزایش می‌دهند (Zong et al., 2017). پژوهشگران دیگر نیز گزارش کرده‌اند که کاربرد

نانو دی‌اکسیدتیتانیوم در غلظت ۱۵۰ میلی‌گرم در لیتر میزان کلروفیل فلورسانس را در گیاه نعناع فلفلی افزایش داد (Ahmad et al., 2018).

منابع

Ahmad, B., Shabbir, A., Jaleel, H., Khan, M.M.A., Sadiq, Y. 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.

Aminian, R., Paknejad, M., Hoseini, S.M. 2017. Effect of nano titanium dioxide on yield and yield components of safflower under normal and low irrigation. Environmental Stresses in Crop Sciences. 10(3): 377-390.

Bosisio, E., Benelli, C., Pirola, O. 1992. Effect of the flavanolignans of *Silybum marianum* L. on lipid peroxidation in rat liver microsomes and freshly isolated hepatocytes. Pharmacological Research. 25(2): 147-154.

Cacho, M., Moran, M., Corchete, P., Fernandez, Tarrago, J. 1999. Influence of medium composition on the accumulation of flavonolignans in cultured cells of *Silybum marianum* (L.) Gaertn. Plant Science. 144(2): 63-68.

Chinnamuthu, C.R., Boopathi, P.M. 2009. Nanotechnology and agroecosystem. Madras Agricultural. 96(1-6): 17-31.

Cwalina-Ambroziak, B., Wierzbowska, J., Damszel, M., Bowszys, T. 2012. The effectof mineral fertilization on achenes yield and fungal communities isolated from the stems of milk thistle *Silybum marianum* (L.) Gaertner. Acta Scientiarum Polonorum Hortorum Cultus. 11(4): 157 – 68.

Folashade, K.O., Omoregie, E.H., Ochogu, A.P. 2012. Standardization of herbal medicines. Biodiversity and Conservation. 4(3): 101-12.

Hussaini Begum, M., Taheri, G.H., Vaezi Kakhaki, M.R., Tlaty, M. 2013. Foliar application of chitosan on growth and morphological characteristics of marigold (*Calendula officinalis*). National Conference of Passive Defense in the Agricultural Sector.

Malekpoor, F., Salimi, A., Ghasemi Pirbalouti, A. 2017. Effect of bioelicitor of chitosan on physiological and morphological properties in purpule basil (*Ocimum basilicum* L.) under water deficit. Plant Ecophysiology. 8(27): 56-71.

Saharan, V., Kumarasamy, R.V., Choudhary, R.C., Kumari, S., Pal, A., Raliya, R., Biswas, P. 2016. Cu-chitosan nanoparticle mediated sustainable approach to enhance seedling growth in maize by mobilizing reserve food. Journal of Agricultural and Food Chemistry. 64: 6148- 6155.

Sathiyabama, M., Manikandan, A. 2018. Application of copper-chitosan nanoparticles stimulate growth and induce resistance in fnger millet (*Eleusine coracana*) plants against blast disease. Journal of Agricultural and Food Chemistry. 66: 284–1290.

Valadi, S., Soleimani, M., Khoda Karamian, G., Ghiasvand, T. 2013. Effect of salicylic acid and chitosan on induction of resistance in Chickepa against fusarial wilt and root. Plant Pathology. 49(2): 181-199.

Zong, H., Liu, S., Xing, R., Chen, X., Li, P. 2017. Protective effect of chitosan on photosynthesis and antioxidative defense system in edible rape (*Brassica rapa* L.) in the presence of cadmium. Ecotoxicology and Environmental Safety. 138: 271-278.

Effect of foliar application of chitosan and titanium dioxide (bulk and nano) on chlorophyll fluorescence parameters of five ecotypes of milk thistle

Samira Jafari[1*], Sadegh Mousavi-Fard[1], Abdolhosein Rezaei Nejad[1], Hasan Mumivand[1], Karim Sorkheh[2]

[1] Department of Horticultural Science, Faculty of Agriculture, Lorestan University, Khorramabad, Iran
Khorramabad, Iran
[2] Department of Production Engineering and Plant Genetics, Faculty of Agriculture, Shahid Chamran University of Ahvaz, Iran

Abstract

Silybum marianum Gatrn. (Family: Asteraceae) is an annual or biennial plant, that is used for the treatment and prevention of liver diseases. Today, the application of nanoparticles has attracted the attention of many researchers in the field of agriculture. The purpose of this study was to investigate the effect of different concentrations of chitosan and titanium dioxide (bulk and nano) on the fluorescence chlorophyll parameters of different ecotypes of milk thistle. The experiment was conducted in a factorial arrangement in randomized complete blocks design. Experimental treatments included milk thistle ecotypes (Budakalazi, Sari, Khomein, Khorramabad, and Ahvaz) and foliar application of nine elicitors including: control, bulk CS (50 and 100 mg L^{-1}), nano Chitosan (nCS; 50 and 100 mg L^{-1}), bulk TiO2 (50 and 100 mg L^{-1}) and nano titanium dioxide (nTiO2; 50 and 100 mg L^{-1}). The results showed that foliar application of CS and TiO_2 (bulk and nano) effectively increased. The results of this experiment showed that the highest amount of maximum fluorescence, variable fluorescence and maximum quantum efficiency of photosystem II were obtained in nano chitosan at the concentration of 50 mg L^{-1} treatment. On the other hand, the minimum fluorescence (F0) decreased by nano chitosan at the concentration of 50 mg L^{-1} treatment.

Keywords: Chitosan, Maximum fluorescence, Milk thistle, Nanoparticles

* e-mail: Samirajafari275@yahoo.com

اثر نوع بستر بر تولید گلدانی زنجبیل در شرایط گلخانه

منصوره رضایی[۱]، شاهپور خانقلی[۲*]، امیر بستانی[۳]

[۱] گروه باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شاهد، تهران
[۲] گروه باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شاهد، تهران
[۳] گروه خاکشناسی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شاهد، تهران

چکیده

زنجبیل از قدیمی‌ترین گیاهان داروی و ادویه‌ای مشرق زمین است و به عنوان ادویه در بیشتر غذاهای آسیایی مورد استفاده قرار می‌گیرد. بهره‌برداری از شرایط پایش شده و سبک‌های محصول آوری بدون خاک به دلیل توان منحصربه‌فرد این شیوه‌ها در بهره‌برداری بهینه از نهاده‌ها و استعداد زراعت متراکم در حال افزایش است. در این تحقیق اثر ۳ نوع متفاوت از بستر کشت شامل فقط ماسه، فقط پرلیت و مخلوط ماسه و پرلیت به نسبت مساوی (۵۰٪-۵۰٪) بر خصوصیات اندام هوایی و زیر زمینی گیاه ریزوم دار زنجبیل مطالعه شد. آزمایش بصورت طرح آماری کاملاً تصادفی با ۳ تکرار در گلخانه‌های تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه شاهد، تهران انجام شد. نتایج نشان داد که نوع محیط کشت اثر معنی‌دار بر خصوصیات ریزوم شامل، وزن تر، وزن خشک، درصد ماده خشک و محتوای سدیم داشت. همچنین، در محیط‌های کشت مختلف، سطح برگ، اسیدیته بستر و هدایت الکتریکی بستر بطور معنی‌دار متفاوت بود. بیشینه صفات مرتبط با ریزوم در بستر مخلوط ماسه و پرلیت ثبت شد. بررسی همبستگی‌های پیرسون بین صفات نشان داد که سطح برگ در بوته بطور معنی‌دار و مثبت با صفات مهمی همچون وزن خشک ریزوم و درصد ماده خشک ریزوم همبسته بود. نتایج این تحقیق تائید کرد که با لحاظ کردن مناسب‌ترین بستر کشت (محیط کشت مخلوط ماسه و پرلیت) بیشینه عملکرد وزن تر ریزوم به مقدار ۱۳۳/۵ گرم قابل استحصال است.

واژگان کلیدی: زنجبیل، کشت گلخانه‌ای، بستر کشت، پرلیت، ماسه، بستر مخلوط.

*Khangholi@shahed.ac.ir

۱. مقدمه

از ۲۵۰۰۰۰ گونه گیاهی عالی روی زمین، بیش از ۸۰۰۰۰ گونه در طبیعت دارویی هستند. ازاین‌رو، طبیعت همواره منبعی از ترکیبات دارویی بوده است و تعداد قابل‌توجهی از داروهای مدرن از منابع طبیعی مشتق شده‌اند که نقش حیاتی در درمان بیماری‌ها ایفا می‌کنند (شازده احمدی و همکاران، ۱۴۰۰).

زنجبیل با نام علمی *Zingiber officinale* Roscoe، متعلق به خانواده Zingiberaceae و یکی از مهم‌ترین گیاهان با ارزش‌های دارویی، تغذیه‌ای و قوم‌پزشکی متعدد است، و به‌عنوان ادویه، طعم‌دهنده و داروی گیاهی به‌طور گسترده در سراسر جهان مورداستفاده قرار می‌گیرد (شهرکی و همکاران، ۱۳۹۸). به‌طور سنتی، *Z. officinale* در بسیاری از نظام‌های دارویی برای درمان انواع بیماری‌ها ازجمله تهوع، استفراغ، یبوست، سوءهاضمه، آسم، سرفه، تپش قلب، التهاب، سوءهاضمه، از دست دادن اشتها، و غیره استفاده می‌شود (کجکلاه و همکاران، ۱۴۰۱). در حال حاضر هند بزرگ‌ترین تولیدکننده زنجبیل در جهان است و پس‌ازآن نیجریه و چین نیز از تأمین‌کنندگان غالب بازار جهانی هستند (Singh et al., 2022). زنجبیل عمدتاً در مناطق گرمسیری از سطح دریا تا ارتفاع ۱۵۰۰ متر بالای سطح دریا کشت می‌شود و می‌توان آن را هم در شرایط دیم و هم در شرایط آبی کشت کرد (Nybe and Raj, 2016).

گسترش شهرنشینی و شتاب روزافزون فرآیند صنعتی شدن جوامع، و از سوی دیگر بالا آمدن سطح آب دریاها درنتیجه ذوب شدن یخ‌های قطبی، سطح اراضی کشاورزی و قابل‌کشت را بیش‌ازپیش کاهش داده است. افزون بر این، تولید محصولات کشاورزی بر پایه خاک تحت تأثیر عواملی مانند: زراعت مستمر و خشک‌سالی‌های پیاپی و غیره با دشواری‌های فزاینده‌ای روبرو است. ازاین‌رو، بهره‌برداری از شرایط پایش شده و سبک‌های محصول آوری بدون خاک به دلیل توان منحصربه‌فرد این شیوه‌ها در بهره‌برداری بهینه از نهاده‌ها و استعداد زراعت متراکم در حال فزونی است. استفاده از اسلوب‌های کشت بدون خاک، ارتقاء کیفیت، افزایش راندمان محصول، تولید بیشتر بیوماس را در پی خواهد داشت. افزون بر این، با کنترل و حذف تنش‌های زیستی نظیر علف‌های هرز و عوامل بیماری‌زای خاک‌زی، تولید فرآورده‌ها و مواد خام با مرغوبیت بالا امکان‌پذیر خواهد بود (یعقوب‌وند و همکاران، ۱۴۰۱).

زراعت و فرآوری گیاهان در ظرف‌های مخصوص کشت به‌عنوان یک راهبرد برجسته در صنایع گلخانه‌ای رواج یافته است. در مقایسه با کشت مزرعه‌ای، حجم بستر کشتی که برای هر گیاه استفاده می‌شود، بسیار کاهش‌یافته و رشد گیاه به میزان زیادی تحت تأثیر ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی بستر کشت قرار می‌گیرد. بنابراین مدیریت مناسب بستر گیاهان گلدانی، باعث تولید گیاهانی باکیفیت مناسب خواهد شد. یک بستر کشت مناسب افزون برداشتن ویژگی‌های مطلوب فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی، باید در دسترس، به نسبت ارزان، پایدار و به‌اندازه کافی سبک باشد تا کار با آن آسان‌تر و هزینه حمل‌ونقل آن ازنظر اقتصادی سودآور و به‌صرفه باشد. امروزه استفاده از بسترهای کاشت بدون خاک در گلخانه‌ها برای تولید گیاهان گلدانی و نشاء سبزی‌ها در حال گسترش است (صالحی ساردویی و رهبریان، ۱۳۹۵).

ایجاد بستر مناسب گیاه در محیط گلخانه برای کشت از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. از این رو هدف از این پژوهش بررسی اثر نوع محیط کشت بر تولید گلخانه‌ایی و همچنین تعیین عملکرد تولید ریزوم در کشت گلدانی زنجبیل بود.

۲. مواد و روش‌ها

۱.۲. محل اجرای آزمایش

این تحقیق در دی ماه ۱۴۰۰ در گلخانه‌های تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه شاهد با مختصات جغرافیایی ''۱۵ '۳۳ °۳۵ شمالی و ''۲۴ '۲۰ °۵۱ شرقی به اجرا در آمد.

۲.۲. روش تحقیق

آزمایش بر پایه طرح آماری کاملاً تصادفی با ۳ تکرار انجام شد. تیمارها عبارت بودند از ۳ نوع متفاوت از بستر کشت شامل فقط ماسه، فقط پرلیت و مخلوط ماسه و پرلیت به نسبت مساوی (۵۰٪-۵۰٪).

برای تهیه بذر، ابتداء مقدار ۵ کیلوگرم ریزوم زنجبیل خریداری و به تکه‌هایی با وزن تقریبی ۱۲۰ تا ۱۴۰ گرم تقسیم شده و بلافاصله با استفاده از محلول برودوفیکس ۲٪ (باغبان تک (http://www.baghbantak.com)) ضدعفونی شدند. تکه‌های ریزوم سپس به مدت ۲ روز در هوای آزاد قرار گرفت تا محل برش کاملاً خشک شوند و سپس به مدت ۲ هفته در محیط آزمایشگاه در پرلیت خالص قرار داده شدند تا ریشه‌دار شوند (شکل ۱). همزمان کار آماده سازی گلدان‌ها نیز انجام شد. برای تهیه بسترهای ماسه‌ای، مقداری ماسه ساحلی تهیه و شستشو شد تا شوری آن از بین برود و سپس در هوای آزاد خشک شد. پرلیت نیز از شرکت معدن کاوان اصفهان (https://madankavan.com) تهیه شد. بستر مخلوط نیز از مخلوط کردن مساوری ماسه و پرلیت (۵۰٪-۵۰٪) به‌دست آمد. متعاقباً، گلدان‌ها و همچنین بسترهای کشت با استفاده از محلول بردوفیکس ۲٪ ضد عفونی شدند. سپس، گلدان‌ها با مقدار مناسب از بستر کشت پر شدند و داخل هر گلدان ۳ الی ۴ تکه ریزوم ریشه‌دار شده در عمق ۸ سانتی‌متری کاشته شد و بلافاصله آبیاری شدند.

شکل ۱. ریشه‌زایی ریزوم‌های زنجبیل

در طول مراحل انجام آزمایش سعی شد که دمای گلخانه ۲۸ درجه سانتی‌گراد و رطوبت نیز در سطح ۷۰ درصد ثابت نگاه داشته شود. همه روزه یک وعده آبیاری انجام شد. طی دو ماهه اول پس از کشت تا زمان پیدا شدن سبزینه‌ها فقط به هر گلدان تنها ۱۰۰ میلی‌لیتر آب مقطر داده شد. پس از دو ماه، و به مدت ۳۰ روز به جای آب مقطر از ۱۰۰ میلی‌لیتر محلولی غذایی هوگلند ٪۵۰ (Hoagland and Arnon, 1950) استفاده شد. پس از ۳۰ روز، به هر گلدان ۱۰۰ میلی‌لیتر محلولی غذایی هوگلند ٪۷۰ اضافه شد.

۳.۲. صفات مورد مطالعه

در نهایت برداشت محصول و تخلیه کامل گلدان‌ها در تیرماه ۱۴۰۱ انجام شد و ریزوم‌ها و ریشه‌ها با آب مقطر شستشو داده شدند. صفات مطالعه شده عبارت بودند از: سطح برگ در گلدان، وزن‌تر ریزوم، وزن خشک ریزوم، درصد ماده خشک ریزوم، اسیدیته (pH) بستر کشت و هدایت الکتریکی (EC) بستر کشت. سطح برگ با استفاده از دستگاه تعیین سطح برگ مدل Delta-T برآورد شد. برای اندازه گیری اسیدیته و هدایت الکتریکی بسترهای کشت، عصاره بستر کشت تهیه شد. برای این منظور مقدار ۵ گرم از هر یک از بسترهای کشت خشک شده در ۵۰ میلی‌لیتر آب مقطر حل شد و پس از صاف کردن برای قرائت توسط پی.اچ. متر و ای.سی. سنج مورد استفاده قرار گرفت.

٤.۲. تجزیه‌های آماری

تجزیه واریانس داده‌های بدست آمده با استفاده از نرم افزار SAS نسخه ۹/۱ انجام گرفت. مقایسه میانگین‌ها بر اساس آزمون حداقل اختلاف معنی‌دار و در سطح ۰/۰۵ با استفاده از نرم افزار SAS نسخه ۹/۱ انجام شد. همبستگی‌های پیرسون بین صفات با استفاده از نرم افزار SPSS نسخه ۱۵ محاسبه شدند.

۳. نتایج

یافته‌های این پژوهش نشان داد که نوع محیط کشت اثر معنی‌دار بر صفاتی نظیر وزن‌تر ریزوم؛ وزن خشک ریزوم؛ درصد ماده خشک ریزوم؛ سطح برگ در گلدان؛ اسیدیته (pH) محیط کشت؛ هدایت الکتریکی (EC) محیط کشت داشت (جدول ۱).

جدول ۱. تجزیه واریانس اثر نوع محیط کشت بر خصوصیات گیاه دارویی زنجبیل در شرایط گلخانه‌ایی

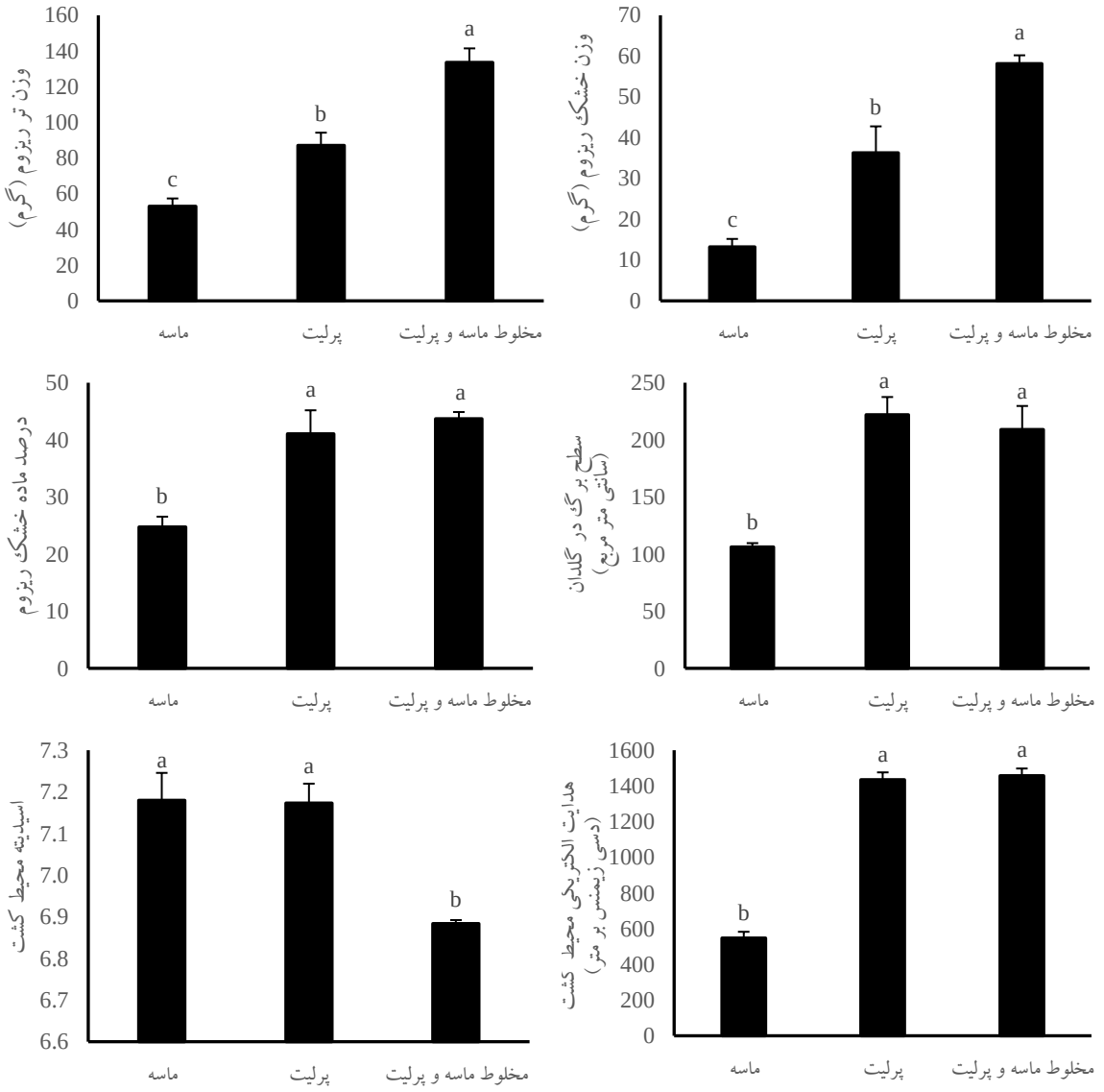
منبع واریانس	درجه آزادی	وزن‌تر ریزوم	وزن خشک ریزوم	درصد ماده خشک ریزوم	سطح برگ درگلدان	اسیدیته (pH) محیط کشت	هدایت الکتریکی (EC) محیط کشت
محیط کشت	۲	۴۸۹۹/۲۵**	۱۵۱۲/۳۹**	۳۱۵/۶**	۱۲۰۴۴/۱۱**	۰/۰۹**	۷۸۶۷۶۹**
خطا	۶	۱۳۴/۴۲	۴۹/۸۳	۲۱/۶۳	۶۷۸/۱۱	۰/۰۱	۴۶۰۴/۶۷
ضریب تغییرات٪		۱۲/۷۲	۱۹/۶۷	۱۲/۷۴	۱۴/۵۴	۱/۱۴	۵/۹۶

** یعنی معنی‌دار در سطح احتمال ۱ درصد

بیشینه وزن‌تر ریزوم (۱۳۳/۵۰ گرم) و وزن خشک ریزوم (۵۸/۱۳ گرم) در محیط کشت مخلوط ماسه و پرلیت مشاهده شد درحالی‌که بستر کشت ماسه‌ای کمینه وزن‌تر ریزوم (۵۳/۰۰ گرم) و وزن خشک ریزوم (۱۳/۲۳ گرم) را نشان داد (شکل ۲). بیشترین درصد ماده خشک ریزوم در دو محیط کشت پرلیت و مخلوط ماسه و پرلیت مشاهده شد که اختلاف معنی‌دار آماری نشان ندادند در حالی‌که محیط کشت ماسه‌ای کمترین درصد ماده خشک ریزوم را داشت (شکل ۲). همچنین، سطح برگ در گلدان‌های حاوی پرلیت و مخلوط ماسه و پرلیت بطور معنی‌دار بیشتر از سطح برگ در گلدان‌های حاوی فقط ماسه بود.

در این تحقیق اختلاف معنی‌دار بین اسیدیته دو محیط کشت فقط ماسه و فقط پرلیت مشاهده نشد در حالی‌که محیط کشت مخلوط ماسه و پرلیت بطور معنی‌دار اسیدیته پائین‌تری در مقایسه با دو محیط کشت دیگر داشت. همچنین، الگوی حاکم بر روند

تغییرات صفت هدایت الکتریکی در بین تیمارهای آزمایشی نشان داد که به‌طورکلی گلدان‌های حاوی ماسه بطور معنی‌دار هدایت الکتریکی کمتری داشتند در حالی‌که اختلاف معنی‌دار بین هدایت الکتریکی دو محیط کشت دیگر مشاهده نشد (شکل ۲).



شکل ۲. اثر نوع محیط کشت بر خصوصیات گیاه زنجبیل در شرایط گلخانه‌ای. اختلاف بین ستون‌هایی که حروف مشترک دارند بر اساس آزمون LSD معنی‌دار نیست (α =۰/۰۵)

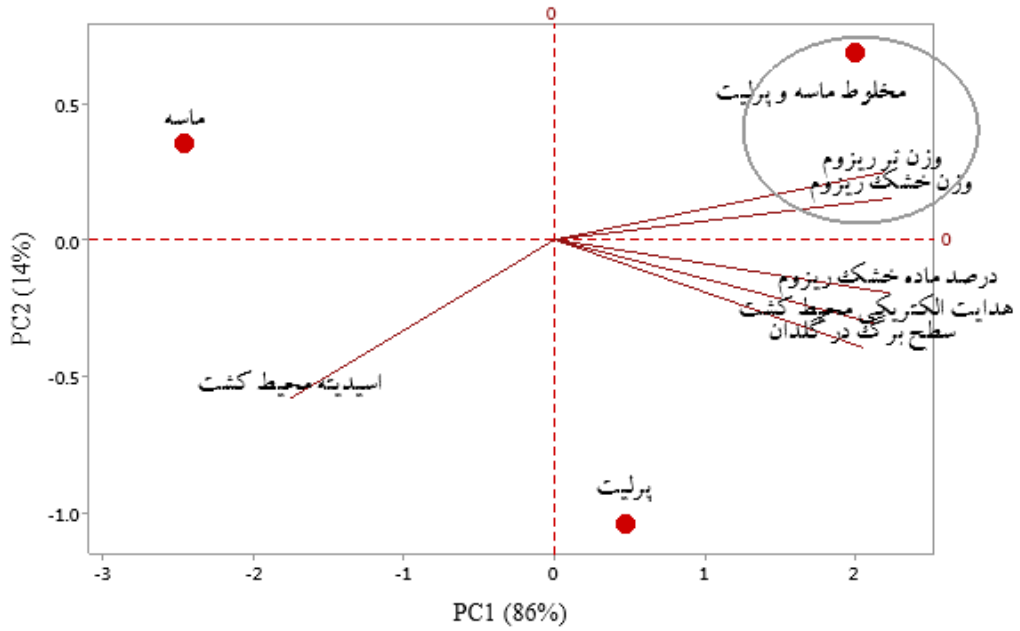
برآورد همبستگی پیرسون بین صفات نشان داد که صفت سطح برگ در گلدان با تمامی صفات مطالعه‌شده به غیر از اسیدیته محیط کشت همبستگی مثبت و معنی‌دار داشت (جدول ۲). همچنین، همبستگی بین اسیدیته محیط کشت با وزن تر و وزن خشک ریزوم بطور معنی‌دار منفی بود. در عین حال، هدایت الکتریکی محیط کشت با عملکرد ریزوم گیاه زنجبیل بطور مثبت و معنی‌دار همبسته بود (جدول ۲).

همسو با نتایج بدست آمده از مقایسه میانگین صفات، تجزیه بای پلات نیز نشان داد که محیط کشت مخلوط ماسه و پرلیت به همراه صفات وزن تر و وزن خشک ریزوم بیشترین بار (Load) را بر روی مولفه اصلی اول داشتند. این نتیجه تائید کرد که بین دو صفت وزن تر و وزن خشک ریزوم و محیط کشت مخلوط ماسه و پرلیت بیشترین قرابت وجود داشت. به بیان دیگر بیشترین مقدار صفات مرتبط با ریزوم را باید در محیط کشت مخلوط پرلیت و ماسه انتظار داشت (شکل ۳).

جدول ۲. همبستگی پیرسون بین خصوصیات گیاه دارویی زنجبیل در محیط‌های کشت مختلف در شرایط گلخانه‌ایی

	وزن تر ریزوم	وزن خشک ریزوم	درصد ماده خشک ریزوم	سطح برگ ها	pH
وزن خشک ریزوم	۰/۹۸۳**	۱			
درصد ماده خشک ریزوم	۰/۸۲۹**	۰/۹۱۱**	۱		
سطح برگ	۰/۷۶۲*	۰/۸۰۶**	۰/۸۷۶**	۱	
pH	-۰/۸۴۳**	-۰/۸۱۱**	-۰/۶۰۸	-۰/۳۶۸	۱
EC	۰/۷۸۴*	۰/۸۴۷**	۰/۹۴۲**	۰/۹۰۷**	-۰/۵

*و** به ترتیب یعنی همبستگی در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد معنی‌دار است.



شکل ۳. بای پلات صفات مطالعه شده درگیاه زنجبیل در شرایط گلخانه‌ای تحت اثر ۳ نوع محیط کشت مختلف

٤. بحث و نتیجه‌گیری

بستر مناسب نقش مهمی در تشکیل و توسعه ریشه دارد. ماسه و پرلیت به‌عنوان بسترهای موثر در ریشه‌زایی گیاهان مختلف معرفی شده‌اند (عبدی‌زاده سارمی و صداقت حور، ۱۳۹۴). در توافق با نتایج تحقیق حاضر، عبدی‌زاده سارمی و صداقت حور (۱۳۹۴) گزارش کردند که بیشترین طول ریشه گیاه نوئل سبز بالشتکی در محیط کشت پرلیت و مخلوط پرلیت و ماسه بدست آمد. همچنین، همسو با نتایج این تحقیق، ونایی و همکاران (۲۰۰۸) با مطالعه اثرات ناشی از اندازه گلدان و نوع بستر کشت بر نشاءهای سیب زمینی گزارش کردند که بیشترین تعداد غده‌های کوچک و همچنین، بیشترین وزن‌تر غده‌های کوچک در محیط کشت حاوی پرلیت بدست آمد (Vanaei et al.,2008). بطور مشابه، کاکویی و صالحی (۲۰۱۳) گزارش کردند که پارامترهایی مانند سطح برگ، تعداد برگ، وزن‌تر و وزن خشک اندام هوایی گیاهان اسپادیفیلوم (*Spathiphyllum wallisii* Regel) کاشته شده در محیط‌های حاوی پرلیت بیشتر بود (Kakoei and Salehi, 2013).

در این تحقیق، محیط کشت پرلیت با فرآهم آوردن شرایط مناسب برای توسعه ریشه، رشد بیشتر و افزایش سطح فتوسنتزی گیاه را به همراه داشت که موجب فتوسنتز بیشتر و درنتیجه افزایش ذخیره‌سازی مواد فتوسنتزی در ریزوم شد که به دنبال آن وزن تر، و وزن خشک ریزوم و درصد ماده خشک ریزوم افزایش یافت. از سوی دیگر، ثابت شده‌است که ویژگی‌های فیزیکی در بسترهای کشت نقش موثری بر رشد ریشه و جذب آب دارند (شیخی و همکاران، ۱۳۹۴). بنابه تعریف، ظرفیت نگهداری آب عبارت است از بیشترین مقدار آبی که یک بستر پس از خروج آب ثقلی میتواند در خود جای دهد که به‌طور مستقیم با مجموع خل و فرج ریز یک بستر که توان نگهداری آب در خود را دارند مرتبط است. از طرفی به حداکثر آبی که یک بستر قبل از خروج آب ثقلی میتواند در خود جای دهد ظرفیت گلدان گفته می‌شود. همچنین، به مجموع حجم هوا (خلل و فرج درشت) و ظرفیت نگهداری آب (خلل و فرج ریز)، ظرفیت گلدان گفته میشود (شیخی و همکاران، ۱۳۹۴). ازاین‌رو، در این تحقیق، به نظر می‌رسد که مخلوط ماسه و پرلیت در مقایسه با دو محیط کشت دیگر از ظرفیت گلدان بالاتری برخوردار بود و در نتیجه رشد مناسب‌تر ریزوم را به همراه داشت.

گزارش شده است که پرلیت خنثی با اسیدیته بین ۷ تا ۷/۵ است که با نتایج این تحقیق مطابقت دارد (Papadopoulos et al., 2008). همچنین، گزارش شده است که اسیدیته ماسه در حدود ۷ است (Chen et al., 2022). در این تحقیق نیز اسیدیته هرکدام از محیط‌های کشت ماسه و پرلیت در حدود ۷ بود ولی هنگامی‌که پرلیت با ماسه مخلوط شد مقدار pH به‌طور معنی‌دار کاهش یافت.

همبستگی مثبت و معنی‌دار سطح برگ در گلدان با دیگر صفات اندازه‌گیری شده به خصوص عملکرد ریزوم نشان داد که کاهش رشد اجزای ریشه در گلدان‌های مختلف عمدتاً ناشی از کاهش فتوسنتز در واحد سطح برگ است. همسو با این فرضیه، پورتر و همکاران (۲۰۱۲) گزارش کردند که رشد گیاهان در گلدان تابعی از سطح برگ است و سایر خصوصیات برگ نظیر وزن‌تر و یا وزن خشک برگ تاثیر به مراتب کمتری بر رشد بخش‌های مختلف گیاهان کاشته شده در گلدان دارند (Poorter et al., 2012).

ارزیابی درجه شوری بسترهای کشت (بر اساس دیاگرام ویلکوکس) نشان می‌دهد که هدایت الکتریکی بسترهای کشت در کلاس c1 که اصلاً شور نیست قرار می‌گیرند. بااین‌وجود بین تیمارهای آزمایشی ازنظر میزان هدایت الکتریکی هنوز اختلاف معنی‌دار وجود داشت. به نظر می‌رسد دلیل اصلی افزایش هدایت الکتریکی محیط کشت، عناصر موجود در محلول غذایی (محلول هوگلند) باشد که برای تغذیه به گلدان‌ها اضافه گردید. همچنین، با توجه به اینکه مقدار ماده غذایی اضافه‌شده به گلدان‌ها و بسترهای کشت مختلف یکسان بوده است بنابراین می‌توان نتیجه گرفت که در بستر کشت فقط پرلیت و همچنین مخلوط ماسه و پرلیت به دلیل بیشتر بودن ظرفیت گلدان، کاهش آبشویی و افزایش ماندگاری محلول غذایی در بستر اتفاق افتاد که موجب بالا رفتن غلظت یون‌ها گردیده و افزایش هدایت الکتریکی را به دنبال داشته است. به‌عکس، در محیط کشت ماسه‌ای به دلیل آبشویی و خارج شدن سریع‌تر محلول غذایی، غلظت یون‌های محلول کمتر بود و به همین دلیل هدایت الکتریکی ثبت‌شده نیز در مقایسه با دو نوع محیط کشت دیگر پائین تر بود. بررسی همبستگی پیرسون بین صفات این فرضیه را تائید می‌کند، جایی که هدایت الکتریکی بستر کشت با بیشتر صفات اندازه‌گیری شده همبستگی مثبت و معنی‌دار نشان داد.

در مجموع، نتایج بدست آمده از تحقیق حاضر تائید کرد که امکان کشت اقتصادی گلخانه‌ای زنجبیل وجود دارد. همچنین، با توجه به اینکه بیشینه صفات مرتبط با ریزوم در بستر مخلوط ماسه و پرلیت (۱:۱) ثبت شد، بنابراین این نوع بستر مناسبترین محیط برای کشت گلدانی گیاه زنجبیل شناخته شد و از این منظر، نتایج این تحقیق نشان داد که با لحاظ کردن مناسب‌ترین محیط کشت (مخلوط ماسه و پرلیت) بیشینه عملکرد وزن تر ریزوم به مقدار ۱۳۳/۵ گرم قابل استحصال است. با این وجود، پیشنهاد می‌شود که اثر محیط‌های کشت دیگر نظیر پیت‌ماس، هوموس، ورمی کمپوست، کوکوپیت، و یا ورمیکولیت نیز بر عملکرد ریزوم گیاه زنجبیل مطالعه شود. همچنین، پیشنهاد می‌شود اثر فلظت‌های متفاوتی از محلول‌های غذایی (هوگلند) بر عملکرد ریزوم گیاه زنجبیل در کشت هیدروپونیک مورد بررسی قرار گیرند.

منابع

شازده احمدی، م.، شهادتی مقدم، ز.، سجادی، س.ا. (۱۴۰۰). شناسایی و معرفی گیاهان دارویی موثر در بهبود بیماری‌های تنفسی. چای و دم نوش های گیاهی، ۴ (۱)، ۲۵-۲۰

شهرکی، م.، نایبی‌فر، ش.، فاضل بخششی، م. (۱۳۹۸) اثر مجزا و ترکیبی تمرین تناوبی شدید و گیاه دارویی زنجبیل بر ریسک فاکتورهای قلبی عروقی در مردان میان‌سال ورزشکار. مجله پژوهش سلامت. ۵ (۲)، ۸۰-۷۱.

شیخی، ح.، دلشاد، م.، کاشی، ع. (۱۳۹۴). اثر اندازه گلدان و خصوصیات فیزیکی بستر کشت بر کارایی مصرف آب و عناصر غذایی نشای گوجه‌فرنگی گلخانه‌ای. پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه تهران، ۱۰۷ صفحه

صالحی ساردویی ،ع.، رهبریان، پ. (۱۳۹۵). اثر بسترهای کشت بر رشد و نمو و پاجوش دهی پاندانوس. نشریه علوم باغبانی (علوم و صنایع کشاورزی)، ۳۰ (۲)، ۱۶۸-۱۶۳.

عبدی‌زاده سارمی، س.، صداقت حور، ش. (۱۳۹۴). تاثیر بستر کشت (ماسه و پرلیت) روی ریشه زایی قلمه های نوئل سبز بالشتکی. کنفرانس بین المللی توسعه با محوریت کشاورزی، محیط زیست و گردشگری. ۲۵ و ۲۶ شهریور ۱۳۹۴، تبریز، ایران.

کجکلاه، م.، موسوی، ف.، عسگری، ا.، اسدی، ا.، عبدالملکی، آ. (۱۴۰۱). بررسی اثرات نوروفارماکولوژیک زنجبیل: یک مرور روایی. مجله علوم اعصاب شفای خاتم، ۱۰ (۳)، ۱۲۲-۱۱۳.

یعقوب‌وند، م.، مومیوند، ح.، راجی، م.ر.، بنان، ا. (۱۴۰۱). ارزیابی رشد، عملکرد و خصوصیات مورفولوژی و فیزیولوژی پنج گونه نعناع (*Mentha* spp) در سیستم هواکشت تحت شرایط کشت گلخانه‌ای. نشریه علوم باغبانی، ۳۶ (۳)، ۶۰۳-۶۱۸.

Chen, P., Sun, J., Ma, L., Chen, Y., Xia, J. (2022). Effects of shell sand content on soil physical properties and salt ions under simulated rainfall leaching. Geoderma 406, 115520.

Kakoei, F., Salehi, H. (2013). Effects of Different Pot Mixtures on spathiphyllum (*Spathiphyllum wallisii* Regel) Growth and Development. Journal of Central European Agriculture, 14(2) 140-148.

Nybe, E., and Raj, N. M. (2016). Ginger production in India and other South Asian countries. In "Ginger The Genus Zingiber" (P. N. Ravindran and K. N. Babu, eds.), pp. 231-260. CRC Press.

Papadopoulos, A.P., Bar-Tal, A., Silber, A., Saha, U.K., Raviv, M. (2008). 12 - Inorganic and synthetic organic components of soilless culture and potting mixes. In: Raviv, M., Lieth, J.H. (Eds.), Soilless Culture. Elsevier, Amsterdam, pp. 505-543.

Poorter, H., Bühler., van Dusschoten, D., Climent, J., Postma, J.A. (2012). Pot size matters: a meta-analysis of the effects of rooting volume on plant growth. Functional Plant Biology, 39, 839-850.

Singh, S. P., JP Hazarika, Chanu, E. Y., Devi, A. A., Singh, N. A., Naveen, K., and Gogoi, H. (2022). Growth, instability and sources of output growth of ginger and turmeric: A Statewise analysis in North East region of India. The Pharma Innovation Journal 11, 1429-1435.

Vanaei, H., Kahrizi, D., Chaichi, M., Shabani, G., Zarafshani, K. (2008). Effect of Genotype, Substrate Combination and Pot Size on Minituber Yield in Potato (*Solanum tuberosum* L.). American-Eurasian Journal of Agricultural & Environmental Sciences, 3 (6): 818-821.

Effect of substrate type on potted ginger production under greenhouse conditions

Mansoureh Rezaei[1], Shahpour Khangholi[2*], Amir Bostani[3]

[1]Department of Horticulture, Faculty of Agriculture, Shahid University, Tehran
[2]Department of Horticulture, Faculty of Agriculture, Shahid University, Tehran
[3]Department of Soil Science, Faculty of Agriculture, Shahid University, Tehran

Abstract

Ginger is one of the oldest medicinal plants and spices of the East and is used as a spice in most Asian dishes. The use of monitored conditions and soilless cropping styles is increasing due to the unique power of these methods in the optimal use of inputs and the potential of intensive farming. In this research, the effect of 3 different types of culture medium, including sand, perlite, and a mixture of sand and perlite in equal proportions (50%-50%) on the characteristics of the aerial and underground parts of the rhizome ginger plant was studied. The experiment was carried out as a completely randomized statistical design with 3 replications in the research greenhouses of Shahid University's Faculty of Agriculture, Tehran. The results showed that the type of culture medium had a significant effect on rhizome characteristics including fresh weight, dry weight, percentage of dry matter and sodium content. Also, in different cultivation environments, the leaf area in the plant, the leaf area in the pot, the acidity of the substrate and the electrical conductivity of the substrate were significantly different. Most rhizome-related traits were recorded in sand and perlite mixture. Pearson's correlations between traits showed that the leaf area in the plant was significantly and positively correlated with important traits such as rhizome dry weight and rhizome dry matter percentage. The results of this research confirmed that by considering the most suitable cultivation medium (sand and perlite mixed cultivation environment), the maximum yield of rhizome fresh weight of 133.5 g can be obtained.

Keywords: Ginger, greenhouse cultivation, culture medium, perlite, sand, mixed medium

* Khangholi@shahed.ac.ir

اثرات کاربرد خارجی تری‌هالوز بر رشد و عملکرد گل گیاه داروئی گاوزبان ایرانی تحت شرایط تنش خشکی

حمید محمدی*، میثم جواندل، سعید حضرتی

[1]گروه زراعت و گیاهان داروئی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهید مدنی آذربایجان، شهر تبریز

چکیده

تنش خشکی یکی از مهم‌ترین تنش‌های محیطی است که رشد و نمو گیاهان را محدود می‌کند اما تری‌هالوز یک دی‌ساکارید غیر احیاکننده است که به عنوان یک منبع انرژی و نیز یک اسمولیت و یا محافظ پروتئین/ غشا عمل می‌کند.. بدین منظور آزمایشی به صورت کرت‌های خرد شده در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار اجرا شد. کرت اصلی شامل تنش خشکی در سه سطح (آبیاری نرمال، ۶۰ درصد ظرفیت مزرعه‌ای و ۳۰ درصد ظرفیت مزرعه‌ای) بود. کرت فرعی در سه سطح محلول‌پاشی با تری‌هالوز (صفر، ۱۰ و ۵۰ میلی‌مولار) بود. نتایج نشان داد تنش خشکی شدید باعث کاهش وزن برگ، وزن خشک کل، وزن سرشاخه گل، عملکرد گل و تعداد گل شد اما محلول‌پاشی با تری‌هالوز در هر دو سطح بویژه ۵۰ میلی‌مولار باعث بهبود صفات مذکور گردید. همچنین تنش خشکی در سطح ۶۰ درصد ظرفیت مزرعه‌ای به همراه محلول‌پاشی با تری‌هالوز توانست در بهبود عملکرد گل نقش موثری ایفا کند. در کل، تیمار با تری‌هالوز توانست تا حدی اثرات منفی تنش را برطرف نماید و حتی منجر به بهبود رشد و عملکرد گل گردید.

واژگان کلیدی: گاوزبان ایرانی، تنش خشکی، تری‌هالوز، پارامترهای مورفولوژیک.

* ایمیل نویسنده مسئول

E-mail: hamidmohammadi78280@yahoo.com

۱. مقدمه

گیاهان در طی دوران رشد خود با تنش‌های متعدد محیطی مواجه می‌شوند که هر یک از آنها می‌توانند با توجه به میزان حساسیت و مرحله رشدی گیاه اثرات متفاوتی بر رشد و عملکرد داشته باشند. کمبود آب از مهم‌ترین عوامل محیطی کاهش رشد و عملکرد بسیاری از گیاهان زراعی، باغی و دارویی به خصوص در مناطق خشک و نیمه خشک دنیاست (Gill et al., 2013). تنش خشکی به وسیله کاهش محتویات آب، تضعیف پتانسیل آب برگ و نزول فشار تورگر، انسداد روزنه و کاهش بزرگ شدن سلول و رشد آن، بیان شده است. تنش شدید آب می‌تواند باعث توقف فتوسنتز، بی نظمی سوخت و سازی و سرانجام مرگ گیاه را به دنبال داشته باشد (Jaleel et al., 2009).

نیاز روزافزون به استفاده از گیاهان دارویی در سطح جهانی، اهمیت کشت و تولید این گیاهان را روشن‌تر می‌سازد. رویکرد به سمت گیاهانی که بومی ایران بوده و از گذشته‌ها مورد استفاده قرار می‌گرفته است و امکان کشت در مناطق مختلف کشور در مزارع آبی و دیم را دارند حائزاهمیت می‌باشند، گاوزبان ایرانی با نام علمی *Echium amoenum* Mey & Fisch تحت عنوان گل گاوزبان گیاهی است چند ساله از تیره گاوزبان پوشیده از کرک، دارای برگ‌هایی بدون انشعاب و گل‌هایی بزرگ به رنگ قرمز که پس از خشک شدن بنفش رنگ می‌شود و در یک‌طرف شاخه‌ها ظاهر می‌شوند. تمام اندام‌های هوایی گیاه دارای کرک‌های قلاب دار است که پس از افتادن جای آنها به صورت برجستگی‌های کوچک و سفید رنگ رویت می‌شود. گل آذین گرزن ساده بلند، میوه فندقه بزرگ و نوک تیز، دانه‌ها قهوه‌ای رنگ دارای خطوط برجسته و به طول ۳ الی ۴ میلی‌متر و به عرض ۲ میلی‌متر می‌باشد. این گونه یکی از گیاهان دارویی ارزشمند است که در مناطق شمالی کشور از گلستان تا اردبیل و استان قزوین در دامنه‌های رشته کوه‌های البرز به صورت خودرو پراکنش دارد. همچنین در این مناطق در سطوح محدودی زراعت می‌شود. از گذشته‌های دور این گیاه توسط مردم جهت رفع عوارض زکام، سرماخوردگی، به‌عنوان افزایش دهنده فشار خون، آرام‌بخش و معرق به صورت سنتی مورد استفاده قرار می‌گیرد. از این جهت باید آن را یک گیاه دارویی اصیل ایرانی دانست (امیدبیگی، ۱۳۸۴).

کاهش اثرات آسیب‌رسان تنش خشکی می‌تواند نقش مهمی در فائق آمدن بر موانع تولید محصولات در مناطق خشک و نیمه خشک داشته باشد. تری‌هالوز یک دی‌ساکارید غیر احیا کننده‌ی موجود در موجودات زنده‌ی مختلف اعم از باکتری و قارچ و بی‌مهرگان است که به عنوان یک منبع انرژی و نیز یک اسمولیت و یا محافظ پروتئین/ غشا عمل می‌کند. تری‌هالوز به عنوان ماده‌ی محلول سازگار، مولکول‌های غیر سمی هستند که قادر به تجمع در غلظت‌های بالا در سیتوپلاسم می‌باشند، که در حفظ تورگر و یا حفاظت ساختارهای ماکرومولکولی در برابر اثر بی‌ثبات کننده‌ی شرایط بی‌آبی مشارکت می‌کنند (Gibon et al., 1997).

کاهش اثرات مضر تنش خشکی و یا مقاوم ساختن گیاهان به تنش خشکی می‌تواند نقش مهمی در فائق آمدن بر موانع تولید محصولات زراعی در مناطق خشک و نیمه خشک داشته باشد. تری‌هالوز یک دی‌ساکارید غیر احیا کننده‌ی موجود در موجودات زنده‌ی مختلف اعم از باکتری و قارچ و بی‌مهرگان است که به عنوان یک منبع انرژی و نیز یک اسمولیت و یا محافظ

پروتئین/ غشا عمل می‌کند. تری‌هالوز به عنوان ماده‌ی محلول سازگار، مولکول‌های غیر سمی هستند که قادر به تجمع در غلظت-های بالا در سیتوپلاسم می‌باشند، که در حفظ تورگر و یا حفاظت ساختارهای ماکرومولکولی در برابر اثر بی‌ثبات کننده‌ی شرایط بی‌آبی مشارکت می‌کنند (Gibon et al., 1997).

با توجه به اهمیت گیاهان داروئی گاوزبان در تامین سلامت جامعه و اثرات تنش خشکی بر رشد و پارامترهای فیتوشیمیایی آن، تحقیق حاضر با هدف بررسی برخی پاسخ‌های مورفولوژیک گاوزبان ایرانی به شرایط تنش خشکی و کاربرد خارجی تری‌هالوز انجام گرفت.

۲. مواد و روش‌ها

۱.۲. منطقه مورد مطالعه

این آزمایش به صورت مزرعه‌ای در مزرعه کشاورز نمونه واقع در شهرستان نمین استان اردبیل انجام شد.

۲.۲. روش تحقیق

تحقیق حاضر به صورت کرت‌های خرد شده در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در سال ۱۴۰۰ اجرا شد. کرت اصلی شامل تنش خشکی در سه سطح (آبیاری نرمال، ۶۰ درصد ظرفیت مزرعه‌ای و ۳۰ درصد ظرفیت مزرعه‌ای) بود. کرت فرعی در سه سطح محلول‌پاشی با تری‌هالوز (صفر، ۱۰ و ۵۰ میلی‌مولار) انجام شد. در هر تکرار ۵ ردیف کشت به طول ۶ متر وجود داشت. فاصله ردیف‌ها از هم ۵۰ سانتی‌متری و فاصله پشته‌ها ۵۰ سانتی‌متر بود. در زمان برداشت تعداد ۱۰ بوته به طور تصادفی از هر کرت با حذف اثرات حاشیه‌ای انتخاب و بلافاصله به آزمایشگاه منتقل شد و برای اندازه‌گیری برخی پارامترهای مورفولوژیک مثل وزن برگ، وزن خشک کل، تعداد گل در بوته، وزن سرشاخه گل و عملکرد گل اندازه‌گیری شد. در نهایت، داده‌های حاصل از آزمایش با نرم افزار SAS نسخه 9.1 و آزمون مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون LSD و رسم نمودارها توسط نرم افزار Excel نسخه ۲۰۰۷ انجام خواهد شد.

۳. نتایج و بحث

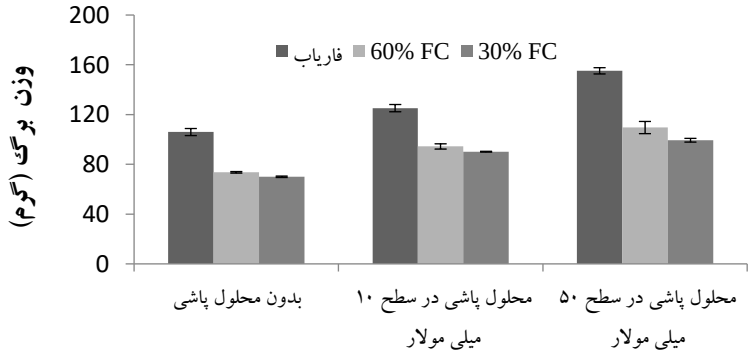
نتایج نشان داد وزن برگ و وزن خشک کل بوته تحت تاثیر اثر متقابل تنش خشکی و محلول‌پاشی با تری‌هالوز در سطح احتمال یک درصد قرار گرفت (جدول ۱). مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد محلول‌پاشی با ۱۰ و ۵۰ میلی‌مولار تری‌هالوز در هر سه سطح تنش منجر به افزایش وزن خشک کل گردید (شکل ۱). نقش تری‌هالوز در تحمل به تنش غیر زیستی اولین بار در گیاهان احیا شونده نشان داده شد، مانند *Myrothamnus flabellifolius*، *Selaginella tamariscina* یا *Selaginella lepidophylla*. این گیاهان متحمل به پسابیدگی می‌توانند تقریبا دهیدراسیون کامل را تحمل کنند و پس از آبگیری مجدد دوباره قابلیت حیات را به صورت کامل به دست می‌آورند (Liu et al., 2008). مطالعات نشان داده که تری‌هالوز منجر به تغییرات وسیعی در نمو رویشی می‌شود و ظرفیت فتوسنتزی هر واحد سطح برگ، در گیاهان تحت تاثیر تری‌هالوز، به طور قابل ملاحظه‌ای

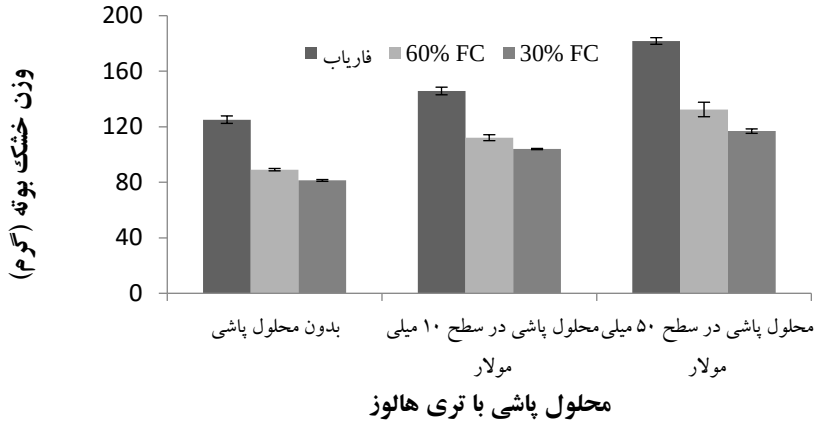
افزایش می‌یابد. این افزایش به دلیل افزایش ویژه در فعالیت رابیسکو، به علت افزایش مقادیر پروتئین رابیسکو، کلروفیل و دستگاه برداشت کننده‌ی نور است (Paul, 2008; Pellny et al., 2004).

جدول ۱. نتایج تجزیه واریانس صفات مورفولوژیک مورد مطالعه تحت تاثیر محلول‌پاشی با تری‌هالوز در گیاه گاوزبان ایرانی تحت تنش خشکی

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات				
		وزن برگ	وزن خشک کل	وزن سرشاخه گل	عملکرد گل	تعداد گل در هر گرم
بلوک	۲	۱۶/۷۷ ns	۲۱/۳۱ ns	۰/۶۹ ns	۲۹۳۹۲/۳۶ ns	۰/۱۵ ns
تنش خشکی (a)	۲	۴۶۹۹/۳۳ **	۶۳۰۱/۸۲ **	۱۴۲/۹۶ **	۳۶۴۳۳۵۰/۶۹ **	۱۴۹۷/۱۵ **
اشتباه a (بلوک * a)	۴	۳۶/۸۷	۳۶/۸۹	۰/۶۸	۳۸۷۸۴/۷۲	۵/۸۱
محلول‌پاشی با تری‌هالوز (b)	۲	۳۲۸۲/۶۶ **	۴۵۹۴/۵۹ **	۱۱۲/۸۶ **	۵۷۷۲۳۴۳۳/۷۵ **	۳۶۱/۵۹ **
اثر متقابل a*b	۴	۱۰۸/۳۵ **	۱۲۷/۸۳ **	۱/۰۹ **	۶۱۰۰۱۷/۳۶ **	۶/۹۳ *
اشتباه	۱۲	۱۲/۱۳	۱۲/۳۴	۰/۱۳	۲۶۲۱۸/۱۷	۲/۰۴

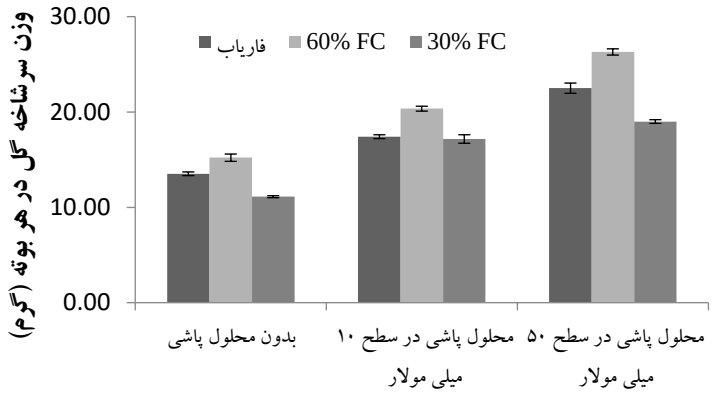
ns عدم اختلاف معنی‌دار، * و ** به ترتیب معنی‌داری در سطح احتمال ۵ و یک درصد

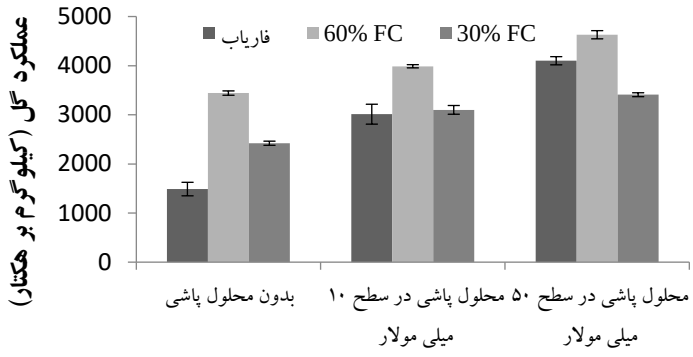




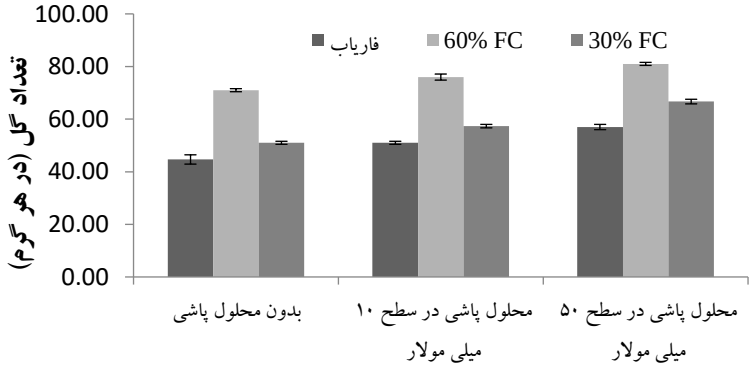
شکل ۱. تاثیر تنش خشکی و محلول‌پاشی با تری‌هالوز بر وزن برگ و وزن خشک کل

نتایج جدول تجزیه واریانس نشان داد وزن سرشاخه گل، عملکرد گل و تعداد گل در هر گرم تحت تاثیر اثر متقابل تنش خشکی و محلول‌پاشی با تری‌هالوز قرار گرفت (جدول ۱). بیشترین وزن سرشاخه گل، عملکرد گل و تعداد گل در هر گرم در شرایط ۶۰ درصد ظرفیت مزرعه‌ای و تحت شرایط محلول‌پاشی با تری‌هالوز بدست آمد (شکل ۲). همچنین محلول‌پاشی با تری‌هالوز در تمامی سطوح تنش خشکی توانست وزن سرشاخه گل، عملکرد گل و تعداد گل در هر گرم را بهبود بخشد. مطالعات نشان می‌دهد کاهش عملکرد گل در شرایط تنش خشکی می‌تواند مربوط به کاهش تعداد شاخه جانبی، کاهش تعداد گل، کاهش سطح برگ تولیدی و افزایش اختصاص مواد فتوسنتزی به ریشه نسبت به بخش هوایی گیاه باشد (Sreevall et al., 2001). مطالعه دیگری نیز نشان می‌دهد تری‌هالوز فسفات سینتاز ۱ (TPS1)، احتمالا از طریق تأمین تری‌هالوز-۶-فسفات، برای انتقال طبیعی به گلدهی ضروری است (Gomez et al., 2006). همچنین تری‌هالوز به عنوان یک پایدار کننده، بهتر از قندهای دیگر، برای حفاظت غشاها و بیومولکول‌ها گزارش شده است (Crowe, 2007).





محلول پاشی با تری هالوز



محلول پاشی با تری هالوز

شکل ۲. تاثیر تنش خشکی و محلول‌پاشی با تری‌هالوز بر وزن سرشاخه گل در بوته، تعداد گل، تعداد گل در هر گرم و عملکرد گل

٤. نتیجه‌گیری

نتایج مطالعه حاضر نشان داد که محلول‌پاشی با تری‌هالوز تحت شرایط تنش خشکی در حد ۶۰ درصد ظرفیت مزرعه‌ای احتمالا از طریق بهبود فرایندهای فتوسنتزی باعث افزایش وزن برگ و وزن خشک کل گردید. از طرفی دیگر تری‌هالوز در شرایط تنش خشکی احتمالا توانسته به عنوان محافظ برای پروتئین‌ها و غشاها عمل کند و نهایتا باعث بهبود رشد شود و با توجه به اینکه تری‌هالوز بویژه تری‌هالوز-۶-فسفات برای انتقال گیاه به گلدهی ضروری است، لذا از طریق تاثیر بر فرایند گلدهی، منجر به بهبود عملکرد گل، سرشاخه‌های گل و تعداد گل تحت شرایط تنش خشکی شده است. بنابراین، به منظور درک بهتر نقش تری‌هالوز در حفاظت گیاه، لازم است در تحقیقات کاربردی بعدی، مطالعات بیشتری شامل روش‌های ترانس کریپتومیکس، پروتئومیکس و متابولومیکس انجام شود.

منابع

امید بیگی، ر. ۱۳۸۴. رهیافت‌های تولید و فراوری گیاهان داروئی، مشهد، انتشارات آستان قدس رضوی.

Crowe, J.H. 2007. Trehalose as a “chemical chaperone”: fact and fantasy. Advances in Experimental Medicine and Biology 594: 143–158

Gibon, Y., Bessieres, M.A,, Larher, F. 1997. Is glycine betaine a non-compatible solute in higher plants that do not accumulate it? Plant Cell Environment 20: 329–340.

Gill, S.S., Anjum, N.A., Hasanuzzaman, M., Gill, R., Trivedi, D.K., Ahmad, I., Pereira, E., Tuteja, N. 2013. Glutathione and glutathione reductase: a boon in disguise for plant abiotic stress defense operations. Plant Physiology and Biochemistry 70: 204-212.

Gomez, L.D., Baud, S., Gilday, A., Li, Y., Graham, I. 2006. Delayed embryo development in the Arabidopsis trehalose 6-phosphate synthase 1 mutant is associated with altered cell wall structure, decreased cell division and starch accumulation. Plant Journal 46: 69–84

Jaleel, C.A., Manivannan, M., Wahid, A., Farooq, M., Al-Juburi, H.J., Somasundaram, R., Panneerselvam, R. 2009. Drought stress in plants: a review on morphological characteristics and pigments composition. International Journal Agriculture Biological 11(1): 100-105.

Liu, M.S., Chien, C.T., Lin, T.P. 2008. Constitutive components and induced gene expression are involved in the desiccation tolerance of Selaginella tamariscina. Plant Cell Physiology 49: 653–663.

Paul, M.J., Primavesi, L.F., Jhurreea, D., Zhang, Y. 2008. Trehalose metabolism and signaling. Annul Review of Plant Biology 59: 417-441

Pellny, T.K., Ghannoum, O., Conroy, J.P., Schluepmann, H., Smeekens, S. 2004. Genetic modification of photosynthesis with *E. coli* genes for trehalose synthesis. Plant Biotechnology Journal 2:71–82

Sreevalli, Y., Baskaran., K. Chandrashekara, R. kuikkarni, R. SuShil Hasan, S., Samresh, D., Kukre, J., Ashok, A., Sharmar, K., Singh, S., Rakesh, T. 2001. Preliminary observations on the effect of irrigation frequency and genotypes on yield and alkaloid concentration in periwinkle. Journal of Medicinal and Aromatic Plant Science 22: 356-358.

Effects of exogenous application of trehalose on growth and flower yield of *Echium amoenum* medicinal plant under drought stress conditions

Hamid Mohammadi*, Meisam Javandel, Saeid Hazrati

[1] Department of Agronomy and Medicinal Plants, Faculty of Agriculture, Azarbaijan Shahid Madani University, Tabriz, Iran

Abstract

Drought stress is one of the most important environmental stresses that limits the growth and development of plants, but trehalose is a non-reducing disaccharide that acts as an energy source as well as an osmolyte or protein/membrane protector. For this purpose, an experiment was carried out in the form of split plots as a randomized complete block design with three replications. The main plot included drought stress at three levels (normal irrigation, 60% FC and 30% FC). The sub-plot was sprayed with trehalose (zero, 10 and 50 mM) at three levels. The results showed that severe drought stress caused a decrease in leaf weight, total dry weight, flower head weight, flower yield and number of flowers, but spraying with trehalose at both levels, especially 50 mM, improved the aforementioned traits. Also, drought stress at the level of 60% FC along with spraying with Trehalose could play an effective role in improving flower performance. In general, the treatment with trehalose was able to partially diminish the negative effects of stress and even led to the improvement of growth and flower yield.

Keywords: *Echium amoenum*, Drought stress, Trehalose, Morphological parameters.

*hamidmohammadi78280@gmail.com

ارزیابی اثر لیزر و تنش کم‌آبی بر گیاه دارویی بوصیر

رضا نوروزی اصفهانی[1] *، شهاب خاقانی[2]، فروغ مرتضایی نژاد[3]، امیر عزیزی[4]، مسعود گماریان[5]

[1] گروه علوم گیاهی و معماری منظر، دانشگاه آزاد اسلامی واحد اراک، اراک، ایران

[2] دانشیار گروه زراعت و اصلاح نباتات ، دانشگاه آزاد اسلامی واحد اراک، اراک، ایران

[3] دانشیار گروه باغبانی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد اصفهان، اصفهان، ایران

[4] استادیار گروه شیمی، دانشکده علوم، دانشگاه اراک، اراک، ایران

[5] استادیار گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشگاه آزاد اسلامی واحد اراک، اراک، ایران

چکیده

اخیراً، کاربرد لیزر نور قرمز در کشاورزی موردتوجه بسیاری از محققان قرارگرفته است.زیرا با استفاده از تیمار لیزر قبل از کاشت به روی بذر همراه با تنش کم‌آبی، ویژگی‌های گیاهی به‌طور قابل‌توجهی بهبودیافته است. به علت حساس بودن فیتوکروم ها به نور قرمز، با پرتودهی نور لیزرHe-Ne به بذر گیاه در طول‌موج ۶۳۲/۸nm، می‌توان فعالیت آنزیم‌های مرتبط با رشد و گلدهی را افزایش داد. به‌منظور بررسی تأثیر کاربرد لیزر و تنش کم‌آبی در بر برخی خصوصیات مورفولوژی و فیزیولوژیک گیاه بوصیر، پژوهشی به‌صورت کرت های خردشده در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در چهار تکرار در شرایط مزرعه تحقیقاتی دانشگاه آزاد واحد اصفهان انجام پذیرفت. فاکتورهای آزمایش شامل لیزر (۰و ۳۰ دقیقه) و تنش کم‌آبی در دو سطح آبیاری معمول و تنش کم‌آبی (آبیاری در زمان ظرفیت زراعی خاک ۵۰٪) انجام شد. بررسی‌ها نشان داد که در تیمار اثر متقابل لیزر و تنش کم‌آبی بهترین نتایج را در صفات: تعداد ساقه فرعی، قطر ساقه گل دهنده، تعداد گل ساقه فرعی به‌طوری‌که تعدادساقه فرعی ۱۷/۵۰ عدد، تعداد گل ساقه فرعی ۷۷/۵۰ عدد و قطر ساقه گل دهنده به ترتیب به میزان ۹/۱۸ سانتی‌متر نسبت به شاهد افزایش یافت. در صفات فیزیولوژیک اندازه‌گیری شده مثل فلانویید ۳۳۰،۳۰۰، ۲۷۰ به ترتیب ۱۰/۰۸،۴۸/۳،۱/۲ میلی‌گرم را نشان داد. از نتایج این آزمایش این‌گونه به نظر می‌رسد که پرتو لیزر باعث القای تحریکات زیستی در گیاه شده که ممکن است باعث افزایش رشد و گلدهی گیاه دارویی بوصیر شده باشد.

واژگان کلیدی: رشد، گلدهی، لیزر، بوصیر

ایمیل نویسنده مسئول

E-mail: reza_norouzi98@yahoo.com

۱. مقدمه

نور ، یکی از مهم‌ترین عوامل محیطی ، نقش مهمی در فتوسنتز گیاهان دارد و ده ها سال است که مورد تحقیق قرارگرفته است. دانه‌ها با انواع واکنش‌های پیچیده‌ای که در اثر مدت‌زمان قرار گرفتن در معرض و شدت نور و همچنین انتقال نور از روکش بذر که به طول‌موج نور اعمال‌شده بستگی دارد ، به نور پاسخ می‌دهند (Hartman and melo,2000). به‌طورکلی پذیرفته می‌شود(Ashrafijou *et al*. 2010). فرآیند جوانه‌زنی نسبت به تابش با طول‌موج‌های مختلف از نور مرئی و مادون‌قرمز حساس است. آزمایش‌های میدانی نشان داد که جوانه‌زنی بذرهای کاشته شده ممکن است در اثر قرار گرفتن در معرض میلی‌ثانیه در معرض نور خورشید ایجاد شود و قرار گرفتن در معرض پنج ثانیه مهتاب ضعیف می‌تواند جوانه‌زنی بذرهای فتوسنتز شده را اشباع کند (Hartman et al.,2005). اخیراً ، استفاده از لیزر درزمینه کشاورزی در کنترل بیماری‌های گیاهی یا برای کنترل بیماری‌های منتقل‌شده از بذرمورد توجه بسیاری قرارگرفته است(میرشکاری و صیامی،۱۳۹۴).

مطالعات زیادی در مورد اثر تحریک بذر به‌وسیله لیزر نور قرمز قبل از کاشت بر روی محصولات زراعی و سبزیجات مختلف گزارش‌شده است(Swathy *et al*,2016). تحریک دانه لیزر منجر به جوانه‌زنی بیشتر بذر ، رشد سریع گیاهچه ، افزایش خصوصیات بیوشیمیایی و فیزیولوژیکی می‌شود (Muthusamy *et al*,2012). همان‌طور که بیان شد مطالعات که تاکنون انجام‌شده است ، تأثیر مثبت استفاده از نور لیزر قبل از کاشت بذر بر تحریک جوانه‌زنی ، توسعه اولیه و عملکرد غلات انتخابی، ریشه محصولات زراعی ، حبوبات و سایر محصولات زراعی داشته است. تأثیر پرتو لیزر بر دانه‌ها و گیاهان هنوز اندکی شناخته‌شده است(Jun Lin *et al*. 2007). در مورد نور لیزر فقط مطالعات یا فرضیه‌هایی وجود دارد که برای توضیح مکانیسم تأثیر پرتوهای لیزر بر بذرها استفاده می‌شود(Perveen *et al*. 2010). بنابراین ، نیاز به انجام مطالعات دقیق در مورد فرآیندهای بیوشیمیایی و فیزیولوژیکی موجود دردانه‌های تابش شده با لیزر و سپس در گیاهان است(Hernandez *et al*,2010).

نور لیزر با شدت کم، بیشترین کاربرد آن در کشاورزی به‌صورت تیمار بذر قبل از کاشت است. لیزر (هلیوم نئون) نور قرمز با طول‌موج ۶۵۰– ۶۳۰ نانومتر نسبت به سایر لیزرها دارای بیشترین کاربرد در کشاورزی، جنگلداری و فنّاوری تولیدات غذایی است که توسط اعمال تیمار لیزر روی بذر اثرات مثبت دیده‌شده است(Vasilevski, 2003). لیزرهای هلیوم نئون تأثیر مثبت و امیدوارکننده استفاده از لیزر در کشاورزی می‌باشند (Dinoev,2006). از طرف دیگر به علت ویژگی‌ها و خصوصیات که در نور لیزر وجود دارد امروزه استفاده از آن در علوم مختلف بسیار موردتوجه قرارگرفته است و در کمتر زمینه عملی و کاربردی مورداستفاده قرار نمی‌گیرد. مهم‌ترین ویژگی‌ها نـور لیزر تکفامی، پلاریزه شدن، انسجام بالا و واگرایی بسیار کم و چگالی انرژی بالا است و این ویژگی‌ها سبب کاربرد بسـیار آن در علوم مختلف گردیده است. لیزرهای مورداستفاده به دودسته پالسی و پیوسته تقسیم‌بندی می‌شوند. آنچه تاکنون مشخص گردیده است بیشترین استفاده از لیزرهای پیوسته‌ای نظیر He-Ne در طول‌موج ۶۳۲۸ آنگستروم، دی‌اکسید کربن با تـوان پایین و لیزرهای دیود به جهت مقرون‌به‌صرفه بودن صورت گرفته است(Wahhabi, 2005). گیاه دارویی بوصیر، گیاهی چندساله، به ارتفاع حدوداً ۱/۳۰ سانتیمتر، برگ‌های پایینی دائمی، گل‌آذین کم‌وبیش پاک شونده (بی کرک شونده)، ساقه راست، می‌باشد (Mozaffarian,2014).

برای ادامه فعالیت رشدی در گیاهان حفظ مقدار بالایی از محتوای نسبی آب مهم است و کنترل آن قسمتی از فرآیند تحمل به تنش به شمار می‌آید. تنش سبب تولید گونه‌های فعال اکسیژن می‌شود که نشت از غشاءهای سلولی را به دنبال خواهد داشت (summart *et al*.2010). اگرچه تنش در تمام مراحل رشدی گیاه می‌تواند رخ دهد، اما با توجه به اینکه استقرار اولیه گیاه در عملکرد نهایی تأثیر زیادی دارد، تنش در مرحله گیاهچه ای برای گیاه می‌تواند بسیار مضر باشد.با توجه به اطلاعات فوق فرض شد که احتمالاً لیزر می‌تواند به‌عنوان یک روش بیوفیزیکی که نسبت به تیمارهای شیمیایی برتری دارد، می‌تواند برای بهبود جوانه‌زنی این گیاه تحت تنش آبی مورداستفاده قرار گیرد و پژوهش حاضر در جهت بررسی این فرضیه اجرا شد.

۲. مواد و روش‌ها

این آزمایش در دانشگاه آزاد اسلامی واحد اصفهان به‌صورت کرت های خردشده در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با ۴ تکرار اجرا شد. به‌منظور اعمال فاکتور لیزر از دستگاه لیزر هلیوم ـ نئون مدل(nano biophotonic model, Iran) طول‌موج ۶۵۰ نانومتر استفاده شد. شدت نور لیزر با یک متر سنج (مدل CTL-2001، LaserInstrument) اندازه‌گیری شد. به‌منظور تأثیر بهتر فاکتور لیزر، تابش بذرها در اتاق تاریک انجام گرفت. دو هفته قبل از آزمایش، بذور گیاه بوصیر در تاریکی نگه‌داشته شدند تا از تأثیر تصادفی چراغ‌قرمز ازجمله غروب خورشید محافظت شوند. تیمار تابش نور لیزر قرمز نیز به‌وسیله عدسی واگرا به‌صورت صفحه‌های درآمده بر بذرهای خشک به مدت ۳۰ دقیقه اعمال گردید. خصوصیات لیزر مورداستفاده در این آزمایش در جدول ۱ نشان داده‌شده است.

بذرها را در ابتدا با کلراکس ۱۰ درصد به مدت ۶۰ ثانیه ضدعفونی کردیم، پس از سطح بذور، آن‌ها را بر روی کاغذ صافی مرطوب قراردادیم. سپس به‌صورت تصادفی تعدادی بذر انتخاب شدند (بذرهایی که ظاهری سالم داشتند) و با لیزر نور قرمز تیمار شد. مدت‌زمان تابش نور لیزر در ۲ سطح تابشی (عدم کاربرد و ۳۰ دقیقه) در نظر گرفته و تابش نور قرمز در دمای اتاق بدون کنترل ترموستاتیک انجام شد. سرعت عبور از منطقه تابش به صورتی تنظیم شد، که هر دانه به مدت ۳۰ دقیقه تحت تابش قرار گرفت. بذور مورداستفاده از مرکز تحقیقات بذر، دانشگاه آزاد اصفهان تهیه گردید که پس از اعمال فاکتور تابش لیزر ان ها را در گلخانه تحقیقاتی دانشگاه با تراکم ۲۰ بذر در گلدان‌هایی به قطر دهانه ۱۶ سانتی‌متر و ارتفاع ۲۴ سانتی‌متر در عمق ۲-۳ سانتی‌متری کشت کردیم. داخل تمامی گلدان‌ها به نسبت ۲ به ۱ خاک با بافت سیلتی- لومی و کود برگ ریخته شد.

شرایط گلخانه به‌صورت ۱۵ ساعت روشنایی و دمای ۲۹ درجه سانتی‌گراد در روز و ۲۲ درجه سانتی‌گراد در شب و همچنین رطوبت ۷۴ درصد تنظیم شد. در نیمه اسفندماه به‌منظور مقاوم‌سازی گیاهان، گلدان‌ها به مدت یک هفته به بیرون از گلخانه انتقال داده شدند و سپس در مرحله پنج‌برگی در مزرعه آزمایشی دانشگاه کشت گردیدند. تا زمان سبز شدن، برای تمامی گلدان‌ها آبیاری به‌صورت روزانه انجام و بعد از استقرار گیاه تیمار تنش آبی در دو سطح آبیاری معمول و در شرایط تنش (آبیاری در زمان ۵۰٪ ظرفیت زراعی مزرعه) اعمال شد. نیاز آبی گیاه برای تیمار شاهد با استفاده از میانگین بلندمدت داده‌های روزانه فراسنجه های هواشناسی ثبت‌شده در ایستگاه هواشناسی اصفهان و رابطهٔ ($ETc = ET0 \times Kc$) برآورد شد.

ETc: نیاز آبی گیاه خرگوشک (میلی‌متر در روز) ETo: تبخیر تعرق گیاه (میلی‌متر در روز) و Kc ضریب گیاهی بوصیر است. لازم به توضیح است مقادیر ETo، برپایهٔروش استاندارد فائو-پنمن-مانیث برآورد شد (وزیری و همکاران،۲۰۰۸).

پس از محاسبهٔ مقادیر ETc، مقادیر نیاز خالص و آب آبیاری گیاه بوصیر بر پایهٔ فواصل کشت، نوع سیستم آبیاری و دور آبیاری برآورد و سپس در هر نوبت آبیاری به گیاه داده شد. برای محاسبهٔ نیاز آبی هر بوته، مجموع آب‌داده شده در طول دوره رشد به هر بوته محاسبه شد که در این صورت میزان نیاز آبی هر بوته برای تیمار شاهد برآورد شد. نیاز آبی دیگر تیمارها (تیمارهای تنش کم‌آبی) بر پایهٔ نیاز آبی تیمار شاهد و درصد تنش آبی (۵۰ درصد)، برآورد و توزیع شد. در پایان آزمایش به‌منظور اندازه‌گیری صفات از هر واحد آزمایشی نمونه‌هایی به‌صورت تصادفی انتخاب شد و سپس بعد از ۲۴ ساعت از عمق توسعه ریشه‌ها (۰ تا ۳۰ سانتی‌متر) نمونه‌برداری انجام شد(condon *et al.*,2008). پس از اعمال تیمارها درنهایت صفاتی از قبیل تعداد ساقه فرعی، قطر ساقه گل دهنده، تعداد گل ساقه فرعی، فلانویید ۲۷۰، فلانویید۳۰۰، فلانویید۳۳۰، کروفیل a، کلروفیل b اندازه‌گیری شد. کروفیل a، کلروفیل b با روش(Bates et al.T1973) مورد ارزیابی قرار گرفتند. روش آرنون (۱۹۶۷) برای اندازه‌گیری میزان کلروفیل روی سومین برگ جوان پیش از برداشت، جذب آن توسط دستگاه اسپکتروفتومتر در طول‌موج‌های ۶۴۵، ۴۷۰ و ۶۶۳ نانومتر اندازه‌گیری شد. داده‌های جمع‌آوری‌شده با استفاده از نرم‌افزار آماری SAS 9 تجزیه‌وتحلیل شدند و مقایسه میانگین‌ها نیز به روش آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۰/۰۵ انجام شد.

جدول۱: خصوصیات لیزر مورداستفاده

ROW	Laser	Helium neon laser
1	Wavelength (nm)	۶۳۲/۸
2	Power (mW)	۳/۳۰
3	Time (minutes)	۳۰/۰

۳. نتایج

مقایسه میانگین صفات تعداد ساقه فرعی، قطر ساقه گل دهنده، تعداد گل ساقه فرعی، فلانویید ۲۷۰، فلانویید۳۰۰، فلانویید۳۳۰، کلروفیلa، کلروفیلb در گیاه بوصیر مربوط به فاکتور لیزر و تنش به ترتیب ارائه‌شده است. نتایج حاصل از داده‌ها نشان داد، اثر تیمارهای تنش، لیزر و اثر تیمار ترکیبی تنش و لیزر بر تعداد ساقه فرعی گیاه بوصیر در سطح ۱ درصد معنی‌دار گردید. همچنین نتایج حاصل از مقایسه میانگین‌های اثر متقابل تنش و لیزر بر ارتفاع ساقه گیاه بوصیر نشان داد، بیشترین میزان تعداد ساقه فرعی گیاه در تیمار ۱۰ روز یک‌بار تنش و اعمال ۳۰ دقیقه لیزر با میزان ۱۷/۵۰ ساقه حاصل شد. درحالی‌که کمترین میزان در ترکیب تیماری عدم اعمال تیمار تنش و لیزر با میزان ۱/۷۵ شاخه مشاهده شد (شکل۱)(Ahmed *et al.*,2002). هرچند بین این ترکیب تیمارها در سطح ۵ درصد تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد.

پرتوتابی لیزر منجر به افزایش ارتفاع گیاه در مقایسه عدم پرتوتابی شد، این نتایج توسط بسیاری از محققین اثبات‌شده است(Summart,2010).

جدول 3- نتایج تجزیه واریانس اثر تنش خشکی و لیزر بر برخی صفات مورفولوژیک گیاه بوصیر

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات			
		تعداد ساقه فرعی	قطر ساقه گل دهنده	قطر گل	تعداد گل ساقه فرعی(cm)
بلوک	3	۲/۴۲	۲/۳۵*	۰/۰۰۲	۴/۱۷
تنش	1	۶۰/۰۶**	۶۴/۰**	۱/۰۹**	۳۲۴/۰**
خطا ۱	3	۱/۴۲	۰/۲۳	۰/۰۲	۱/۱۷
لیزر	1	۵۶۴/۰۶**	۴/۶۲	۲/۸۳**	۲۲۰۹/۰**
لیزر × تنش	1	۲۷/۵۶**	۲۰/۲۵**	۰/۰۶	۱۴۴/۰**
خطا ۲	6	۱/۹۲	۱/۲۹	۰/۰۱	۲/۶۷
ضریب تغییرات (٪)		۱۶/۶۵	۱۷/۲۶	۲/۹۸	۲/۸۰

* و **: به ترتیب معنی‌دارشدن در سطوح آماری ۰/۰۵ و ۰/۰۱ .

نتایج حاصل از مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد، اثر ساده فاکتورهای تنش، لیزر و اثر تیمار متقابل تنش و لیزر بر قطر ساقه گل دهنده گیاه بوصیر در سطح ۱ درصد معنی‌دار گردید(جدول۴). بیشترین مقدار قطر ساقه گل دهنده در ترکیب تیماری ۱۰ روز یک‌بار تنش و اعمال ۳۰ دقیقه لیزر به میزان ۹/۱۸ سانتی‌متر حاصل شد. در حالیکه، کمترین میزان در ترکیب تیماری عدم اعمال تیمار تنش و با اعمال تیمار لیزر به میزان ۲/۹۳ سانتی‌متر مشاهده شد. نتایج حاصل از مقایسه میانگین‌های اثر متقابل تنش و لیزر بر صفت قطر ساقه گل دهنده گیاه‌نشان داد، این اثر در سطح ۵ درصد آزمون دانکن معنی‌دار نگردید(شکل۲). بیشترین میزان تعداد شاخه فرعی در تیمار تنش و با استفاده از لیزر و کمترین میزان در تیمار نرمال تنش بدون تیمار لیزر مشاهده شد. همچنین، بیشترین میزان قطر ساقه گل دهنده در تیمار تنش و با استفاده از لیزر و کمترین میزان در لیزر بدون تنش مشاهده شد. هرناندز و همکاران(۲۰۰۷)، گزارش کردند که بذور تیمار شده با نور لیزر موجب افزایش درصد و سرعت جوانه‌زنی، وزن خشک گیاهچه و نهایتاً موجب افزایش معنی‌داری در عملکرد گیاه شد(Hernandez *et al.*,2007).

جدول ٤- مقایسه میانگین ساده لیزر بر برخی از صفات مورفولوژیکی گیاه بوصیر

لیزر	میانگین مربعات			
	تعداد ساقه فرعی	قطر ساقه گل دهنده	قطر گل	تعداد گل ساقه فرعی (cm)
شاهد(L_1)	۲/۳۸ b	۷/۱۳ a	۳/۳۰ b	۴۶/۵۰ b
۳۰ دقیقه(L_2)	۱۴/۲۵ a	۶/۰۵ a	۴/۱۴ a	۷۰/۰۰ a

در هرستون، میانگین‌ها با حروف متفاوت در سطح ۵ درصد آزمون دانکن تفاوت معنی‌داری دارند.

جدول ٥- مقایسه میانگین ساده تنش بر برخی از صفات مورفولوژیکی گیاه بوصیر

تنش	میانگین مربعات			
	تعداد ساقه فرعی	قطر ساقه گل دهنده	قطر گل	تعداد گل ساقه فرعی (cm)
نرمال	112.88 b	219.25 b	28.25 b	۵۳/۷۵ b
تنش	176.13 a	294.63 a	38.63 a	۶۲/۷۵ a

در هرستون، میانگین‌ها با حروف متفاوت در سطح ٥ درصد آزمون دانکن تفاوت معنی‌داری دارند.

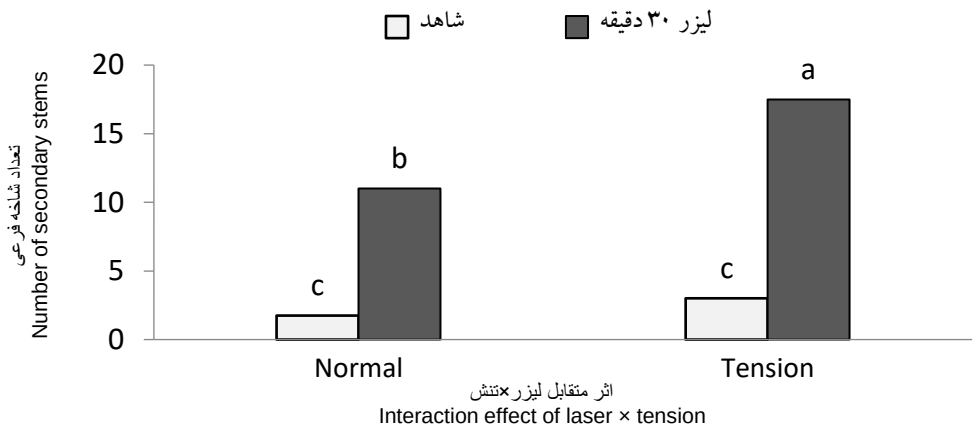


Fig 1. The interaction effect of laser and stress on Number of secondary stems of Mullein plant The letters with the same letters were not significantly different at 5% Duncan test.

شکل ۱. اثر متقابل لیزر و تنش بر تعداد شاخه فرعی گیاه بوصیر. میانگین‌ها با حروف یکسان در سطح ۵ درصد آزمون دانکن اختلاف معنی‌داری ندارند.

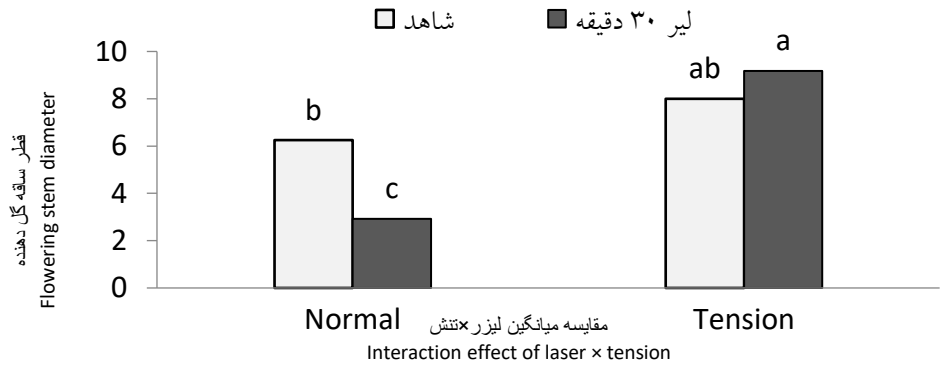


Fig2. The interaction effect of laser and stress on the Flowering stem diameter in the main stem of Mullein plant. The means with the same letters at 5% level of Duncan test were not significantly different.

شکل ۲. اثر متقابل لیزر و تنش بر قطر ساقه گل دهنده گیاه بوصیر. میانگین‌ها با حروف یکسان در سطح ۵ درصد آزمون دانکن اختلاف معنی‌داری ندارند.

نتایج حاصل از مقایسه میانگین داده‌ها حاکی از آن است، اثر تیمارهای تنش، لیزر و اثر متقابل تنش و لیزر بر قطر گل گیاه دارویی بوصیر در سطح ۱ درصد معنی‌دار گردید (جدول۴-۵). بر طبق نتایج حاصل از مقایسه میانگین‌ها، بیشترین قطر گل در ترکیب تیماری ۱۰ روز یک‌بار تنش و اعمال ۳۰ دقیقه لیزر به میزان ۴/۴۶ سانتی‌متر حاصل شد(Kagirgan,2003) (Toker &. در حالیکه، کمترین میزان در ترکیب تیماری بدون اعمال فاکتور تنش و لیزر با میزان ۳/۱۰ سانتی‌متر مشاهده شد. اگرچه در بین این تیمارها در سطح ۵ درصد آزمون دانکن تفاوت معنی‌داری مشاهده گردید (شکل۳). اثر تیمارهای تنش، لیزر و اثر متقابل تنش و لیزر بر تعداد گل ساقه فرعی گیاه خرگوشک در سطح ۱ درصد معنی‌دار گردید (جدول۴-۵). به طوریکه، بیشترین تعداد گل ساقه فرعی در ترکیب تیماری ۱۰ روز یک‌بار تنش و اعمال ۳۰ دقیقه لیزر با میزان ۷۷/۵۰ عدد و کمترین میزان در تیمار شاهد (بدون فاکتور تنش و لیزر) به میزان ۴۵ عدد مشاهده شد (شکل۴)(Bayoumi et al.,2008).

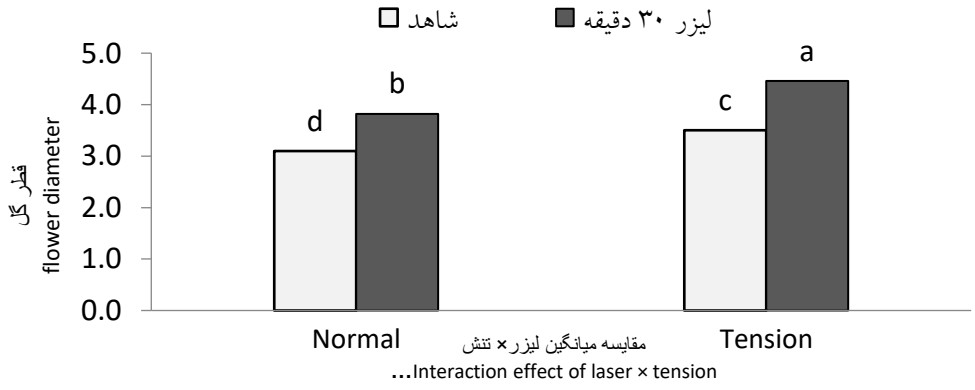


Fig3. The interaction effect of laser and stress on the flower diameter of Mullein plant. Meanings at the 5% level of Duncan's test were not significantly different.

شکل ۳. اثر متقابل لیزر و تنش بر قطر گل گیاه بوصیر. میانگین ها با حروف مشترک در سطح ۵ درصد آزمون دانکن تفاوت معنی داری ندارند

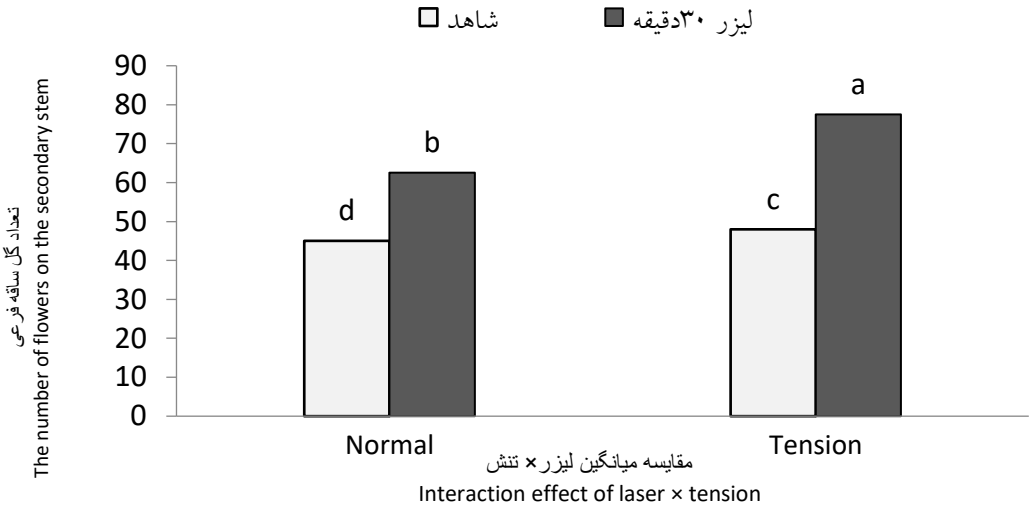


Fig 4. The interaction effect of laser and stress on the The number of flowers on the secondary of Mullein plant. Meanings at the 5% level of Duncan's test were not significantly different.

شکل ۴. اثر متقابل لیزر و تنش بر تعداد گل ساقه فرعی گیاه بوصیر. میانگین ها با حروف مشترک در سطح ۵ درصد آزمون دانکن تفاوت معنی داری ندارند.

نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد، اثر تیمار تنش و لیزر و اثر ترکیبی تیمار لیزر و تنش در سطح ۱ درصد بر میزان فلانویید ۲۷۰ گیاه بوصیر معنی‌دار شد (جدول۶،۷). به‌طوری‌که بیشترین میزان فلانویید ۲۷۰ در تیمارهای لیزر ۳۰ دقیقه بدون استفاده از تنش با میزان ۳/۰۸ میلی‌گرم بر گرم مشاهده شد. درحالی‌که کمترین میزان در تیمار بدون استفاده از تنش با عدم استفاده از تیمار لیزر با میزان ۱/۲۹ میلی‌گرم بر گرم مشاهده شد(شکل ۵). نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد، اثر تیمار تنش و لیزر و اثر ترکیبی تیمار تنش و لیزر در سطح ۱ درصد بر میزان فلانویید ۳۰۰ گیاه گل ماهور معنی‌دار شد (جدول ۷،۶). نتایج حاصل از مقایسه میانگین‌های اثر متقابل تنش و لیزر بر میزان آنتی‌اکسیدان گیاه گل ماهور در سطح ۵ درصد معنی‌دار شد. به‌طوری‌که بیشترین میزان فلانویید ۳۰۰ در تیمارهای لیزر ۳۰ دقیقه بدون استفاده از تنش با میزان ۲/۱۰ میلی‌گرم بر گرم مشاهده شد. درحالی‌که کمترین میزان در تیمار بدون تنش و با عدم استفاده از تیمار لیزر با میزان ۰/۹۰ میلی‌گرم بر گرم (شکل ۶) مشاهده شد. همچنین، بیشترین میزان فلانویید ۲۷۰ در تیمارهای لیزر بدون استفاده از تیمار تنش درحالی‌که کمترین میزان در تیمار بدون استفاده از تنش و با عدم استفاده از تیمار لیزر مشاهده شد. بیشترین میزان فلانویید ۳۰۰ در تیمارهای لیزر بدون استفاده از تنش درحالی‌که کمترین میزان در تیمار بدون استفاده از تنش و با عدم استفاده از تیمار لیزر مشاهده گردید.(شکل۶) (Hernandez *et al*.,2010).

جدول ٦. نتایج تجزیه واریانس اثرات استرس و لیزر بر برخی از صفات فیزیولوژیکی گیاه بوصیر

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات				
		فلاونویید ۲۷۰ (mg/g)	فلاونویید ۳۰۰ (mg/g)	فلاونویید ۳۳۰ (mg/g)	کلروفیل a (mg/g)	کلروفیل b (mg/g)
بلوک	2	۰/۰۰۴	۰/۰۰۰۰۸	۰/۰۰۰۱	۰/۰۱۵	۰/۰۰۰۰۸
تنش	1	۰/۶۱**	۰/۲۵**	۰/۱۲**	۰/۰۱۳	۰/۰۰۲**
خطا ۱	2	۰/۰۰۳	۰/۰۰۰۰۰۸	۰/۰۰۰۰۳	۰/۰۱۳	۰/۰۰۰۰۰۸
لیزر	1	۵/۳۶**	۲/۵۱**	۱/۲۵**	۰/۲۰۵*	۰/۰۲۲**
لیزر × تنش	1	۰/۶۱**	۰/۲۵**	۰/۱۲**	۰/۰۶۰	۰/۰۰۰۲
خطا ۲	4	۰/۰۰۳	۰/۰۰۰۰۴	۰/۰۰۰۰۸	۰/۰۱۴	۰/۰۰۰۰۴
ضریب تغییرات (٪)		۲/۹۳	۰/٤۸	۰/۹٦	۱۲/۵۹	۲/۲۱

* و **: به ترتیب معنی‌دارشدن در سطوح آماری ۰/۰۵ و ۰/۰۱ .

نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد، اثر تیمار تنش و لیزر و اثر ترکیبی تیمار تنش و لیزر در سطح ۱ درصد بر میزان فلانویید ۳۳۰ گیاه بوصیر معنی‌دار شد (جدول ۷،۶). نتایج حاصل از مقایسه میانگین‌های اثر ترکیبی تنش و لیزر بر میزان فلانویید ۳۳۰ گیاه گل ماهور نشان داد، این اثر در سطح ۵ درصد آزمون دانکن بر میزان این صفت معنی‌دار شد. مقایسه میانگین اثرات ساده این صفت نشان داد که فاکتور تنش کمترین میزان در شرایط تنش کم‌آبی حاصل گردید و فاکتور لیزر هم بیشترین میزان در سطح لیزر ۳۰ دقیقه از این فاکتور حاصل شد. به طوریکه، بیشترین میزان فلانویید ۳۳۰ در تیمارهای لیزر ۳۰ دقیقه بدون استفاده از تنش با میزان ۱/۴۸ میلی‌گرم بر گرم مشاهده شد. درحالی‌که کمترین میزان در تیمار بدون تنش با عدم استفاده از تیمار تنش با میزان ۰/۶۳ میلی‌گرم بر گرم مشاهده شد (شکل۷).

جدول ۷. مقایسه میانگین اثرات ساده فاکتور لیزر بر برخی صفات فیزیولوژیکی گیاه بوصیر

لیزر	میانگین مربعات				
	فلاونویید ۲۷۰ (mg/g)	فلاونویید ۳۰۰ (mg/g)	فلاونویید ۳۳۰ (mg/g)	کلروفیل a (mg/g)	کلروفیل b (mg/g)
شاهد(L_1)	۱/۲۹ b	۰/۹۰ b	۰/۶۳ b	۰/۸۱ b	۰/۲۵ b
۳۰ دقیقه(L_2)	۲/۶۳ a	۱/۸۲ a	۱/۲۸ a	۱/۰۷ a	۰/۳۴ a

در هرستون، میانگین‌ها با حروف متفاوت در سطح ۵ درصد آزمون دانکن تفاوت معنی‌داری دارند.

نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد، اثر تیمار لیزر به‌تنهایی در سطح ۵ درصد بر میزان کلروفیل a گیاه بوصیر معنی‌دار شد (جدول۶). نتایج حاصل از مقایسه میانگین‌های اثر لیزر بر میزان کلروفیل a گیاه بوصیر نشان داد، این اثر در سطح ۵ درصد آزمون دانکن بر میزان این صفت معنی‌دار شد. درحالی‌که اثر تنش بر میزان کلروفیل a گیاه بوصیر

نشان داد، این اثر در سطح ۵ درصد آزمون دانکن بر میزان این صفت معنی‌دار نشد. به‌طوری‌که بیشترین میزان کلروفیل a با استفاده از تیمار لیزر ۳۰ دقیقه بدون استفاده از تیمار تنش با میزان ۱/۱۸ میلی‌گرم بر گرم مشاهده شد. درحالی‌که کمترین میزان بدون استفاده از تیمار تنش و با عدم استفاده از تیمار لیزر با میزان ۰/۷۷ میلی‌گرم بر گرم مشاهده شد (Mssacci *et al.*,2008)(شکل۸).

جدول ۸. مقایسه میانگین اثرات ساده عامل تنش بر برخی صفات فیزیولوژیکی گیاه بوصیر

تنش	میانگین مربعات				
	فلاونویید ۲۷۰ (mg/g)	فلاونویید ۳۰۰ (mg/g)	فلاونویید ۳۳۰ (mg/g)	کلروفیل a (mg/g)	کلروفیل b (mg/g)
نرمال	۲/۱۸ a	۱/۵۰ a	۱/۰۶ a	۰/۹۷ a	۰/۲۸ b
تنش	۱/۷۳ b	۱/۲۱ b	۰/۸۵ b	۰/۹۱ a	۰/۳۱ a

در هرستون، میانگین‌ها با حروف متفاوت در سطح ۵ درصد آزمون دانکن تفاوت معنی‌داری دارند.

نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد، اثر تیمار لیزر و تنش در سطح ۱ درصد بر میزان کلروفیل b گیاه بوصیر معنی‌دار شد (جدول۶). درحالی‌که اثر ترکیبی لیزر و تنش در سطح ۵ درصد معنی‌دار نشد. نتایج حاصل از مقایسه میانگین‌های اثر لیزر و تنش بر میزان کلروفیل b گیاه بوصیر نشان داد، این اثرات در سطح ۵ درصد آزمون دانکن بر میزان این صفت معنی‌دار شد. به‌طوری‌که بیشترین میزان کلروفیل b با استفاده از تیمار لیزر ۳۰ دقیقه و با استفاده از تنش با میزان ۰/۳۵ میلی‌گرم بر گرم مشاهده شد. درحالی‌که کمترین میزان بدون استفاده از تیمار تنش و با عدم استفاده از تیمار لیزر با میزان ۰/۲۴ میلی‌گرم بر گرم مشاهده شد(شکل۹). بیشترین میزان کلروفیل a در تیمار لیزر بدون استفاده از تنش درحالی‌که کمترین میزان در تیمار بدون استفاده از تنش و با عدم استفاده از تیمار لیزر مشاهده شد. بیشترین میزان کلروفیل b در تیمار لیزر (با تنش) درحالی‌که کمترین میزان در تیمار بدون استفاده از تنش و با عدم استفاده از تیمار لیزر مشاهده شد(Nunes et al., 2008).

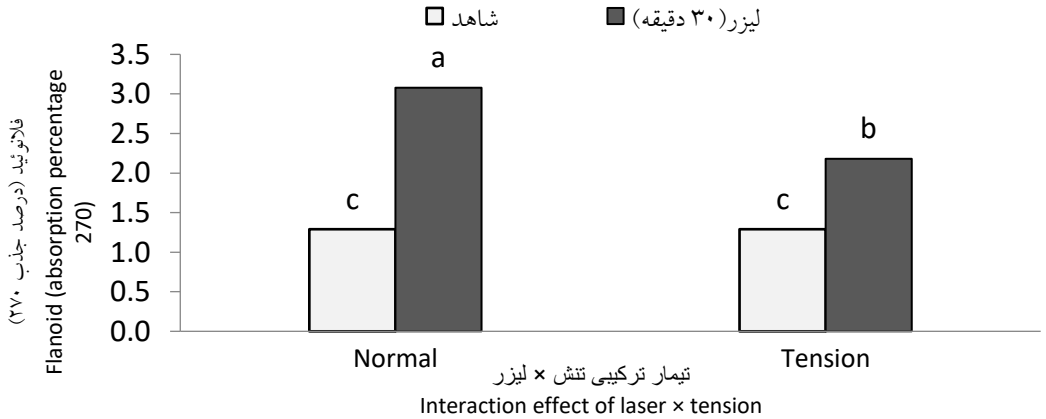


Fig. 5. The interaction effect of laser and stress on flanoid 270 of Mullein plant. Meanings at the 5% level of Duncan's test were not significantly different.

شکل ۵. اثر متقابل لیزر و تنش بر فلانویید ۲۷۰ گیاه بوصیر . میانگین ها با حروف مشترک در سطح ۵ درصد آزمون دانکن تفاوت معنی داری ندارند.

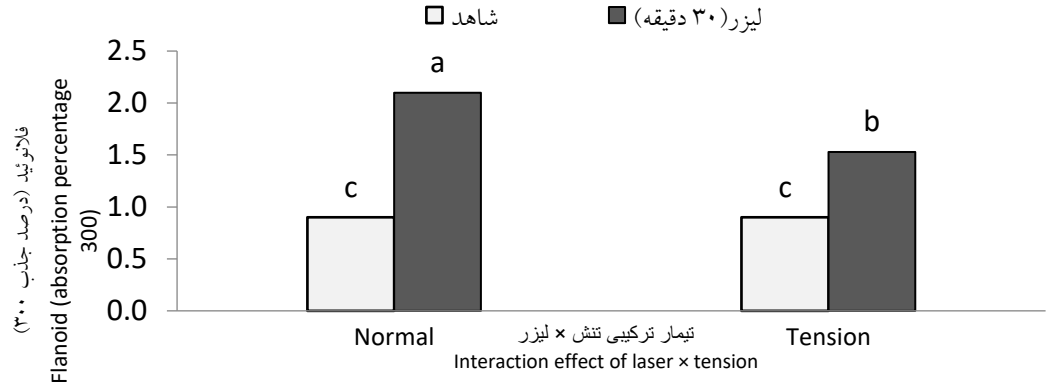


Fig 6. The interaction effect of laser and stress on flanoid 300 of Mullein plant. Meanings at the 5% level of Duncan's test were not significantly different.

شکل6. اثر متقابل لیزر و تنش بر فلانویید۳۰۰ گیاه بوصیر . میانگین ها با حروف مشترک در سطح ۵ درصد آزمون دانکن تفاوت معنی داری ندارند.

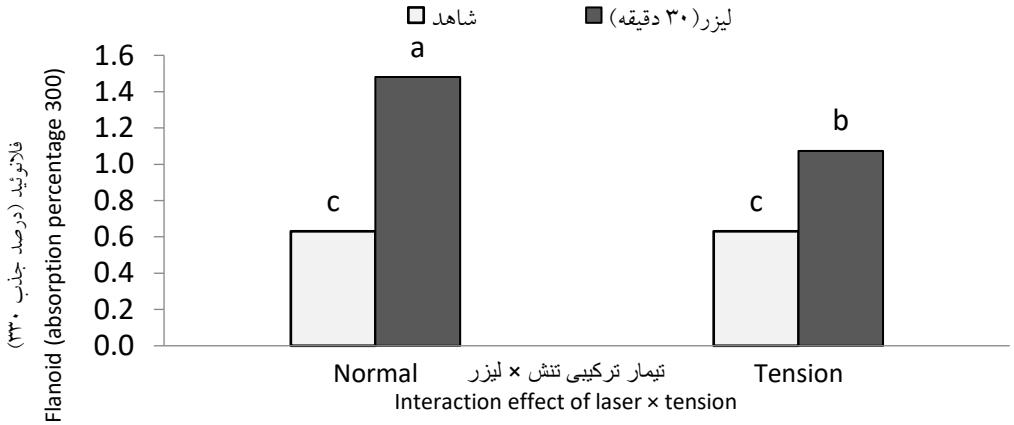


Fig 7. Interaction effect of laser and stress on flanoid 330 of Mullein plant. Meanings at the 5% level of Duncan's test were not significantly different.

شکل ۷. اثر متقابل لیزر و تنش بر فلانویید۳۳۰ گیاه بوصیر. میانگین ها با حروف مشترک در سطح ۵ درصد آزمون دانکن تفاوت معنی داری ندارند.

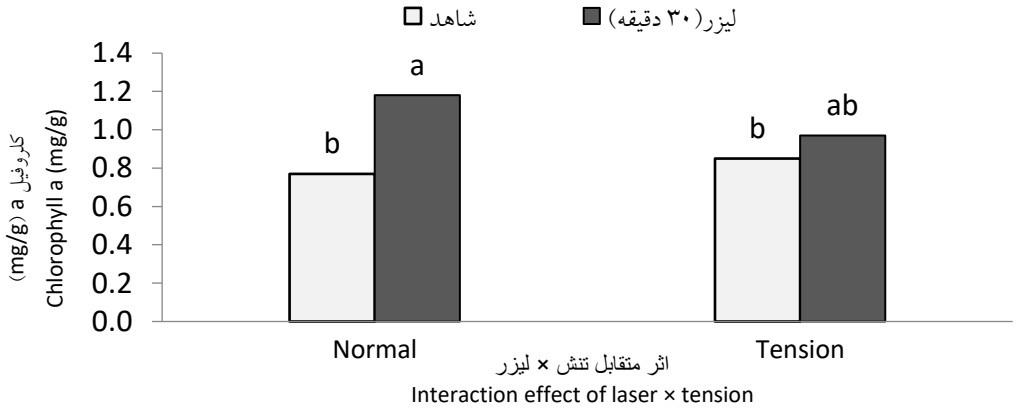


Fig 8. The interaction effect of laser and stress on the chlorophyll a of Mullein plant. Meanings at the 5% level of Duncan's test were not significantly different.

شکل ۸ اثر متقابل لیزر و تنش بر کروفیل a گیاه بوصیر. میانگین ها با حروف مشترک در سطح ۵ درصد آزمون دانکن تفاوت معنی داری ندارند.

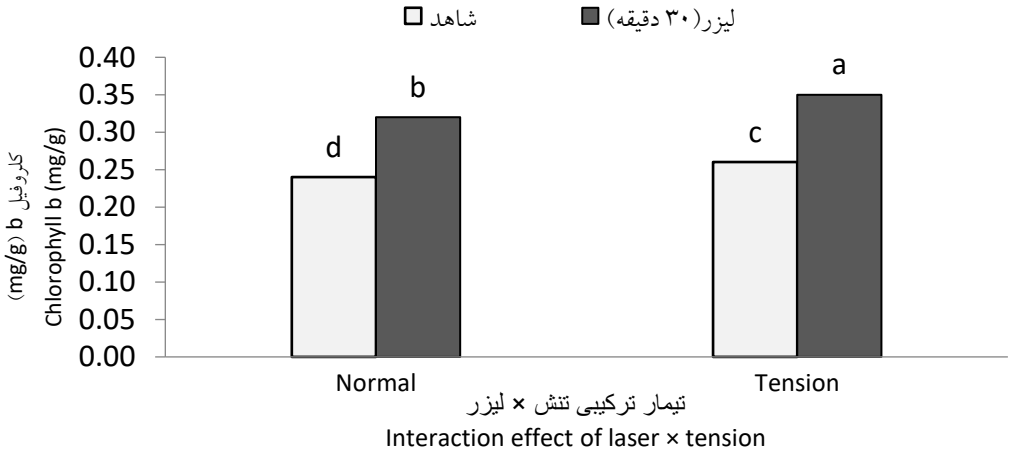


Fig 9. The interaction effect of laser and stress on the chlorophyll b of the whole Mullein plant. Meanings at the 5% level of Duncan's test were not significantly different.

شکل ۹. اثر متقابل لیزر و تنش بر کلروفیل b گیاه بوصیر. میانگین ها با حروف مشترک در سطح ۵ درصد آزمون دانکن تفاوت معنی داری ندارند.

٤. نتیجه‌گیری:

گرچه مکانیسم عمل لیزر در بذر به خوبی شناسایی نشده است اما مدارک کافی دال بر تاثیر مثبت آن بر فرآیندهای سلولی به وفور وجود دارد. این تاثیر مثبت خواه به صورت مستقیم یا غیر مستقیم مزیت های بسیاری به همراه خواهد داشت. از جمله می توان به موارد زیر اشاره کرد: ۱- کاهش استفاده از سموم دفع آفات(در نتیجه افزایش مقاومت به تنش های زیستی) که منجر به کاهش میزان آلودگی منبع آب و خاک می شود.۲- کاهش استفاده از کودهای شیمیایی که سبب افزایش کیفیت محصولات می شود.۳- کمک به مهندسی متابولیت های ثانویه به سبب استفاده از لیزر به عنوان الیسیتور کم هزینه.۴- کمک به مهندسی بذر و افزایش توان بالقوه بذر به عنوان بنیان و سرآغاز زندگی گیاه.۵- افزایش کمیت محصول از لحاظ اندام های رویشی و زایشی. بااین‌وجود هنوز شبهات فراوانی در خصوص بهترین طول‌موج، مناسب‌ترین نوع لیزر، مؤثرترین مدت تیمار وجود دارد که زمینه تحقیقات بعدی می‌باشد.

٥. منابع:

میرشکاری، ب. و صیامی، ر.، ۱۳۹۴. بهبود جوانه‌زنی، رشد اولیه و شاخصه‌ای دارویی بارهنگ با پیش تیمار فیزیکی بذر، مجله بوم‌شناسی گیاهان زراعی، جلد ۱۱، شماره ۳، صفحات ۵۵-۴۷.

Nunes, C, Ara ujo, S, da Silva, J.M., Salema Fevereiro, M. & da Silva, A. 2008. Physiological responses of the legume model *Medicago truncatula* cv. Jem along to water deficit, Environmental and Experimental Botany 63: 289–296.

Perveen R, Ali Q, Ashraf M, Al-Qurainy F, Jamil Y, Ahmad MR (2010) Effects of different doses of low power continuous wave He-Ne laser radiation on some seed thermodynamic and germination parameters, and potential enzymes involved in seed germination of sunflower (Helianthus annuus L.). Photochem Photobiol 86(5):1050–1055.

Summart , J., Thanonkeo, P., Panichajakul, S., Prathepha, P., Mc Manse, M.T., 2010. Effect of salt stress on growth, inorganic ion and proline accumulation in Thai aromatic rice Kaho Dawk Mail 105, Callus Culture, 9(2), 145- 152.

Bates, L. S., Waldren, R. P. and Teare, I. D. 1973. Rapid determination of free proline for water-stress studies. Plant and Soil. 39: 205–207.

Hernandez, A. C., Dominguez, P. A., Cruz, O. A., Ivanov, R., Carballo, C. A., and Zepeda, B. R., 2010. Laser in agriculture. Int. Agrophys, 24(4), PP: 407-422

Jun Lin W, Xuehong G, Sheqi Z (2007) Effect of laser pretreatment on germination and membrane lipid peroxidation of Chinese pine seeds under drought stress. Front Biol China 2:314–317.

Mozaffarian, et, 2014, Botany - Iran Plant Classification, 144 pages.

Vasilevski, G., 2003. Perspectives of application of biophysical methods in sustainable agriculture. Bulg. J. Plant Physiol, 29(3), PP: 179-186.

Ahmed, S., Nawata, E., Hosokawa, M., Domae, Y. & Sakuratani, T. 2002. Alterations in photosynthesis and some antioxidant enzymatic activity of mungbean subjected to waterlogging, Plant Sci. 163: 117.

Hernandez, A.C., C.A. Carballo, A. Artola, and A. Michtchenko. 2008. Laser irradiation effects on maize seed field performance. Seed Sci. Technol. 34: 193-197.

Mssacci, A., Nabiev, S.M., Pietrosanti, L., Nematov, S.K., Chernikova, T.N., Thor, K. & Leipner, J.2008. Response of photosynthetic apparatus of cotton (Gossypium hirsutum) to the onest of droughstress under field conditions studied by gas-exchange analysis and chlorophyll fluorescence imaging, Plant Physiology and Biochemistry 46: 189-195.

Bayoumi, T.Y., Eid, M. & Metwali, E.M. 2008. Application of physiological and biochemical indices as a screening technique for drought tolerance in wheat genotypes, African Journal of Biotechnology 7:3341.

Wahhabi, M, 2005. Refer to Isfahan Province, Refer to Kermanshah Province, Refer to our reputable site. End of PhD Thesis, Faculty of Natural Environment, University of Tehran Wahabi, Mohammad Reza. 2011 Leaflet of Iran University of Pharmacy and Toxicology. Isfahan University of Technology.

Dinoev, S., 2006. Laser: a Controlled Assistant in Agriculture. Bulgarian Academy of Science: 56.

Swathy S.P., Kiran K.R., Rao M.S., Mahato K.K.,. Rao M.R, Satyamoorthy K., Muthusamy A., Responses of He-Ne laser irradiation on agronomical characters and chlorogenic acid content of brinjal (Solanum melongena L.) var. Mattu Gulla, J. Photochem.Photobiol. B: Biol. 164 (2016) 182-190.

Hartmann K.M. and Mollwo A., 2000. The action spectrum for maximal photosensitivity of germination. Naturwissenschaften, 87, 398-40

Hartmann K.M., Grundy A.C., and Market R., 2005. Phytochrome-mediated long-term memory of seeds. Protoplasma,227, 47-52.

Toker, C. & kagirom, M. 2003 Assessment of response to drought stress of chickpea (Cicer arietinum L.) lines under rainfed conditions, Tr. Journal of Agriculture and Forestry 22: 615-621.

Condon, A.G., Langridge, P., Tester, M. & Schnurbusch, T. 2008. Different mechanisms of adaptation to cyclic water stress in two south australian bread wheat cultivars, Journal of Experimental Botany 59: 3327-3346

Evaluating the effect of laser and drought stress on Mullein medicinal plant

R. Norouzi Esfahani[1*], S. Khaghani[2], F. Mortazaeinezhad[3], A. Azizi[4], M. Gomarian[2]

[1]Department of Plant Science and Landscape Architecture, Islamic Azad University, Arak Branch, Arak, Iran

[2]Associate Professor ,Department of Agriculture and Plant Breeding, Islamic Azad University, Arak Branch, Arak, Iran

[3]Associate Professor , Department of Horticulture, Islamic Azad University of Isfahan Branch, Isfahan, Iran

[4]Assistant Professor ,Department of Chemistry, Faculty of Science, Arak University, Arak, Iran

[2]Assistant Professor ,Department of Agriculture and Plant Breeding, Islamic Azad University, Arak Branch, Arak, Iran

Abstract

Recently, the application of red light laser in agriculture has attracted the attention of many researchers. Because by using the laser treatment before planting on seeds with water stress, plant characteristics have improved significantly. Due to the sensitivity of phytochromes to red light, the activity of enzymes related to growth and flowering can be increased by irradiating plant seeds with He-Ne laser light at a wavelength of 632.8 nm. In order to investigate the effect of laser application and drought stress on some morphological and physiological characteristics of Mullein plant, a research was carried out in the form of chopped plots in the form of randomized complete block design in four replications in the conditions of the research farm of Azad University, Isfahan branch. The test factors including laser (0 and 30 minutes) and water deficit stress were performed at two levels of regular irrigation and water deficit stress (irrigation at the time of 50% soil crop capacity). Investigations showed that in the treatment of the mutual effect of laser and drought stress, the best results were obtained in traits: the number of secondary stems, the diameter of the flowering stem, the number of flowers on the secondary stem, so that the number of secondary stems was 17.50, the number of flowers on the secondary stem was 77.50, and the diameter of the stem Flowering plant increased by 9.18 cm compared to the control. In the measured physiological traits such as flavonoid 270, 300, 330 showed 3.08, 2.10, 1.48 mg respectively. From the results of this experiment, it seems that the laser beam induced biological stimuli in the plant, which may have increased the growth and flowering of the medicinal plant Mullein.

Keywords: Growth, flowering, laser, Mullein

* reza_norouzi98@yahoo.com

ارزیابی اثر متابولیت های قارچ آلترناریا آلترناتا ایزوله W19 بر جوانه‌زنی بذر گیاه خرفه

نقیب الرحمن حلیمی[۱]، عباس محمدی[۲]، حسین حمامی[۳]

[۱] دانشجوی ارشد رشته بیماری شناسی گیاهی دانشکده کشاورزی دانشگاه بیرجند.

[۲] دانشیار گروه گیاه پزشکی دانشکده کشاورزی دانشگاه بیرجند.

[۳] استادیار گروه مهندسی تولید و ژنتیک گیاهی دانشکده کشاورزی دانشگاه بیرجند.

چکیده

متابولیت‌های ثانویه قارچ آلترناریا آلترناتا جوانه‌زنی بذر را تحت‌تأثیر قرار می‌دهند. این تحقیق با هدف بررسی تأثیر متابولیت‌ها و توکسین‌های قارچ آلترناریا آلترناتا جدایه W19 بر روی جوانه‌زنی خرفه در شرایط آزمایشگاه در سال ۱۴۰۱ انجام شد. یک آزمایش بصورت طرح کاملاً تصادفی به منظور بررسی اثر توکسین بر جوانه‌زنی بذر و بقای گیاهچه علف‌هرز خرفه انجام شد. نتایج نشان داد که متابولیت‌های قارچ آلترناریا آلترناتا W19 بر روی درصد جوانه‌زنی، سرعت جوانه‌زنی، طول ریشه‌چه، وزن ریشه چه، وزن ساقه‌چه، وزن کل گیاهچه و درصد بقاء گیاهچه خرفه تأثیر معنی‌داری داشت. نتایج این تحقیق نشان داد که متابولیت‌های قارچ آلترناریا آلترناتا بر کاهش جوانه‌زنی و بقای گیاهچه علف‌هرز خرفه مؤثر بوده و می‌تواند جایگزین علف‌کش‌های شیمیایی خاک مصرف شود.

واژگان کلیدی: درصد جوانه‌زنی، علف‌کش، گیاهچه، متابولیت

*نویسنده مسؤل- *Amohammadi@birjand.ac.ir*

۱. مقدمه

خرفه (*Portulaca oleracea*) گیاه یکساله تابستانه و متعلق به خانواده پورتلاسه[1] است (سلطانا و همکاران، ۲۰۱۳). خرفه به عنوان یکی از مهمترین علف‌های هرز در جهان محسوب می‌شود. خرفه در مزارع مختلف مانند چغندر قند یکی از میزبان بهتری نماتد ریشه ریشه ان گیاه می‌باشد و میزبان ویروس موزاییک توتون نیز می‌باشد(میانیشی[2] و کاورس[3]، ۱۹۸۰).

قارچ آلترناریا در محصولات زراعی، خاک و مواد غذایی یافت می‌شود (ژوو[4] همکاران، ۲۰۱۹) که عامل بیماری‌های مختلفی در گیاهان نظیر لکه سیاه گلابی ژاپنی، لکه قهوه‌ای توتون، کلروز برگی مرکبات، لکه موجی گوجه‌فرنگی و سیب‌زمینی و شانکر ساقه گوجه‌فرنگی است (عباس و همکاران، ۱۹۹۳). آلترناریا آلترناتا تولید کننده بعضی از متابولیت‌های ثانویه از چند کلاس شیمیایی است که اثرات بیولوژیکی متفاوتی نظیر حشره‌کشی، ضد ویروسی، ضد میکروبی، سمی بودن برای جانوران، جهش‌زا و سیتوتوکسیک دارند (ژوو و همکاران، ۲۰۱۹).

گونه‌های آلترناریا نظیر *A. alternata*، *A. crassa*، *A. cassia* و *A. macrospora* توانایی کنترل بیولوژیک علف هرز را از خود نشان می‌دهند (عباس و همکاران، ۱۹۹۳). یک از ویژه‌گی‌های آلترناریا آلترناتا تولید متابولیت‌های ثانویه و توکسین‌ها است که این توکسین‌ها اثرات منفی فتوسنتز، فعالیت روزنه‌ها، انتقال مواد مغزی و آب (والتون[5]، ۱۹۹۶) همچنین بر اندامک‌های مختلف سلول مانند میتوکندری، غشای سلولی، کلروپلاست، اندام‌های گلژی، هسته و غیره دارند (مینا و سمل[6]، ۲۰۱۹).

متابولیت‌های قارچی می‌تواند از جوانه‌زنی بذر گیاهان جلوگیری کند، در بر رسی نشان داده که متابولیت‌های ثانویه قارچ *Cladosporium cladosporioides* جدایه LWL5 در غلظت‌ها مختلف باعث جلوگیری از جوانه زنی بذر کاهو شد (وقاص و همکاران، ۲۰۱۳).

ایزوتن‌توکسین که یک ایزومر تن‌توکسین است اثر زیادی روی کلروز برگ‌ها ندارد؛ اما باعث پژمردگی سریع نسبت به تن‌توکسین در علف‌هرز *Galium apaine* می‌شود (لیبرمن[7] و همکاران، ۱۹۹۶). همچنین بررسی زنو[8] و ورو[9] (۲۰۰۲) نشان داد هفت توکسین فوزارنون X[10]، نیوالنول[11]، دی‌استوکسی‌سیرفنول[12]، نیوسولانیول[13]، دی‌اوکسینیوالنول[14]، HT-2 و T-2 قارچ فوزاریوم باعث ۹۰-۱۰۰ درصد ممانعت از جوانه‌زنی بذر علف هرز *Orobanche ramosa* می‌شود.

با توجه به گسترش گیاه خرفه به عنوان یک علف هرز مهم که دارای توان رقابت برای آب بسیار زیاد است. این تحقیق با هدف بررسی اثرات متابولیت‌های *A. alternata* بر جوانه‌زنی بذر و بقای گیاهچه خرفه انجام گردید.

---

[1] Portulaceae
[2] Miyanishi
[3] Cavers
[4] Zhuo
[5] wallton
[6] Samal
[7] Liebermann
[8] Zonno
[9] Vurro
[10] fusarenon X
[11] Nivalenol
[12] Diacetoxyscirpenol
[13] Neosolaniol
[14] Deoxynivalenol

۲. مواد و روش‌ها

۱.۲. منطقه مورد مطالعه

این تحقیق در آزمایشگاه بیماری شناسی گیاهی واقع در دانشکده کشاورزی دانشگاه بیرجند در سال ۱۴۰۱ انجام شد.

۲.۲. روش تحقیق

آلترناریا آلترناتا جدایه W19 توسط صدیقی و محمدی در سال ۱۳۹۷ در دانشگاه بیرجند جداسازی و توانایی تولید توکسین آن به اثبات رسیده است (صدیقی، ۱۳۹۷). برای تولید توکسین این آلترناریا آلترناتا از محیط‌های مختلف نظیر محیط جامد سیب زمینی دکستروز آگار، محیط مایع سیب زمینی دکستروز، محیط مایع زاپک و بذر گندم و برنج استفاده گردید (مینا و همکاران، ۲۰۱۷).

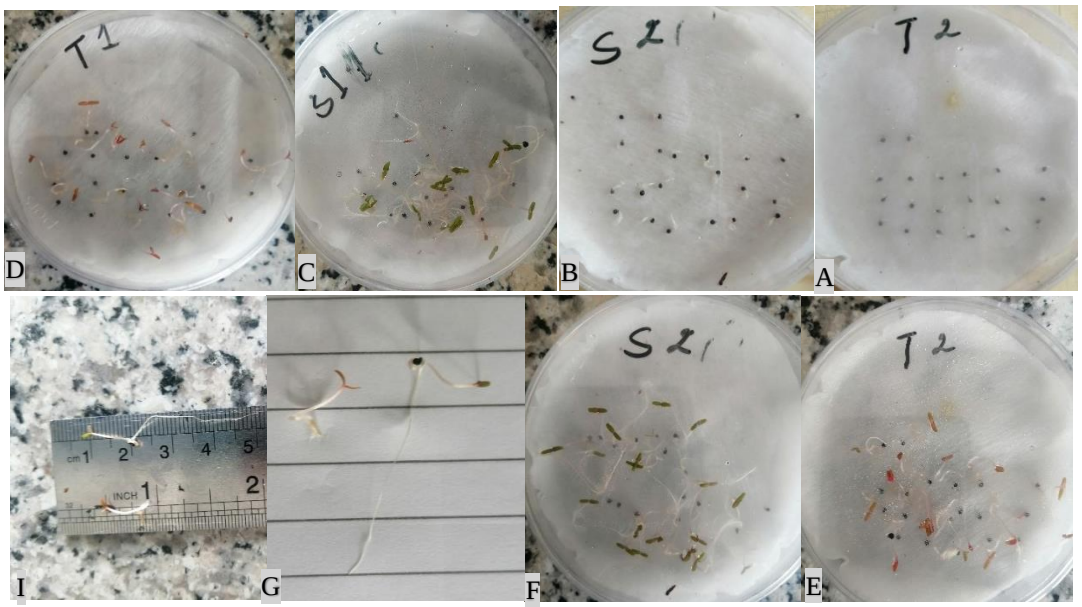
برای بررسی اثر توکسین روی بذر، ابتدا بذر خرفه با سدیم هیپوکلریت ۱۰ درصد استریل و بعد از شستشو با آب مقطر برای ۴ دقیقه بذرها خشک و در پتری دیش‌های ۸ سانتی استریل قرار داده شد. تعداد ۲۰ بذر در هر پتری دیش روی یک لایه کاغذ صافی گذاشته شد و بعد از هر ۶ ساعت جوانه‌زنی بذرها بررسی گردید. درصد جوانه‌زنی، سرعت جوانه‌زنی، طول ریشه‌چه، طول ساقه‌چه، وزن ریشه چه، وزن ساقه چه، وزن کل گیاهچه و درصد بقاء گیاهچه اندازه‌گیری و محاسبه شد. این بررسی در دو تیمار و سه تکرار انجام شد (مینا و همکاران، ۲۰۱۶). تجزیه تحلیل داده ها با استفاده از نرم افزار SAS 9.4 انجام شد.

۳. نتایج و بحث

بذرها بعد از ۶ ساعت شروع به جوانه‌زنی کردند. پس از گذشت ۱۲ ساعت بعد از اعمال توکسین در هر تکرار شاهد از ۲۰ بذر به ترتیب ۱۹، ۱۸، ۱۹ آن‌ها جوانه زدند و ریشه‌چه ها به رنگ سفید رشد کردند. در هر تکرار تیمار شده با توکسین ۱۱، ۱۷، ۱۷ بذر جوانه ضعیف زدند که به رنگ قهوه‌ای تبدیل شدند (شکل ۳ ـ A و B).

پس از گذشت ۲۴ ساعت همه بذرهای تیمار شاهد جوانه زدند و دو برگ ابتدایی نیز تشکیل گردید، همچنین طول ساقه آنها به مقدار زیادی در مقایسه با تیمارهای توکسین افزایش یافت. بذرهای تیمار شده با توکسین رشد بسیار کند داشتند، بدون تشکیل برگ و به رنگ قهوه‌ای روشن دیده شدند. در نهایت بعد از گذشت ۴۲ ساعت به جز تکرار اول تیمار شده با توکسین که در آن ۱۶ بذر جوانه زدند، در تکرارهای دیگر همه بذرها جوانه زدند(شکل ۳–C و D). رشد بذرهای تیمار شده با توکسین به نسبت شاهد کند بوده و طول ریشه آن‌ها حدوداً نزدیک به صفر بود و رشد ساقه ابتدایی نسبت به ریشه بیشتر بود (شکل ۳–G و I). تأثیر توکسین روی جوانه‌زنی بذر با بررسی زانو و ورو (۱۹۹۹) مطابقت داشته است. آنها نشان دادند که توکسین‌های

تنازنوئیک اسید[1]، فومونیسین B1[2]، سایتوکالازین E[3] جوانه‌زنی علف هرز انگلی *Striga hermonthica* را از ۶۹-۱۰۰ درصد کاهش می‌دهند.



شکل ۳- (A) جوانه‌زنی بذور تیمار شده با توکسین بعد از ۱۲ ساعت، (B) جوانه‌زنی بذور شاهد بعد از ۱۲ ساعت، (C) جوانه‌زنی بذور تیمار شده با توکسین تکرار اول بعد از ۴۲ ساعت، (D) جوانه‌زنی بذور شاهد تکرار اول بعد از ۴۲ ساعت، (E) جوانه زنی بذور تیمار شده با توکسین تکرار دوم بعد از ۴۲ ساعت، (F) جوانه زنی بذور شاهد تکرار دوم بعد از ۴۲ ساعت، (G) طرف راست طول ریشه و ساقه ابتدایی شاهد، طرف چپ طول ریشه و ساقه بذر تیمار شده با توکسین ، (I) مقایسه طول ریشه و ساقه ابتدایی بذر تیمار به توکسین و شاهد.

نتایج تجزیه واریانس (جدول ۱) نشان داد که توکسین بطور معنی‌داری بر درصد جوانه‌زنی (در سطح ۵ درصد) و سرعت جوانه‌زنی، طول ریشه‌چه (در سطح ۱ درصد) اثر گذاشت در حالی که اثر معنی‌داری بر طول ساقه‌چه نداشت. عدم تاثیر بر رشد ساقه‌چه به دلیل مقاومت بیشتر ساقه‌چه در مقایسه با ریشه‌چه در برابر توکسین های مختلف است. توکسین بر وزن ریشه‌چه (در سطح ۵ درصد) ، وزن ساقه چه، وزن گیاهچه و همچنین درصد بقاء گیاهچه (در سطح ۱ درصد) اثر معنی داری داشت (جدول ۲). درصد بقاء به شدت کاهش یافت و بیش از ۹۵ درصد کاهش در میزان بقای گیاهچه ها مشاهده شد. از این رو می‌توان این توکسین ها را برای کنترل جوانه‌زنی بذر خرفه به عنوان علف‌کش بیولوژیک مد نظر قرار داد.

[1] Tenuazonic acid
[2] Fumonisin B1
[3] Cytochalasin E

جدول ۱. تجزیه واریانس صفات جوانه‌زنی تحت تاثیر کاربرد توکسین قارچ آلترناریا

		درجه آزادی	درصد جوانه‌زنی	سرعت جوانه‌زنی	طول ریشه‌چه	طول ساقه‌چه
تیمار		۱	۶۶/۶۷*	۲۴ **	۷۷۰/۶۷**	۲/۶۷ ns
خطا		۴	۴/۱۷	۰/۳۳	۰/۱۷	۱/۶۷
ضریب تغییرات (cv٪)			۱/۱۸	۷/۵۳	۲/۷۸	۸/۲۴

** معنی‌دار در سطح ۱ درصد
* معنی‌دار در سطح ۵ درصد
ns غیر معنی‌دار در سطح ۵ درصد

جدول ۲. تجزیه واریانس صفات گیاهچه تحت تاثیر کاربرد توکسین قارچ آلترناریا

		درجه آزادی	وزن ریشه‌چه	وزن ساقه‌چه	وزن گیاهچه	درصد بقاء گیاه‌چه
تیمار		۱	۰/۰۰۰۰۰۱*	۰/۰۰۱۰۶۷**	۰/۰۰۱۲**	۱۳۵۳۷**
خطا		۴	۰/۰۰۰۰۰۰۶	۰/۰۰۰۰۰۳	۰/۰۰۰۰۰۴	۱۲/۵
ضریب تغییرات (cv٪)			۱۵/۳۱	۶/۴۲	۶/۹۹	۶/۷۳

** معنی‌دار در سطح ۱ درصد
* معنی‌دار در سطح ۵ درصد
ns غیر معنی‌دار در سطح ۵ درصد

٤. نتیجه‌گیری

نتایج این تحقیق نشان داد که تأثیر توکسین روی جوانه‌زنی بذر خرفه نسبت به شاهد معنی‌دار بود، بذرهایی که با توکسین تیمار شده بودند جوانه‌زنی آن‌ها ۶ ـ ۱۲ ساعت پس از شاهد شروع شده، و رشد آن‌ها نیز کمتر بود. ریشه‌چه و ساقه‌چه بذرهای تیمار شده با توکسین به رنگ قهوه‌ای روشن تبدیل شدند، ساقه ابتدایی آن‌ها نسبت به شاهد کوتاه‌تر بوده، ریشه ابتدایی در آنها پس از اندکی رشد از بین می رفت که این پدیده سبب ازبین‌رفتن بذرهای جوانه‌زده علف خرفه شد (شکل ۳- E و F). نتایج این آزمون نشان داد که توکسین آلترنارایا آلترناتا از با کاهش درصد و سرعت جوانه‌زنی و همچنین کاهش رشد گیاهچه خرفه می‌تواند از رشد و گسترش علف هرز خرفه ممانعت کند.

۵. منابع

صدیقی، ع، (۱۳۹۷)، جداسازی و شناسایی متابولیت فیتوتوکسیک جدایه W19 گونه *Alternaria alternata*، پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه بیرجند.

Abbas, H. K., Vesonder, R. F., Boyette, C. D., & Peterson, S. W. (1993). Phytotoxicity of AAL-toxin and other compounds produced by *Alternaria alternata* to jimsonweed (*Datura stramonium*). *Canadian Journal of Botany*, 71(1), 155-160.

Liebermann, B., Ellinger, R., & Pinet, E. (1996). Isotentoxin, a conversion product of the phytotoxin tentoxin. *Phytochemistry*, 42(6), 1537-1540.

Meena, M., & Samal, S. (2019). *Alternaria* host-specific (HSTs) toxins: An overview of chemical characterization, target sites, regulation and their toxic effects. *Toxicology reports*, 6, 745-758

Meena, M., Swapnil, P., & Upadhyay, R. S. (2017). Isolation, characterization and toxicological potential of *Alternaria*-mycotoxins (TeA, AOH and AME) in different *Alternaria* species from various regions of India. *Scientific Reports*, 7(1), 1-19.

Meena, M., Prasad, V., & Upadhyay, R. S. (2016). Assessment of the bioweedicidal effects of *Alternaria alternata* metabolites against *Parthenium* species. *Bulletin of Environmental and Scientific Research*, 5(1), 1-7.

Miyanishi, K., & Cavers, P. B. (1980). THE BIOLOGY OF CANADIAN WEEDS.: 40. *Portulaca oleracea L. Canadian Journal of Plant Science*, *60*(3), 953-963.

Sultana, A., & Rahman, K. (2013). *Portulaca oleracea* Linn. A global Panacea with ethno-medicinal and pharmacological potential. *Int J Pharm Pharm Sci*, 5(2), 33-39.

Walton, J. D. (1996). Host-selective toxins: agents of compatibility. *The plant cell*, 8(10), 1723.

Waqas, M., Khan, A. L., Ali, L., Kang, S. M., Kim, Y. H., & Lee, I. J. (2013). Seed germination-influencing bioactive secondary metabolites secreted by the endophyte *Cladosporium cladosporioides* LWL5. *Molecules*, *18*(12), 15519-15530.

Zhou, B., Wang, H., Meng, B., Wei, R., Wang, L., An, C., & Qiang, S. (2019). An evaluation of tenuazonic acid, a potential biobased herbicide in cotton. *Pest Management Science*, 75(9), 2482-2489.

Zonno, M. C., & Vurro, M. (1999). Effect of fungal toxins on germination of *Striga hermonthica* seeds. *Weed Research*. 39, 15-20.

Zonno, M. C., & Vurro, M. (2002). Inhibition of germination of *Orobanche ramosa* seeds by *Fusarium* toxins. *Phytoparasitica*, 30, 519-524.

Evaluation of the effect of *Alternaria alternata* W19 toxins on seed germination of common purslan

NqebRahman Halimee[1], Abbas Mohammadi[2*] and Hossein Hammami[3]

[1]Student of plant Plant Pathology department, Faculty of Agriculture, University of Birjand, Birjand, Iran
[2]Associate professor of Mycology, Dept. of Plant Pathology, College of Agriculture, University of Birjand, South Khorasan, Iran
[3]epartment of Plant production and genetics, Faculty of Agriculture, University of Birjand, Birjand, Iran

Abstract

Secondary metabolites of Alternaria alternata affect on seed germination. The aim of this study was to investigate the effect of metabolites and toxins of A. alternata W19 isolate on common purslane (*Portulaca oleracea*) seed germination in laboratory conditions in 2022. An experiment base on randomize compelate design was conducted with three replications to investigate the effect of toxin on seed germination and survival of seedlings. The results showed that the metabolites of A. alternata W19 had a significant effect on germination percentage, germination rate, root length, root weight, stem weight, seedling weight, and seedling survival percentage of common purslane. The results of this research showed that A. alternata fungi metabolites are effective in controlling common purslane seed germination and seedling survival and can replace chemical soil-applied herbicides.

Keywords: Germination percent, Herbicide, Metabolite, Seedling

* amohammadi@birjand.ac.ir

ارزیابی اثر متابولیت های قارچ آلترناریا آلترناتا بر علف‌هرز خرفه در منطقه بیرجند

نقیب الرحمن حلیمی[۱*]، عباس محمدی[۲]، حسین حمامی[۳]

[۱] دانشجوی ارشد رشته بیماری شناسی گیاهی دانشکده کشاورزی دانشگاه بیرجند.

[۲] دانشیار گروه گیاه پزشکی دانشکده کشاورزی دانشگاه بیرجند.

[۳] استادیار گروه مهندسی تولید و ژنتیک گیاهی دانشکده کشاورزی دانشگاه بیرجند.

چکیده

قارچ آلترناریا آلترناتا متابولیت‌ها و توکسین‌های متفاوتی تولید می‌کند که بافت گیاهان را تحت‌تأثیر قرار می‌دهند. این مطالعه با هدف بررسی تأثیر متابولیت‌های قارچ آلترناریا آلترناتا جدایه W19 بر روی علف‌هرز خرفه در شرایط گلخانه‌ای در سال ۱۴۰۱ انجام شد. دو آزمایش مستقل به منظور بررسی اثر تزریق توکسین بر روی برگ و پاشش روی سطح برگ همچین بافت برگ علف‌هرز خرفه انجام شد. قارچ آلترناریا آلترناتا جهت تولید متابولیت‌ها در محیط مایع عصاره سیب‌زمینی - دکستروز و همچنین بر روی بذر گندم و برنج کشت شد. بعد از ۲۱ روز، استخراج متابولیت‌ها با استفاده از کلروفرم، متانول و استون صورت گرفت. نتایج نشان داد که متابولیت‌های قارچ آلترناریا آلترناتا W19 با اسپری و تزریق آن‌ها بر روی برگ‌ها در شرایط گلخانه‌ای باعث نکروز سریع برگ شدند. نتایج این تحقیق نشان داد که متابولیت‌های قارچ آلترناریا آلترناتا در کنترل علف‌هرز خرفه مؤثر بوده و می‌تواند جایگزین علف‌کش‌های شیمیایی به عنوان کنترل بیولوژیک گردد.

واژگان کلیدی: اسپری، تزریق، کنترل بیولوژیک، نکروز

* نویسنده مسؤل- Amohammadi@birjand.ac.ir

۱. مقدمه

خرفه (*Portulaca oleracea*) گیاهی یک‌ساله است(صلاحی و همکاران، ۱۳۹۹) و یکی از مهم‌ترین علف‌هرز مزارع ۴۵ نوع گیاه در ۸۱ کشور جهان می‌باشد که در بعضی از نهالستان‌ها، گندم، توتون، گل‌های یک‌ساله، ذرت شیرین و توت اهمیت زیادی دارد (میانیشی[1] و کاورس[2]، ۱۹۸۰). قارچ آلترناریا که در محصولات زراعی، خاک و مواد غذایی یافت می‌شود، به عنوان عامل برخی از بیماری‌های گیاهی در طبیعت شناخته شده است (ژوو[3] همکاران، ۲۰۱۹).

توکسین‌های آلترناریا به توکسین‌های با میزبان اختصاصی و توکسین‌های با میزبان غیراختصاصی دسته‌بندی می‌شوند (نیشی مورا و کوهماتو[4] ۱۹۸۳). به طور مثال *Alternaria alternata* f.sp. *lycopersici* عامل اختصاصی شانکر ساقه گوجه‌فرنگی فقط در گیاه گوجه‌فرنگی بیماری ایجاد می‌کند و AALtoxin باعث ایجاد شانکر می‌شود (کوهماتو و همکاران، ۱۹۸۳). گونه‌های مختلف آلترناریا می‌توانند حدوداً ۷۰ نوع توکسین تولید کنند که این توکسین‌ها اثرات منفی بر اندامک‌های مختلف سلول مانند کلروپلاست، میتوکندری، غشای سلولی، اندام‌های گلژی، هسته و غیره دارند (مینا و سمل[5]، ۲۰۱۹) بنا براین آلترناریا آلترناتا ویژه‌گی‌های عامل بیولوژیکی کنترل علف‌های هرز از خود نشان می‌دهد (عباس و همکاران، ۱۹۹۳).

آلترناریا آلترناتا به عنوان بیمارگر طبیعی علف‌هرز *Ageratina adenophora* شناخت شده که به دلیل حضور تنازونیک اسید در این علف هرز لکه‌های قهوه‌ای ایجاد می‌کند (کینگ و همکاران، ۱۹۹۹). لیکوپولو[6] در سال (۱۹۹۷) گزارش داده که فیتوتوکسین آلترناریا آلترناتا در برگ‌های *Lantana camara* نکروز و کلروز ایجاد کرده و از جوانه‌زنی بذر جلوگیری کرده است.

عباس و همکاران (۱۹۹۳) نشان دادند بعد از ۲۴ ساعت، اسپری توکسین آلترناریا آلترناتا روی گیاه داتوره علایم بیماری مشاهده شده و پس از مدت یک هفته همه گیاهان خشک شدند. ژوو و همکاران (۲۰۱۹) نشان دادند تأثیر توکسین TeA بر *A. adenophora* باعث سوراخ شدن برگ‌های پایینی شده و وقتی که با غلظت نسبتاً بالا روی گیاهچه‌ها در مرحله ۴ و ۶ برگی اسپری شد برگ‌های این گیاهان بعد از ۱۲ ساعت شروع به نکروز کردند و در غلظت بالا گیاهچه‌ها پژمرده شدند و باعث مرگ آنها نیز شد (ژوو و همکاران، ۲۰۱۹). قربانی و همکاران (۲۰۰۰) نشان دادند که سوسپانسیون اسپورهای آلترناریا آلترناتا باعث از بین رفتن گیاهچه‌های ۴ برگی تاج‌خروس شد. تأثیر این قارچ بر گیاهان مسن‌تر نسبت به گیاهان ۴ برگی کند بود.

با توجه به گسترش گیاه خرفه به عنوان یک علف هرز مهم و مشکل‌ساز، این تحقیق با هدف بررسی اثرات متابولیت‌های *A. alternata* بر روی گیاهچه خرفه به صورت تزریق و پاشش انجام شد.

۲. مواد و روش‌ها

۱.۲. منطقه مورد مطالعه

[1] Miyanishi
[2] Cavers
[3] Zhuo
[4] Kohmoto
[5] Samal
[6] Liakopoulou

این تحقیق در گلخانه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه بیرجند در سال ۱۴۰۱ انجام شده است.

۲.۲. روش تحقیق

آلترناریا آلترناتا جدایه W19 از کلکسیون گروه بیماری‌شناسی گیاهی دانشگاه بیرجند دریافت شد. این جدایه توسط صدیقی و محمدی در سال ۱۳۹۷ جداسازی شده و توانایی تولید توکسین آن به اثبات رسیده است (صدیقی، ۱۳۹۷). تکثیر این جدایه نخست در محیط کشت سیب‌زمینی دکستروز آگار انجام شد (صدیقی، ۱۳۹۷). برای تولید توکسین از کشت قارچ در محیط مایع دکستروز عصاره سیب‌زمینی استفاده شد. پس از کشت قارچ، ارلن حاوی محیط کشت درون شیکر انکوباتور برای ۲۱ روز با ۱۰۰ دور در یک دقیقه گذاشته شد. سپس به نسبت ۱۰:۱:۱ به ترتیب متانول، استون و کلروفرم به محیط اضافه شد. بعد از ۲۴ ساعت کلروفرم توسط پیپت استخراج شده و بعد از تبخیر در هوای آزاد، به رسوب باقی‌مانده به نسبت ۵ سی‌سی آب مقطر اضافه شد (مینا و همکاران، ۲۰۱۷). از روش تولید توکسین با استفاده از بذر گندم و برنج نیز استفاده شد. ابتدا بذر گندم و برنج شسته و چند ساعت در آب خیسانده شد. بعد از اتوکلاو، به کیسه‌های حاوی گندم و برنج قارچ اضافه و برای ۲۵-۳۰ روز در انکوباتور گذاشته شد. بذر گندم و برنج آلوده به قارچ در آسیاب پودر شد و برای ۲۴ ساعت در آب و کلروفرم غوطه‌ور و استخراج توکسین انجام شد (عباس و همکاران، ۱۹۹۳).

جهت تست تأثیر توکسین روی برگ خرفه، شش عدد بذر در گلدان کاشته شد و در شرایط گلخانه قرار گرفت. سه گلدان برای تزریق توکسین، سه گلدان برای اسپری توکسین و سه گلدان برای شاهد انتخاب شد. آزمایش‌ها به صورت طرح کاملاً تصادفی و در ۲ تیمار به همراه ۳ تکرار انجام شد.

۳. نتایج

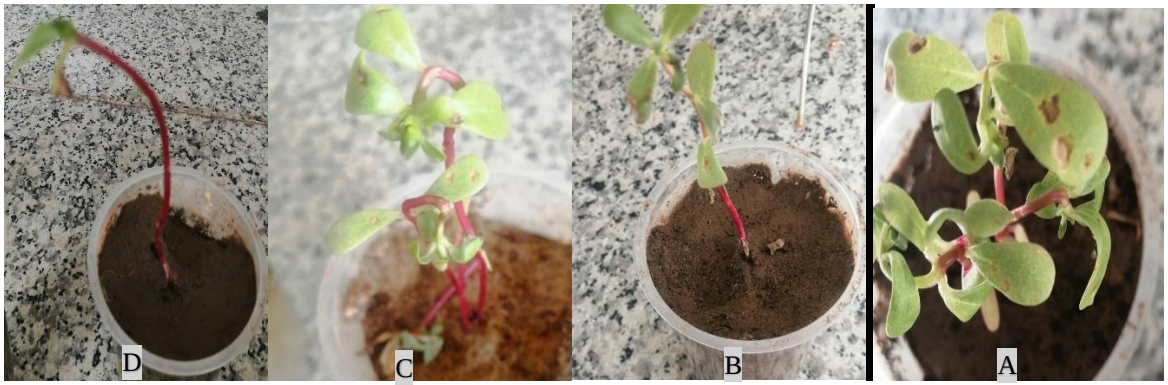
۳.۱. نتایج تزریق توکسین روی برگ

پس از گذشت یک روز از تزریق توکسین روی برگ‌ها، در محل تلقیح فرورفتگی ایجاد شد و شروع به نکروزه شدن کرد. برگ‌های شاهد که در آن آب مقطر تزریق شده بود بعد از ۲۰ دقیقه آب آن‌ها تبخیر شده و برگ‌ها به حالت عادی برگشتند (شکل۱-F). گوشتی و ضخیم بودن برگ باعث شد که تزریق به راحتی انجام شود و توکسین در مدت کوتاهی در همه قسمت‌های برگ پخش گردد. این امر باعث ازبین‌رفتن سریع برگ‌ها بعد از تلقیح شد.

شکل ۱- (A) برگ ۲٤ ساعت بعد از تزریق توکسین، (B) ۲ روز بعد از تزریق توکسین، (C) ۳ روز بعد از تزریق توکسین، (D و I) خشک شدن و ریزش برگ ، (F) شاهد ۳ روز بعد از تزریق آب مقطر (J) بعد از ریختن همه برگ‌ها گیاه به مرگ مواجه شده.

۳.۲. نتایج اسپری توکسین

گیاهچه‌های اسپری شده نسبت به شاهد تغیرات شدیدی را نشان دادند. تأثیر اسپری نسبت به تزریق کند بوده و نکروزه شدن برگ ۴ روز بعد از اسپری کردن اتفاق افتاد و در برگ‌ها فرورفتگی‌های مشخص ایجاد شد. بعد از گذشت ۶ روز برگ‌ها به طور طولی پیچ خوردند. بعضی از برگ‌های تیمار شده با توکسین کاملاً خشک شدند و ریزش کردند (شکل ۲).



شکل ۲- (A) برگ‌ها بعد از ٤ روز اعمال توکسین لکه‌ها ایجاد شده، (B) پژمردگی نوک برگ‌ها ، (C) به دلیل اثر توکسین نوک گیاهچه به پایین آویزان شده، (D) همه برگ‌ها ریزش کردند فقط دو برگ ماندند.

تمام برگ‌های تیمار شده با توکسین بعد از روز هشتم پیچ‌خورده و پژمرده شدند و ۵۰ درصد آنها خشک و ریزش کردند، پیچیدگی برگ‌ها باعث کاهش فتوسنتز شده و گیاهان تیمار شده با توکسین از نظر رشد ضعیف شدند. بعد از اسپری توکسین در شاخه‌های بالایی خرفه لکه‌هایی ایجاد شده و نوک گیاهچه‌ها به طرف پایین آویزان شدند (شکل ۲- C)

٤. بحث و نتیجه‌گیری

نتایج این تحقیق نشان داد که تزریق توکسین های آلترناریا آلترناتا بر روی برگ خرفه می‌تواند منجر به مرگ سلول‌های برگ در مدت کوتاهی پس از تزریق گردد. تزریق توکسین در غلظت نسبتاً بالا و زمان کم صورت گرفت و به سرعت در همه بافت‌های برگ پخش شد، چون برگ‌های خرفه بافت‌های ضخیم و گوشتی دارند، بروز خشکی و نکروز در آن بسیار بارز بود (راشد و همکاران، ۲۰۰۳؛ عمرانی و همکاران، ۲۰۱۶). اولین علایم پژمردگی از نوک برگ‌ها شروع شده و در گذشت ۲۴ ساعت برگ‌ها کاملاً پژمرده شدند و در نهایت باعث ریزش آن‌ها شد. همچنین محل تلقیح توکسین کمتر از ۱۲ ساعت نکروزه گردید و کلروز در آن دیده نشد. یکی از ویژه‌گی‌های اسپری توکسین روی گیاهچه نسبت به تزریق این بود که اسپری توکسین بر علاوه برگ‌ها روی شاخه‌های ابتدایی هم لکه‌هایی به وجود آورد و باعث خشک‌شدن آن‌ها شد. نتایج این آزمون نشان داد که توکسین آلترنارایا آلترناتا از دو طریق (تزریق توکسین روی برگ‌ها و اسپری توکسین روی گیاهچه‌ها) می‌تواند در جلوگیری از رشد و گسترش علف‌هرز خرفه نقش عمده‌ای داشته باشد.

منابع

عمرانی، ب، فلاح.، س. و تدین، م. ۱۳۹۵. واکنش رنگ‌دانه‌های فتوسنتزی، تسهیم ماده خشک و محتوای نیترات گیاه خرفه (*Portulaca oleracea*) به تغذیه گیاهی. *فرایند و کارکرد گیاهی*. ۵ (۱۵), ۱۸۱-۱۹۴.

صدیقی، ع، (۱۳۹۷)، جداسازی و شناسایی متابولیت فیتوتوکسیک جدایه W19 گونه *Alternaria alternata*، پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه بیرجند.

صلاحی، م.، بهرام، ع.، مرشدلو، م.، آهنگرانی، م.، جباری قلعه خاکی، ش.، اشغری دشتابی، ز. و اسماعیلی، ا. (۱۳۹۹). تأثیر بازدارنده‌گی عصاره‌های آبی-الکلی آقطی و گردو بر شاخص‌های جوانه‌زنی، مورفولوژیک و بیوشیمیایی خرفه. *علوم و تحقیقات بذر ایران*، ۷ (۴)، ۴۷۷-۴۸۹.

Abbas, H. K., Vesonder, R. F., Boyette, C. D., & Peterson, S. W. (1993). Phytotoxicity of AAL-toxin and other compounds produced by *Alternaria alternata* to jimsonweed (*Datura stramonium*). *Canadian Journal of Botany*, 71(1), 155-160.

Ghorbani, R., Seel, W., Litterick, A., & Leifert, C. (2000). Evaluation of *Alternaria alternata* for biological control of *Amaranthus retroflexus*. *Weed Science*, *48*(4), 474-480.

Kohmoto, K., Verma, V. S., Nishirnara, S., Tagami, M., & Scheffer, R. P. 1982. New outbreak of *Alternarin* stem canker of tomato in Japan and production of host-selective toxins by the causal fungus. J. Fac. Agric. *Tottori Univ*. 17: 1-8.

Meena, M., & Samal, S. (2019). *Alternaria* host-specific (HSTs) toxins: An overview of chemical characterization, target sites, regulation and their toxic effects. *Toxicology reports*, 6, 745-758

Meena, M., Swapnil, P., & Upadhyay, R. S. (2017). Isolation, characterization and toxicological potential of *Alternaria*-mycotoxins (TeA, AOH and AME) in different *Alternaria* species from various regions of India. *Scientific Reports*, 7(1), 1-19.

Miyanishi, K., & CAVERS, P. B. (1980). THE BIOLOGY OF CANADIAN WEEDS.: 40. Portulaca oleracea L. *Canadian Journal of Plant Science*, *60*(3), 953-963.

Nishimura, S., & Kohmoto, K. 1983. Host-specific toxins and chemical structures from *Alternaria* species. *Annu. Rev. Phytopathol*. 21: 87-116.

Rashed, A. N., Afifi, F. U. & Disi, A. M. (2003) Simple evaluation of the wound healing activity of a crude extract of *Portulaca oleracea* L. growing in Jordan in musculus JVI-1. *Journal of Ethnopharmacology* .88, 131-136.

Zhou, B., Wang, H., Meng, B., Wei, R., Wang, L., An, C., & Qiang, S. (2019). An evaluation of tenuazonic acid, a potential biobased herbicide in cotton. *Pest Management Science*, 75(9), 2482-2489.

.

Evaluation of the effect of *Alternaria alternata* W19 toxins on common Portula

NqebRahman Halimee[1], Abbas Mohammadi[2*] and Hossein Hammami[3]

[1]Student of plant Plant Pathology department, Faculty of Agriculture, University of Birjand, Birjand, Iran
[2]Associate professor of Mycology, Dept. of Plant Pathology, College of Agriculture, University of Birjand, South Khorasan, Iran
[3]Department of Plant production and genetics, Faculty of Agriculture, University of Birjand, Birjand, Iran

Abstract

Alternaria alternata produces different metabolites and toxins that effect on plant tissues. This study aimed to investigate the effect of metabolites of Alternaria alternata isolate W19 on common Portula (*Portulaca oleracea*) in laboratory and greenhouse conditions in 2022. Two independent experiments were conducted in order to investigate the effect of toxin on injection on the leaf and spraying on the leaf surface of common purslane. A. alterata was cultured in potato dextrose (PDB) liquid medium and also on wheat and rice seeds for toxin production. After of 21 days, chloroform, methanol, and acetone solution were used for toxin extraction. The results showed that the metabolites of A. alternata W19 had a significant effect on spraying and injecting them on the leaves in greenhouse conditions caused rapid leaf necrosis. The results of this research showed that A. alternata metabolites are effective in controlling common Portula and can be replace chemical herbicides as biological control.

Keywords: Biological control, Injection, Narcosis, Spray

* amohammadi@birjand.ac.ir

ارزیابی محتوای فنول و فلاوونوئید در میوه آلبالوی دانه ریز وحشی

منوچهر حکیمی[۱]، علی اصغر حاتم نیا[۱] *، پرویز ملک زاده[۲]، ولی اکبری[۳]

[۱] گروه زیست شناسی، دانشکده علوم پایه، دانشگاه ایلام، ایلام
[۲] گروه زیست شناسی، دانشکده علوم پایه، دانشگاه قم، قم
[3] گروه زیست شناسی، دانشکده علوم پایه، دانشگاه رازی، کرمانشاه

چکیده

آلبالوی دانه ریز (*Cerasus microcarp* Boiss) درختچه ای است از خانواده گلسرخیان می باشد. بعد از جمع‌آوری میوه، قسمت‌های مختلف میوه در سایه خشک شده و عصاره‌گیری آنها انجام گرفت. در این مطالعه محتوای فنول و فلاوونوئید کل عصاره قسمت‌های مختلف میوه همراه با ظرفیت جمع‌آوری رادیکال‌های سوپراکسید اندازه‌گیری شد. نتایج نشان داد که اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال ۵ درصد در محتوای فنول و فلاوونوئید کل بین عصاره قسمت‌های مختلف میوه آلبالوی دانه‌ریز وجود دارد، چنان‌چه قسمت میان بر میوه دارای بیشترین میزان فنول کل (۴۶/۴۵ میلی‌گرم گالیک اسید بر گرم وزن خشک) و فلاوونوئید (۱۲/۴۱ میلی‌گرم کوئرستین بر گرم وزن خشک) می‌باشد. نتایج داده‌ها نشان داد که ضریب همبستگی مثبت معنی‌داری بین ظرفیت جمع‌آوری رادیکال سوپراکسید با محتوای فنول کل (r = ۰/۹۳۶) و فلاوونوئید (r = ۰/۹۸۱) وجود دارد. نتایج بدست آمده در این مطالعه نشان دادکه قسمت گوشتی میوه آلبالوی دانه‌ریز دارای مقادیر بالایی ترکیبات فنولی و فلاوونوئیدی می‌باشد. همچنین رابطه‌ی همبستگی مثبت و معنی‌داری بین محتوای ترکیبات فنولی و فلاونوئیدی میوه آلبالوی دانه ریز وحشی با توانایی پاداکسایشی آنها نشان دهنده این واقعیت است که عامل خواص پاداکسایشی عصاره‌ها ترکیبات فنولی و فلاوونوئیدی می‌باشند.

واژگان کلیدی: فنول، فلاوونوئید، آلبالوی دانه ریز، پاداکسایشی.

E-mail: a.hatamnia@ilam.ac.ir.

۱. مقدمه

آلبالوی دانه ریز (*Cerasus microcarp* Boiss) متعلق به خانواده گلسرخیان می باشد و در زبان محلی به بلالوک و هلانه نیز معروف می‌باشد. قسمت‌های مختلف این درخچه مخصوصاً میوه دارای استفاده تغذیه‌ای و دارویی زیادی بوده که توسط افراد محلی مورد استفاده قرار می گیرد.

ترکیبات فنولی یا پلی فنول‌ها یک گروهی بزرگ از مواد شیمیایی هستند، که جزء ترکیبات ثانویه گیاهی به حساب می‌آیند. این ترکیبات ساختارهای شیمیایی و فعالیت‌های گوناگون دارند. از لحاظ شیمیایی، ترکیبات فنولی موادی دارای یک حلقه آروماتیک و یک حلقه بنزنی با یک یا تعداد بیشتری گروه‌های هیدروکسید و مشتقات عملکردی (استرها، متیل استرها و گلیکوزیدها) می‌باشند (Craft et al., 2012).

علت خواص پاداکسایشی فنول دادن الکترون اضافی به اتم اکسیژن و بقیه رادیکال‌های آزاد موجود در بدن و به دام انداختن آنها و درنهایت تشکیل ترکیبی پایدار به اسم فنوکسیل است. رادیکال‌های آزاد مولکول‌هایی هستند، فاقد پوسته الکترونی کامل که به صورت طبیعی در بدن موجودات زنده ساخته می شوند. اما زمانی که تولید این رادیکال‌ها بیش از مقدار لازم باشد، واکنش گرهایی مانند لیپیدهای غشاهای یاخته‌ای، پروتئین‌ها و اسیدهای نوکئیک در خطر اکسیداسیون شدن قرار می گیرند، که باعث تخریب و دناتوره شدن این مولکول‌های زیستی می گردد (Tlili et al., 2015).

ترکیبات فنولی دارای فعالیت‌های گوناگونی از جمله ضدالتهابی، ضد عفونی، ضد سرطانی و آنتی‌اکسیدانی دارا هستند. فعالیت آنتی‌اکسیدانی ترکیبات فنولی به دلیل ظرفیت این ترکیبات در مهار آسیب‌های سلولی ناشی از اکسیداسیون DNA و اکسیداسیون لیپیدها به واسطه ی فعالیت جاروب کردن رادیکال‌های آزاد است (Masibo and He, 2008).

به طور کلی در سالیان اخیر به علت اثرات منفی که ترکیبات پاداکسایشی مصنوعی روی سلامتی دارند، تمرکز محققین روی ترکیبات طبیعی موجود در قسمت های مختلف گیاهان بویژه میوه می‌باشد. از آنجایی که قسمت‌های مختلف گیاه آلبالوی دانه ریز بصورت سنتی و بومی مورد استفاده قرار گرفته و از طرف دیگر تحقیقاتی در این زمینه روی این گیاه صورت نگرفته است، بنابرای هدف از این مطالعه، ارزیابی محتوای فنول کل و فلاوونوئید قسمت‌های مختلف میوه می‌باشد.

۲. مواد و روش‌ها

۱.۲. منطقه مورد مطالعه

میوه آلبالوی‌دانه‌ریز کوهی(بلالوک) از کوه قلاجه واقع در مرز استان ایلام و کرمانشاه جمع‌آوری شدند. بعد از جمع‌آوری و خشک شدن میوه سه قسمت آن (شامل قسمت گوشتی، پوسته سخت دانه و مغز دانه)، از هم جدا شدند، و در ظرف‌های مخصوص نگهداری شدند. نمونه‌های خشک شده را ابتدا به وسیله آسیاب دستی جداگانه خردکرده و سپس با آسیاب برقی کاملاً ریز و به شکل پودر در آمدند. در ظرف‌های مخصوص نگهداری و برای عصاره‌گیری به آزمایشگاه منتقل شدند.

جهت تهیه عصاره، ۳ گرم از پودرهای تهیه شده از اجزای میوه آلبالوی دانه‌ریز به‌صورت جداگانه با ۵۰ میلی لیتر متانول مخلوط شدند. سپس با استفاده از سوکسله عصاره‌گیری نمونه‌ها برای مطالعه فعالیت‌های پاداکسایشی انجام شد. این کار به مدت ۳۰ دقیقه و در دمای ۶۰ درجه سانتیگراد انجام شد (Wijeratne et al., 2006).

۲.۲. روش تحقیق

۱.۲.۲. تعیین محتوای فنول کل

برای اندازه‌گیری محتوای فنول کل موجود در عصاره‌ها با استفاده از شناساگر فولین سیوکالتئو و از روش Slinkard & Singleton (۱۹۹۷) با اندکی تغییر استفاده شد. به ۹۰ میکرولیتر از عصاره گیاهی، ۰/۹ میلی‌لیتر شناساگر سیو کالتئوی-فولین ده برابر رقیق‌شده، ۱ میلی‌لیتر محلول سدیم کربنات (۶۹٪) و ۱/۲ میلی‌لیتر آب مقطر اضافه شد باگذشت ۲۰ دقیقه جذب مخلوط در دمای اتاق و در طول‌موج نانومتر ۷۴۰ نانو متر توسط اسپکتروفوتومتر یادداشت گردید. سپس میزان فنول کل با استفاده از منحنی استاندارد گالیک اسید مشخص شد.

۲.۲.۲. تعیین محتوای فلاونوئیدی کل

محتوای فلاونوئیدی با استفاده از روش رنگ سنجی کلریدآلومینیوم به روش Serra Bonvehí و همکاران (۲۰۰۱) تعیین شد. ۲۰۰ میکرولیتر عصاره و ۸۰۰ میکرولیتر آب دیونیزه با ۱ میلی لیتر $AlCl_3$ ۲ درصد (محلول ۵ درصد استیک اسید در متانول) مخلوط شد و بعد از ۳۰ دقیقه جذب در ۴۳۰ نانومتر خوانده شد. منحنی استاندارد با غلظت های مختلف کوئرستین تهیه شد. محتوای فلاونوئیدی عصاره ها بر حسب میلی گرم کوئرستین در گرم وزن خشک گزارش شد.

۳.۲.۲. ظرفیت جمع‌آوری رادیکال سوپراکسید

برای سنجش میزان جمع‌آوری رادیکال سوپراکسید از سیستم اتوکسیداسیون پیروگالول استفاده شد (Jing and Zhao, 1995). ۹ میلی‌لیتر از بافر تریس - اسید کلریدریک ۵۰ میلی مولار با pH=۸/۲ به درون لوله‌ی آزمایش ریخته و در دمای ۲۵ درجه‌ی سانتی‌گراد به مدت ۲۰ دقیقه انکوبه شد. بعد ۵۰ میکرولیتر از محلول پیروگالول (۴۵ میلی مولار پیروگالول در اسید کلریدریک ۱۰ میلی مولار) با استفاده از سرنگ میکرولیتری به آن اضافه شد. یک قطره آسکوربیک اسید بعد از ۳ دقیقه برای پایان بخشیدن به واکنش به مخلوط واکنش اضافه شد. سپس جذب آن در طول موج ۴۲۰nm بعد از زمان ۵ دقیقه به عنوان A_0 که بر سرعت اکسیداسیون پیروگالول اشاره دارد خوانده شد. سرعت اتواکسیداسیون A_1 هم توسط روش بالا اندازه‌گیری گردید. ولی این بار حجم معینی از عصاره به درون محلول بافر تریس – اسیدکلریدریک اضافه شد. سرانجام یک کنترل شاهد از عامل به عنوان A_2 به دست آمد و در نهایت درصد جمع‌آوری رادیکال سوپراکسید طبق فرمول زیر محاسبه شد.

$$\text{درصد جمع‌آوری رادیکال سوپراکسید} = A_0 - (A_1-A_2) \times 100/A_0$$

۳. نتایج

جدول ۱ محتوای فنول کل را در عصاره قسمت‌های مختلف میوه آلبالوی دانه‌ریز نشان می‌دهد. نتایج نشان داد که اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال ۵ درصد در محتوای فنول کل بین عصاره قسمت‌های مختلف میوه آلبالوی دانه‌ریز وجود دارد،

چنان‌چه قسمت میان بر میوه با محتوای ۴۶/۴۵ میلی‌گرم گالیک اسید بر گرم وزن خشک دارای بیشترین میزان فنول کل می‌باشد. نتایج مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد که اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال ۵ درصد بین محتوای فلاوونوئید عصاره قسمت‌های مختلف میوه آلبالوی دانه ریز وحشی وجود دارد، به‌طوری‌که بیشترین و کمترین میزان محتوای فلاوونوئید در عصاره قسمت میان بر میوه (۱۲/۴۱ میلی‌گرم کوئرستین بر گرم وزن خشک) و مغز دانه (۵/۲۲ میلی‌گرم کوئرستین بر گرم وزن خشک) می‌باشد (جدول ۱).

جدول ۱. محتوای فنول کل (میلی‌گرم گالیک اسید/ گرم وزن خشک)، محتوای فلاونوئید کل (میلی‌گرم کوئرستین / گرم وزن خشک) و ظرفیت جمع‌آوری رادیکال سوپراکسید (٪) عصاره قسمت‌های مختلف میوه آلبالوی دانه‌ریز.

	محتوای فنول کل	محتوای فلاونوئید کل	ظرفیت جمع‌آوری رادیکال سوپراکسید
دانه	۱۷/۲۲ ± ۰/۱۲ c	۵/۲۲ ± ۰/۰۵ b	۱۰۹/۶۷ ± ۰/۸۸ c
درون بر	۲۰/۷۶ ± ۰/۳۹ b	۶/۵۶ ± ۰/۱۳ b	۱۱۶/۶۷ ± ۲/۰۲ b
میان بر	۴۶/۴۵ ± ۰/۷۴ a	۱۲/۴۱ ± ۰/۵۶ a	۱۵۰/۰۰ ± ۷/۳۳ a

* برای هر فاکتور (ستون)، میانگین‌هایی که حداقل دارای یک حروف مشترک هستند بر اساس آزمون Tukey در سطح احتمال ۵٪ از نظر آماری فاقد تفاوت معنی‌دار هستند.

نتایج جدول همبستگی نشان داد که ضریب همبستگی مثبت معنی‌داری بین پارامترهای اندازه‌گیری شده وجود دارد، به‌طوری‌که ضریب همبستگی مثبت معنی‌داری در سطح احتمال ۱ ٪ بین ظرفیت جمع‌آوری رادیکال سوپراکسید با محتوای فنول کل (r = ۰/۹۳۶) و فلاوونوئید (r = ۰/۹۸۱) وجود دارد (جدول ۲).

جدول ۲. همبستگی بین شاخص‌های اندازه‌گیری مختلف در نمونه‌های آلبالوی دانه‌ریز وحشی. محتوای فنول کل، محتوای فلاونوئید کل و ظرفیت جمع‌آوری رادیکال سوپراکسید (٪).

	محتوای فنول کل	محتوای فلاونوئید کل	ظرفیت جمع‌آوری رادیکال سوپراکسید
محتوای فنول کل	۱	۰/۹۸۴ **	۰/۹۳۶ **
محتوای فلاونوئید کل		۱	۰/۹۸۱ **
ظرفیت جمع‌آوری رادیکال سوپراکسید			۱

** همبستگی در سطح ۱ درصد معنی‌دار می‌باشد.

٤. بحث و نتیجه‌گیری

بررسی‌ها نشان داده است که ترکیبات ثانویه موجود در گیاهان به عنوان ترکیبات احیاء کننده قادر به انتقال هیدروژن به رادیکال‌های آزاد هستند، از جمله این ترکیبات ثانویه می‌توان به ترکیبات فنلی و فلاوونوئیدی اشاره کرد که با انتقال هیدروژن به رادیکال‌های آزاد سبب خنثی شدن آنها شده و به همین دلیل است که این ترکیبات به عنوان عوامل پاداکسایشی مورد توجه قرار گرفته‌اند (Ang et al., 2015). ترکیبات فنلی حاوی گروه‌های هیدروکسیل واکنش پذیر بوده که مستقیماً به حلقه‌های هیدروکربنی آروماتیک آنها متصل می‌باشد. خاصیت پاداکسایشی این ترکیبات به علت ویژگی‌های اکسایش و کاهش آنها

می‌باشد که به آنها اجازه می‌دهد به عنوان عوامل احیاء کننده عمل کرده و با دادن هیدروژن به ROS سبب خنثی سازی این رادیکال‌ها شوند (Carvalho et al., 2010).

مطالعات و تحقیقات صورت گرفته نشان دهنده این واقعیت می‌باشد که بین محتوی فنول و فلاوونوئید کل و فعالیت جمع آوری رادیکال‌های آزاد رابطه‌ی مستقیمی وجود دارد. رادیکال‌های آزاد یا گونه‌های فعال اکسیژن در بدن سبب بیماری‌های مختلفی از جمله انواع سرطان‌ها و بیماری‌های قلبی- عروقی می‌شوند، بنابراین در دهه‌های اخیر مطالعات و تحقیقات زیادی در ارتباط با رادیکال‌های آزاد و نقش ترکیبات پاداکساینده در کاهش این ترکیبات صورت گرفته است. بنابراین استفاده از ترکیبات پاداکساینده و بویژه ترکیبات پاداکساینده طبیعی اجتناب ناپذیر بوده و استفاده از این ترکیبات باعث کاهش این ترکیبات می‌شود (Gourine et al., 2010; Hatamnia et al., 2014; Hatamnia et al., 2016).

نتایج این مطالعه نشان داد، که قسمت گوشتی میوه آلبالوی دانه‌ریز کوهی دارای مقادیر بالایی ترکیبات فنولی و فلاوونوئیدی می‌باشد. همچنین رابطه‌ی همبستگی مثبت و معنی‌داری بین محتوای ترکیبات فنولی و فلاونوئیدی میوه آلبالوی دانه ریز وحشی با توانایی پاداکسایشی آنها در ظرفیت جمع‌آوری رادیکال‌های سوپراکسید نشان دهنده این واقعیت است، که ترکیبات فنولی و فلاوونوئیدی دارای خاصیت پاداکسایشی می‌باشند.

منابع

Ang, L. Z. P., Hashim, R., Sulaiman, S. F., Coulibaly, A. Y., Sulaiman, O., Kawamura, F., Salleh, K. M. 2015. In vitro antioxidant and antidiabetic activites of *Gluta torquata*. Industrial Crops and Products. 76: 755-760.

Carvalho, M., Ferreira, P. J., Mendes, V. S., Silva, R., Pereira, J. A., Jerónimo, C., Silva, B. M. 2010. Human cancer cell antiproliferative and antioxidant activities of *Juglans regia* L. Food and chemical toxicology. 48(1): 441-447.

Craft, B. D., Kerrihard, A. L., Amarowicz, R., Pegg, R. B. 2012. Phenol-based antioxidants and the in vitro methods used for their assessment. Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety. 11(2): 148-173.

Gourine, N., Yousfi, M., Bombarda, I., Nadjemi, B., Stocker, P., Gaydou, E. M. 2010. Antioxidant activities and chemical composition of essential oil of *Pistacia atlantica* from Algeria. Industrial Crops and Products. 31(2): 203-208.

Hatamnia, A.A., Abbaspour, N., Darvishzadeh, R. 2014. Antioxidant activity and phenolic profile of different parts of Bene (*Pistacia atlantica* subsp. *kurdica*) fruits. Food Chemistry. 145: 306–311.

Hatamnia, A. A., Rostamzad, A., Malekzadeh, P., Darvishzadeh, R., Abbaspour, N., Hosseini, M., Mehr, R. S. A. 2016. Antioxidant activity of different parts of *Pistacia khinjuk* Stocks fruit and its correlation to phenolic composition. Natural Product Research. 30(12): 1445-1450.

Jing, T. Y., Zhao, X. Y. 1995. The improved pyrogallol method by using terminating agent for superoxide dismutase measurement. Progress in Biochemistry and Biophysics. 22(1): 84-86.

Masibo, M., He, Q. 2008. Major mango polyphenols and their potential significance to human health. Comprehensive reviews in food science and food safety. 7(4): 309-319.

Serra Bonvehí, J., Soliva Torrentó, M., Centelles Lorente, E. 2001. Evaluation of polyphenolic and flavonoid compounds in honeybee-collected pollen produced in Spain. Journal of agricultural and food chemistry. 49(4): 1848-1853.

Slinkard, K., Singleton, V. L. 1977. Total phenol analysis: automation and comparison with manual methods. American journal of enology and viticulture. 28(1): 49-55.

Tlili, N., Mejri, H., Yahia, Y., Saadaoui, E., Rejeb, S., Khaldi, A., Nasri, N. 2014. Phytochemicals and antioxidant activities of *Rhus tripartitum* (Ucria) fruits depending on locality and different stages of maturity. Food chemistry. 160: 98-103.

Wijeratne, S. S., Abou-Zaid, M. M., Shahidi, F. 2006. Antioxidant polyphenols in almond and its coproducts. Journal of Agricultural and Food Chemistry. 54(2): 312-318.

Evaluation of phenolic and flavonoid content in *Cerasus microcarp* Boiss

Manochehr Hakimi[1], Ali Asghar Hatamnia[1*], Parviz Malekzadeh[2], Vali Akbari[3]

[1] Department of Biology, Faculty of Science, Ilam University, Ilam, Iran
[2] Department of Biology, Faculty of Science, University of Qom, Qom, Iran
[1] Department of Biology, Faculty of Science, Razi University, Kermanshah, Iran

Abstract

Cerasus microcarp Boiss is a shrub from the rosaceae family. After collecting the fruit, different parts of the fruit were dried in the shade and extracted. In this study, the total phenolic and flavonoid content with superoxide radical scavenging capacity of the different parts extract of the fruit was measured along. The results showed that there is a significant difference ($p<0.05$) in the total phenol and flavonoid content between the extracts of different parts of the *C. microcarp* fruit, such that the fruit mesocarpe has the highest amount of total phenol (45.46 mg of gallic acid per gram dry weight) and flavonoid (12.41 mg of quercetin per gram of dry weight). The results of the data indicated that there is a significant positive correlation coefficient between superoxide radical scavenging capacity with total phenol ($r = 0.936$) and flavonoid ($r = 0.981$) content. The results obtained in this study showed that the mesocarpe of fruit has high amounts of phenolic and flavonoid compounds. Also, the positive and significant correlation between the phenolic and flavonoid content of *C. microcarp* fruit with their antioxidant ability indicates the fact that the antioxidant properties of the extracts are caused by phenolic and flavonoid compounds.

Keywords: Phenol, Flavonoid, *Cerasus microcarp* Boiss, Antioxidant.

[*] E-mail: a.hatamnia@ilam.ac.ir.

افزایش خصوصیات جوانه‌زنی بذر و بهبود رشد گیاهچه کرفس کوهی تحت تیمار آبشویی در مدت زمان‌های مختلف

خدیجه احمدی[۱]، حشمت امیدی[۲*]، الیاس سلطانی[۳]

[۱] گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده علوم کشاورزی، دانشگاه شاهد، تهران
[۲] گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده علوم کشاورزی، دانشگاه شاهد، تهران
[۳] گروه علوم زراعی و اصلاح نباتات، دانشکده فناوری کشاورزی (ابوریحان)، دانشگاه تهران، تهران

چکیده

کرفس کوهی (*Kelussia odoratissima* Mozaff.) با نام فارسی کلوس، گیاهی چندساله و معطر از تیره چتریان از گونه‌های با ارزش دارویی در منطقه زاگرس بوده که دارای اهمیت اکولوژیک و اقتصادی می‌باشد. در این تحقیق از تیمار آبشویی برای بهبود ویژگی‌های جوانه‌زنی کلوس استفاده شد. بذرها در ظروفی که به صورت صافی تهیه شدند به گونه‌ای که بذور در ظروف و عصاره حاصل از شستشوی بذر با آب غوطه‌ور نبودند و با مدت زمان‌های شستشو (۱، ۳، ۷ و ۱۰ روز) در دمای ثابت ۲°C در یخچال قرار گرفتند. در این پژوهش صفات مورد ارزیابی شامل درصد و سرعت جوانه‌زنی، طول گیاهچه، وزن تر و خشک گیاهچه، شاخص طولی و وزنی بنیه گیاهچه تحت اثر تیمار شستشو قرار گرفتند. طبق نتایج مقایسه میانگین بیشترین میزان درصد جوانه‌زنی، طول گیاهچه و شاخص طولی گیاهچه مربوط به سطح ۷ روز آبشویی بود. همچنین میزان وزن تر و خشک گیاهچه و شاخص وزنی بنیه گیاهچه مربوط به تیمار ۳ روز آبشویی بود. باتوجه به افزایش درصد جوانه‌زنی (۹۸ درصد) در ۷ روز آبشویی بذر، می‌توان این سطح تیماری را در دمای ۲ درجه سانتی‌گراد توصیه کرد.

واژگان کلیدی: درصد جوانه‌زنی، شستشو، کلوس، وزن گیاهچه.

ایمیل نویسنده مسئول
E-mail: omidi@shahed.ac.ir.

۱. مقدمه

کرفس کوهی (*K. odoratissima* Mozaff.) گیاهی علفی، چندساله، از خانواده چتریان دارای ساقه منشعب، توخالی شیاردار به ارتفاع ۲۰ تا ۶۰ سانتی‌متر که ارتفاع گل آن گاهی تا ۲۰۰ سانتی‌متر می‌رسد. مهم‌ترین رویشگاه‌های این گیاه در جنوب غربی ایران و ارتفاعات کوه‌های زاگرس می‌باشد که در ارتفاع ۲۵۰۰ متر از سطح دریا گسترش دارد (Ghasemi Pirbalouti et al., 2011; Mozaffarian, 2007). فصل جمع‌آوری برگ‌های سبز این گیاه اواخر فروردین ماه می‌باشد (گندم کار، ۱۳۷۸). ریشه، برگ، ساقه و بذر کرفس جزء قسمت‌های مورد استفاده هستند. گیاهان معطر به‌عنوان با ارزش‌ترین منبع آنتی‌اکسیدانی در طبیعت محسوب می‌شوند. وجود فلاونوئیدهایی از قبیل روتین، آپی‌ژنین و لوتئولین، فلاونول، کافئیک اسید و انواع اسانس‌های فرار سرشار از فتالیدها در گیاه کرفس به اثبات رسیده است (گندم کار، ۱۳۷۸). کارایی جوانه‌زنی بذر توسط سه عامل محیط، بنیه و خواب بذر تعیین می‌شود. بر خلاف گونه‌های کشت شده، بیشتر گیاهان دارویی گونه‌های وحشی هستند که در معرض خواب هستند و بنابراین برای جوانه‌زنی به شرایط محیطی خاصی نیاز دارند (Lee et al., 2020). آگاهی از نحوه جوانه‌زنی بذر برای استقرار موفق گیاهچه ضروری است. گیاهان دارویی که از عرصه‌های طبیعی برداشت می‌شوند، نسبت به گیاهان زراعی و اصلاح شده به زمان بیش‌تری برای جوانه‌زنی نیاز دارند (Lee et al., 2020). تغییر وضعیت از خواب به جوانه‌زنی را می‌توان با استفاده از بعضی تیمارها متناسب با شرایط طبیعی رویشگاه پایه‌های مادری برطرف کرد. این در حالی است که برخی نیازهای فیزیولوژیک بذرهای دارای خواب به کمک خراش‌دهی (مکانیکی و شیمیایی)، شست‌وشو در جریان آب، نگهداری خشک، شرایط سرد و مرطوب، نور، دود و تنظیم‌کننده‌های رشد گیاهی (مانند اسید جیبرلیک و سیتوکینین و ...) قابل برطرف شدن است (Finch Savage and Leubner Metzger, 2006). هدف از این آزمایش بررسی اثر مدت زمان‌های آبشویی بر پارامترهای جوانه‌زنی بذور و رشد گیاهچه گیاه دارویی کرفس کوهی بود.

۲. مواد و روش‌ها

۱.۲. نحوه انجام آزمایش و اندازه‌گیری صفات

این پژوهش به‌منظور بررسی شکست خواب بذور کرفس کوهی تحت اثر مدت زمان‌های هیدروپرامینگ، آزمایشی در قالب طرح پایه کاملاً تصادفی با ۴ تکرار در سال ۱۴۰۱ در آزمایشگاه فناوری بذر دانشکده علوم کشاورزی دانشگاه شاهد انجام شد. تیمارهای آزمایش شامل مدت زمان شستشو با چهار سطح ۱، ۳، ۷ و ۱۰ روز با آب جاری بود. بذرها در ظروفی که به صورت صافی تهیه شدند به گونه‌ای که بذور در ظروف و عصاره حاصل از شستشوی بذر با آب غوطه‌ور نبودند و با مدت زمان‌های شستشو (۱، ۳، ۷ و ۱۰ روز) در دمای ثابت ۲°C در یخچال قرار گرفتند. پس از شستشوی بذرها در مدت زمان‌های مختلف، ۲۵ عدد بذر درون پتری‌دیش با قطر ۱۰ سانتی‌متر و ارتفاع دو سانتی‌متر روی کاغذ صافی واتمن شماره ۱ قرار گرفتند و در یخچال و دمای ۲ درجه‌سانتی‌گراد در تاریکی منتقل شدند. این آزمایش طی مدت دو ماه انجام گرفت. ثابت شدن جوانه‌زنی تعیین کننده پایان آزمایش بود و بعد از اتمام آزمایش اندازه‌گیری ها شروع شد. شمارش بذرهای جوانه‌زده از روز اول بصورت روزانه و در ساعتی معین انجام شد. تعداد بذرهای جوانه‌زده به صورت روزانه شمارش شده و در نهایت طول گیاهچه با خط کش اندازه‌گیری شد. تعداد بذور جوانه‌زده به‌طور روزانه شمارش و سپس درصد جوانه‌زنی، سرعت جوانه‌زنی، شاخص وزنی و طولی بنیه گیاهچه، طول گیاهچه، وزن تر و خشک گیاهچه اندازه‌گیری شد.

۲.۲. روش تحقیق

برای تجزیه واریانس داده‌ها از نرم افزار آماری SAS 9.1 استفاده شد. مقایسه میانگین صفات با استفاده از آزمون LSD در سطح احتمال ۵٪ انجام شد.

۳. نتایج

در این پژوهش صفات مورد ارزیابی شامل درصد و سرعت جوانه‌زنی، طول گیاهچه، وزن تر و خشک گیاهچه، شاخص طولی و وزنی بنیه گیاهچه تحت اثر تیمار شستشو در سطح احتمال ۱٪ قرار گرفتند (جدول ۱).

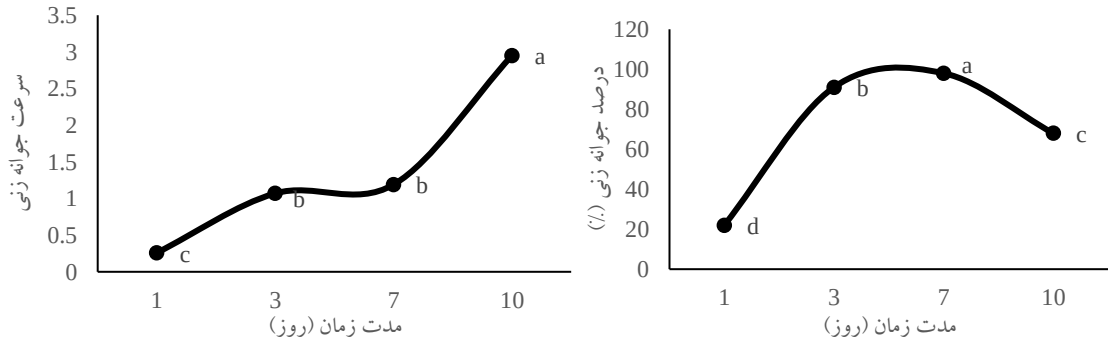
جدول ۱. تجزیه واریانس (میانگین مربعات) صفات مورد مطالعه کرفس کوهی تحت اثر مدت زمان شستشو

منابع تغییرات	درجه آزادی	درصد جوانه‌زنی	سرعت جوانه‌زنی	طول گیاهچه	وزن تر گیاهچه	وزن خشک گیاهچه	شاخص طولی بنیه گیاهچه	شاخص وزنی بنیه گیاهچه
شستشو	۳	۴۷۱۰/۳۳**	۵/۱۴**	۱۴۷/۹۸**	۰/۰۰۴**	۰/۰۰۰۰۰۰۳**	۱۶۴۷۴۴/۶۷**	۰/۰۵**
خطا	۱۲	۶/۳۳	۰/۰۲۷	۰/۲۱	۰/۰۰۰۰۱	۰/۰۰۰۰۰۰۶	۱۲۹/۹۹	۰/۰۰۰۹
ضریب تغییرات (٪)	–	۳/۶۰	۱۲/۰۵	۳/۵۸	۱/۷۸	۱۳/۷۹	۴/۳۶	۶/۹۳

** معنی‌دار در سطح احتمال ۱٪.

۱.۳. درصد و سرعت جوانه‌زنی

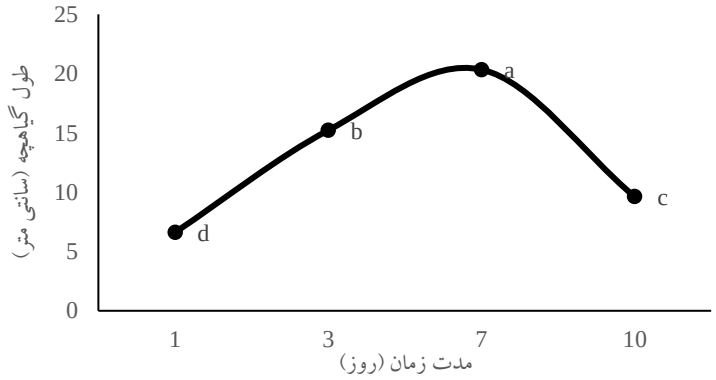
نتایج مقایسه میانگین نشان داد که صفت درصد جوانه‌زنی در مدت زمان‌های مختلف ن ابتدا با افزایش مدت زمان از یک روز به هفت روز افزایش در میزان درصد جوانه‌زنی از ۲۲ درصد به ۹۸ درصد داشت و در ادامه طی ۱۰ روز شستشو درصد جوانه‌زنی به ۶۸ درصد کاهش یافت ولی از یک روز شستشو میزان درصد جوانه‌زنی بالاتری داشت. همچنین سرعت جوانه‌زنی در سطح ۱۰ روز شستشو بیشتر از دیگر سطوح بود که می‌توان دلیل آن را در کاهش زمان جوانه‌زنی در این سطح دید (شکل ۱).



شکل ۱. مقایسه میانگین اثر مدت زمان شستشو بر صفات درصد و سرعت جوانه‌زنی

۲.۳. طول گیاهچه

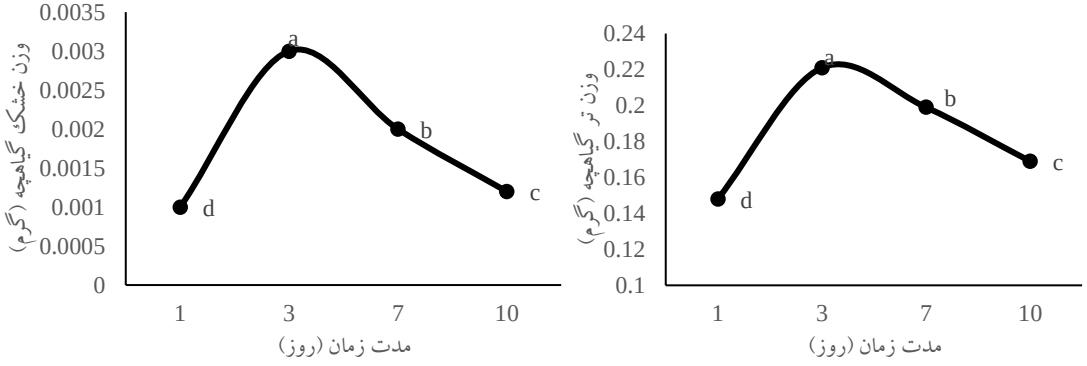
افزایش در میزان طو گیاهچه در ۷ روز آبشویی بذور کرفس کوهی مشاهده شد. افزایش در مدت زمان شستشو باعث کاهش در طول گیاهچه از ۲۰/۳۴ سانتی‌متر به ۹/۶۳ سانتی‌منر شد، با این وجود از یک روز شستشوی بذور با میانگین ۶/۶۱ سانتی‌متر بیشتر بود. شستشوی بذور باعث افزایش درصد و سرعت جوانه‌زنی شد و در ادامه رشد گیاهچه تحت تأثیر این سطوح افزایش یافت (شکل ۲).



شکل ۲. مقایسه میانگین اثر مدت زمان شستشو بر صفت طول گیاهچه

۳.۳. وزن تر و خشک گیاهچه

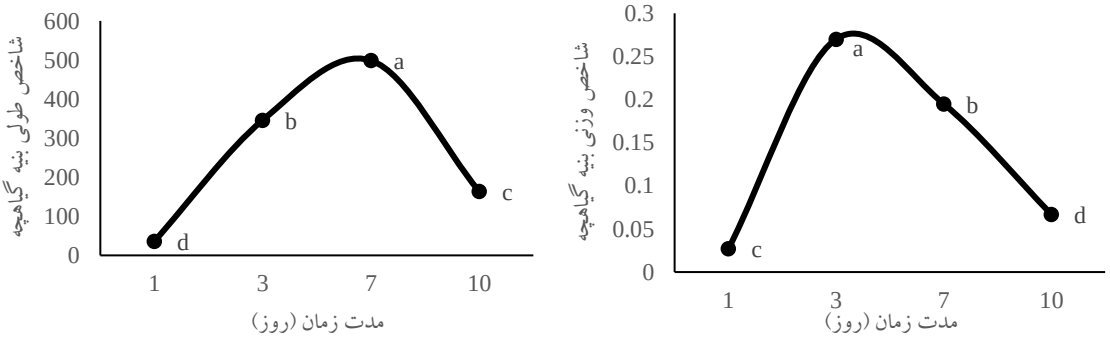
طبق نتایج حاصل از مقایسه میانگین تیمار آبشویی (شستشو) بر صفات وزن تر و خشک گیاهچه، بیشترین میزان این صفات به ترتیب با میانگین (۰/۲۲۱ گرم) و (۰/۰۰۳ گرم) در ۳ روز آبشویی و به دنبال آن در ۷ روز آبشویی مشاهده شد. در سطوح ۱۰ و یک روز آبشویی میزان وزن تر و خشک نزدیک به هم بود (شکل ۳).



شکل ۳. مقایسه میانگین اثر مدت زمان شستشو بر صفات وزن تر و خشک گیاهچه

٤.٣. شاخص طولی و وزنی بنیه گیاهچه

صفات شاخص طولی و وزنی بنیه گیاهچه به ترتیب در ۷ و ۳ روز آبشویی دارای بیشترین مقدار بودند. و سطوح ۱۰ و یک روز آبشویی نتایجی مشابه هم داشتند که یک روز آبشویی کمترین میزان را شاخص طولی و وزنی بنیه گیاهچه مشاهده شد (شکل ۴).



شکل ٤. مقایسه میانگین اثر مدت زمان شستشو بر صفات شاخص طولی و وزنی بنیه گیاهچه

٤. بحث و نتیجه‌گیری

تیمار آبشویی (شستشو) صفات مورد مطالعه کرفس کوهی را تحت تأثیر قرار داد و ۷ روز شستشوی بذور در دمای ۲ درجه سانتی‌گراد بیشترین درصد جوانه‌زنی (۹۸ درصد) را داشت. به‌نظر می‌رسد افزایش مدت زمان شست شو باعث کاهش مواد بازدارنده جوانه‌زنی بذور کرفس کوهی شد و در شرایط بدون تیمار جیبرلین نیز درصد جوانه‌زنی قابل توجهی داشتند. در طبیعت، وجود مکانیسم خواب در بذر گیاهان دارویی بخصوص گیاهان تیره چتریان، باعث ایجاد یک تنوع وسیع و گسترده در میزان جوانه‌زنی و هم‌چنین توزیع جوانه‌زنی در طول زمان می‌شود، که این ساز و کار به‌عنوان یک مزیت نسبی شانس این گیاهان برای بقاء در شرایط نامساعد افزایش می‌دهد (Sharifi et al., 2017). هم‌چنین طی پژوهشی با بررسی اثر سرمادهی مرطوب و آبشویی بر صفات رشد گیاهچه انجدان رومی از خانواده چتریان گزارش کردند افزایش در شاخص‌های رشد گیاهچه (طول گیاهچه و وزن گیاهچه) در تیمار خیساندن به مدت ۱۲ ساعت و دمای ۷ درجه سانتی‌گراد بدست آمد. این امر می‌تواند به دلیل جذب بیشتر آب توسط رویان و افزایش فعل و انفعالات رویشی باشد که سبب افزایش شاخص‌های رشد گیاهچه می‌شود (Afzaligroh et al., 2018). باتوجه به افزایش درصد جوانه‌زنی (۹۸ درصد) در ۷ روز آبشویی بذر، می‌توان این سطح تیماری را در دمای ۲ درجه سانتی‌گراد توصیه کرد.

منابع

.

قاسمی پیربلوطی، ع.، شاه ولی، ع.، سقایی، ش.، عزیزی، ش.، حامدی، ب. شاهقلیان، ل. ۱۳۸۹. بررسی اثر عصاره کاسنی (*Cichorium intybus* L) و اسانس کرفس بختیاری (*Kelussia ordratassima* Mizaff) بر رفع مسمومیت ناشی از سموم ارگانوفسفر در موش صحرایی. داروهای گیاهی. ۲: ۳۶-۳۱.

گندمکار، م. ۱۳۷۸. بررسی فیتوشیمیایی روغن فرار کرفس کوهی. پایان نامه دکتری دانشگاه علوم پزشکی خدمات بهداشتی درمانی، دانشکده داروسازی، تهران.

Afzaligroh, S., Mahdinezhad, N., Azadghojehbiglo, H., Salarnia, N. 2018. The effect of chilling and leaching in removing dormancy the seeds of Lovage (*Levisticum officinale* KOCH). Journal of Seed Research. 8(1): 60-68.

Finch Savage, W.E., Leubner Metzger, G. 2006. Seed dormancy and the control of germination. New Phytology. 171: 501–523.

Ghasemi Pirbalouti, A., Aghaee, K., Kashi, A. Malekpoor, F. 2012. Chemical composition of the essential oil of wild and cultivated plant populations of *Kelussia odoratissima* Mozaff. Journal of Medicinal Plants Research. 6: 3. 449-454.

Lee, E.S., An, T.J., Kim, Y.I., Park, W.T., Kim, Y.G. Chang, J.K. 2020. Seed ripening characteristics by inflorescence according to days after flowering in Angelica acutiloba (Siebold & Zucc.) Kitagawa. Korean Journal Plant Research, 33: 86–92.

Sharifi, H. Nemati, A., Gerdakaneh, M. 2017. Breaking seed dormancy and improve germination of four medicinal species of apiaceae under gibberellic acid and prechilling treatments. Iranian Journal of Seed Science and Research. 4(3): 27-38.

Increasing the Characteristics of Seed Germination and Improving the Growth of Keluss Seedlings under Washing Treatment in Different Periods of Time

Khadijeh Ahmadi[1], Heshmat Omidi[2*], Elias Soltani[3]

[1]Department of Agriculture and Plant Breeding, Faculty of Agricultural Sciences, Shahed University, Tehran, Iran
[2]Department of Agriculture and Plant Breeding, Faculty of Agricultural Sciences, Shahed University, Tehran, Iran
[3]Department of Agricultural Sciences and Plant Breeding, Faculty of Agricultural Technology (Aborihan), University of Tehran, Tehran, Iran.

Abstract

Mountain celery (Kelussia odoratissima Mozaff.) with the Persian name Kelus, is a perennial and aromatic plant from the family of Chetrian, one of the species with medicinal value in the Zagros region, which has ecological and economic importance. In this research, washing treatment was used to improve the germination characteristics of closs. The seeds were prepared in flat containers so that the seeds were not immersed in the containers and the extract obtained from washing the seeds with water, and with the duration of washing (1, 3, 7 and 10 days) at a constant temperature of 2°C were placed in the refrigerator. In this research, the evaluated traits including germination percentage and speed, seedling length, fresh and dry weight of seedling, length and weight index of seedling stem were subjected to washing treatment. According to the comparison results, the highest percentage of germination, seedling length and seedling length index were related to the level of 7 days of washing. Also, the wet and dry weight of the seedling and the weight index of the seedling stem were related to the treatment of 3 days of washing. Considering the increase in germination percentage (98%) after 7 days of seed washing, this treatment level can be recommended at 2°C.

Keywords: Germination Percentage, Washing, Keluss, Seedling Weight.

* e-mail omidi@shahed.ac.ir

آلبالوی دانه ریز وحشی میوه‌ای با فعالیت پاداکسایشی بالا

منوچهر حکیمی[۱]، علی اصغر حاتم نیا[۱] *، پرویز ملک زاده[۲]، ولی اکبری[۳]

[۱] گروه زیست شناسی، دانشکده علوم پایه، دانشگاه ایلام، ایلام
[۲] گروه زیست شناسی، دانشکده علوم پایه، دانشگاه قم، قم
[3] گروه زیست شناسی، دانشکده علوم پایه، دانشگاه رازی، کرمانشاه

چکیده

آلبالوی دانه ریز (*Cerasus microcarp* Boiss) درختچه ای است از خانواده گلسرخیان می باشد. بعد از آماده سازی و تهیه پودر، اجزای مختلف جهت تهیه عصاره به آزمایشگاه منقل شدند. فعالیت پاداکسایشی عصاره قسمت‌های مختلف میوه آلبالوی دانه ریز وحشی با استفاده از سه سنجش، ظرفیت جمع‌آوری رادیکال‌های نیتریک اکسید، ظرفیت جمع‌آوری رادیکال DPPH و اندازه‌گیری قدرت احیاء کنندگی مورد بررسی قرار گرفتند. نتایج نشان داد که بیشترین بازدهی در حذف رادیکال نیتریت در قسمت میان بر میوه با ظرفیت جمع‌آوری ۸۴/۶۶ درصد و کمترین بازدهی در عصاره درون بر با ظرفیت جمع‌آوری ۵۸/۶۶ درصد بود. نتایج مربوط به ظرفیت جمع‌آوری رادیکالDPPH نشان داد قسمت میان بر میوه با۱۳۹/۰۱درصد بیشترین و دانه با ۵۲/۳۳ درصد کمترین ظرفیت جمع‌آوری رادیکال DPPH را دارند. نتایج مربوط به قدرت کاهندگی قسمت های مختلف میوه آلبالوی دانه ریز نشان داد که بیشترین مقدار قدرت کاهندگی در قسمت میان بر میوه مشاهد شد. بر اساس نتایج بدست آمده در این پژوهش قسمت میان بر میوه‌ی آلبالوی دانه ریز دارای ظرفیت پاداکسایشی بالایی است، بنابراین می‌توان از آن به عنوان یک پاداکساینده طبیعی جهت مصارف تغذیه‌ای و دارویی استفاده کرد.

واژگان کلیدی: آلبالوی دانه ریز، میوه، پاداکسایشی.

E-mail: a.hatamnia@ilam.ac.ir.

۱. مقدمه

آلبالوی دانه ریز (*Cerasus microcarp* Boiss) درختچه ای است از خانواده گلسرخیان می باشد و در زبان محلی به بلالوک و هلانه نیز معروف می باشد. میوه بلالوک دارای استفاده تغذیه‌ای و دارویی زیادی توسط افراد محلی می‌باشد. بطوری‌که بسیاری از افراد از میوه بلالوک جهت تهیه مربا و ترشی استفاده می‌کنند. همچنین، از میوه و سرشاخه به صورت دم کرده برای درمان بیماری های گوارشی استفاده می‌گردد.

گونه‌های فعال اکسیژن نقش دارای نقش دوگانه‌ای در متابولیسم سلولی می‌باشند، از یک طرف در غلظت‌های کم برای ارگانیسم‌های زیستی مفید هستند، و در غلظت‌های بالا مضر بوده و باعث تنش اکسیداتیو می‌شوند. تنش اکسیداتیو سبب آسیب رساندن به لیپیدها، پروتئین‌ها و اسیدهای نوکلئیک می‌شود که نتیجه آن ایجاد بیماری‌های مختلفی از جمله انواع سرطان، بیماری-های قلبی عروقی و بیماری های عصبی می‌شوند. رادیکال‌های آزاد نقش اصلی را در تنش اکسیداتیو بازی کرده و همچنین باعث تغییر ارگانولپتیک (مانند بو و مزه و...) مواد غذایی از طریق اکسیداتیو ترکیبات آنها می‌شوند (Zhang et al., 2013).

از این رو انسان ناگزیر به استفاده از ترکیبات پاداکسایشی می‌باشد. در سال‌های اخیر ترکیبات مصنوعی زیادی تولید شده و مورد استفاده قرار گرفته است، با این حال تحقیقات نشان داد که مصرف این ترکیبات پاداکساینده مصنوعی دارای اثرات جانبی بر روی سلامتی انسان می‌باشد (Huang et al., 2005).

بنابراین مطالعات زیادی برای یافتن ترکیبات طبیعی و بخصوص گیاهی انجام شده و هنوز درحال انجام است. ترکیبات پاداکساینده گیاهی تنوع و گستره بالایی دارند اما در میان آنها بیشتر توجهات معطوف به ترکیبات فنولی است زیرا این ترکیبات دارای توانایی بالایی در جاروب کردن و از بین بردن رادیکال‌های آزاد هستند (Kulisic et al., 2004; Hatamnia et al., 2014). در میان قسمت‌های مختلف گیاه، میوه‌ها و دانه‌ها دارای درصد بالایی از ترکیبات ضداکساینده های طبیعی هستند. درختان و درخچه‌های زیادی در جنگل‌های زاگرسی وجود دارند که میوه و قسمت‌های دیگر آنها توسط افراد بومی مورد استفاده تغذیه‌ای و دارویی قرار می‌گیرند. یکی از این گیاهان، درخچه آلبالوی دانه ریز کوهی می‌باشد که مطالعه خاصی در ارتباط با میزان ترکیبات فنولی، فلاوونوئیدی و خواص پاداکسایشی آن صورت نگرفته است. بنابراین هدف از این تحقیق، ارزیابی خواص پاداکسایشی قسمت‌های مختلف میوه بلالوک با استفاده از روش‌های مختلف می‌باشد.

۲. مواد و روش‌ها

۱.۲. منطقه مورد مطالعه

میوه آلبالوی‌دانه‌ریز کوهی(بلالوک) از کوه قلاجه واقع در مرز استان ایلام و کرمانشاه جمع‌آوری شدند. بعد از جمع‌آوری و خشک شدن میوه سه قسمت آن (شامل قسمت گوشتی، پوسته سخت دانه و مغز دانه)، از هم جدا شدند، و در ظرف‌های مخصوص نگهداری شدند. نمونه‌های خشک شده را ابتدا به وسیله آسیاب دستی جداگانه خردکرده و سپس با آسیاب برقی کاملاً ریز و به شکل پودر در آمدند. در ظرف‌های مخصوص نگهداری و برای عصاره‌گیری به آزمایشگاه منتقل شدند.

جهت تهیه عصاره، ۳ گرم از پودرهای تهیه شده از اجزای میوه آلبالوی دانه‌ریز به‌صورت جداگانه با ۵۰ میلی لیتر متانول مخلوط شدند. سپس با استفاده از سوکسله عصاره‌گیری نمونه‌ها برای مطالعه فعالیت‌های پاداکسایشی انجام شد. این کار به مدت ۳۰ دقیقه و در دمای ۶۰ درجه سانتیگراد انجام شد (Wijeratne et al., 2006).

۲.۲. روش تحقیق

۱.۲.۲. ظرفیت جمع‌آوری رادیکال نیتریت اکسید

ظرفیت جمع‌آوری رادیکال نیتریت اکسید با استفاده از روش Garrat (۱۹۶۴) با تغییرات جزئی صورت گرفت. مخلوط واکنش دارای ۲/۵ میلی‌لیتر نیتروپروسیدسدیم (۱۰ میلی مولار)، ۰/۶ میلی‌لیتر بافر فسفات سالین (pH =۷) و ۹۰ میکرولیتر عصاره به مدت دو ساعت و نیم در دمای اتاق انکوبه گردید. سپس ۰/۴ میلی‌لیتر از مخلوط واکنش با ۱ میلی‌لیتر از عامل سولفانیلیک اسید مخلوط شد (۰/۳۲ در گلاسیال استیک اسید ۱۹٪) و اجازه داده شد تا به مدت ۱۰ دقیقه جهت تکمیل واکنش باقی بماند. سپس ۱ میلی‌لیتر از نفتیل اتیلن دی آمین هیدروکلراید (۰/۱ درصد) اضافه‌شده و مخلوط گردید. سپس به مدت ۴۵ دقیقه در دمای اتاق گذاشته‌شد. یک رنگی صورتی پراکنده شده در محلول حاصل شد. جذب این محلول در ۵۴۰ نانومتر اندازه‌گیری شد. درصد مهار از فرمول زیر محاسبه گردید.

درصد ظرفیت جمع‌آوری رادیکال نیتریک اکسید = (Acontrol – Asample) × 100/ Acontrol

Asample = جذب مخلوط واکنش حاوی عصاره Acontrol = جذب مخلوط واکنش بدون عصاره

۲.۲.۲. ظرفیت جمع‌آوری رادیکال DPPH

رادیکال پایدار دی فنیل پیکریل هیدرازیل جهت بررسی فعالیت جمع آوری رادیکال آزاد استفاده شد. ۱/۵ میلی‌لیتر از DPPH (۱۵/ میلی مولار در اتانول ۹۶٪) با ۰/۱ میلی‌لیتر از عصاره مخلوط شده و بعد از انکوباسیون در تاریکی به مدت ۳۰ دقیقه جذب آن در ۵۱۵ نانومترخوانده شد (Wu *et al*., 2003).

درصد ظرفیت جمع‌آوری رادیکال نیتریک اکسید = (Acontrol – Asample) × 100/ Acontrol

Asample = جذب مخلوط واکنش حاوی عصاره Acontrol = جذب مخلوط واکنش بدون عصاره

۳.۲.۲. اندازه گیری قدرت احیاء کنندگی

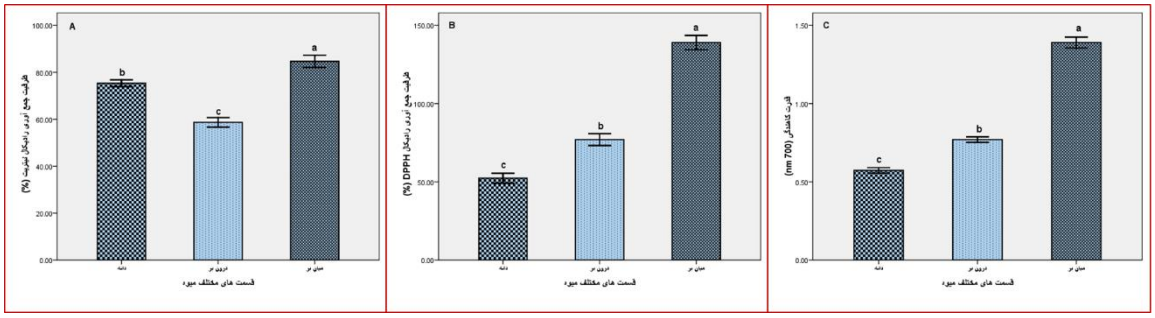
قدرت احیاکنندگی عصاره‌های قسمت‌های مختلف آلبالوی دانه‌ریز بر اساس روش Prior و Cao (۱۹۹۹) اندازه‌گیری شد. ۵۰ میکرولیتر از عصاره‌های تهیه شده با ۲/۵ میلی لیتر از بافر فسفات ۰/۲ مولار (pH=۶/۶) و ۲/۵ میلی لیتر فری سیانید (۱٪) مخلوط شد. سپس در دمای ۵۰ درجه سانتی گراد به مدت ۲۰ دقیقه انکوبه گردید. بعد از انکوبه کردن ۲/۵ میلی لیتر از تری کلرواستیک اسید (TCA) به مخلوط اضافه شد و در ۱۰۰۰g به مدت ۱۰ دقیقه سانتریفوژ گردید. ۲/۵ میلی لیتر از فاز روئی با ۲/۵ میلی لیتر آب مقطر و ۰/۵ میلی لیتر کلرید فریک ۰/۱ درصد مخلوط، و سپس جذب آن در ۷۰۰ نانومتر خوانده شد. بالاترین جذب مشخص کننده بالاترین قدرت احیاء است.

۳. نتایج

شکل A۱ ظرفیت جمع‌آوری رادیکال نیتریت را در عصاره قسمت‌های مختلف میوه آلبالوی دانه‌ریز نشان می‌دهد. نتایج نشان داد که اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال ۵ درصد بین عصاره قسمت‌های مختلف میوه آلبالوی دانه‌ریز وجود دارد، چنان‌چه قسمت میان بر میوه با ظرفیت جمع‌آوری ۸۴/۶۶ درصدی رادیکال نیتریت دارای بیشترین بازدهی در حذف رادیکال نیتریت بوده و عصاره قسمت درون بر میوه با ظرفیت جمع‌آوری ۵۸/۶۶ درصدی رادیکال نیتریت دارای کمترین بازدهی در حذف رادیکال نیتریت می‌باشد (جدول ۱).

شکل B۱ نشان داد که اختلاف معنی‌داری در میزان ظرفیت جمع‌آوری رادیکال DPPH در سطح احتمال ۵ درصد بین عصاره قسمت‌های مختلف میوه آلبالوی دانه‌ریز وجود دارد. بیشترین میزان ظرفیت جمع‌آوری رادیکال DPPH به ترتیب مربوط به قسمت میان بر میوه (۱۳۹/۰۱ ٪)، درون بر (۷۷/۰۰ ٪)، و دانه (۵۲/۳۳ ٪) می‌باشد (جدول ۱).

نتایج نشان داد که اختلاف معنی‌داری در قدرت کاهندگی در سطح احتمال ۵ درصد بین عصاره قسمت‌های مختلف میوه آلبالوی دانه‌ریز وجود دارد. بیشترین میزان قدرت کاهندگی مربوط به قسمت میان بر و کمترین میزان قدرت کاهندگی مربوط به دانه می‌باشد (شکل C۱ و جدول ۱).



شکل ۱. A) ظرفیت جمع‌آوری رادیکال نیتریت (٪)، B) ظرفیت جمع‌آوری رادیکال DPPH (٪) و C) قدرت کاهندگی (nm ۷۰۰) در قسمت‌های مختلف میوه آلبالوی دانه‌ریز. ستون‌های عمودی نشانگر میانگین و انحراف معیار هستند. ستون‌هایی که دارای حروف لاتین متفاوتی هستند دارای تفاوت آماری در سطح احتمال ۵ درصد می‌باشند.

جدول ۱. ظرفیت جمع‌آوری رادیکال نیتریت (٪)، ظرفیت جمع‌آوری DPPH (٪) و قدرت کاهندگی (۷۰۰nm) عصاره قسمت‌های مختلف میوه آلبالوی دانه‌ریز.

	ظرفیت جمع‌آوری رادیکال نیتریت	ظرفیت جمع‌آوری DPPH	قدرت کاهندگی
دانه	۷۵/۳۳ ± ۱/۴۵^{b}	۵۲/۳۳ ± ۳/۱۷^{c}	۰/۵۷ ± ۰/۰۱۸^{c}
درون بر	۵۸/۶۶ ± ۲/۰۲^{c}	۷۷/۰۰ ± ۳/۷۸^{b}	۰/۷۷ ± ۰/۰۱۷^{b}
میان بر	۸۴/۶۶ ± ۲/۶۰^{a}	۱۳۹/۰۱ ± ۴/۵۸^{a}	۱/۳۹ ± ۰/۰۳۴^{a}

* برای هر فاکتور (ستون)، میانگین‌هایی که حداقل دارای یک حروف مشترک هستند بر اساس آزمون Tukey در سطح احتمال ۵٪ از نظر آماری فاقد تفاوت معنی‌دار هستند.

٤. بحث و نتیجه‌گیری

ترکیبات فنولی دارای گروه‌های احیاء کننده‌ای مانند گروه‌های هیدروکسیلی بوده و این گروه‌های هیدروکسیلی قابلیت احیاء و خنثی سازی رادیکال‌های آزاد اکسیژن را دارند، بنابراین دارای ظرفیت آنتی‌اکسیدانتی بالایی هستند. ترکیبات فنولی به واسطه ساختار ویژه‌ای که دارند دارای نقش‌های مختلفی در گیاهان هستند، از جمله این نقش‌ها می‌توان به عملکرد آنتی‌اکسیدانتی این ترکیبات اشاره کرد. (Amarowicz et al., 2004; Chen et al., 2005).

رادیکال‌های آزاد یا گونه‌های فعال اکسیژن در بدن باعث آسیب رساندن به غشاء یاخته‌ای، دناتوره شدن پروتئین‌ها، اکسیداسیون چربی‌ها و آسیب به اسیدهای نوکلئیک می‌شود. و در نتیجه باعث بیماری‌های مختلفی می‌شوند. بنابراین در دهه‌های گذشته مطالعات و تحقیقات زیادی در رابطه با رادیکال‌های آزاد و نقش ترکیبات پاداکساینده در کاهش این ترکیبات انجام شده است. رادیکال‌های آزاد به وسیله متابولیسم طبیعی یاخته‌ها در بدن تولید شده و مقادیر کم آنها برای سلامتی بدن لازم است، اما غلظت‌های بالای این ترکیبات برای بدن ضرر دارد و باعث انواع بیماری‌ها (انواع سرطان‌ها و بیماری‌های قلبی- عروقی) می‌شود. پس استفاده از ترکیبات پاداکساینده و بویژه ترکیبات پاداکساینده طبیعی اجتناب ناپذیر است و استفاده از این ترکیبات باعث کاهش این بیماریها می‌شود (Gourine et al., 2010; Hatamnia et al., 2014; Hatamnia et al., 2016).

نتایج این مطالعه نشان داد، که قسمت میان بر (گوشتی) میوه آلبالوی دانه‌ریز کوهی دارای فعالیت پاداکسایشی بالایی بوده که می‌توان از آن به عنوان یک پاداکساینده طبیعی برای مصارف تغذیه‌ای و دارویی استفاده کرد.

منابع

Amarowicz, R., Pegg, R. B., Rahimi-Moghaddam, P., Barl, B., Weil, J. A. 2004. Free-radical scavenging capacity and antioxidant activity of selected plant species from the *Canadian prairies*. Food chemistry. 84(4): 551-562.

Chen, C. Y., Milbury, P. E., Lapsley, K., Blumberg, J. B. 2005. Flavonoids from almond skins are bioavailable and act synergistically with vitamins C and E to enhance hamster and human LDL resistance to oxidation. The journal of nutrition. 135(6): 1366-1373.

Garrat, D. C. 1964. The quantitative analysis of drug (Vol. 3). Japan: Chapman and Hall.

Gourine, N., Yousfi, M., Bombarda, I., Nadjemi, B., Stocker, P., Gaydou, E. M. 2010. Antioxidant activities and chemical composition of essential oil of *Pistacia atlantica* from Algeria. Industrial Crops and Products. 31(2): 203-208.

Hatamnia, A.A., Abbaspour, N., Darvishzadeh, R. 2014. Antioxidant activity and phenolic profile of different parts of Bene (*Pistacia atlantica* subsp. *kurdica*) fruits. Food Chemistry. 145: 306–311.

Hatamnia, A. A., Rostamzad, A., Malekzadeh, P., Darvishzadeh, R., Abbaspour, N., Hosseini, M., Mehr, R. S. A. 2016. Antioxidant activity of different parts of *Pistacia khinjuk* Stocks fruit and its correlation to phenolic composition. Natural Product Research. 30(12): 1445-1450.

Huang, D., Ou, B., Prior, R. L. 2005. The chemistry behind antioxidant capacity assays. Journal of agricultural and food chemistry. 53(6): 1841-1856.

Kulisic, T., Radonic, A., Katalinic, V., Milos, M. 2004. Use of different methods for testing antioxidative activity of oregano essential oil. Food chemistry. 85(4): 633-640.

Prior, R. L., Cao, G. 1999. In vivo total antioxidant capacity: Comparison of different analytical methods. Free Radical Biology and Medicine. 27: 1173–1181.

Wijeratne, S. S., Abou-Zaid, M. M., Shahidi, F. 2006. Antioxidant polyphenols in almond and its coproducts. Journal of Agricultural and Food Chemistry. 54(2): 312-318.

Wu, H.C., Chen, H.M., Shiau, C.Y. 2003. Free amino acids and peptides as related to antioxidant properties in protein hydrolysates of mackerel (*Scomber austriasicus*). Food research international. 36 (9-10): 949-957.

Zhang, Q. A., Fan, X. H., Zhang, Z. Q., Li, T., Zhu, C. P., Zhang, X. R., Song, W. 2013. Extraction, antioxidant capacity and identification of Semen Astragali Complanati (*Astragalus complanatus* R. Br.) phenolics. Food chemistry. 141(2): 1295-1300.

Cerasus microcarp Boiss, a fruit with high antioxidant activity

Manochehr Hakimi[1], Ali Asghar Hatamnia[1*], Parviz Malekzadeh[2], Vali Akbari[3]

[1] Department of Biology, Faculty of Science, Ilam University, Ilam, Iran
[2] Department of Biology, Faculty of Science, University of Qom, Qom, Iran
[1] Department of Biology, Faculty of Science, Razi University, Kermanshah, Iran

Abstract

Cerasus microcarp Boiss is a shrub from the rosaceae family. After preparing the powder of different components, it was transferred to the laboratory to prepare the extract. The antioxidant activity of the extract of different parts of the *C. microcarp* fruit was investigated using three assays, nitric acid radical scavenging capacity, DPPH radical scavenging capacity and reducing power measurement. The results showed that the highest efficiency in the scavenging of nitrite radical was in the mesocarpe of the fruit with a scavenging capacity of 84.66% and the lowest efficiency was in the endocarpe extract with a scavenging capacity of 58.66%. The results related to DPPH radical scavenging capacity showed that the mesocarpe of the fruit has the highest capacity with 139.01% and the seed with 52.33% has the lowest DPPH radical scavenging capacity. The results related to the reducing power of different parts of the fruit of *C. microcarp* showed that the highest amount of reducing power was observed in the mesocarpe of the fruit. According to the results obtained in this research, the mesocarpe of the *C. microcarp* fruit has a high antioxidant capacity, so it can be used as a natural antioxidant for nutritional and medicinal purposes.

Keywords: *Cerasus microcarp* Boiss, Fruit, Antioxidant.

[*] E-mail: a.hatamnia@ilam.ac.ir.

بررسی اثر تاریخ کاشت و رژیم آبیاری بر صفات زراعی و فیزیولوژیکی بالنگو شهری (*Lallemantia iberica*)

مریم میردورقی*[۱] ، سعیده ملکی فراهانی[۲]، علیرضا رضازاده[۲]

*[۱] گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی دانشگاه شاهد، تهران، ایران
[۲] گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی دانشگاه شاهد، تهران، ایران

چکیده

به منظور بررسی اثر تاریخ کاشت و رژیم آبیاری بر صفات زراعی و فیزیولوژیکی بالنگو شهری آزمایشی به صورت طرح اسپلیت پلات در قالب بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار در سال زراعی ۱۴۰۱-۱۴۰۰ در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی شاهد انجام شد. تیمارهای آزمایشی شامل: عامل اول، سیستم‌های آبیاری در سه سطح: ۱) آبیاری تکمیلی (آبیاری در دو زمان کاشت و قبل از گلدهی بر اساس ۲۰ درصد تخلیه آب قابل استفاده خاک) (I_{S20})، ۲) آبیاری کامل یا شاهد (آبیاری بر اساس ۲۰ درصد تخلیه آب قابل استفاده خاک) (I_{20})، ۳) کم‌آبیاری (آبیاری بر اساس ۴۰ درصد تخلیه آب قابل استفاده خاک) (I_{40})، عامل دوم تاریخ کاشت پاییزه (۱۵ آبان) و بهاره (۱۵ اسفند)، می‌باشد. بر اساس نتایج بیشترین عملکرد از تاریخ کاشت پاییزه تحت رژیم آبیاری I_{20} حاصل شد و تفاوت آماری با تاریخ کاشت بهاره تحت رژیم آبیاری I_{20} نشان نداد. به‌طورکلی نتایج این آزمایش نشان داد برای دستیابی به عملکرد مطلوب در گیاه دارویی بالنگو شهری می‌توان به ترتیب از رژیم آبیاری I_{20}، I_{40} و I_{S20} استفاده نمود. علاوه بر این، طولانی‌تر بودن دوره رشد برای تاریخ کاشت پاییزه، شرایط لازم را برای بهره‌وری منابع به خصوص آب آبیاری و بارندگی‌های زمستانه برای دستیابی به عملکرد مطلوب در تمامی صفات فراهم کرد.

واژگان کلیدی: تنش‌رطوبتی، دوره رشد،گیاه دارویی، وزن دانه در بوته

* e-mail: m.mirdoraghi72@gmail.com

۱. مقدمه

تنش‌خشکی یا کمبود آب آبیاری مهم‌ترین تنش غیرزیستی می‌باشد که بزرگ‌ترین چالش برای تولید گیاهان زراعی و دارویی به ویژه در مناطق خشک و نیمه‌خشک محسوب می‌گردد (Solimaninya et al., 2022). تنش خشکی بر تمام جنبه‌های رشد گیاهان مؤثر بوده و موجب تغییرات آناتومی، مرفولوژی، فیزیولوژی و بیوشیمیایی در آن‌ها می‌شود و با توجه به گستردگی مناطق خشک و نیمه‌خشک در جهان و ایران نقش مهمی در رشد و عملکرد گیاهان دارد (Alizadeh, 2015). از عوامل محدودکننده فتوسنتز در تنش‌خشکی می‌توان به کاهش و یا توقف سنتز رنگیزه‌های فتوسنتزی از جمله کلروفیل‌ها و کارتنوئیدها اشاره کرد (Afshar Mohamadian et al., 2018). با توجه به اینکه گیاهان دارویی از سیستم ریشه‌ای گسترده‌ای برخوردار هستند بنابراین قادر به سازگاری در شرایط کاهش قابلیت دسترسی به آب می‌باشند. کاشت برخی گیاهان دارویی به دلیل نیاز آبی کم در شرایط کمبود آب و قابلیت تولید در زمین‌های کم‌بازده می‌تواند در افزایش بهره‌وری از منابع آب و خاک مؤثر گردد (Khorramdel, 2017).

گیاه دارویی بالنگو شهری (*Lallemantia iberica*) از گیاهان مقاوم به خشکی از خانواده نعناع در مناطق مختلف کشورهای اروپایی، خاورمیانه و به ویژه ایران است (Ursu and Borcean, 2012). دارای ۵ گونه می‌باشد که گونه بالنگو شهری (*Lallemantia iberica*) بیشترین مصرف و کاربرد در ایران را دارد (Abdolahi and Maleki Farahani, 2019). در حال حاضر، این گیاه جهت تولید دانه و نیز استخراج روغن و موسیلاژ کشت می‌شود (Kazemi et al., 2011). این گیاه با توجه به خواص دارویی شامل: رفع سرفه، سرماخوردگی، ریفلاکس معده، اختلالات عصبی و کلیوی کاربرد دارد و همچنین به عنوان یک داروی محرک جنسی و خلط‌آور در بین داروهای محلی ایران شناخته شده است (Abdolahi and Maleki Farahani, 2019).

از آنجا که دوران رشد رویشی و زایشی گیاه با دما، طول روز و تشعشات خورشیدی تاریخ‌های کاشت مختلف انطباق می‌یابد، از این‌رو تاریخ کاشت نقش مؤثری در نمو، تولید زیست‌توده و درنهایت عملکرد گیاهان می‌گذارد (Zarei et al., 2022). لذا در نظر گرفتن تاریخ کاشت مناسب برای گیاهان دارویی در جهت بهبود عملکرد کیفی و کمی آن‌ها ضروری به نظر می‌رسد (Ghorbani et al., 2010).

با توجه به کمبود آب برای کشت گیاهان و کاهش اثرات تنش آبی با انتخاب تاریخ کاشت مناسب برای دستیابی به عملکرد مطلوب، پژوهشی به منظور بررسی اثر تاریخ کاشت و رژیم آبیاری بر صفات زراعی و فیزیولوژیکی بالنگو شهری انجام گرفت.

۲. مواد و روش‌ها

۱.۲. منطقه مورد مطالعه

به منظور بررسی اثر تاریخ کاشت و رژیم آبیاری بر صفات زراعی و فیزیولوژیکی بالنگو شهری، آزمایشی به صورت طرح اسپلیت پلات در قالب بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار در سال زراعی ۱۴۰۱-۱۴۰۰ در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه شاهد انجام شد.

۲.۲. روش تحقیق

تیمارهای آزمایشی شامل: عامل اول، سیستم‌های آبیاری در سه سطح: ۱) آبیاری تکمیلی (آبیاری در دو زمان کاشت و قبل از گلدهی بر اساس ۲۰ درصد تخلیه آب قابل استفاده خاک) (I_{S20})، ۲) آبیاری کامل یا شاهد (آبیاری بر اساس ۲۰ درصد تخلیه آب قابل استفاده خاک) (I_{40})، ۳) کم‌آبیاری (آبیاری بر اساس ۴۰ درصد تخلیه آب قابل استفاده خاک) (I_{40})، عامل دوم تاریخ کاشت پاییزه (۱۵ آبان) و بهاره (۱۵ اسفند)، می‌باشد. تیمارها در دو فصل کشت در ۱۵ آبان ۱۴۰۰ و ۱۵ اسفند ۱۴۰۰ به صورت مجزا کشت شدند. در هر تاریخ کاشت، هر تکرار شامل ۶ کرت به ابعاد ۲ (عرض) × ۵ (طول)، ۱۰ مترمربع تنظیم گردید و فاصله بین خطوط کشت ۲۵ سانتی‌متر و روی خط کشت ۱۰ سانتی‌متر برای بالنگو بود. فاصله بین کرت‌ها و تکرارها به ترتیب یک متر و یک و نیم متر می‌باشد. تراکم نهایی بالنگو شهری ۴۰ بوته در مترمربع می‌باشد. آبیاری به روش جوی و پشته انجام گرفت و آخر کرت‌ها برای جلوگیری از خارج شدن آب به طور کامل بسته شد. برای آبیاری پلات‌های آزمایشی از سیستم آبیاری، شامل یک پمپ الکتریکی و لوله‌های پی وی سی برای انتقال آب به قسمت‌های مختلف مزرعه استفاده شد. اولین آبیاری بعد از کاشت و آبیاری دوم با فاصله سه روز برای آسان شدن جوانه‌زنی و سبز شدن و سپس آبیاری‌های بعدی بعد از استقرار گیاهچه در آزمایش آبیاری کامل در طول کل دوره رشد گیاه (شاهد) پس از قطع بارندگی‌ها زمانی که آب خاک به ۲۰ درصد ظرفیت مزرعه رسید اقدام به آبیاری شد. آبیاری در کرت‌هایی که تیمار تنش خشکی است، پس از اندازه‌گیری میزان آب خاک و رسیدن رطوبت خاک به ۴۰ درصد تخلیه رطوبت ظرفیت زراعی انجام گرفت و آزمایش در شرایط آبیاری تکمیلی (تنها دو مرحله کاشت و گلدهی) زمانی که رطوبت خاک به ۲۰ درصد ظرفیت مزرعه رسید آبیاری انجام گرفت. مقدار آب لازم برای هر تیمار آزمایشی با استفاده از کنتوری که نصب شده در مزرعه اندازه‌گیری شد. به منظور تعیین عملکرد دانه، برداشت نهایی گیاه زراعی بعد از حذف ردیف‌های حاشیه‌ای از سطحی به مساحت یک مترمربع به روش دستی و کف بر برداشت شد و جهت محاسبه عملکرد دانه و وزن هزاردانه به آزمایشگاه انتقال داده شد. جهت اندازه‌گیری مقدار کلروفیل کل، در مرحله گلدهی (BBCH۶۵) از روش Lichtenthaler (۱۹۸۷) با استفاده از دستگاه اسپکتروفتومتر استفاده شد. برای اندازه‌گیری موسیلاژ نیم گرم بذر خشک با ۲/۵ میلی‌لیتر اسید کلریدریک یک درصد نرمال تا تغییر رنگ پوسته بذر حرارت داده شد. سپس آن‌ها را در بن‌ماری در دمای ۱۰۰ درجه سانتی‌گراد قرار دادیم و محلول موسیلاژی حاصل جدا گردید

و بذرها دوبار با پنج میلی‌لیتر آب جوش شستشو داده شدند و محلول‌های حاصل به محلول موسیلاژ اولیه اضافه گردید. با افزودن ۳۰ میلی‌لیتر الکل اتیلیک ۹۶ درصد به محلول مذکور و قرار دادن آن به مدت ۲۴ ساعت در یخچال رسوب موسیلاژی به دست آمد، که پس از صاف کردن، در آون در درجه حرارت ۳۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۱۲ ساعت قرار گرفت و سپس توزین گردید و مقدار موسیلاژ بر حسب گرم در هر گرم بذر تعیین و به صورت درصد ثبت شده محاسبه شد (Abdolahi and Maleki Farahani, 2019).

تجزیه واریانس با استفاده از نرم‌افزار SAS (ver 9.4) انجام شد و مقایسه میانگین‌ها توسط آزمون LSD در سطح آماری ۵ درصد انجام گرفت.

۳. نتایج

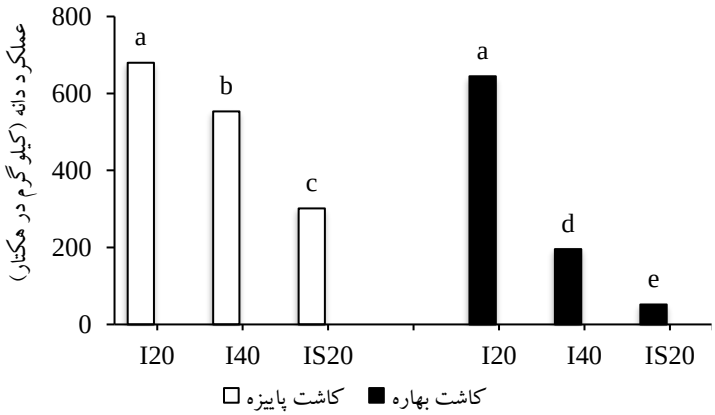
با توجه به نتایج آزمایش اثر متقابل رژیم آبیاری و تاریخ کاشت بر صفت عملکرد دانه و موسیلاژ بذر به ترتیب در سطح ۱ درصد ($P<0.01$) و ۵ درصد ($P<0.05$) معنی‌دار بود. اثر ساده تاریخ کاشت و رژیم‌های آبیاری بر صفت کلروفیل کل به ترتیب در سطح ۵ درصد ($P<0.05$) و ۱ درصد ($P<0.01$) معنی‌دار بود. همچنین اثر ساده تاریخ کاشت و رژیم‌های آبیاری بر صفت موسیلاژ بذر در سطح ۱ درصد ($P<0.01$) اثر معنی‌داری را نشان داد. اما اثر رژیم‌های آبیاری بر وزن هزاردانه در سطح

		میانگین مربعات			
منابع تغییرات	درجه آزادی	عملکرد دانه	وزن هزاردانه	کلروفیل کل	موسیلاژ بذر
بلوک	۲	۴۴/۵۳	۰/۰۰۶	۰/۰۰۲۳	۰/۲۶۷
رژیم آبیاری	۲	۳۵۸۲۱۰/۲**	۲/۳۴**	۰/۲۵۷**	۸۶/۶۴**
بلوک×رژیم آبیاری	۴	۸۴۲/۰۴	۰/۱۱	۰/۰۰۲	۰/۶۲۷
تاریخ کاشت	۱	۲۰۶۴۴۸/۱۰**	۰/۰۰۰۳ns	۰/۰۴۱*	۱۳/۵۲**
رژیم آبیاری× تاریخ کاشت	۲	۴۰۴۱۵/۹۱**	۰/۰۵ns	۰/۰۰۳ns	۶/۳۰*
بلوک×تاریخ کاشت	۲	۴۲/۰۵	۰/۲۱	۰/۰۰۱	۰/۹۰۵
خطا	۴	۴۷۷/۰۴	۰/۰۳۹	۰/۰۰۲	۰/۴۰۴
ضریب تغییرات (درصد)	–	۵/۳۹	۴/۹۸	۶/۲۴	۹/۶۸

۱ درصد ($P<0.01$) اثر معنی‌داری را داشت (جدول ۱).

جدول ۱. تجزیه واریانس اثر تاریخ کاشت و رژیم آبیاری بر صفات زراعی و فیزیولوژیکی بالنگو شهری
ns ، * و ** به ترتیب نشان‌دهنده عدم تفاوت معنی‌دار و معنی‌دار بودن در سطح احتمال ۵٪ و ۱٪است

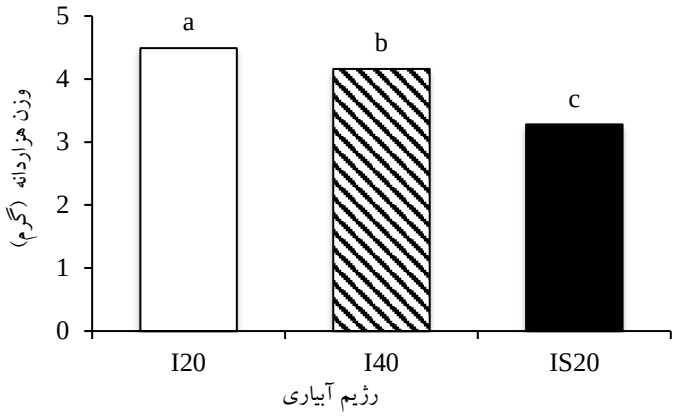
با توجه به نتایج مقایسه میانگین اثرات متقابل تاریخ کاشت و رژیم‌های آبیاری، روند افزایش عملکرد دانه در شرایط کشت پاییزه و رژیم‌های آبیاری به ترتیب مربوط به I_{20} با میانگین (۶۸۰/۰۱۰)، I_{40} با میانگین (۵۵۳/۷۲) و I_{S20} با میانگین (۳۰۱/۰۴) کیلوگرم در هکتار می‌باشد که عملکرد دانه در شرایط کشت پاییزه و رژیم آبیاری I_{20} به ترتیب نسبت به رژیم آبیاری I_{40} و I_{S20}، ۱۸/۵۸ و ۵۵/۷ درصد افزایش نشان داد. افزایش عملکرد در شرایط کشت پاییزه و رژیم آبیاری I_{20} با میانگین (۶۸۰/۰۱۰) تفاوت آماری معنی‌داری با کشت بهاره و رژیم آبیاری I_{20} (۶۴۴/۷۴) کیلوگرم در هکتار نداشت، اما در مقایسه با شرایط کشت بهاره و رژیم‌های آبیاری I_{40} با میانگین (۱۹۵/۷۲) و I_{S20} با میانگین (۵۱/۷۲) کیلوگرم در هکتار به ترتیب ۷۱/۲ و ۹۲/۳ درصد افزایش نشان داد (جدول ۲).محققان اظهار داشتند که با تأخیر در کاشت، عملکرد دانه گلرنگ کاهش معنی‌داری را از خود نشان داد و از کاشت اول به دوم عملکرد ارقام به‌شدت کاهش یافت، این امر می‌تواند مربوط به مواجه شدن گلرنگ در مراحل فنولوژیک حساس مانند گلدهی و پرشدن دانه‌ها با گرمای آخر فصل و یا مربوط به افزایش دما در طول دوره رشد گلرنگ و نهایتاً کاهش اجزای عملکرد بوده باشد (Abarvazn et al., 2021). این بررسی نشان داد که کشت دوم از جنبه‌های زراعی و عملکرد نسبت به دو تاریخ دیگر کشت مناسب‌تر است. در پژوهشی دیگر بیشترین مقدار عملکرد دانه تولیدی، مربوط به تیمار ۴۰ درصد تخلیه رطوبت قابل استفاده خاک با میانگین ۲۰۸/۴۰ کیلوگرم در هکتار در گونه بالنگو شهری بود که در مقایسه با تیمار ۶۰ درصد تخلیهٔ رطوبت قابل استفاده خاک، حدود ۴۳/۸۴ درصد عملکرد بیشتری به دست آمد (Maleki Farahani and Abdolahi, 2014).



شکل ۱. مقایسه میانگین اثر تاریخ کاشت و رژیم آبیاری بر عملکرد دانه بالنگو شهری

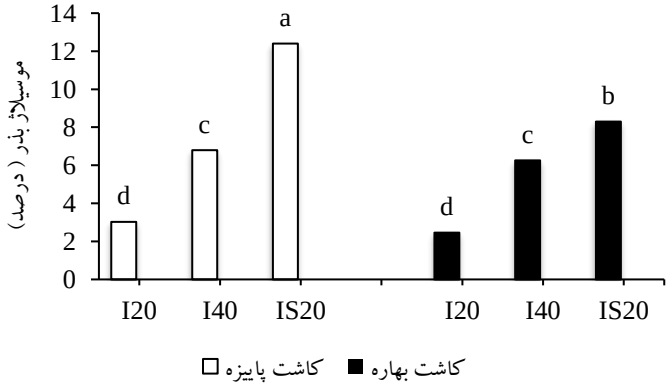
با توجه به نتایج اثرات ساده تاریخ کاشت و رژیم‌های آبیاری بیشترین وزن هزاردانه مربوط به رژیم آبیاری I_{20} با میانگین ۴/۴۹ گرم بود که در مقایسه با رژیم‌های آبیاری I_{40} با میانگین ۴/۱۶ و I_{S20} با میانگین ۳/۲۸ به ترتیب ۷/۳ و ۲۶/۹ درصد برتری

نشان داد (شکل ۲). محققان در بررسی شدت و زمان اعمال تنش خشکی گزارش کردند که تنش خشکی با کوتاه کردن دوره پرشدن دانه، باعث کاهش عملکرد دانه و وزن هزاردانه می‌شود (Yadollahi et al., 2017).



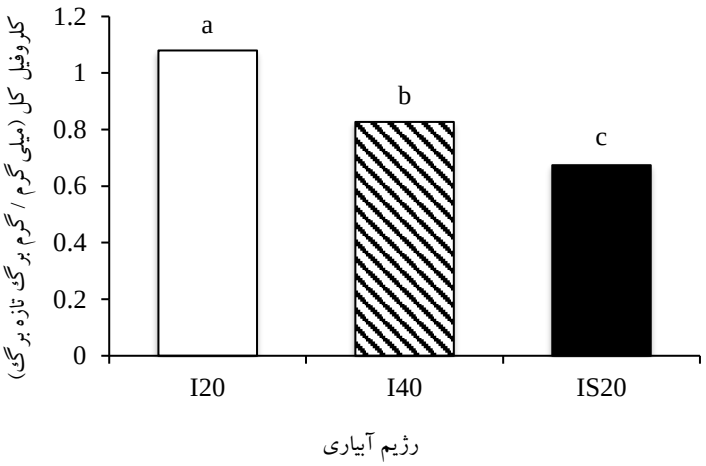
شکل۲. اثر رژیم آبیاری بر وزن هزارداته بالنگو شهری

با توجه به نتایج مقایسه میانگین اثرات متقابل تاریخ کاشت و رژیم‌های آبیاری، روند افزایش موسیلاژ بذر در شرایط کشت پاییزه و رژیم‌های آبیاری به ترتیب مربوط به I_{S20} با میانگین (۱۲/۴۰)، I_{40} با میانگین (۶/۸۰) و I_{20} با میانگین (۳/۰۳) درصد می‌باشد که موسیلاژ بذر در شرایط کشت پاییزه و رژیم آبیاری I_{S20} به ترتیب نسبت به رژیم آبیاری I_{40} و I_{20}، ۴۵/۱۶ و ۷۵/۵۶ درصد افزایش نشان داد. موسیلاژ بذر در شرایط کشت پاییزه و رژیم آبیاری I_{S20} با میانگین (۱۲/۴۰) در مقایسه با شرایط کشت بهاره و رژیم‌های آبیاری I_{20} با میانگین (۲/۴۶)، I_{40} با میانگین (۶/۲۶) و I_{S20} با میانگین (۸/۳۰) درصد به ترتیب ۸۰/۱، ۳۳/۰۶ درصد افزایش نشان داد (جدول ۲). در گزارشی دیگر بیان شد که با کاهش مقدار آب آبیاری میزان درصد موسیلاژ نسبت به شرایط ۳۰ درصد تخلیه آب قابل استفاده در هر دوگونه بالنگو افزایش می‌یابد (Paravar et al., 2021).

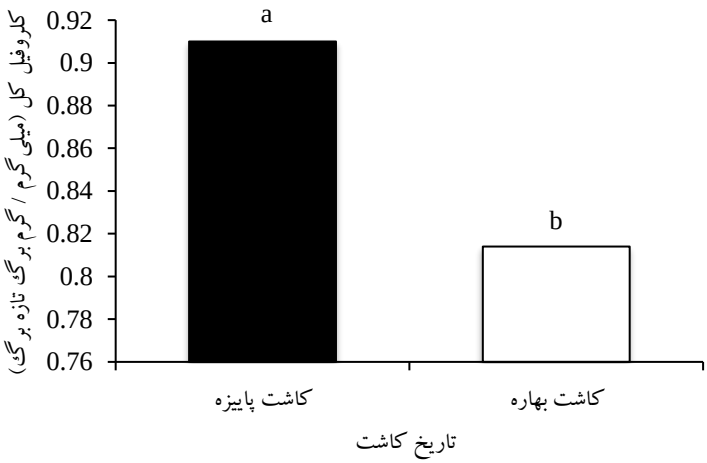


شکل۳. مقایسه میانگین اثر تاریخ کاشت و رژیم آبیاری بر موسیلاژ بذر بالنگو شهری

با توجه به نتایج اثر رژیم‌های آبیاری بیشترین کلروفیل کل مربوط به رژیم آبیاریI_{20} با میانگین ۱/۰۸ میلی‌گرم در گرم برگ تازه بود که در مقایسه با رژیم‌های آبیاری I_{40} با میانگین ۰/۸۲۷ و I_{S20} با میانگین ۰/۶۷۴ میلی‌گرم در گرم برگ تازه به ترتیب ۲۳/۴ و ۳۷/۵ درصد افزایش نشان داد (شکل ۵). همچنین شرایط کشت پاییزه منجر به افزایش ۱۰/۵ درصدی کلروفیل کل با میانگین ۰/۹۱۰ در مقایسه با کشت بهاره با میانگین ۰/۸۱۴ شد (شکل ۶). بر اساس مطالعات گذشته گزارش شده است تأخیر در کاشت و مواجهه گیاه با خشکی انتهایی، میزان کلروفیل برگ را کاهش می‌دهد. از سوی دیگر، نفوذ نور در کف سایه‌انداز گیاهی تحت تأثیر رشد رویشی گیاه قرار می‌گیرد که در نتیجه با تأخیر در تاریخ کاشت شاخص سطح برگ و تداوم سطح برگ در دورهٔ زایشی کاهش می‌یابد. در نهایت، سبب کاهش جذب تشعشع فعال فتوسنتزی در دوره زایشی می‌شود (Ghane et al., 2017).



شکل۲. اثر رژیم آبیاری بر کلروفیل کل بالنگو شهری



شکل۳. اثر تاریخ کاشت بر کلروفیل کل بالنگو شهری

٤. بحث و نتیجه‌گیری

بر اساس نتایج بیشترین عملکرد از تاریخ کاشت پاییزه تحت رژیم آبیاری I_{20} حاصل شد و تفاوت آماری با تاریخ کاشت بهاره تحت رژیم آبیاری I_{20} نشان نداد که این نتیجه مبین این است که می‌توان برای دسترسی به عملکرد اقتصادی از کشت بهاره در صورت آبیاری کامل گیاه استفاده نمود. به‌طورکلی برای دستیابی به عملکرد مطلوب در گیاه دارویی بالنگو شهری می‌توان به ترتیب از رژیم آبیاری I_{20}، I_{40} و I_{S20} استفاده نمود زیرا رژیم آبیاری I_{40} در مقایسه با I_{S20} در شرایط کمبود آب یا تنش خشکی بازده بیشتر و بهره‌وری از منابع بیشتری را از خود نشان داد. افزون بر اینکه در تمامی صفات تاریخ کشت پاییزه با توجه به افزایش طول دوره رشد، شرایط لازم را برای بهره‌وری از منابع جهت دستیابی به عملکرد مطلوب فراهم کرد. توصیه می‌شود نتایج این تحقیق یک‌ساله با توجه به اهمیت گیاه دارویی بالنگو شهری در بررسی‌های دیگر مورد مطالعه قرار گیرد.

منابع

Abarvazn, O., Dadashi, M., Faraji, A., Siahmarguee, A. 2021. Study on the effect of planting date and plant density on grain yield, yield components, forage quality, oil amount of different safflower cultivars in the Gonbad-e Kavus region. Journal of Plant Production. 28(3): 117-130.

Abdolahi, M., Maleki Farahani, S.M. 2019. Seed quality, water use efficiency and eco physiological characteristics of Lallemantia (*Lallemantia* sp.) species as effected by soil moisture content. Acta Agriculturae Slovenica. 113: 307-320.

Afshar Mohamadian, M., Omidipour, M., Jamal Omidi. 2018. Effect of different drought stress levels on chlorophyll fluorescence indices of two bean cultivars. Journal of Plant Research is the Iranian. 31(3): 511-525.

Alizadeh, A. 2015 Relationship between water, soil and plants. Publications of Imam Reza University (AS) Mashhad: Iran.

Ghane, H., Amirshekari, H., Naji, A.M. 2017. The effects of planting date and seed priming on yield and physiological traits of two cumin ecotypes. Crop Improvement. 19(3): 562-574.

Ghorbani, R., Koocheki, A., Hosseini, A., Jahani, M., Asadi, G., Aghel, H., Mohammad Abadi, A.S. 2010. Effects of planting date, time and methods of weed control on weed density and biomass in cumin fields. Iranian Journal of Field Crops Research. 8(1): 120-127.

Kazemi, A., Clark, H., James, A., Kraus, G. 2011. Advanced oil crop bio refineries (RSC Green Chemistry). Royal Society of Chemistry. 25.

Khorramdel, S. 2017. The need to develop the cultivation of medicinal plants and solutions to dehydration. The Second National Conference of rain-fed medicinal plants of Iran, Urmia.

Lichtenthaler, H.K. 1987. Chlorophylls and carotenoids: pigments of photosynthetic biomembranes. Methods in Enzymol. 148: 350-382.

Maleki Farahani, S., Abdollahi, M. 2014. Effect of deficit irrigation on yield and yield components of two different species of balangu (*Lallemantia royleana* & iberica) from Mashhad and Urmia. Iranian Journal of Field Crops Research. 12(3): 502-512.

Paravar, A., Maleki Farahani, S., Rezazadeh, A. 2021. *Lallemantia* species response to drought stress and arbuscular mycorrhizal fungi application. Industrial Crops and Products. 172.

Solimaninya, Z., Mohtadi, A., Movahhedi Dehnavi, M. 2022. Response of some physiological and morphological properties of quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) by zinc application under drought stress. Journal of Plant Process and Function. 10(41): 172-186.

Ursu, B., Borcean, I. 2012. Researches concerning the sowing technology at Lallemantia iberica F. ET M. Research Journal of Agricultural Science. 44(1): 168-171.

Yadollahi, P., Asgharipour, M.R., Marvane, H., Kheiri, N., Amiri, A. 2017. The effects of drought stress on grain and oil yield of two cultivars on sunflower. Journal of crop Science Research in Arid Regions. 1(1): 65-76.

Zarei, SH., Hassibi, P., Kahrizi, D., Safieddin Ardebili, S.M. 2022. Effect of nitrogen application on camelina (Camelina sativa) oil seed yield and yield components at different planting dates. Iranian Journal of Field Crops Research. 19(4): 311-325.

Investigating the effect of sowing date and irrigation regime on crop traits and Physiological of Dragon head (*Lallemantia iberica*)

Maryam Mirdoraghi [1*], Saeideh Maleki Farahani [2], Alireza Rezazadeh [3]

[1] Department of Agronomy, Faculty of Agriculture, Shahed University, Tehran, Iran.

[2] Department of Agronomy, Faculty of Agriculture, Shahed University, Tehran, Iran.

Abstract

In order to investigate the effect of sowing date and irrigation regime on crop traits and physiological of dragon head (*Lallemantia iberica*), an experiment was conducted in the form of a split plot design in the form of randomized complete blocks in three replications in the agricultural year of 2021–2022 in the research farm of Faculty of Agriculture, Shahed University. The experimental treatments include: the first factor, irrigation systems at three levels: 1) supplementary irrigation (irrigation at two sowing times and before flowering based on 20 % SAW (soil available water depletion), 2) complete irrigation or control (irrigation based on 20 % SAW) and 3) Low irrigation (irrigation based on 40 % SAW, is the second factor of autumn (November 15) and spring (March 15) sowing dates. Based on the results, a statistically significant difference was observed between the traits of seed yield, total chlorophyll, and seed mucilage. The highest yield was obtained from the autumn sowing date under the full irrigation regime, and it did not show any statistical difference from the spring sowing date under the full irrigation regime. In general, the results of this experiment showed that to achieve optimal yield in the dragon head medicinal plant, the irrigation regimes (I_{20}, I_{40}, and I_{S20}) can be used, respectively. In addition, the autumn sowing date provides the necessary conditions to achieve the desired yield due to the increase in the length of the growth period. Additionally, the longer growth period for the autumn sowing date provided the necessary conditions for the productivity of resources to achieve the desired yield in all traits.

Keywords: Growth period, Medicinal plant, Moisture stress, Seed weight per plant.

* e-mail: m.mirdoraghi72@gmail.com

بررسی اثر زئولیت معدنی بر محتوای آبی و عناصر معدنی گیاه شیرین بیان (*Glycyrrhiza glabra* L.) تحت تنش خشکی

زهرا گل بابا، الهه وطن خواه*، زهره طغرانگار، مهناز وفادار

گروه زیست‌شناسی، دانشکده علوم، دانشگاه زنجان، زنجان

چکیده

شیرین بیان (*Glycyrrhiza glabra* L.) گیاهی دارویی و معطر است که به‌دلیل دارا بودن ترکیبات با ارزشی مانند گلیسیریزین مورد توجه قرار گرفته است. زئولیت از ترکیبات مفیدی است که با جذب و فراهمی طولانی مدت آب برای گیاه، سبب بهبود رشد و تحمل گیاه در برابر خشکی می‌شود؛ بنابراین برای بررسی اثر زئولیت بر محتوای آبی و تغذیه‌ای گیاه شیرین بیان تحت تنش خشکی، آزمایشی فاکتوریل با دو فاکتور شامل (۱) سطوح زئولیت شامل ۰، ۴ و ۸ گرم در کیلوگرم خاک و (۲) سطوح خشکی شامل شاهد (ظرفیت زراعی: ۱۰۰٪FC)، خشکی متوسط (۷۰٪FC) و خشکی شدید (۴۰٪FC) در قالب طرح کاملاً تصادفی با چهار تکرار اجرا شد. گیاهان شیرین‌بیان رشدیافته در سطوح مختلف زئولیت به مدت دو هفته در معرض سطوح مختلف خشکی قرار گرفتند. نتایج نشان داد که تنش خشکی، محتوای نسبی آب برگ و وزن خشک کل گیاه را کاهش داد و کاربرد زئولیت موجب بهبود این شاخص‌های رشد گردید. هم‌چنین، کاهش غلظت درشت‌مغذی‌های پتاسیم، کلسیم و منیزیم و ریزمغذی‌های منگنز، روی و آهن گیاه طی تنش خشکی مشاهده شد و کاربرد زئولیت در دو سطح ۴ و ۸ گرم در کیلوگرم خاک موجب بهبود غلظت آن‌ها در دو سطح تنش خشکی گردید. به‌طورکلی نتایج نشان‌دهنده آن است که کاربرد سوپرجاذب زئولیت در خاک با بهبود محتوای آبی و وضعیت تغذیه‌ای و افزایش عملکرد گیاه شیرین‌بیان تحت تنش خشکی می‌تواند به‌عنوان یک کود مناسب، ارزان قیمت و دوستدار محیط زیست در تولید کشاورزی به‌ویژه در مناطق خشک و نیمه‌خشک پیشنهاد شود.

واژگان کلیدی: شیرین‌بیان، خشکی، زئولیت، عناصر غذایی معدنی، محتوای نسبی آب برگ

* e-mail: elahe_vatankhah@znu.ac.ir

۱. مقدمه

گیاه دارویی شیرین بیان با نام علمی *Glycyrrhiza glabra* L. گیاهی است علفی، چند ساله و کشور ایران یکی از قطب‌های صادرکننده‌ی ریشه آن محسوب می‌شود. ارزش و اهمیت ریشه و ریزوم شیرین بیان به‌دلیل تنوع مواد شیمیایی موجود در آن است و مهم‌ترین ماده فعال زیستی در ریشه و ریزوم شیرین بیان یک تری‌ترپنوئید به نام اسید گلیسیریزیک می‌باشد که از اهمیت ویژه‌ای در صنایع غذایی، داروسازی و دخانیات برخوردار است. با توجه به ویژگی‌های مختلف شیرین بیان، از دیرباز فرآورده‌های متنوعی از جمله پودر، شیره و عصاره از شیرین بیان تهیه شده است (Hosseini et al., 2022; Movahhed Haghighi and Saharkhiz, 2022).

تنش کمبود آب در ایران همواره به‌عنوان یک عامل محدودکننده کشت و پرورش گیاهان زراعی و دارویی مطرح بوده است (سالک معراجی و توکلی، ۱۳۹۹) و اثرهای فیزیولوژیکی مختلفی بر گیاه می‌گذارد که نوع و مقدار خسارت آن به شدت تنش و تحمل گیاه بستگی دارد. کمبود آب عوامل فیزیولوژیکی مختلف از جمله عوامل بازدارنده فتوسنتز را تحت تأثیر قرار داده و باعث کاهش رشد و عملکرد گیاه می‌شود (Fang and Xiong, 2015). به نظر می‌رسد که گیاهان دارویی در عملکرد و مواد مؤثر تولیدی، واکنش‌های متفاوتی نسبت به تنش خشکی داشته باشند (بیگ زاده و همکاران، ۱۳۹۹). برای درک این ویژگی‌ها، باید تحقیقات گسترده‌ای بر روی گیاهان با ارزش دارویی از طریق اعمال تیمارهای مختلف صورت گیرد.

طی سال‌های اخیر کاربرد مواد معدنی طبیعی با هدف بهبود باروری، اصلاح ساختمان فیزیکی و شیمیایی خاک که منجر به افزایش ظرفیت نگهداری آب در خاک نیز می‌شود، توصیه شده است که زئولیت یکی از این مواد می‌باشد (احمدی‌آذر و همکاران، ۱۳۹۴). زئولیت‌ها کانی‌های آلومینوسیلیکاته از فلزات قلیایی و قلیایی خاکی می‌باشند که از یک شبکه سه بعدی بی‌نهایت وسیع از چهارضلعی‌های AlO_4 و SiO_4 که به‌وسیله اشتراک اتم‌های اکسیژن به‌هم متصل هستند، ساخته شده‌اند و به دو صورت طبیعی و مصنوعی (سنتزی) یافت می‌شوند (Ghassemi Sahebi et al., 2020). کاربرد زئولیت می‌تواند باعث کاهش اثرات مخرب تنش خشکی در گیاهان گردد و مقاومت آن‌ها به تنش را بهبود بخشد. حضور زئولیت به‌عنوان اصلاح‌کننده خاک، این قابلیت را دارد که آب را جذب کرده و سپس آن را پس دهد و مقداری از کاتیون‌های موجود در خود را مبادله نماید (Ge et al., 2010). تأثیر مثبت کاربرد زئولیت در بهبود رشد و عملکرد گیاهان به‌ویژه در شرایط تنش خشکی توسط محققان زیادی گزارش شده است (Gholam Hoseini et al., 2013; GhassemiSahebi et al., 2020; Sedaghat et al., 2022).

بنابراین در این تحقیق سعی شده است اثر تنش خشکی بر محتوای آبی و عناصر معدنی گیاه شیرین بیان بررسی گردد و هم‌چنین فرضیه افزایش تحمل گیاه شیرین بیان در برابر تنش خشکی در حضور زئولیت با بهبود جذب آب و مواد مغذی معدنی مورد بررسی قرار گیرد.

۲. مواد و روش‌ها

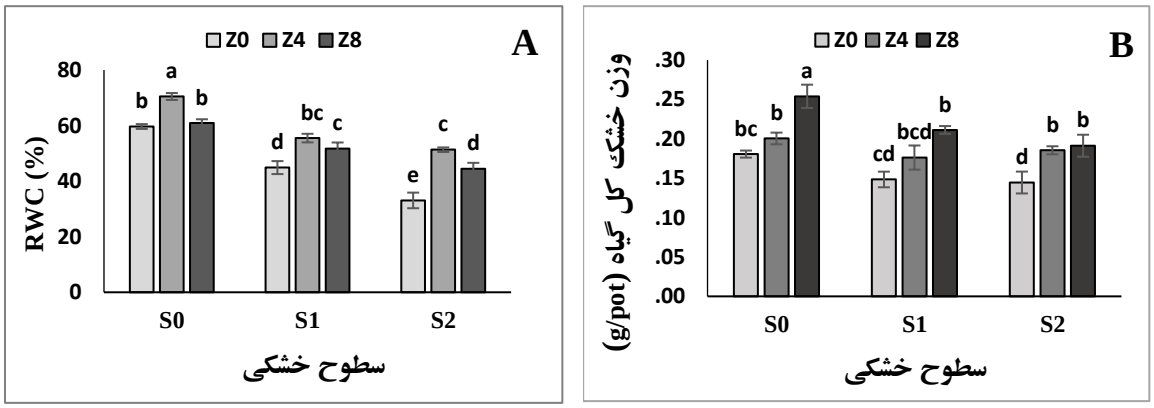
این تحقیق جهت بررسی سطوح مختلف زئولیت (۰، ۴ و ۸ گرم در کیلوگرم خاک) روی گیاه شیرین‌بیان تحت سطوح مختلف تنش خشکی (۱۰۰، ۷۰ و ۴۰٪ ظرفیت زراعی، FC) به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با ۴ تکرار در آزمایشگاه تحقیقاتی گروه زیست شناسی دانشگاه زنجان در سال ۱۴۰۰ انجام شد. در هر یک از گلدان‌ها، خاک مخلوط با سطوح مختلف زئولیت (تهیه شده از شرکت افرند توسکا واقع در تهران) ریخته شد. بذرهای گیاه شیرین بیان (*G. glabra* L.)

تهیه شده از شرکت پاکان بذراصفهان، بعد از ضدعفونی به‌منظور غلبه بر مشکل جوانه‌زنی، ۷ مرتبه به مدت ۵ ثانیه در ظرفی حاوی آب جوش غوطه‌ور شده و بعد به مدت ۵ دقیقه در آب سرد قرار گرفتند، سپس در گلدان‌ها حاوی سطوح مختلف زئولیت کاشته شدند. گلدان‌های مورد نظر در اتاق رشد تحت شرایط ۱۶ ساعت روشنایی و ۸ ساعت تاریکی و دمای ۲۵ درجه سانتی گراد در حد ظرفیت زراعی آبیاری و هر دو هفته یک‌بار با محلول غذایی لانگ–اشتون (Hewitt, 1953) ۱/۴ قدرت تغذیه شدند. سپس گیاهان شیرین بیان حاصل بعد از چهار ماه در معرض سطوح مختلف تنش خشکی قرار گرفتند که با توزین روزانه گلدان‌ها میزان تخلیه‌ی رطوبتی خاک کنترل شد و در صورت نیاز گیاهان آبیاری شدند. ۱۴ روز بعد از اعمال تنش، گیاهان برداشت شده و وزن خشک کل گیاه، محتوای نسبی آب برگ (RWC) (Weatherley, 1950) و غلظت عناصر درشت مغذی پتاسیم، کلسیم و منیزیم و ریزمغذی منگنز، روی و آهن گیاه با استفاده از دستگاه جذب اتمی (ICP-OES) مورد بررسی و سنجش قرار گرفت. محاسبه میانگین‌ها و بررسی معنی‌دار بودن اختلافات با آزمون دانکن در سطح احتمال ۵ درصد در نرم افزار SPSS نسخه ۲۴ و رسم نمودارها با نرم افزار Excel نسخه ۲۰۱۶ انجام گرفت.

۳. نتایج

تنش کم‌آبی موجب کاهش معنی‌دار RWC برگ در گیاهان بدون کاربرد زئولیت نسبت به تیمار شاهد گردید. کاربرد دو سطح زئولیت موجب افزایش معنی‌دار RWC در دو سطح تنشی ۴۰٪FC و ۷۰٪FC در مقایسه با شاهد مربوطه گردید (شکل ۱A).

تنش کم‌آبی، وزن خشک کل گیاهان بدون کاربرد زئولیت را در دو سطح رطوبتی ۷۰٪FC و ۴۰٪FC در مقایسه با تیمار شاهد کاهش داد که این کاهش تنها در سطح ۴۰٪FC معنی‌دار بود. کاربرد زئولیت در سطح ۸ گرم در کیلوگرم خاک موجب افزایش معنی‌دار وزن خشک کل گیاه در تمام سطوح خشکی گردید درحالی‌که اثر افزایشی زئولیت در سطح ۴ گرم در کیلوگرم خاک تنها در سطح ۴۰٪FC معنی‌دار بود (شکل ۱B).



شکل ۱. اثر متقابل هیدروژل و تنش خشکی بر محتوای نسبی آب برگ (A) و وزن خشک کل گیاه (B) شیرین بیان. حروف یکسان بیانگر عدم اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد با استفاده از آزمون دانکن می‌باشد. Z4،Z0 و Z8 سطوح مختلف زئولیت به ترتیب شاهد بدون زئولیت، ۴ و ۸ گرم بر کیلوگرم خاک و نیز S1،S0 و S2 سطوح مختلف خشکی به ترتیب ۱۰۰٪ (شاهد)، ۷۰٪ و ۴۰٪ ظرفیت زراعی را نشان می‌دهند.

هم‌چنین، بررسی عناصر درشت مغذی مانند پتاسیم، کلسیم و منیزیم و ریزمغذی مانند منگنز، روی و آهن در گیاه شیرین بیان، کاهش غلظت آن‌ها را طی تنش خشکی نشان داد و کاربرد دو سطح زئولیت موجب افزایش معنی‌دار غلظت عناصر منیزیم، منگنز و آهن در دو سطح تنش و کلسیم و پتاسیم تنها در سطح تنش شدید گردید. همچنین اثر افزایشی زئولیت بر غلظت عناصر کلسیم، پتاسیم و روی تنها در سطح ۴ گرم در کیلوگرم خاک در سطح تنش متوسط و غلظت روی در سطح ۸ گرم در کیلوگرم خاک در سطح تنش شدید مشاهده گردید (جدول ۱).

جدول ۱. اثر متقابل قارچ و تنش خشکی بر غلظت عناصر گیاه شیرین بیان تحت تنش خشکی

سطوح زئولیت	سطوح خشکی	پتاسیم (mg Kg^{-1} DW)	کلسیم (mg Kg^{-1} DW)	منیزیم (mg Kg^{-1} DW)	آهن (mg Kg^{-1} DW)	روی (mg Kg^{-1} DW)	منگنز (mg Kg^{-1} DW)
Z0	S0	۱۰۲۱۱ b	۸۸۲۹ a	۱۴۱۹ d	۴۱۰ c	۲۶ a	۳۱ c
	S1	۷۹۰۴ f	۶۲۰۳ d	۱۴۱۰ d	۲۹۰ e	۲۲ c	۲۷ e
	S2	۸۱۷۱ e	۴۲۱۶ g	۱۲۸۴ e	۲۵۰ f	۱۹ e	۱۹ g
Z4	S0	۷۳۸۹ h	۴۵۱۴ f	۱۱۴۱ g	۲۱۳ g	۱۳ g	۲۱ f
	S1	۸۹۲۸ d	۷۹۸۹ b	۱۷۰۲ a	۵۰۹ b	۲۴ b	۳۷ a
	S2	۹۱۹۸ c	۶۰۹۱ d	۱۶۰۴ b	۳۷۴ d	۱۹ ef	۲۸ d
Z8	S0	۸۲۳۷ e	۴۲۹۴ g	۱۲۰۲ f	۲۹۰ e	۲۰ d	۱۹ g
	S1	۷۶۶۳ g	۵۸۰۵ e	۱۵۲۳ c	۳۷۰ d	۱۸ f	۳۳ b
	S2	۱۳۳۴۹ a	۷۷۶۳ c	۱۶۷۳ a	۵۲۷ a	۲۴ b	۲۹ d

حروف لاتین غیرمشابه در هر ستون بیانگر تفاوت معنی‌دار می‌باشد (آزمون دانکن، $p < ۰/۰۵$). S0، S1 و S2 به ترتیب عبارتند از سطوح تنش خشکی ۱۰۰ (شاهد)، ۷۰ و ۴۰ درصد ظرفیت زراعی.

٤. بحث و نتیجه‌گیری

در این تحقیق کاهش صفات رشدی مانند وزن خشک کل گیاه و RWC برگ طی تنش خشکی مشاهده شد که کاهش توده زیستی تحت تنش خشکی می‌تواند به‌دلیل بسته شدن روزنه‌ها، افزایش در آنزیم‌های تجزیه‌کننده، تخریب پروتئین و کلروفیل و کاهش شاخص سطح برگ باشد که میزان فتوسنتز را کاهش می‌دهند (Fayyaz and Talebi, 2009; Ayeen, 2013). در این تحقیق کاربرد زئولیت در خاک، وزن خشک کل گیاه و RWC را در تمام سطوح رطوبتی افزایش داد که همسو با نتایج محققان دیگر است (Nazari et al., 2013; Karami et al., 2020). زئولیت به علت خاصیت اسفنجی خاص و غیرطبیعی خود می‌تواند آب را حداکثر تا ۶۰ درصد حجم خود جذب کند، از این رو می‌تواند آب را برای مدت زمان بیشتری برای ریشه گیاه فراهم نماید (De Smedt et al., 2017).

زئولیت‌ها مواد معدنی با ظرفیت کاتیونی بالا هستند که دسترسی گیاهان به مواد غذایی را افزایش می دهند (Karami et al., 2020). قابلیت دسترسی مواد معدنی عملکرد صحیح فتوسنتزی را موجب می‌شود و همچنین از طریق حفظ فعالیت‌های متابولیسمی تحت کاهش پتانسیل آبی بافت، اثرات مضر تنش را خنثی می کنند (Asghar and Bashir, 2020). در این تحقیق نیز کاربرد ۸ گرم در کیلوگرم خاک زئولیت موجب افزایش معنی‌دار غلظت‌های پتاسیم، کلسیم، منیزیم، آهن، روی و منگنز گیاه در سطح تنش شدید گردید که موافق با نتایج Sedaghat و همکاران (۲۰۲۲) در گیاه گندم است.

در مجموع، نتایج حاکی از این است کاربرد زئولیت با بهبود محتوای آبی و وضعیت تغذیه‌ای گیاه موجب تعدیل اثر تنش خشکی در این گیاه به‌ویژه در سطح خشکی شدید گردید. بنابراین زئولیت می‌تواند به‌عنوان یک کود مناسب، ارزان قیمت و دوستدار محیط زیست در تولید کشاورزی به‌ویژه در مناطق خشک و نیمه‌خشک به‌کار رود.

منابع

احمدی آذر، ف.، حسنلو، ط.، ایمانی، ع. فیضی اصل، و. ۱۳۹۴. تنش خشکی و کاربرد زئولیت معدنی بر رشد و برخی پارامترهای فیزیولوژیکی گیاه پنیرک (*Malva sylvestris*). مجله پژوهش‌های گیاهی، ۲۸ (۳)، ۴۷۴-۴۵۹.

بیگ زاده، س.، ملکی، ع.، میزایی حیدری، م.، رنگین، ع.، خورگامی، ع. ۱۳۹۹. اثر کاربرد سالیسیلیک‌اسید و عصاره جلبک دریایی (*Ascophyllum nodosum*) بر برخی صفات فیزیولوژیکی لوبیا سفید (*Phaseolus lanatus* L.) در شرایط تنش خشکی. نشریه علمی اکوفیزیولوژی گیاهان زراعی، ۱۴ (۱)، ۴۴-۲۱.

سالک معراجی، ه.، توکلی، ا. ۱۳۹۹. بررسی عملکرد و برخی صفات زراعی دو رقم گلرنگ (*Carthamus tinctorius* L.) تحت رژیم‌های مختلف آبیاری. تنش‌های محیطی در علوم زراعی، ۱۳ (۳)، ۷۷۵-۷۶۳.

Asghar, M.G., Bashir, A. 2020. Protagonist of mineral nutrients in drought stress tolerance of field crops. Abiotic Stress in Plants. In: Fahad, S., Saud, S., Chen, Y., Wu, C., Wang, D. (eds.). Abiotic Stress in Plants. IntechOpen: London.

Ayeen, A. 2013. Effect of eliminating of irrigation at different growth stages on seed yield and some agronomic traits of two sesame genotypes. Seed and Plant Production Journal. 29: 67–79.

De Smedt, C., Steppe, K., Spanoghe, P. 2017. Beneficial effects of zeolites on plant photosynthesis. Advanced Materials Science. 2(1): 1–11.

Fang, Y., Xiong, L. 2015. General mechanisms of drought response and their application in drought resistance improvement in plants. Journal Article Cellular and Molecular Life Sciences. 72(4): 673-89.

Fayyaz, F., Talebi, R. 2009. Determining the relationship between yield and some yield components of chickpea using pass analysis. Iranian Journal of Field Crops Research. 7: 135–141.

Ge, G., Li, Z., Fan, F., Chu, G., Hou, Z., Liang, Y. 2010. Soil biological activity and their seasonal variations in response to long-term applications of organic and inorganic fertilizers. Plant and Soil. 326: 31-44.

Ghassemi Sahebi, F., Mohammadrezapour, O., Delbari, M., KhasheiSiuki, A., Ritzema, H., Cherati, A. 2020. Effect of utilization of treated wastewater and seawater with Clinoptilolite- Zeolite on yield and yield components of sorghum. Agricultural Water Management. 234(10): 106117.

Gholam Hoseini, M., Ghalavand, A., Khodaei-Joghan., A., Dolatabadian, A., Zakikhani, H., Farmanbar, H. 2013. Zeolite-amended cattle manure effects on sunflower yield, seed quality, water use efficiency and nutrient leaching. Soil and Tillage Research. 126 (1): 193–202.

Hosseini, M.S., Ebrahimi, M., Abadía, J., Kadkhodaei, S., Amirian, R. 2022. Growth, phytochemical parameters and glycyrrhizin production in licorice (*Glycyrrhiza glabra* L.) grown in the field with saline water irrigation. Industrial Crops and Products. 177: 114444.

Hewitt, E.J. 1953. Sand and culture Methods used in the Study of plant Nutrition. Soil Science. 75: 84.

Karami, S., Hadi, H., Tajbaksh, M., Modarres-Sanavy, S.A.M. 2020. Effect of zeolite on nitrogen use efficiency and physiological and biomass traits of Amaranth (*Amaranthus hypochondriacus*) under water-deficit stress conditions. Journal of Soil Science and Plant Nutrition. 20: 1427–1441.

Movahhed Haghighi, T., Saharkhiz, M.J. 2022. Mycorrhizal colonization and silicon nutrition mitigates drought stress in Licorice (*Glycyrrhiza glabra* L.) with morphophysiological and biochemical perspectives. Industrial Crops and Products. 178: 114650.

Nazari, F., Khoshkhui, M., Eshghi, S., Salehi, H. 2013. Effects of natural zeolite on vegetative, reproductive and physiological characteristics of African marigold (*Tagetes erecta* L. Queen). Horticulture Environment Biotechnology. 8: 241- 245.

Sedaghat, M., Hazrati, S., Omrani, M. 2022. Use of zeolite and salicylic acid as an adaptation strategy against drought in wheat plants. South African Journal of Botany. 146: 111-117.

Weatherley, P. 1950. Studies in the water relations of the cotton plant. New Phytologist. 49(1): 81-97.

Investigating the effect of mineral zeolite on the water content and mineral nutrients of liquorice (*Glycyrrhiza glabra* L.) under drought stress

Zahra Golbaba, Elahe Vatankhah* , Zohreh Toghranegar, Mahnaz Vafadar

Department of Biology, Faculty of Science, University of Zanjan, Zanjan, Iran

Abstract

Liquorice (*Glycyrrhiza glabra* L.) is a medicinal and aromatic plant that has been noticed due to the presence of valuable compounds such as glycyrrhizin. Zeolite is one of the useful compounds that, by absorbing water and providing it for a long time, improves the growth and tolerance of the plant against drought. Therefore, to investigate the effect of zeolite on the water and nutritional contents of liquorice plant under drought stress, a factorial experiment with two factors including (1) zeolite levels including 0, 4 and 8 g/kg soil and (2) drought levels including control (field capacity: FC), moderate drought (70% FC) and severe drought (40% FC) was performed in a completely randomized design with four replications. Liquorice plants grown in different levels of zeolite were exposed to different levels of drought for two weeks. The results showed that drought stress decreased relative leaf water content and total plant dry weight and zeolite application improved these growth parameters. Also, a decrease in the concentration of macronutrients potassium, calcium and magnesium, and micronutrients manganese, zinc and iron of the plant was observed during drought stress, and the application of zeolite at two levels of 4 and 8 g/kg soil improved their concentration at two levels of drought stress. In general, the results showed that the application of zeolite superabsorbent in the soil by improving the water content and nutritional status and increasing the yield of liquorice plant under drought stress can be suggested as a beneficial, cheap and environmentally friendly fertilizer in agricultural production, especially in arid and semi-arid regions.

Keywords: Liquorice, drought, zeolite, mineral nutrients, leaf relative water content.

* e-mail: elahe_vatankhah@znu.ac.ir

بررسی اثر همزیستی *Glomus mosseae* بر محتوای فنلی دو گونه مریم گلی

مرضیه فتوت[۱] *، فرزانه نجفی[۱]، رمضانعلی خاوری نژاد[۱]، داریوش طالعی[۲] ، فرهاد رجالی[۳]

[۱] گروه علوم گیاهی، دانشکده علوم زیستی، دانشگاه خوارزمی، تهران

[۲] مرکز تحقیقات گیاهان دارویی، دانشگاه شاهد، تهران

[۳] مؤسسه تحقیقات خاک و آب کشور، کرج

چکیده

مطالعات نشان داده است که تلقیح گیاهان با قارچ‌های میکوریز آربسکولار (AMF) می‌تواند تولید متابولیت‌های ثانویه مانند ترکیبات فنلی که خواص دارویی و مصرف غذایی دارند را افزایش دهد. از آنجایی که امروزه بهینه سازی شرایط رشد گیاهان دارویی در جهت تولید متابولیت‌های ثانویه مورد توجه بسیاری از پژوهشگران قرار گرفته است ، این پژوهش با هدف بررسی تأثیر همزیستی قارچ *Glomus mosseae* بر محتوای فنلی دو گونه از جنس مریم‌گلی (*Salvia* L.) به نام‌های *S. officinalis* و *S. nemorosa* انجام شد. برای این منظور بذرهای مورد نظر در خاک حاوی مایه تلقیح قارچ کاشته شدند. بعد از ۴ ماه رشد در محیط کنترل شده، محتوای فنل و فلاونوئید کل برگ و ریشه مورد سنجش قرار گرفتند. نتایج نشان داد که کاربرد *G. mosseae* موجب افزایش محتوای فنلی در گونه *S. nemorosa* شد در حالیکه در گونه *S. officinalis* اثر عکس داشت. این نتایج نشان داد که همزیستی *G. mosseae* در گونه‌ها و اندام‌های مختلف گیاهی اثرات متفاوتی بر محتوای متابولیت‌های ثانویه دارد. به نظر می‌رسد که تولید متابولیت‌های ثانویه توسط سازوکارهای پیچیده‌ای در پاسخ به محرک‌های خارجی کنترل می‌شود و تفاوت‌های ژنوتیپی می‌تواند یکی از دلایل تفاوت در گونه‌های مختلف باشد.

واژگان کلیدی: فلاوونوئید، فنل، گیاهان دارویی، میکوریز، همزیستی، *Salvia officinalis*، *Salvia nemorosa*.

ایمیل نویسنده مسئول

E-mail: m.fotovvat1@yahoo.com

۱. مقدمه

تولید میزان بالای ترکیبات ثانویه می‌تواند در صنعت گیاه درمانی و غذایی کاربردهای موثری داشته باشد (Pedone-Bonfim et al., 2015). مطالعات نشان داده است که تلقیح گیاهان با قارچ‌های میکوریز آربسکولار (AMF) می‌تواند تولید متابولیت‌های ثانویه که خواص دارویی دارند را افزایش دهد. AMF میکروارگانیسم‌های متعلق به شاخه Glomeromycota هستند که در ارتباط با ریشه گیاهان خشکی زندگی می‌کنند و یک همزیستی متقابل درگیر در تبادل فراورده‌های فتوسنتزی، مواد معدنی و آب را تشکیل می‌دهند. اغلب اثرات گزارش شده معمول AMF بر روی گیاه میزبان، افزایش در رشد با توجه به ارتفاع و وزن خشک ریشه‌ها و شاخه ها، افزایش مواد مغذی میکرو و ماکرو مانند فسفر، افزایش رنگیزه‌های فتوسنتزی در برگ و تولید بالای متابولیت‌های اولیه است. اخیرا مطالعات اثر AMF را بر تولید متابولیت‌های ثانویه آشکار کرده است. در ابتدا انباشت این ترکیبات در ریشه توجه زیادی را به خود جلب کرد، اما AMF همچنین غلظت ترکیبات ثانویه را در دیگر اندام‌ها مانند ریزوم ها، غده‌ها، برگ‌ها، گل‌ها، میوه‌ها و دانه‌ها تغییر دادند (Heidari and Karami, 2014; Pedone-Bonfim et al., 2015).

در مقایسه با دیگر تیمارها، کاربرد AMF اثر بیشتری در افزایش تجمع متابولیت‌های ثانویه دارد. برخی محققین پیشنهاد می‌کنند که تولید بالای ترکیبات فنلی ممکن است وابسته به یک افزایش فعالیت آنزیمی باشد؛ مانند کالکون سنتاز و کالکون ایزومراز درگیر در سنتز فلاوونوئیدها و فنیل آلانین آمونیو لیاز (PAL) که مسئول دآمیناسیون فنیل آلانین است و یک مرحله کلیدی در تشکیل ترکیبات فنلی می‌باشد و ممکن است فعالیت آن توسط فاکتورهای زیستی مانند کلونیزاسیون توسط قارچ‌ها افزایش یابد. در سال‌های اخیر نشان داده شده است که علاوه بر افزایش فعالیت PAL و دیگر آنزیم های وابسته به متابولیسم ثانویه مانند گلوکز ۶ فسفات دهیدروژناز و شیکیمات دهیدروژناز، AMF بیان ژن های درگیر در تنظیم مسیر فنیل پروپانوئید را نیز افزایش می‌دهد (Chen et al., 2013). همچنین باعث تغییرات سیتولوژی در گیاه میزبان می شوند مانند افزایش تعداد پلاست ها و میتوکندری ها که منجر به فعالیت چرخه تری کربوکسیلیک اسید و مسیرهای بیوسنتزی پلاستیدی و بنابراین افزایش تولید متابولیت های اولیه و ثانویه می شود (Pedone-Bonfim et al., 2015). از آنجایی که AMF در گونه‌ها و اندام‌های مختلف گیاهی اثرات متفاوتی بر متابولیت‌های ثانویه دارد، این پژوهش، با هدف بررسی تأثیر همزیستی قارچ *Glomus mosseae* بر محتوای فنلی دو گونه از جنس مریم‌گلی (*Salvia L.*) به نام‌های *S . officinalis* و *S. nemorosa* انجام شد.

۲. مواد و روش‌ها

۱.۲. منطقه مورد مطالعه

بذر گونه‌های *S. officinalis* و *S. nemorosa* از منطقه خراسان رضوی با عرض جغرافی "۱۷/۹۳ '۱۴ °۳۶ و طول جغرافی "۲۵/۴۸ '۴۰ °۵۹ در تابستان ۱۳۹۷ جمع آوری شدند. اینوکولوم‌های *G. mosseae* از موسسه آب و خاک کرج تهیه شدند.

۲.۲. کشت گلدانی

برای کشت درگلدان ابتدا بذرها سترون شدند. سپس بذرهای سترون به منظور جوانه زنی در کوکوپیت در شرایط آزمایشگاهی کشت داده شدند. بعد از یک ماه، بوته‌های یکنواخت ۲-۴ برگی به گلدان‌های پلاستیکی به عمق ۱۱ سانتی‌متر

محتوی خاک باغچه و پوکه معدنی به نسبت ۲:۱ منتقل شدند. مقدار ۲۰ گرم میکوریز *G. mosseae* در همان ابتدای انتقال گیاهچه‌ها، در عمق ۱-۲ سانتی‌متری با سطح خاک مخلوط گردید.به منظور تامین عناصر غذایی هفته‌ای دوبار از محلول غذایی هوگلند استفاده گردید. در طول دوره رشد مقدار فسفر محلول غذایی به منظور ترغیب همزیستی نصف شد. بعد از ۴ ماه رشد رویشی گیاه، ریشه و اندام هوایی جدا و به مدت ۴۸ ساعت در آون در دمای ۸۵ درجه سانتی‌گراد خشک شدند، سپس تا زمان انجام آزمایش در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد و در تاریکی نگهداری شدند.

۳.۲. عصاره‌گیری ترکیبات فنلی به روش فراصوت

نمونه‌های پودر شده برگ و ریشه (۰/۰۲گرم) به طور مجزا در ۲ میلی‌لیتر متانول ۸۰٪ به مدت ۲۰ دقیقه در دستگاه فراصوت قرار گرفتند. سپس هر یک از عصاره‌ها به مدت ۵ دقیقه در ۳۵۰۰ rpm سانتریفوژ شدند و در نهایت فاز متانولی از رسوب جدا گردید. عصاره‌های حاصل تا زمان استفاده در دمای ۴ درجه‌ی سانتی‌گراد و در تاریکی نگهداری شدند (Mariniva et al., 2005).

٤.۲. سنجش فنل کل

به منظور اندازه‌گیری محتوای فنل کل از روش تغییر یافته Ardestani و Yazdanparast (۲۰۰۷) استفاده شد. در این روش رنگ نمونه‌ها بعد از اضافه کردن معرف فولین سیوکالتو آبی نفتی خواهد شد. بعد از همگن شدن، محلول‌ها به مدت ۹۰ دقیقه در تاریکی قرار داده شدند و سپس جذب آن‌ها در طول موج ۷۶۵ نانومتر توسط دستگاه الایزا اندازه‌گیری شد. مقدار فنل کل در هر عصاره با استفاده از معادله حاصل از منحنی استاندارد گالیک اسید بر حسب میلی‌گرم در گرم وزن خشک ($mg\ g^{-1}\ DW$) محاسبه گردید.

۵.۲. سنجش فلاونوئید کل

اندازه‌گیری محتوای فلاوونوئید کل نمونه‌ها بر اساس روش Beketov و همکاران (۲۰۰۵) انجام گرفت. بعد از ۳۰ دقیقه مقدار جذب محلول در طول موج ۴۱۴ نانومتر توسط دستگاه الایزا اندازه‌گیری شد. مقدار فلاوونوئید کل در هر عصاره با استفاده از معادله حاصل از منحنی استاندارد کوئرستین بر حسب میلی‌گرم در گرم وزن خشک ($mg\ g^{-1}\ DW$) محاسبه گردید.

٦.۲. تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها

آزمایشات بر اساس طرح آماری بلوک‌های کاملا تصادفی اجرا شده است. برای تعیین معنی‌دار بودن تفاوت بین میانگین‌ها، ابتدا داده‌ها به کمک آنالیز واریانس یک‌طرفه (ANOVA) توسط نرم افزار SPSS (ویرایش۲۶) تجزیه و تحلیل شدند؛ سپس میانگین‌ها با کمک آزمون چند دامنه‌ای دانکن مقایسه و گروه‌بندی و تفاوت بین آن‌ها در سطح $P \leq ۰/۰۵$ تعیین شد. نمودارها با استفاده از نرم افزار Excel رسم شدند.

۳. نتایج

بر اساس نتایج مطالعه حاضر، قارچ *G. mosseae* موجب افزایش محتوای فنل و فلاونوئید کل در برگ *S.nemorosa* شد، اما در گونه *S. officinalois* مقدار آن‌ها کاهش پیدا کرد؛ با این حال این افزایش و کاهش معنی دار نبودند (جدول۱).
محتوای فنل کل ریشه در گونه *S.nemorosa* با کاربرد *G. mosseae* به میزان ۶۹/۴۴ درصد افزایش پیدا کرد، در حالیکه در گونه *S. officinalois* به میزان ۲۶/۴۳ درصد کاهش نشان داد؛ این افزایش و کاهش معنی‌دار بودند. همچنین کاربرد *G. mosseae* موجب کاهش محتوای فلاونوئید ریشه در هر دو گونه شد، اما این کاهش معنی دار نبود (جدول۱).

جدول ۱: اثر (m) *G. mosseae* بر محتوای فنل و فلاونوئید کل در برگ و ریشه *S. officinalois* و *S.nemorosa*.

نمونه	فنل کل (mg g^{-1} DW)		فلاونوئید کل (mg g^{-1} DW)	
	برگ	ریشه	برگ	ریشه
S. nemorosa	۶/۹۶±۰/۹۹^{a}	۶/۳۴±۰/۴۱^{b}	۲/۹۷±۰/۱۶^{b}	۱/۲۷±۰/۱۰^{a}
S. nemorosa×m	۸/۶۵±۰/۲۹^{a}	۱۰/۷۴±۰/۶۶^{a}	۳/۱۹±۰/۱۶^{b}	۱/۲۳±۰/۰۷^{a}
S. officinalis	۵۳/۶۵±۲/۱۶^{b}	۹/۲۵±۰/۶۰^{a}	۵/۹۳±۰/۳۷^{a}	۱/۳۵±۰/۱۹^{a}
S. officinalis×m	۴۴/۶۳±۶/۲۰^{b}	۶/۸۰±۰/۳۶^{b}	۵/۶۰±۰/۲۴^{a}	۱/۰۷±۰/۱۰^{a}

حروف غیرمشابه نشان‌دهنده‌ی وجود تفاوت معنی‌دار بین میانگین‌ها در سطح احتمال $P \leq$ ۰/۰۵ می‌باشد.

٤. بحث و نتیجه‌گیری

بر اساس نتایج مطالعه حاضر، کاربرد *G. mosseae* موجب افزاش محتوای فنلی در گونه *S. nemorosa* شد در حالیکه در گونه *S. officinalis* اثر عکس داشت. اثر مثبت AMF بر تجمع فنل و فلاونوئید کل در *Triticum aestivum* (Tofighi et al., 2017) و *Ocimum tenuiflorum* (Thokchom et al., 2020) گزارش شده است. قارچ‌های همزیست، محتوای فنل و فلاونوئید کل در برگ‌های *Melissa offiinalis* را به ترتیب ۱/۷۷ و ۱/۱۳ برابر بیشتر از نمونه‌های غیر همزیست نشان دادند (de Assis et al., 2020). در مطالعه حاضر نیز با کاربرد قارچ همزیست محتوای این ترکیبات در برگ گونه *S. nemorosa* به ترتیب ۱/۲۴ و ۱/۰۷ برابر بیشتر شد. در مطالعه حاضر، بیشترین اثر *G. mosseae* بر محتوای فنل کل ریشه *S. nemorosa* مشاهده شد. این نتایج نشان داد که همزیستی *G. mosseae* در گونه‌ها و اندام‌های مختلف گیاهی اثرات متفاوتی بر محتوای ترکیبات فنلی دارد. گیاهان در پاسخ به برخی از ترکیبات پیام رسان که نقش دفاعی مهمی در برابر الیسیتورها دارند، ترکیبات فنلی آزاد می‌کنند (Bais et al., 2004; Mandal, 2010). تجمع فنل و فلاونوئید کل ممکن است به دلیل یک سیستم آنتی‌اکسیدانی غیر آنزیمی تقویت شده در جهت حذف یا کاهش ROS و نقش علامتدهی آن‌ها در شروع و استقرار همزیستی باشد (Amanifar)

and Toghranegar, 2020; da Trindade et al., 2019. با این حال، کاهش محتوای فنلی در گونه *S. officinalois* در پژوهش حاضر احتمالاً به دلیل فعال شدن سایر مسیرهای دفاعی باشد. محققان پیشنهاد می‌کنند که تولید متابولیت‌های ثانویه توسط سازوکارهای پیچیده‌ای در پاسخ به محرک‌های خارجی کنترل می‌شود، از طرفی روش‌های کمی سازی، شرایط رشد، تفاوت‌های ژنوتیپی، سن و مرحله رشدی گیاه، فرآیند خشک شدن، منبع و ویژگی الیسیتور، زمان افزودن الیسیتور و مدت زمانی که گیاه در معرض آن قرار می‌گیرد، می‌تواند دلایل تفاوت در گزارش‌های مختلف باشد (Bavi et al., 2022; da Trindade et al., 2019; Zare et al., 2021).

تشکر و قدردانی

نویسندگان این مقاله از مسئولین دانشگاه خوارزمی، مرکز تحقیقات گیاهان دارویی دانشگاه شاهد و همچنین از صندوق حمایت از پژوهشگران جوان (INSF; Grant No. 98015309) بابت همکاری‌ها و حمایت مالی تشکر و قدردانی می‌کنند.

منابع

Amanifar, S., Toghranegar, Z. 2020. The efficiency of arbuscular mycorrhiza for improving tolerance of *Valeriana officinalis* L. and enhancing valerenic acid accumulation under salinity stress. Ind. Crops Prod. 147, 112234.

Ardestani, A., Yazdanparast, R. 2007. Antioxidant and free radical scavenging potential of *Achillea santolina* extracts. Food Chemistry. 104: 21-29.

Bais, H.P., Park, S.-W., Weir, T.L., Callaway, R.M., Vivanco, J.M. 2004. How plants communicate using the underground information superhighway. Trends Plant Sci. 9: 26-32.

Bavi, K., Khavari-Nejad, R.A., Najafi, F., Ghanati, F. 2022. Phenolics and terpenoids change in response to yeast extract and chitosan elicitation in *Zataria multiflora* cell suspension culture. 3 Biotech. 12: 1-12.

Beketov, E., Pakhomov, V., Nesterova, O. 2005. Improved method of flavonoid extraction from bird cherry fruits. Pharmaceutical Chemistry Journal. 39: 316-318.

Chen, S., Jin, W., Liu, A., Zhang, S., Liu, D., Wang, F., Lin, X., He, C. 2013. Arbuscular mycorrhizal fungi (AMF) increase growth and secondary metabolism in cucumber subjected to low temperature stress. Scientia Horticulturae. 160: 222-229.

da Trindade, R., Almeida, L., Xavier, L., Lins, A.L., Andrade, E.H., Maia, J.G., Mello, A., Setzer, W.N., Ramos, A., da Silva, J.K., 2019. Arbuscular mycorrhizal fungi colonization promotes changes in the volatile compounds and enzymatic activity of lipoxygenase and phenylalanine ammonia lyase in *Piper nigrum* L.'Bragantina'. Plants. 8: 442.

de Assis, R.M.A., Carneiro, J.J., Medeiros, A.P.R., de Carvalho, A.A., da Cunha Honorato, A., Carneiro, M.A.C., Bertolucci, S.K.V., Pinto, J.E.B.P. 2020. Arbuscular mycorrhizal fungi and organic manure enhance growth and accumulation of citral, total phenols, and flavonoids in *Melissa officinalis* L. Ind. Crops Prod. 158: 112981.

Heidari, M., Karami, V. 2014. Effects of different mycorrhiza species on grain yield, nutrient uptake and oil content of sunflower under water stress. Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences. 13: 9-13.

Mandal, S. 2010. Induction of phenolics, lignin and key defense enzymes in eggplant (*Solanum melongena* L.) roots in response to elicitors. Afr. J. Biotechnol. 9: 8038-8047.

Marinova, D., Ribarova, F., Atanassova, M. 2005. Total phenolics and total flavonoids in Bulgarian fruits and vegetables. Journal of the University of Chemical Technology and Metallurgy. 40: 255-260.

Pedone-Bonfim, M.V.L., da Silva, F.S.B., Maia, L.C. 2015. Production of secondary metabolites by mycorrhizal plants with medicinal or nutritional potential. Acta physiologiae plantarum. 37: 1-12.

Thokchom, S.D., Gupta, S., Kapoor, R. 2020. Arbuscular mycorrhiza augments essential oil composition and antioxidant properties of *Ocimum tenuiflorum* L.–A popular green tea additive. Ind. Crops Prod. 153: 112418.

Tofighi, C., Khavari-Nejad, R., Najafi, F., Razavi, K., Rejali, F. 2017. Brassinosteroid (BR) and arbuscular mycorrhizal (AM) fungi alleviate salinity in wheat. J. Plant Nutr. 40: 1091-1098.

Zare, M., Ganjeali, A., Lahouti, M. 2021. Rosmarinic and caffeic acids contents in Basil (*Ocimum basilicum* L.) are altered by different levels of phosphorus and mycorrhiza inoculation under drought stress. Acta Physiol. Plant. 43: 1-10.

The Effect of *Glomus mosseae* Symbiosis on the Phenolic content of Two *Salvia* L. Species

Marzieh Fotovvat[1]*, Farzaneh Najafi[1], Ramazan Ali Khavari-Nejad[1], Daryush Talei[2], Farhad Rejali[3]

[1] Department of Plant Sciences, Faculty of Biological Sciences, Kharazmi University, Tehran, Iran
[2] Medicinal Plants Research Center, Shahed University, Tehran, Iran
[3] Soil and Water Research Institute, Karaj, Iran

Abstract

Studies have shown that inoculation of plants with arbuscular mycorrhizal fungi (AMF) can increase the production of secondary metabolites such as phenolic compounds that are medicinal or food. Since many researchers interest to the optimization of the growing conditions of medicinal plants for the production of secondary metabolites, in this study the effect of *Glomus mosseae* symbiosis on the phenolic content of two species *S. officinalis* and *S. nemorosa* was investigated. For this purpose, the seeds of *Salvia* were planted in soil containing fungal inoculum. After 4 months of growth in a controlled environment, the total phenol and flavonoid content of the leaves and roots were measured. The results showed that the use of *G. mosseae* increased the phenolic content in *S. nemorosa*, while it had the opposite effect in *S. officinalis*. These results showed that the symbiosis of *G. mosseae* in different plant species and organs has different effects on the content of secondary metabolites. It seems that the production of secondary metabolites is controlled by complex mechanisms in response to external stimuli, and genotypic differences can be one of the reasons for the differences in different species.

Keywords: Flavonoid, Medicinal plants, Mycorrhizal, Phenol, *Salvia nemorosa*, *Salvia officinalis*, Symbiosis.

بررسی اثرات محلول پاشی نانو اکسید روی و نیتروکسین بر عملکرد و درصد بابونه *Matricaria chemmomilla* در اراک

بابک پیکرستان*[۱] ، رضوان کرمی برزآباد[۲]

[۱] استادیار گروه کشاورزی، دانشگاه پیام نور اراک،اراک،ایران
[۲] استادیار گروه کشاورزی، دانشگاه پیام نور تهران،تهران،ایران

چکیده

این تحقیق به منظور بررسی اثرات سولفات روی و کود نیتروکسین بر عملکرد و درصد اسانس گیاه بابونه آلمانی در مزرعه تحقیقاتی دانشگاه پیام نور میلاجرد در استان مرکزی انجام شد.در این تحقیق اثرات محلول پاشی ریز مغذی نانو کود روی ونیتروکسین هر کدام در ۴ سطح (جمعاً ۱۶ تیمار) و ۳ تکرار (۴۸ کرت) در قالب فاکتوریل درطرح پایه بلوکهای کامل تصادفی بر روی مقدار عملکرد گیاه دارویی بابونه آلمانی در حالت کشت نیمه ارگانیک و با تلفیق کود نانو و کود بیولویک مورد بررسی قرار گرفت.نتایج نشان می‌دهد که کودهای بیولوژیک نیتروکسین و ریز مغذی روی در عملکرد گیاه بابونه و درصد اسانس تأثیر داردکه این تاثیر در سطح احتمال ۱٪ معنی دار شد و اثرات متقابل کود ها نیز معنی دار بوده است.در این حالت ها تیمار سوم نیتروکسین با مقدار ۰.۷۵ لیتر در هکتار بالاترین وزن هزار دانه و درصد اسانس را داشته است و در بررسی نتایج کاربرد کود ریز مغذی بالاترین عملکرد در تیمار سوم، ۴ لیتر درهکتار بدست آمد و بالاترین میزان اسانس نیز در تیمار سوم ۴ لیتر درهکتار بدست آمد.

واژه‌های کلیدی : کود نیتروکسین ،بابونه ، روی، درصد اسانس

b_paykarestan@pnu.ac.ir

۱. مقدمه

بابونه آلمانی با نام علمی *Matricaria chemmomilla* بومی مناطق معتدل مدیترانه و آسیای صغیر است و متعلق به خانواده Astraceae می‌باشد .امروزه این گیاه در کل اروپا، امریکای شمالی و استرالیا یافت می شود. این گیاه به حالت خزیده و چسبیده به زمین می روید و ارتفاع آن به یک پا می رسد. برگ های سبز خاکستری این گیاه از ساقه های آن منشا می گیرند و گلهای آن مراکز زرد رنگی دارند که گلبرگ های سفید آن ها را در برگرفته است.عبدالعزیز و همکاران(۲۰۰۷). گل های این گیاه بوی سیب می دهد. بابونه آلمانی گیاهی است دائمی و کوچک دارای بوئی معطر که در چمن زار ها و اراضی شنی می روید. ساقه آن به رنگ سبز مایل به سفید است (استرایی و همکاران، ۲۰۱۶). برگ های آن کوچک و متناوب و دارای بریدگی های باریک و نامنظم و پوشیده از کرک است.گل های آن مجتمع در یک طبق که به طور منفرد در انتهای ساقه گل دهنده در تابستان ظاهر می شود. در هر طبق گلهای سفید در اطراف و گلهای زرد در قسمت میانی قرار دارد (Behatari et al.2013). تمام اعضای گیاه بابونه آلمانی دارای اسانس بسیار قوی شامل نوعی الکل بنام بورنئول یاکامفول است. حدود یک تا هشت درصد اسانس در گیاه وجود دارد که به وسیله ی تقطیر با بخار آب به دست می آید (Dooblar et al.2010). بابونه آلمانی برای مصریان و رومیان باستان یک گیاه شناخته شده بود و آن را به الهه خورشید تقدیم می کردند،چون بابونه آلمانی را داروی همه دردها می دانستند و از آن به عنوان آرام بخش،تسکین دهنده استفاده می کردند. بابونه آلمانی از قرن پانزدهم در اروپا به عنوان یک گیاه دارویی استفاده شد(دانشخواه و همکاران، ۲۰۰۷).

کشت انبوه بابونه آلمانی از قرن شانزدهم در کشور آلمان آغاز گردید وکشورهای پرتغال و فرانسه نیز از این گیاه جهت درمان بیماریها استفاده کردند. حتی در قرون وسطی از این گیاه جهت خوشبو کردن هوا استفاده می کردند و کف اتاق ها را با این گیاه می پو شاندند (Falik et al.2016).

به منظور حصول عملکرد بالا و کیفیت مطلوب به ویژه در مورد گیاهان دارویی ارزیابی سیستم های مختلف تغذیه گیاه ضروری است با روش صحیح حاصلخیزی خاک و تغذیه گیاه می توان ضمن حفظ محیط زیست،افزایش کیفیت آب، کاهش فرسایش و حفظ تنوع زیستی، کارایی نهاده ها را افزایش داد همچنین با اجتناب از کاربرد غیر ضروری و بی رویه مصرف عناصر غذایی هزینه تولید را به حداقل کاهش داده که این امر میتواند راهی به سوی کشاورزی پایدار باشد (فلاحی و همکاران،۲۰۱۵).

استفاده از باکتری ها (از توباکتر ، آزدوسپریلیوم ، سودوموناس) به عنوان کود زیستی باعث افزایش کارایی کودهای نیتروژن و فسفر در نتیجه بهبود رشد چندین گیاه زراعی شده است.ازتوباکتر علاوه بر تثبیت نیتروژن ملکولی موجود در اتمسفر از طریق افزایش تحرک و قابلیت جذب عناصر غذایی به ویژه تولید فیتوهورمون های رشد گیاهی موجب بهبود شرایط رشد و تغذیه گیاه میشود (Bordman et al.2001).

کاربرد کودهای زیستی از تو باکتر ، آزوسپریلیوم و باسیلیوس باعث افزایش عملکرد دانه و میزان اسانس در گیاه دارویی رازیانه گردید (Abdol aziz et al.2012).

آسنرایی و همکاران(۲۰۱۶) در تحقیقی که بر روی گیاه اسفرزه انجام دادند نشان دادند کاربرد کودهای زیستی از جمله ازتوباکتر سبب افزایش معنی داری در عملکرد کمی و کیفی شده یک راه حل برای افزایش مقدار مواد آلی خاک های زراعی کشور استفاده از کودهای آلی از قبیل ورمی کمپوست یک منبع غنی از عناصر ماکرو، میکرو ، ویتامین ها ، آنزیم ها و هورمون های محرک رشد گیاه است از این رو استفاده از آن در کشاورزی پایدار علاوه بر افزایش جمعیت و فعالیت میکرو ارگانیسم های مفید خاک سبب رشد زیاد و سریع گیاهان از جمله گیاهان دارویی می گردد.

در همین رابطه آن ها گزارش کردند که افزودن ورمی کمپوست به خاک نه تنها فراهمی عناصر غذایی ضمن ایجاد یک بستر مناسب برای رشد ریشه موجبات افزایش رشد اندام هوایی و تولید ماده خشک و در نهایت افزایش عملکرد کمی و کیفی رازیانه شد (Doobler et al.2010).

عنصر روی باعث تحریک جوانه زنی، گلدهی و میوه دهی در گیاهان شده وباعث توسعه و بهینه محصول، رسیدنو همچنین رنگ مناسب یا خوش رنگی می شود.روی برای فعالیت چند آنزیم مانند الکل دهیدروژناز و کربنیک انیدراز مورد نیاز است. این عنصر در خاکها به مقدار متغیر وجود دارد ولی میزان روی قابل جذب و یون روی پایین است. کمبود آن در ترکیب و تشکیل اسید ریبونوکلئیک و در نتیجه تشکیل پروتئین گیاهی نقش مهمی ایفا میکند (De fraits et al.2010).روی آثار عمیقی در متبولیسم نرمال گیاه دارد و بطور کلی متابولیسم کربوهیدراتها، پروتئین، اکسین و فرآیندهای زایشی تحت تاثیر شدید کمبود روی قرار میگیرند. کمبود روی باعث کاهش ۷۰ – ۵۰ درصدی فتوسنتز، کاهش محتوای کلروفیل، ساختمان غیر نرمال کلروفیل، کاهش تعداد کلروپلاست غلاف آوندی و افزایش فسفر غیر آلی می شود. روی در تشکیل میوه نیز نیز نقش مهمی داشته و برای جلوگیری از ریزش گلها و جوانه ها توصیه میشود(هالر و همکاران،۲۰۱۵). در اثر کمبود روی سنتز پروتئین کاهش و اسیدهای آمینه تجمع می یابند که علت آن کاهش انتقال اسیدهای آمینه و همچنین افزایش تجزیه و تخریب RNA است. در اثر کمبود روی فعالیت آنزیم Rnase افزایش می یابد که این امر موجب تخریب RNA و کاهش سنتز پروتئین می گردد (Goeschel et al.2012).

۲. مواد وروش‌ها

در این پژوهش اثر دو عامل نیتروکسین (کود بیولوژیک نیتروژنه)ونانوکود روی که دارای کمپلکس روی و با نام تجاری نانو کلات روی ۱۲٪عرضه میگردد می باشد هر کدام در چهار سطح (جمعا۱۶ تیمار)وسه تکرار (۴۸ کرت)در قالب آزمایش فاکتوریل در طرح پایه بلوکهای کامل تصادفی برروی مقدار عملکرد و درصد اسانس گیاه دارویی بابونه مورد بررسی قرار گرفت. بررسی شرایط آب و هوایی محل اجرای طرح (مرکز تحقیقات دانشگاه پیام نور میلاجرد)

این تحقیق در سال ۱۳۹۸ در مزرعه تحقیقاتی مرکز تحقیقات دانشگاه پیام نور میلاجرد واقع درشهرستان کمیجان با مختصات جغرافیایی۴۹ درجه و ۴۸ دقیقه طول شرقی و عرض جغرافیایی آن ۳۴ درجه و ۳ دقیقه با ارتفاع ۱۷۱۱ متر از سطح دریا

اجرا گردید. این محل دارای آب و هوای استپی سرد می باشد. متوسط بارندگی بین ۳۵۰-۲۵۰ میلیمتر است. حداکثر گرما در تابستان ۴۰ درجه سانتیگراد و حداقل حرارت در زمستان به ۳۳- درجه می رسد.

جدول۱.مشخصات خاک محل آزمایش

بافت خاک	شن(٪)	سیلت(٪)	رس(٪)	اسیدیته	هدایت الکتریکی	سدیم(میلی گرم بر لیتر)	پتاسیم	کلر (میلی گرم بر لیتر)	منیزیم(میلی گرم بر لیتر)
لومی	٤٠	٥٠	١٠	٨/٠٧	٢/٩٧	١٦/٣	٠/٣	١٧/١	٥/٤
کربنات کلسیم(٪)	کربن آلی(٪)	ربچ	روی(میلی گرم بر کیلوگرم)	مس(میلی گرم بر کیلوگرم)	کلسیم(میلی گرم بر کیلوگرم)	آهن(میلی گرم بر کیلوگرم)	فسفر(ppm)	نیتروژن(ppm)	
١٦/٢	٠/١٣	١٠/٩	٠/٥١	٠/٤٤	٧/٥	٢/٢٣	٣/١٧	٠/٠١٩	

بذور این گیاه در فصل بهار با توجه به تاریخ های مورد نظر پس از آزمایش قوه نامیه تحت کشت قرار گرفت ، کشت درون کرتهای آماده شده و بر روی پشته های ایجاد شده درون کرتها انجام شد، فاصله ردیفها از هم ۶۰ سانتیمترو فاصله بوته ها ۱۵ سانتی متر در نظر گرفته شده است.و بذور در عمق ۲ سانتیمتری روی پشته ها کشت گردید .

کود روی از نانو کود کلات روی خضرا (۱۲٪)به میزان مذکور در آزمایش بصورت محلول پاشی برگ مصرف در روز قبل از ابیاری چهارم و در زمان ۲ ساعت قبل از غروب خورشید و در دمای معتدل بدون وزش باد صورت گرفت وپس از آن زمین کاملا آبیاری شد، وکلیه مراحل فنولوژی در طی رشد گیاه ثبت گردید.

برداشت تیمار های آزمایشی از برداشت گل ها به وسیله دست و خشک کردن وآسیاب کردن واسانس گیری به وسیله دستگاه تقطیر با آب clevenger اسانس گیری شد(Goshel, 2012).

درصد اسانس نیز پس از رطوبت زدایی آب آن توسط سولفات سدیم خشک محاسبه شدو عملکرد آن نیزبه کمک حاصلضرب گل وبازده اسانس محاسبه شد (Goshel, 2012).

سطوح مختلف کود نیتروکسین:

Ni 0 =0 lit /hec Ni 1 = 0.3 lit / hec Ni 2 = 0.5 lit / hec Ni 3 = 0.7 lit / hec

سطوح مختلف کودریز مغذی روی:

Zn 0=۰ gr /lit Zn 1 = 2 lit/ha Zn 2 = 3 lit/ha Zn 3 = 4 lit/ha

۳. نتایج وبحث

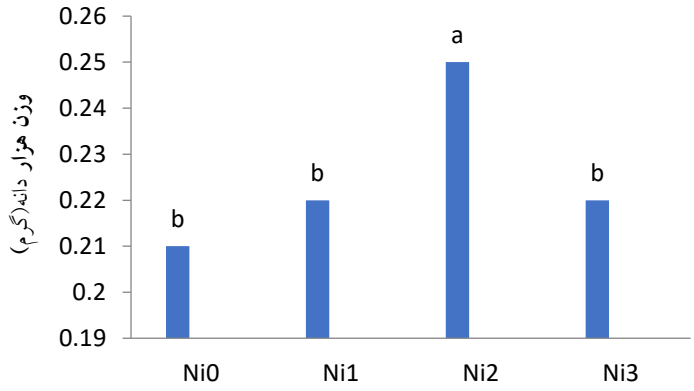
بررسی جدول تجزیه واریانس نشان می دهد که بلوک ها (تکرار ها) با هم اختلاف معنی داری نداشته ولی فاکتور A (عامل کود بیولوژیک نیتروژنه) و فاکتور B (نانو کود روی)و اثر متقابلAB (عامل کود بیولوژیک نیتروژنه × نانو کود روی) در سطح ۱٪ اختلاف معنی دار داشته اند.

جدول شماره ۲.جدول تجزیه واریانس بررسی تاثیر اثرات کود نیتروکسین و ریز مغذی بر عملکرد و درصد اسانس بابونه

منابع تغییر	درجات آزادی	وزن هزار دانه	درصد اسانس
اثر تکرار(بلوک)	۲	۱۰۱۵۵۷ ns	۵۰۲۴۳/۵۲۱ ns
اثر فاکتورA(نیتروکسین)	۳	۲۶۵۷۴۳/۳**	۸۶۳۵۶/۹۱۷**
اثر فاکتورB (روی)	۳	۱۴۵۶۸۲**	۶۵۱۲۱/۰۸۳**
اثر متقابل B*A	۹	۱۲۸۸۵۲/۹۰۰**	۱۳۸۱۳/۷۶۹**
اشتباه آزمایشی	۳۰	۸۱۵۳۲/۹۵۸	۲۵۶۸/۳۶۵
	۴۷	۵/۴۸	۸/۵۹۸
Cv(%)		۳/۴۷	۲/۸۶

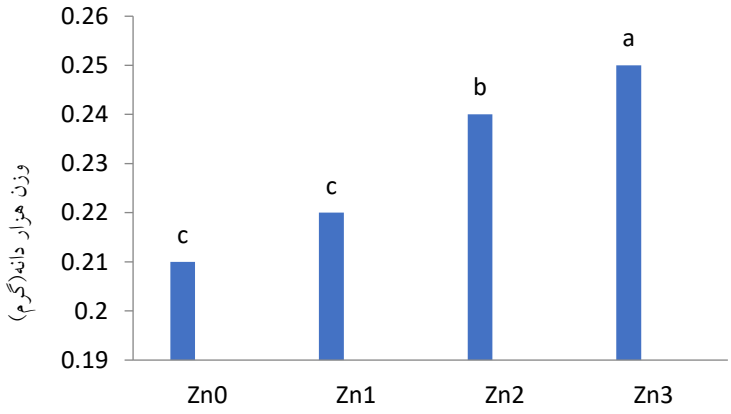
بررسی وزن هزار دانه در گیاه بابونه

مقایسه میانگین‌ها تیمارها نشان می دهد که بیشترین عملکردنیتروکسین را سطح ni2 یعنی مقدار ۰/۵ لیتر در هکتار داشته‌ایم و نیزni0 وni1 نیز اختلاف معنی دار با هم ندارند. بنابراین سطح کودni2 (0.5 lit hec) برای افزایش وزن هزار دانه بابونه مناسب می باشد .



شکل شماره۱: وزن هزار دانه بابونه درسطوح مختلف کود نیتروکسین

در بررسی که در میزان تاثیر ریز مغذی برروی عملکرد گیاه بابونه داشتیم بین میانگین عملکردها، سطح zn3 با بقیه سطوح ریز مغذی اختلاف معنی دار(در سطح۱٪) وجود داشته و zn3 بهترین میانگین عملکرد را نشان می دهد . میانگین عملکرد سطوح zn1 وzn0 با اختلاف معنی داری ندارند.



شکل شماره۲: وزن هزار دانه گیاه بابونه درسطوح مختلف نانو کود روی

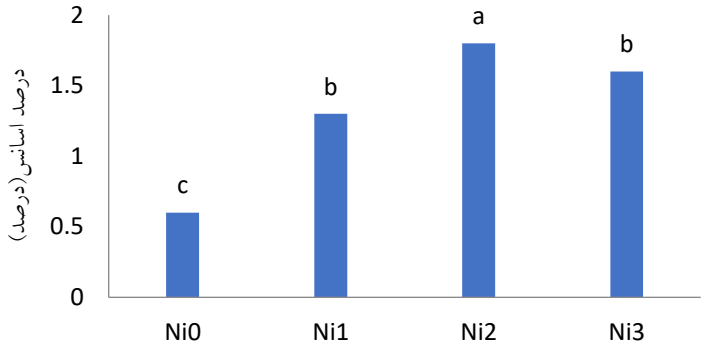
میانگین درصد اسانس در کل تیمارها ۰/۶ (درصد) بوده وکمترین درصد اسانس را تیمار ni0ba1 داشته است و بیشترین درصد اسانس را ni3 ba3 داشته است.

بررسی درصد اسانس در گیاه بابونه :

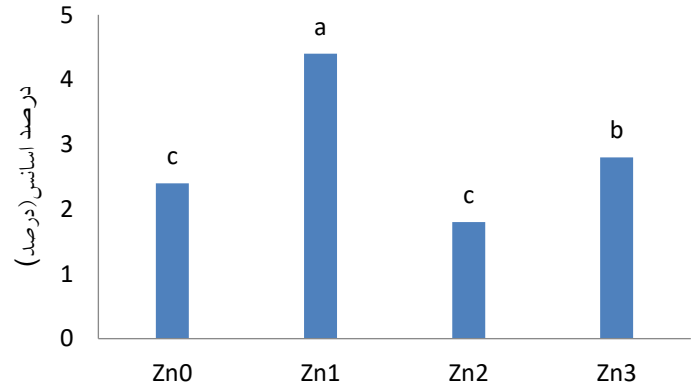
با مصرف کود نیتروکسین درصد اسانس افزایش یافته و این افزایش ازni0 بهni3 ادامه می یابد . مصرف کو ریز مغذی نیز ازzn0 تا zn2 افزایش درصد اسانس مشاهده می شود و سپس در zn3 مجدداً درصد اسانس کاهش می یابد پس میتوان نتیجه گرفت برای بالا

رفتن میزان اسانس درصد کود بیولوژیک نیتروکسین تا حد بالای مصرف موثر بوده است ولی در مورد ریز مغذی ها این میزان با افزایش کود روند صعودی مداوم نداشته وپس از مقداری خاص حتی کاهش اسانس نیز داشته ایم .

..



شکل شماره ۳-نموداردرصد اسانس گیاه بابونه درسطوح مختلف کودنیتروکسین



شکل شماره ٤-نموداردرصد اسانس گیاه بابونه درسطوح مختلف نانو کود روی

در سال ۲۰۱۵ ،فاریز و همکاران در ارتباط با اثر سه کود فسفر و پتاسیم و ازت بر روی گلهای بابونه دارویی تحقیق کرده و به این نتیجه رسیدند که اثر همزمان فسفر ، پتاسیم و ازت بر روی گیاه دارویی بابونه اثرات نا چیزی است. کاربرد همزمان ازت و فسفر باعث افزایش محتویات روغن و کاربرد پتاسیم به تنهایی باعث کاهش محتویات روغن گیاه شده است.در سال ۲۰۱۰،دفریتس و همکاران پی بردند که تیامین درباعث افزایش گل شده است و در حدود ۴۷/۲۲٪ و ۱۴/۳۹٪ باعث افزایش تولیدات شده است و اسید اسکوربیک در 150 ppm باعث افزایش ۵۶/۶۰٪ و ۴۴/۷۷٪ شده است.در سال ۲۰۱۲،گوشل به این نتیجه رسید که با کشت گیاه دارویی بابونه در ۱۵ فوریه اثر کود

روی باعث افزایش گل شده است.مقایسه تحقیقات انجام شده در خارج از کشور و نتایج بدست آمده در این تحقیق نشان دهنده تأثیر مثبت کاربرد کود شیمیایی بر روی عملکرد و درصد اسانس گیاه بابونه دارویی می باشد.

منابع

Abdelaziz, M., Pokluda, R., and Abdelwahab, M. 2017. Influence of compost, microorganism and NPK fertilizer upon growth, chemical composition and essential oil production of Rosmarinus officinalis L. Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca 35: 86-90.

Astaraii, A.R., and Koocheki, A. 2016. Biofertilizers in (Sustainable) Agriculture. (Eds.), Jahade Daneshgahie Mashhad Publications, 168 p. (In Persian)

Bhattarai, T., and Hess, D. 2013. Yield responses of Nepalese spring wheat (Triticum aestivum L.) cultivars to inoculation with Azospirillum spp. of Nepalese origin. Plant and Soil 151: 67-76.

Daneshkhah, M., Kafi, M., Nikbakht, A., and Mirjalili, M.H. 2007. Effects of different levels of nitrogen and potassium fertilizers on flower yield and essential oil content of Rosa damascene Mill. from Barzok of Kashan. Iranian Journal of Horticultural Science Technology 8(2): 83-90. (In Persian with English Summary)

De Freitas, J.R., and Germida, J.J. 2010. Plant growth promoting rhizobacteria for winter wheat. Canadian Journal of Microbiology 36: 264-272.

Dobbelaere, S., Croonenborghs, A., Thys, A., Ptacek, D., Vanderleyden, J., Dutto, P., Labandera-Gonzalez, C.,Caballero-Mellado, J., Aguirre, J.F., Kapulnik, Y., Brener, S., Burdman, S., Kadouri, D., Sarig, S., and Okon, Y.2001. Response of agronomically important crops to inoculation with Azospirillum. Australian Journal of Plant Physiology 28: 871-879.

Fallahi, J., Koocheki, A., and Rezvani-Moghaddam, P. 2009. Effects of biofertilizers on quantitative and qualitative yield of chamomile (Matricaria recutita) as a medicinal plant. Iranian Journal of Agricultural Research 7(1): 127-135. (In Persian with English Summary)

Fallik, E., and Okon, Y. 2016. The response of maize (Zea mays) to Azospirillum inoculation in various types of soils in the field. World Journal of Microbiology and Biotechnology 12: 511-515.

Farzana, Y., and Radizah, O. 2015. Influence of rhizobacterial inoculation on growth of the sweetpotato cultivar.OnLine Journal of Biological Science 1(3): 176-179

Goeschl, T. 2012. Stakes in the evolutionary race: the economic value of plants for medicinal application. Journal of Herbs, Spices and Medicinal Plants 9: 373-388.

Investigating the effects of nano zinc oxide and nitroxin spraying on yield and percentage of chamomile *Matricaria chemmomilla* in Arak

Babak Paykarestan[1]*, Rezvan Karmi Borzabad[2]

[1]Assistant Professor, Department of Agriculture, Payam Noor University, Arak, Iran
[2]Assistant Professor, Department of Agriculture, Tehran Payam Noor University, Tehran, Iran

Abstract

In this research, the effects of micronutrient foliar spraying on Venitroxin each in 4 levels (16 treatments in total) and 3 replications (48 plots) in a factorial format in a randomized complete block design on the yield value of the medicinal plant German Chamomile in semi-organic culture. And it was investigated by combining nano fertilizer and biologic fertilizer. The results show that nitrogen and zinc micronutrient biological fertilizers have an effect on chamomile plant yield and essential oil percentage. In these cases, the third nitroxin treatment with an amount of 0.75 liters per hectare had the highest thousand seed weight and percentage of essential oil, and in the examination of the results of micronutrient fertilizer application, the highest yield was obtained in the third treatment, 4 liters per hectare, and the highest amount of essential oil. In the third treatment, 4 liters per hectare were obtained.

Keywords: nitroxin fertilizer, chamomile, zinc, percentage of essential oil

*b_paykarestan@pnu.ac.ir

بررسی تأثیر عصاره جلبک دریایی و کود مرغی بر رشد، عملکرد و صفات بیوشیمیایی گیاه دارویی سیر (*Allium sativum* L.)

محمدحسین امینی‌فرد[۱*]، سمانه ملازاده باغ سیاه[۲]، حسن بیات[۲]، سیده عاطفه حسینی[۳]

[۱] گروه علوم باغبانی و مرکز پژوهشی گیاهان ویژه منطقه، دانشکده کشاورزی، دانشگاه بیرجند، ایران

[۲] گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه بیرجند، بیرجند، ایران

[۳] گروه گیاهپزشکی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه بیرجند، ایران

چکیده

مدیریت تغذیه یکی از مهم‌ترین عوامل مؤثر بر رشد گیاه سیر به شمار می‌رود. به‌منظور بررسی اثر عصاره جلبک دریایی و کود مرغی مایع، آزمایشی بر رشد، عملکرد و صفات بیوشیمیایی گیاه دارویی سیر انجام شد. این آزمایش در سال ۱۳۹۷ به صورت فاکتوریل بر پایه بلوک‌های کاملاً تصادفی با سه تکرار در شهرستان مه ولات اجرا گردید. تیمارهای آزمایش شامل سه سطح جلبک دریایی (۰، ۱ و ۲ میلی‌لیتر بر لیتر) به‌صورت محلول‌پاشی و سه سطح کود مرغی مایع (۰، ۱۵ و ۳۰ لیتر در هکتار) همراه با آب آبیاری بودند. نتایج نشان داد که بیشترین مقدار طول و قطر سوخ، تعداد سیرچه، کلروفیل a و میزان فنول در تیمار ۲ میلی‌لیتر بر لیتر عصاره جلبک به دست آمد. علاوه بر این، تیمار ۳۰ لیتر در هکتار کود مرغی بیشترین وزن، طول و قطر سوخ، تعداد، وزن و طول سیرچه، وزن تر گل، میزان قند کل، فلاونوئید و میزان فنول کل را به خود اختصاص داد. اثر متقابل این دو کود بر وزن تر بوته و کلروفیل a معنی‌دار بود، به‌طوری‌که وزن تر بوته در تیمار عدم مصرف جلبک دریایی و ۳۰ لیتر در هکتار کود مرغی و کلروفیل a در تیمار ۲ میلی‌لیتر بر لیتر عصاره جلبک دریایی و ۱۵ لیتر در هکتار کود مرغی بیشترین افزایش را داشت. بر اساس نتایج این تحقیق، استفاده از عصاره جلبک دریایی و کود مرغی مایع هرکدام به تنهایی می‌توانند نقش مؤثری بر رشد، عملکرد و صفات بیوشیمیایی گیاه سیر داشته باشند.

واژگان کلیدی: تغذیه، سوخ، سیرچه، محلول‌پاشی

* e-mail: mh.aminifard@birjand.ac.ir

۱. مقدمه

گیاه سیر با نام علمی (*Allium sativum* L.) گیاهی است علفی، دائمی و به ارتفاع ۴۰-۷۰ سانتی‌متر که دارای برگ‌های سبز رنگ و پهن و پیاز توپری متشکل از سیرچه کوچک است که در پوسته‌ای غشایی قرار دارند (مجنون حسینی و دوازده امامی، ۱۳۸۶). سیر بعد از پیاز دومین و پرمصرف‌ترین گیاه از جنس آلیوم است که به علت داشتن مواد معدنی از اهمیت غذایی بالایی برخوردار است (بقالیان و همکاران، ۱۳۸۳). ترکیب گوگردی سیر که به آن آلیسین گفته می‌شود مسئول فعالیت ضدقارچی، ضدباکتریایی، ضدسرطان این گیاه است. عصاره این گیاه دارای اثرهای متعددی از جمله ضدباکتری، ضد ویروس، ضد قارچ، کاهنده کلسترول و قند خون و ضد انعقاد می‌باشد (Eidi et al., 2004). این گیاه دارای تنوع زیادی در ایران است و خوشبختانه ارزش مواد دارویی سیر ایرانی بیش از مقادیر استاندارد داروشناسی جهانی است. امّا میانگین عملکرد سیر در ایران به دلیل عدم مدیریت مناسب و عدم استفاده از روش‌های کشت نوین، کمتر از میانگین عملکرد جهانی آن است (بقالیان و همکاران، ۱۳۸۳).

با این که استفاده از جلبک دریایی به‌عنوان یک منبع غذایی برای انسان از ۷۰۰ سال قبل از میلاد مسیح توسط چینی‌ها و ژاپنی‌ها مطرح بوده است، امّا به‌عنوان یک نهاده کشاورزی، اولین بار در قرن ۱۲ میلادی توسط انگلیسی‌ها مورد استفاده قرار گرفت، با تولید کودهای شیمیایی به تدریج مصرف آن‌ها به دست فراموشی سپرده شد تا این که در دهه‌های ۵۰ و ۶۰ قرن بیستم علاقه به تولید محصولات زیستی باعث شد دوباره توجه به این ماده با ارزش جلب شود. امروزه استفاده از عصاره جلبک دریایی به میزان فراوان در کشورهایی مانند انگلیس، رومانی، چین و فرانسه برای تولید محصولات گیاهی سالم، مورد استفاده قرار می‌گیرد (Verkleij, 1992). جلبک دریایی تأثیر مفیدی روی گیاهان، به دلیل داشتن هورمون‌های رشد سیتوکنین IAA، IBA و عناصری مانند آهن، مس، روی، کبالت، مولیبدن، منگنز، نیکل، ویتامین‌ها و آمینواسیدها دارد (Taghadosi et al., 2012). Eris و همکاران (۲۰۰۸) نشان دادند که محلول‌پاشی فلفل با عصاره جلبک دریایی سبب افزایش رشد و مقدار محصول این گیاه شده است.

همچنین کود مرغی علاوه بر بهبود خواص فیزیکی خاک، حاوی مواد غذایی مهم برای تغذیه گیاه است و دارای حدود ۳ درصد نیتروژن ۲/۶۳ درصد فسفر و ۱/۴ درصد پتاسیم است (Reddy and Reddi, 1995). در آزمایشی بر روی گیاه دارویی زعفران مشخص شد که کود مرغی به میزان ۵ تن در هکتار سبب افزایش راندمان عملکرد زعفران شد و به‌طورکلی کاربرد کودهای آلی در مقایسه با کودهای شیمیایی اثر بیشتری بر ویژگی بنه‌های دختری زعفران داشت (شریعتمداری و همکاران، ۱۳۹۷).

از آن‌جایی که سیر یکی از پرمصرف‌ترین گیاهان است و به علّت داشتن مواد معدنی از اهمیت غذایی بالایی برخوردار می‌باشد و همچنین یکی از گیاهان مهم دارویی زیر کشت در ایران به شمار می‌آید، لذا هدف این تحقیق، بررسی اثر توأم کود مرغی مایع و عصاره جلبک بروی رشد و عملکرد و صفات بیوشیمیایی گیاه دارویی سیر بود.

۲. مواد و روش‌ها

این تحقیق در اوایل مهر سال ۱۳۹۷ در مزرعه شخصی در شهرستان مه ولات استان خراسان رضوی انجام شد. آزمایش به‌صورت فاکتوریل بر پایه بلوک‌های کاملاً تصادفی بود. فاکتور اول شامل کود مرغی مایع (با نام تجاری اکو کوی بیومات ساخت کشور ترکیه و حاوی مواد ارگانیک، ازت ارگانیک و پتاسیم قابل حل در آب) در سه سطح صفر، ۱۵ و ۳۰ لیتر در هکتار و فاکتور دوم شامل عصاره جلبک (با نام تجاری اکادین ساخت کانادا و حاوی مواد ارگانیک (۷۵-۶۵٪)، مانیتول (۴٪)، آمینو اسیدها (۴.۴٪) عصاره جلبک (۱۰٪)، ازت (۰.۷٪)، فسفر (۰.۲٪) و پتاسیم (۱۷٪)) در سه سطح به میزان صفر، ۱ و ۲ در ۱۰۰۰ آب به‌صورت محلول‌پاشی برگی بود. در تاریخ پانزده مهر ۱۳۹۷ سیرچه‌هایی با وزن حدود ۵ گرم، در عمق ۵ الی ۷ سانتی‌متری خاک و درکرت‌های با ابعاد ۱×۲ کشت گردید. برای اعمال تیمار کود مرغی، همراه با اولین آب آبیاری در زمان کشت و همچنین در پاییز و زمستان (در مجموع ۳ بار) همراه با آبیاری انجام گرفت. همچنین اعمال کود عصاره جلبک به صورت محلول‌پاشی روی سطح برگ‌ها در پاییز و زمستان با غلظت‌های ذکر شده با ۳ بار تکرار انجام گردید.

ارتفاع بوته، وزن تر و خشک برگ، وزن‌تر و خشک سیرچه، طول سیرچه، تعداد سیرچه، وزن‌تر و خشک سیر، قطر سیر و عملکرد، در هنگام برداشت انجام گرفت. سنجش کلروفیل a، b و کل و کارتنوئید بر اساس روش Arnon یک هفته بعد از اتمام کوددهی و قبل از تمام شدن فصل رشد رویشی برگ‌ها انجام شد (Arnon, 1949). بعد از خشک شدن سیرهای برداشت شده، محتوای فنول کل سیرهای برداشت شده با به کارگیری روش Singleton و Rossi تعیین شد (Singleton and Rossi, 1965). فلاونوئید کل سیر با استفاده از روش رنگ سنجی (Chang et al., 2002) و فعالیت آنتی‌اکسیدانی سیر با استفاده از سنجش خنثی‌سازی رادیکال آزاد DPPH (۲ و۲- دی فنیل- ۱- پیکریل هیدرازیل) اندازه‌گیری شد (Kontogiorgis and Hadjipavlo, 2005). همچنین قند محلول کل با روش آنترون ارزیابی شد (McCready et al., 1950). در پایان تجزیه و تحلیل داده‌های حاصله این تحقیق توسط نرم‌افزار آماری SAS 9.4 انجام شد و برای رسم نمودارها از نرم افزار Excel و مقایسه میانگین‌ها بر اساس آزمون LSD در سطح احتمال ۵ درصد پردازش شد.

۳. نتایج

نتایج حاصل از جدول یک نشان داد که کاربرد ۲ میلی‌لیتر بر لیتر عصاره جلبک، طول سوخ را ۱۱/۷۰ درصد و قطر سوخ را ۷/۸۷ درصد نسبت به شاهد افزایش داد، ولی بر وزن سوخ معنی‌دار نبود. مقایسه میانگین‌ها در جدول یک نشان داد که بیشترین وزن سوخ با ۴۵/۶۸ گرم، طول سوخ با ۳۹/۵۶ میلی‌متر، قطر سوخ با ۴۴/۹۴ میلی‌متر در تیمار ۳۰ لیتر در هکتار کود مرغی و کمترین آن‌ها در شاهد به دست آمد. مقایسه میانگین صفات نشان داد که تیمار ۲ میلی‌لیتر بر لیتر جلبک دریایی بیشترین تعداد سیرچه (۱۰/۲۷) و شاهد کمترین مقدار را داشت. اثر عصاره جلبک دریایی بر وزن و طول سیرچه معنی‌دار نگردید (جدول ۱). با بررسی نتایج حاصل از مقایسه میانگین داده‌های جدول یک مشخص شد که کمترین تعداد، وزن و طول سیرچه به میزان ۸/۵۵،

۴/۱۷ گرم و ۳۰/۱۵ میلی‌متر (به ترتیب) در شاهد و بیشترین آن‌ها به میزان ۱۰/۸۸، ۵/۴۴ گرم و ۳۲/۳۹ میلی‌متر (به ترتیب) در تیمار ۳۰ لیتر در هکتار کود مرغی به دست آمد. به‌نظر می‌رسد محرک‌های رشد موجود در عصاره جلبک نظیر مواد اکسینی مانند IAA و IBA و بتائین و مواد شبه‌بتائین و نیز ماکرومغذی‌هایی مانند فسفر و پتاسیم به همراه انواع ریزمغذی‌ها و ویتامین‌ها سبب تحریک رشد گیاه می‌شوند (Kalaivanan et al., 2012). مشابه نتایج ما بهدانی و همکاران (۱۳۹۹) گزارش کردند که استفاده از عصاره جلبک دریایی (دو در هزار لیتر آب) نقش مؤثری در افزایش رشد رویشی و بنه زعفران داشت.

نتایج حاکی از عدم معنی‌داری اثر عصاره جلبک دریایی بر وزن تر بوته بود، امّا تیمار ۱۵ لیتر در هکتار کود مرغی ۲۸/۴۵ درصد وزن تر بوته را نسبت به شاهد افزایش داد (جدول ۲). همچنین اثر متقابل این دو کود بر وزن تر بوته معنی‌دار گردید، به‌طوری‌که تیمار عدم مصرف عصاره جلبک و ۳۰ لیتر در هکتار کود مرغی با ۷۳/۷۵ گرم بیشترین مقدار وزن تر بوته را به خود اختصاص داد (جدول ۴). نتایج جدول دو نشان داد کلرفیل a با مصرف ۲ میلی‌لیتر بر لیتر عصاره جلبک ۴۷/۸۲ درصد و با مصرف ۱۵ لیتر در هکتار کود مرغی ۱۲۶/۳۱ درصد نسبت به تیمار شاهد افزایش داشت. علاوه بر این تیمار ۱ میلی‌لیتر بر لیتر عصاره جلبک بیشترین مقادیر کلروفیل b (۲/۶۷ میلی‌گرم بر گرم وزن تر) و کلروفیل کل (۲/۹۰ میلی‌گرم بر گرم وزن تر) را به خود اختصاص داد، امّا کلرفیل a و کل با مصرف کود مرغی معنی‌دار نگردید (جدول ۲). علاوه بر این اثر متقابل محلول‌پاشی عصاره جلبک و کود مرغی بر کلروفیل a معنی‌دار شد، به‌طوری‌که تیمار ۲ میلی‌لیتر بر لیتر عصاره جلبک دریایی و ۱۵ لیتر در هکتار کود مرغی با ۰/۵۶ میلی‌گرم بر گرم وزن تر، بیشترین مقدار را داشت (جدول ۴). مشابه این پژوهش امینی‌فرد و همکاران (۱۴۰۰) گزارش کردند که عصاره جلبک میزان کلروفیل a، b و گیاه زعفران را به‌طور قابل توجهی افزایش داد.

نتایج جدول سه نشان داد که تیمار ۲ میلی‌لیتر بر لیتر عصاره جلبک بیشترین میزان فنول کل با ۱/۶۱ میلی‌گرم بر گرم وزن خشک و شاهد با ۱/۱۵ میلی‌گرم بر گرم وزن خشک، کمترین میزان را به خود اختصاص دادند. ولی میزان قند کل، آنتی‌اکسیدان و فلاونوئید با مصرف عصاره جلبک معنی‌دار نشدند. بیشترین مقدار قند کل (۷/۳۴ میلی‌گرم بر گرم وزن خشک)، فلاونوئید (۵۳ میلی‌گرم بر گرم وزن خشک) و فنول (۱/۶۱ میلی‌گرم بر گرم وزن خشک) با محلول‌پاشی ۳۰ لیتر در هکتار و کمترین آن‌ها در عدم محلول‌پاشی کود مرغی حاصل گردید. علاوه بر این آنتی‌اکسیدان تحت تأثیر کاربرد کود مرغی قرار نگرفت (جدول ۳). همسو با نتایج ما کنسانتره کود مرغ (پنج تن در هکتار) اثرات سودمندی بر صفات بیوشیمیایی زعفران داشت (امینی‌فرد و قلی‌زاده، ۱۳۹۹).

جدول ۱. اثر عصاره جلبک دریایی و کود مرغی بر صفات رویشی گیاه دارویی سیر

تیمارها	غلظت	وزن سوخ (گرم)	طول سوخ (میلی‌متر)	قطر سوخ (میلی‌متر)	تعداد سیرچه	وزن سیرچه (گرم)	طول سیرچه (میلی‌متر)
عصاره جلبک (میلی‌لیتر بر لیتر)	۰	۳۷/۸۶^{a}	۳۵/۲۷^{b}	۴۰/۴۰^{b}	۹/۱۶^{b}	۴/۴۵^{a}	۳۱/۲۰^{a}
	۱	۳۸/۱۰^{a}	۳۸/۲۵^{a}	۴۲/۷۰^{a}	۹/۴۱^{b}	۴/۹۶^{a}	۳۱/۱۲^{a}
	۲	۴۲/۲۲^{a}	۳۹/۴۰^{a}	۴۳/۵۸^{a}	۱۰/۲۷^{a}	۵/۴۵^{a}	۳۰/۶۰^{a}
کود مرغی (لیتر در هکتار)	۰	۳۱/۸۱^{b}	۳۵/۵۶^{b}	۳۸/۱۱^{b}	۸/۵۵^{c}	۴/۱۷^{b}	۳۰/۱۵^{b}
	۱۵	۴۰/۶۹^{a}	۳۷/۷۹^{a}	۴۳/۶۴^{a}	۹/۴۱^{b}	۵/۲۵^{a}	۳۰/۳۸^{b}

۳۰	۴۵/۶۸^{a}	۳۹/۵۶^{a}	۴۴/۹۴^{a}	۱۰/۸۸^{a}	۵/۴۴^{a}	۳۲/۳۹^{a}

میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک اختلاف آماری معنی‌داری در سطح ۵ درصد ندارند.

جدول ۲. اثر عصاره جلبک دریایی و کود مرغی بر صفات رویشی، زایشی و رنگیزه‌های فتوسنتزی گیاه دارویی سیر

تیمارها	غلظت	وزن تر بوته (گرم)	کلروفیل a (mg. g^{-1} FW)	کلروفیل b (mg. g^{-1} FW)	کلروفیل کل (mg. g^{-1} FW)
عصاره جلبک (میلی‌لیتر بر لیتر)	۰	۵۷/۵۰^{a}	۰/۲۳^{c}	۲/۰۹^{b}	۲/۳۹^{b}
	۱	۶۰/۴۱^{a}	۰/۳۰^{b}	۲/۶۷^{a}	۲/۹۰^{a}
	۲	۴۸/۷۵^{a}	۰/۳۴^{a}	۱/۷۶^{b}	۲/۰۹^{b}
کود مرغی (لیتر در هکتار)	۰	۴۸/۳۳^{b}	۰/۱۹^{c}	۲/۲۰^{a}	۲/۳۹^{a}
	۱۵	۶۲/۰۸^{a}	۰/۴۳^{a}	۲/۱۰^{a}	۲/۵۱^{a}
	۳۰	۵۶/۲۵^{ab}	۰/۲۶^{b}	۲/۲۲^{a}	۲/۴۸^{a}

میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک اختلاف آماری معنی‌داری در سطح ۵ درصد ندارند.

جدول ۳. اثر عصاره جلبک دریایی و کود مرغی بر صفات بیوشیمیایی گیاه دارویی سیر

تیمارها	غلظت	قند کل (mg. g^{-1} DW)	آنتی‌اکسیدان (٪)	فلاونوئید (mg. g^{-1} DW)	فنول (mg. g^{-1} DW)
عصاره جلبک (میلی‌لیتر بر لیتر)	۰	۵/۲۹^{a}	۵۰/۹۲^{a}	۰/۴۴^{a}	۱/۱۵^{b}
	۱	۵/۹۵^{a}	۵۳/۲۸^{a}	۰/۴۴^{a}	۱/۴۸^{a}
	۲	۷/۰۹^{a}	۵۲/۷۹^{a}	۰/۵۰^{a}	۱/۶۱^{a}
کود مرغی (لیتر در هکتار)	۰	۴/۴۸^{b}	۴۹/۵۵^{a}	۰/۳۸^{b}	۱/۲۶^{b}
	۱۵	۶/۵۲^{a}	۵۲/۴۸^{a}	۰/۴۷^{ab}	۱/۳۷^{b}
	۳۰	۷/۳۴^{a}	۵۴/۹۷^{a}	۰/۵۳^{a}	۱/۶۱^{a}

میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک اختلاف آماری معنی‌داری در سطح ۵ درصد ندارند.

جدول ٤. اثر عصاره جلبک دریایی و کود مرغی بر صفات رویشی و رنگیزه فتوسنتزی گیاه دارویی سیر

تیمارها		وزن تر بوته (گرم)	کلروفیل a (mg. g^{-1}FW)
عصاره جلبک (میلی‌لیتر بر لیتر)	کود مرغی (لیتر در هکتار)		
۰	۰	۴۳/۷۵^{cd}	۰/۲۱^{cd}
۱	۰	۵۸/۷۵^{abc}	۰/۱۵^{d}
۲	۰	۴۲/۵۰^{cd}	۰/۲۰^{cd}
۰	۱۵	۵۵/۰۰^{bcd}	۰/۲۵^{c}
۱	۱۵	۶۷/۵۰^{ab}	۰/۴۸^{b}
۲	۱۵	۶۳/۷۵^{ab}	۰/۵۶^{a}
۰	۳۰	۷۳/۷۵^{a}	۰/۲۴^{c}
۱	۳۰	۵۵/۰۰^{bcd}	۰/۲۷^{c}
۲	۳۰	۴۰/۰۰^{d}	۰/۲۷^{c}

میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک اختلاف آماری معنی‌داری در سطح ۵ درصد ندارند.

٤. بحث و نتیجه‌گیری

نتایج این تحقیق نشان داد استفاده از عصاره جلبک دریایی و کود مرغی در افزایش وزن، طول و قطر سوخ، تعداد، وزن و طول سیرچه، وزن تر بوته، وزن تر گل، رنگیزه‌های فتوسنتزی، قند کل، فلاونوئید و فنول اثر معنی‌داری داشت. بر اساس نتایج

این تحقیق، استفاده از عصاره جلبک دریایی و کود مرغی مایع هرکدام به تنهایی می‌توانند نقش مؤثری بر رشد، عملکرد و صفات بیوشیمیایی گیاه سیر داشته باشند.

منابع

امینی‌فرد، م.ح.، خندان ده‌ارباب، س.، فلاحی، ح.ر.، کاوه، ح. ۱۴۰۰. تأثیر سطوح عصاره جلبک و وزن بنه مادری بر محتوای رنگدانه‌های فتوسنتزی و رشد رویشی و زایشی زعفران (*Crocus sativus L.*). نشریه پژوهش‌های زعفران (دو فصلنامه). ۹(۲)، ۲۹۶-۳۰۹.

امینی‌فرد، م.ح.، قلی‌زاده، ز. ۱۳۹۹. تأثیر کنسانتره کود مرغ بر فعالیت آنتی‌اکسیدانی و متابولیت‌های ثانویه زعفران (*Crocus sativus* L.). فن‌آوری تولیدات گیاه. ۱۹(۲)، ۹۵-۸۷.

بقالیان، ک.، ضیایی، ع.، نقوی، م.ر.، نقدی‌بادی، ح. ۱۳۸۳. ارزیابی پیش از کشت اکوتیپ‌های سیر ایرانی از نظر میزان آلیسین و خصوصیات گیاه‌شناسی. فصلنامه گیاهان دارویی. ۱(۱۳) :۵۹-۵۰.

بهدانی، م.ع.، گرامی صادقیان، م.، اسلامی، امینی‌فرد، م.ح. ۱۳۹۹. بررسی اثر محلول‌پاشی برگی عصاره جلبک دریایی و کود مایع مرغی بر رشد رویشی و عملکرد زعفران (*Crocus sativus* L.). زراعت و فناوری زعفران. ۸(۳)، ۳۲۳-۳۰۷.

شریعتمداری، ز.، شور، م.، رضوانی مقدم، پ، تهرانی‌فر، ع.، احمدیان، ا. ۱۳۹۷. مطالعه اثر کودهای آلی و شیمیایی بر ویژگی‌های بنه‌های دختری و گل زعفران. مجله علمی پژوهشی زراعت و فناوری زعفران. ۶(۳)، ۲۹۱-۳۰۸.

مجنون‌حسینی، ن.، دوازده امانی، س. ۱۳۸۶. زراعت و تولید برخی گیاهان دارویی و ادویه‌ای. انتشارات دانشگاه تهران. صفحه ۳۰۰.

Arnon, D.I. 1949. Copper enzymes in isolated chloroplasts. Polyphenoloxidase in beta vulgaris. Plant Physiology. 24(1): 1-15.

Chang, C.C., Yang, M.H., Wen, H.M., Chern, J.C. 2002. Estimation of total flavonoid content in propolis by two complementary colorimetric methods. Journal Food Drug Analysis. 10(3): 178-182.

Eris, A., Sirritepe, H.O., Sirritepe, N. 2008. The effect of seaweed (*Ascophyllum nodosum*) extract on yield and quality criteria in peppers. Acta Horticulturae. 412: 733-737.

Eidi, A., Eidi, M., Oryan, S., Esmaeili, A. 2004. Effect of garlic (*Allium sativum* L.) extract on levels of urea and uric acid in normal and streptozotocin-diabetic rats. Iranian Journal of Pharmaceutical Research. 3: 52-52.

Kontogiorgis, C.A., Hadjipavlou-Litina, D.J. 2005. Synthesis and antiinflammatory activity of coumarin derivatives. Medicinal Chemistry. 48: 6400-6408.

Kalaivanan, C., Chandrasekaran, M., Venkatesalu, V. 2012. Effect of seaweed liquid extract of Caulerpa scalpelliformis on growth and biochemical constituents of black gram (*Vigna mungo* (L.) Hepper). Phycological Society, India. 42(2): 46-53.

McCready, R.M., Guggolz, J., Silviera, V., Owens, H.S. 1950. Determination of starch and amylose in vegetables. Analytical Chemistry. 22: 1156–1158.

Reddy, T.Y., Reddi, G.H. 1995. Principles of agronomy. 2nd Edition, Kalyani Publishers. New Delhi. 223 p.

Singleton, V., Rossi, J.A. 1965. Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdic-phosphotungstic acid reagents. American journal of Enology and Viticulture. 16(3): 144-158.

Taghadosi, M., Hasani, N., Sinki, J. 2012. Irrigation stress and spraying with humic acid and seaweed extract in antioxidant enzymes and proline in sorghum. Crop Production under Environmental Stresses. 4(1): 1-12.

Verkleij, F.N. 1992. Seaweed extract in agriculture and horticulture. Review Biology Agriculture. 8: 309-334.

Investigating the effect of seaweed and chicken manure on the growth and biochemical traits of the medicinal plant garlic (*Allium sativum* L.)

Mohammad Hossein Aminifard[1*], Samaneh Molazadeh Bagh Siah[2], Hassan Bayat[2], Seyede Atefeh Hosseini[3]

[1] Department of Horticultural Sciences and Regional Plant Research Center, Faculty of Agriculture, Birjand University, Iran
[2] Department of Horticultural Sciences, Faculty of Agriculture, Birjand University, Birjand, Iran
[3] Department of Plant Medicine, Faculty of Agriculture, Birjand University, Iran

Abstract

Nutrition management is one of the most important factors affecting the growth and performance of garlic plants. To investigate the effect of foliar application of seaweed and chicken manure, an experiment was conducted on the growth and biochemical traits of the garlic plant. This experiment was carried out in 2017 in factorial form based on completely randomized blocks with three replications in Meh Velat city. The experimental treatments included three levels of seaweed (0, 1, and 2 $mL.L^{-1}$) and three levels of chicken manure (0, 15, and 30 $L.ha^{-1}$). The results showed that the maximum amount of length and diameter of the bulb, number of cloves, chlorophyll a, and phenol was obtained in the treatment of 2 $mL.L^{-1}$ of algae extract. In addition, the treatment of 30 $L.ha^{-1}$ of chicken manure accounted for the highest weight, length, and diameter of the bulb, number, weight, and length of clove, fresh weight of flowers, total sugar, flavonoid, and phenol. The interaction effect of these two fertilizers on plant fresh weight and chlorophyll a was significant so that the plant fresh weight in the treatment of no use of seaweed and 30 $L.ha^{-1}$ of chicken manure and chlorophyll a in the treatment of 2 $mL.L^{-1}$ of seaweed and 15 $L.ha^{-1}$ of chicken manure had the greatest increase. Based on the results of this research, the use of seaweed and chicken manure each alone can have a more effective role in the growth and biochemical traits of the garlic plant.

Keywords: Feeding, Bulb, Clove, Foliar Spraying

* e-mail: mh.aminifard@birjand.ac.ir

بررسی تیمار پس از برداشت گاما آمینوبوتیریک اسید بر عمر پس از برداشت توت فرنگی در طول نگهداری

عمار فاضل علی[1]، علی اصغر حاتم‌نیا[1]، پرویز ملک زاده[1]*[2]

[1] گروه زیست شناسی، دانشکده علوم پایه، دانشگاه ایلام، ایلام
[2] گروه زیست شناسی، دانشکده علوم پایه، دانشگاه قم، قم، ایران.

چکیده

روش نگهداری میوه در دمای پایین یکی از رایج‌ترین راه‌ها برای افزایش عمر پس از برداشت می‌باشد. گاماآمینوبوتیریک اسید (GABA) ظرفیت تحمل به تنش سرما را در میوه‌های پس از برداشت در طی ذخیره‌سازی بهبود می‌بخشد. در این پژوهش اثر GABA بر افزایش عمر پس از برداشت میوه توت فرنگی مورد بررسی قرار گرفت. در این پژوهش برای بررسی امکان کاهش خسارت سرمازدگی از تیمار ۵ میلی مول GABA روی میوه توت فرنگی در طی ۱۲ روز نگهداری در دمای ۱±۴ درجه سانتی گراد استفاده گردید. در این مطالعه درصد کاهش وزن، شاخص قهوه‌ای شدن و میزان تجمع آنتوسیانین در زمان برداشت و در روزهای سوم، ششم، نهم و دوازدهم و در سه تکرار مورد ارزیابی قرار گرفتند. نتایج نشان داد که تیمار GABA از طریق افزایش تجمع آنتوسیانین و کاهش شاخص سرمازدگی و درصد کاهش وزن توانسته است عمر پس از برداشت میوه توت فرنگی را در گروه تیمار شده با GABA در مقایسه با گروه شاهد بهبود ببخشد. براساس نتایج این پژوهش تیمار GABA می‌تواند از طریق افزایش محتوای آنتوسیانین روی ماندگاری توت فرنگی موثر باشد.

واژگان کلیدی: توت فرنگی، درصدکاهش وزن، گاما آمینوبوتیریک اسید، قهوه ای شدن.

E-mail: p.malekzadeh@qom.ac.ir

۱. مقدمه

در طول عمر پس از برداشت، میوه توت فرنگی به عنوان یک محصول فاسد شدنی که ماندگاری و عمر پس از برداشت کمی دارد، از پوسیدگی کپک خاکستری ناشی از قارچ نکروتروف *Botrytis cinerea* رنج می برد. این واقعیت به شدت ارزش اقتصادی آن را تحت تأثیر قرار می دهد زیرا در نتیجه از دست دادن کیفیت که باعث غیرقابل فروش شدن میوه می شود. استفاده از قارچ کش های مصنوعی برای از بین بردن پوسیدگی کپک خاکستری در میوه توت فرنگی در طول عمر پس از برداشت به دلیل مقررات ایمنی مواد غذایی و محیطی محدود است. از این رو، توسعه روش‌های ایمن و سازگار با محیط زیست برای از بین بردن پوسیدگی کپک خاکستری از منافع اقتصادی زیادی برای صنعت توت فرنگی خواهد بود(عسگریان و همکاران ۲۰۲۲).

در سال های اخیر، تلاش های زیادی توسط محققان برای توسعه انجام شده است فناوری‌هایی برای به تاخیر انداختن پیری و کاهش پوسیدگی میوه توت‌فرنگی در طول زندگی پس از برداشت. تاخیر در پیری میوه ممکن است یک استراتژی امیدوارکننده برای افزایش عمر پس از برداشت باشد. از آنجایی که پیری میوه یک جنبه اکسیداتیو از خود نشان می‌دهد، راه‌اندازی سیستم‌های مهارکننده گونه‌های اکسیژن فعال (ROS) ممکن است برای به تاخیر انداختن پیری میوه مفید باشد. مطالعات پیشین نشان داد که با استفاده از تیمارهای اسید گاما آمینو بوتیریک عمر پس از برداشت میوه خیار، زیتون و لیمو افزایش یافته است (Malekzadeh et al., 2017; Asgarian et al., 2022; Badiche et al., 2023).

اسید γ-آمینوبوتیریک (GABA) برای اولین بار در غده‌های سیب زمینی کشف شد و متعاقباً در طیف گسترده‌ای از گیاهان، حیوانات و میکروارگانیسم‌ها یافت شد (Malekzadeh et al., 2017). GABA یک اسید آمینه چهار کربنه غیر پروتئینی است که بیشتر از طریق شانت GABA تولید می‌شود که در آن گلوتامات برای تولید GABA توسط گلوتامات دکربوکسیلاز (GAD) کربوکسیله می‌شود. GABA همچنین از پلی‌آمین‌هایی مانند اسپرمیدین و پوترسین، تحت کاتالیز دی آمین اکسیداز و پلی آمین اکسیداز مشتق می‌شود. مطالعات نشان داده‌اند که GABA یک جزء مهم در سنتز متابولیت‌های اولیه و ثانویه است (Wang et al., 2021; Lee et al., 2022; Cheng et al., 2023) و در فرآیندهای فیزیولوژیکی و بیوشیمیایی مختلف در گیاهان، مانند متابولیسم نیتروژن و کربن، تنظیم pH غشای سلولی شرکت می کند. (ملک‌زاده و همکاران، ۲۰۱۷). گیاهانی که در معرض تنش‌های محیطی قرار دارند، افزایش سریعی در محتوای GABA خود نشان می‌دهند. مطالعات متعدد نشان داده‌اند که کاربرد GABA خارجی نقش مثبتی در کاهش تنش‌های غیرزیستی گیاهی از جمله تنش‌های خشکی، سرما، شوری و ... دارد (Asgarian et al., 2022; Lee et al., 2022). اثرات GABA بر کیفیت میوه پس از برداشت در سیب به طور گسترده گزارش شده است. به عنوان مثال، در طول ذخیره‌سازی پس از برداشت، GABA خارجی با تنظیم متابولیسم مالات، آنابولیسم اتیلن، متابولیسم پلی‌آمین‌ها و راه‌اندازی شانت GABA کیفیت میوه سیب را بهبود می‌بخشد (Lee et al., 2022).

با این حال، اطلاعات کمی در مورد نقش GABAدر کیفیت میوه پس از برداشت و تنظیم متابولیسم قند در میوه توت‌فرنگی وجود دارد. این مطالعه تأثیر تیمار GABA پس از برداشت را بر ویژگی‌های فیزیولوژیکی میوه توت فرنگی را بررسی کرد تا

دیدگاهی در مورد مکانیسم نگهداری کیفیت در میوه وت‌فرنگی ایجاد شده توسط GABA و ارائه یک روش جایگزین برای کنترل کیفیت پس از برداشت توت‌فرنگی ایجاد کنیم.

۲. مواد و روش‌ها

۱.۲. تیمار میوه توت فرنگی

میوه توت‌فرنگی تازه پس از رسیدن از دید تجاری (۷۵ درصد مرحله قرمز شدن) از گلخانه برداشت شد. میوه‌های سالم با اندازه ثابت، بدون آلودگی و بدون بیماری یا آسیب انتخاب شدند و بلافاصله به آزمایشگاه منتقل گردیدند. میوه توت‌فرنگی را قبل از تصفیه زیر آب قرار داده و سپس به مدت ۵ دقیقه به سرعت در محلول ۲۰ درجه سانتیگراد غوطه‌ور می‌شود. برای تیمار GABA ، ۴۸۰ میوه انتخاب و به ۲ قطعه (هر قطعه ۲۴۰ میوه) با سه تکرار (۸۰ میوه در هر تکرار) تقسیم شدند. میوه توت فرنگیدر محلول‌های (آب مقطر) برای شاهد و G5 (۵ میلی‌مول برلیتر GABA)به عنوان تیمار به مدت ۶۰ دقیقه غوطه‌ور بودند. سپس میوه‌ها به مدت ۶۰ دقیقه در دمای اتاق خشک شدند. تمامی میوه‌ها به مدت ۱۲ روز در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد و رطوبت نسبی ۹۰ درصد نگهداری شدند. بعد از ۱۲ روز انبارمانی میوه‌ها و هر سه روز در میان پارامترهای مورد نظر اندازه‌گیری شد و باقی بافت میوه در دمای ۸۰- درجه سانتی‌گراد جهت مطالعات بیشتر نگهداری شدند.

۲.۲. اندازه‌گیری درصد کاهش وزن میوه

میزان کاهش وزن بصورت سه روز در میان و بر اساس میزان کاهش وزن اندازه‌گیری و بر اساس فرمول زیر محاسبه شد:

$$\text{درصد نرخ کاهش وزن} = M1-M2 / M1 \times 100\%$$

که در آن M1 نشان دهنده وزن نمونه در d ۰ (بر حسب کیلوگرم) و M2 نمونه در نقطه زمانی بعدی (به کیلوگرم) است.

۲.۲. اندازه‌گیری قهوه‌ای شدن گوشت میوه

روش Lin و همکاران (۲۰۱۸) برای ارزیابی قهوه‌ای شدن پریکارپ با اندازه‌گیری وسعت کل سطح قهوه‌ای پرکارپ داخلی ۵۰ میوه منفرد با توجه به مقیاس ظاهری بصری زیر استفاده شد: (۱) بدون قهوه‌ای شدن، (۲) قهوه‌ای شدن کمتر از ۴/۱، (۳) ۴/۱ -۲/۱ قهوه ای شدن، (۴) ۲/۱-۴/۳ قهوه ای شدن، (۵) ۴/۳< قهوه ای شدن و (۶) تمام قهوه‌ای شدن.

شاخص قهوه‌ای شدن طبق فرمول زیر محاسبه شد.

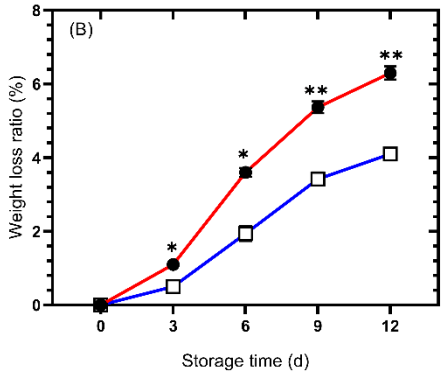
$$\text{شاخص قهوه ای شدن} = \sum (\text{مقیاس قهوه ای شدن} \times \text{درصد بامیه مربوطه در هر کلاس})$$

۳.۲. اندازه گیری تجمه آنتوسیانین در میوه توت فرنگی

برای سنجش تجمع آنتوسیانین با استفاده از روش اختلاف pH که توسط Cheng و Breen (۱۹۹۱) توضیح داده شده است، یک گرم از پودر منجمد در ۱۰ میلی لیتر متانول حاوی (یک درصد حجم/حجم) کلرید هیدروژن همگن شد. تجمع آنتوسیانین ها بر اساس، گرم بر کیلوگرم وزن بیان شد.

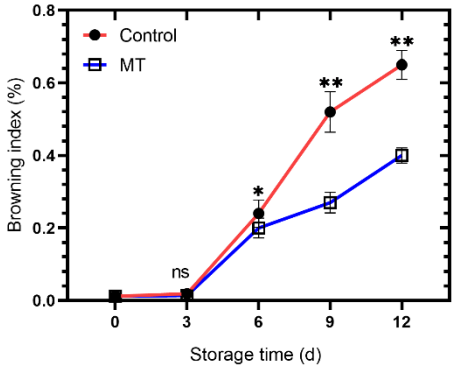
۳. نتایج

مطالعه حاضر نشان داد که ارزش تجاری توت‌فرنگی گروه شاهد پس از ۹ روز نگهداری در دمای ۴ درجه سانتیگراد از بین رفت. با این حال، توت‌فرنگی تیمار شده با GABA همچنان ارزش تجاری خوبی پس از ۹ روز نگهداری بر اساس مشاهدات فنوتیپی و ظاهر میوه داشت. همانطور که در شکل ۱ نشان داده شده است نرخ کاهش وزن توت‌فرنگی تیمار شده با GABA به طور قابل توجهی کمتر از گروه شاهد بود. با افزایش زمان نگهداری، میزان کاهش وزن در گروه شاهد به تدریج از روز سوم افزایش یافت، در حالی که در گروه تحت تیمار با GABA در روز ششم نگهداری شروع به افزایش کرد. نرخ کاهش وزن در گروه شاهد ۶/۳ درصد در روز ۱۲ ذخیره سازی بود، در حالی که نرخ کاهش وزن ۴/۱ درصد برای گروه تحت درمان با GABA مشاهده شد. بنابراین GABA میزان کاهش وزن توت‌فرنگی را در طول نگهداری در مقایسه با شاهد کاهش داد.



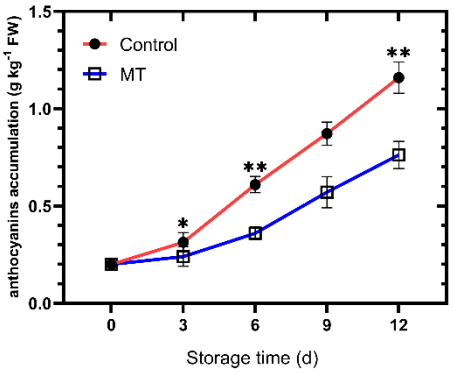
شکل ۱. اثرات تیمارگاما آمینو بوتیریک اسید بر درصد کاهش وزن در میوه توت فرنگی در طی انبارمانی

قهوه‌ای شدن یک شاخص مهم برای ارزیابی ویژگی‌های محصوی توت‌فرنگی است. در طول مدت نگهداری، توت-فرنگی‌های تیمار شده با GABA شاخص قهوه‌ای شدن کمتری نسبت به گروه شاهد نشان دادند. توت‌فرنگی‌های تیمار شده با GABA در مقاطع زمانی دیرتر نسبت به گروه شاهد شروع به قهوه‌ای شدن کردند (شکل ۲). این نتایج حاکی از تأثیر مثبت GABA بر شادابی و سلامت میوه توت‌فرنگی در زمان نگهداری است.



شکل ۲. اثرات تیمارگاما آمینو بوتیریک اسید بر شاخص قهوه ای شدن در میوه توت فرنگی در طی انبارمانی

همانطور که در شکل. همانطور که در شکل ۳ نشان داده شده است، تجمع آنتوسیانین به تدریج در هر دو گروه شاهد و میوه توت فرنگی تیمار شده با پنج میلی مولار GABA تا پایان ذخیره سازی افزایش یافت. تجمع آنتوسیانین‌ها در میوه تیمار شده با GABA به طور قابل‌توجهی بالاتر از میوه گروه شاهد در کل دوره ذخیره‌سازی ($P < 0.01$) بود.



شکل ۳. اثرات تیمار گاما آمینو بوتیریک اسید بر محتوای آنتوسیانین در میوه توت فرنگی در طی انبارمانی

٤. بحث و نتیجه‌گیری

توت‌فرنگی یک گونه گیاهی است که از مناطق گرمسیری و نیمه گرمسیری سرچشمه می‌گیرد و به دماهای پایین حساس است مطالعه قبلی پیشنهاد کرد که بامیه باید در دمای بالاتر از ۴ درجه سانتیگراد نگهداری شود تا از آسیب سرمایی(CI) ، از جمله قهوه ای شدن و ایجاد حفره جلوگیری شود (کریت و همکاران ۲۰۲۰). قهوه‌ای شدن نه تنها کیفیت ظاهری و حسی میوه‌ها و سبزیجات را تغییر می‌دهد، بلکه ارزش غذایی آنها را نیز کاهش می‌دهد (علی و همکاران ۲۰۲۲). ترکیبات تیول به عنوان عوامل ضد قهوه‌ای شدن در انواع میوه‌ها و سبزیجات مورد استفاده قرار گرفته‌اند؛ تیول‌ها، که مواد شیمیایی حاوی گروه‌های عاملی سولفیدریل (-SH) هستند، اخیراً نشان داده‌اند که مهارکننده‌های قهوه‌ای شدن سیب‌زمینی‌های تازه بریده شده هستند(کریت و همکاران ۲۰۲۰). بنابراین، حدس زده می‌شود که در پژوهش حاضر عملکرد بیولوژیکی GABA در مهار قهوه‌ای شدن توت فرنگی ممکن است از طریق تنظیم اصلاح پیوند دی سولفیدی با واسطه GABA در داخل سلول رخ دهد.

آنتوسیانین‌ها جزو متابولیت‌های ثانویه مهمی هستند که بر ظاهر میوه تأثیر می‌گذارند و یک عامل کلیدی در انتخاب مصرف‌کننده می‌باشد (علی و همکاران ۲۰۲۲). آنتوسیانین‌ها همچنین نقش مهمی در مقاومت پاتوژن‌ها در توت‌فرنگی ایفا می‌کنند و به دلیل خواص آنتی اکسیدانی، ضد سرطانی و ضد التهابی برای سلامتی انسان مفید هستند(لی و همکاران ۲۰۲۲). بیوسنتز آنتوسیانین تحت تأثیر محرک‌های محیطی متعددی مانند تابش اشعه ماوراء بنفش، دما و عفونت پاتوژن و همچنین بسیاری از سیگنال‌های رشدی درون‌زا مانند اسیدهای آمینه، قندها و هورمون‌های گیاهی قرار می‌گیرد (ملک زاده و همکاران ۲۰۱۷، عسگریان و همکارن ۲۰۲۲). طبق نتایج این پژوهش نیز تیمار GABA روی محتویا آنتوسیانین اثر مثبت نشان داد و باعث افزایش محتوای آنتوسیانین در گروه تیمار شده با ۵ میلی مول GABA گردید. آنتوسیانین یک متابولیت ثانویه مهم است که به شدت بر ظاهر میوه در طول ذخیره‌سازی پس از برداشت تأثیر می‌گذارد. برای سنتز آنتوسیانین مسیر پنتوز فسفات، مسیر بیوسنتز فنیل پروپانوئید و بیوسنتز فلاونوئید مشارکت می کند (بدیچ و همکاران۲۰۲۳ ، شنگ و همکاران ۲۱۰۷). گلوکز-۶-فسفات

دهیدروژناز (G6PDH) یک آنزیم کنترل‌کننده سرعت در مسیر پنتوز فسفات است که از طریق ایجاد یک پیش‌ساز بیوسنتزی برای آنتوسیانین، نقش کلیدی ایفا می‌کند (ملک زاده و همکاران ۲۰۱۷). در این پژوهش GABA به احتمال از طریق تاثیر روی آنزیم G6PDH توانسته است روی محتوای آنتوسیانین تاثیر بگذارد.

منابع

Ali, S., Anjum, M.A., Nawaz, A., Ejaz, S., Anwar, R., Khaliq, G., Hussain, S., Ullah, S., Hussain, R., Saleem, M.S. and Hasan, M.U. 2022. Postharvest γ-aminobutyric acid application mitigates chilling injury of aonla (*Emblica officinalis Gaertn.*) fruit during low temperature storage. Postharvest Biology and Technology. 185: 111803.

Asgarian, Z.S., Karimi, R., Ghabooli, M. and Maleki, M. 2022. Biochemical changes and quality characterization of cold-stored 'Sahebi'grape in response to postharvest application of GABA. Food Chemistry. 373: 131401.

Badiche, F., Valverde, J.M., Martínez-Romero, D., Castillo, S., Serrano, M. and Valero, D., 2023. Preharvest Use of γ-Aminobutyric Acid (GABA) as an Innovative Treatment to Enhance Yield and Quality in Lemon Fruit. Horticulturae. 9(1): 93.

Cheng, G.W. and Breen, P.J. 1991. Activity of phenylalanine ammonia-lyase (PAL) and concentrations of anthocyanins and phenolics in developing strawberry fruit. Journal of the American Society for Horticultural Science. 116(5): 865-869.

Cheng, P., Yue, Q., Zhang, Y., Zhao, S., Khan, A., Yang, X., He, J., Wang, S., Shen, W., Qian, Q. and Du, W. 2023. Application of γ-aminobutyric acid (GABA) improves fruit quality and rootstock drought tolerance in apple. Journal of Plant Physiology. 280: 153890.

Cerit, İ., Pfaff, A., Ercal, N. and Demirkol, O. 2020. Postharvest application of thiol compounds affects surface browning and antioxidant activity of fresh-cut potatoes. Journal of Food Biochemistry. 44(10): p.e13378.

Lee, X.Y., Tan, J.S. and Cheng, L.H. 2022. Gamma aminobutyric acid (GABA) enrichment in plant-based food–A mini review. Food Reviews International. 1-22.

Sheng, L., Shen, D., Luo, Y., Sun, X., Wang, J., Luo, T., Zeng, Y., Xu, J., Deng, X. and Cheng, Y. 2017. Exogenous γ-aminobutyric acid treatment affects citrate and amino acid accumulation to improve fruit quality and storage performance of postharvest citrus fruit. Food Chemistry. 216: 138-145.

Lin, Y., Lin, Y., Lin, H., Chen, Y., Wang, H. and Shi, J. 2018. Application of propyl gallate alleviates pericarp browning in harvested longan fruit by modulating metabolisms of respiration and energy. Food Chemistry. 240: 863-869.

Malekzadeh, P., Khosravi-Nejad, F., Hatamnia, A.A. and Sheikhakbari Mehr, R. 2017. Impact of postharvest exogenous γ-aminobutyric acid treatment on cucumber fruit in response to chilling tolerance. Physiology and molecular biology of plants. 23: 827-836.

Wang, D., Li, D., Xu, Y., Li, L., Belwal, T., Zhang, X. and Luo, Z. 2021. Elevated CO2 alleviates browning development by modulating metabolisms of membrane lipids, proline, and GABA in fresh-cut Asian pear fruit. Scientia Horticulturae. 281: 109932.

Investigating gamma-aminobutyric acid treatment on the shelf-life of strawberry fruit during cold storage

Ammar Fadhil Ali [1], Ali Asghar Hatamnia[1], Parviz Malekzadeh[*2]

[1] Department of Biology, Faculty of Science, Ilam University, Ilam, Iran
[2] Department of Biology, Faculty of Science, University of Qom, Qom, Iran

Abstract

The method of keeping fruit at low temperatures is one of the most common ways to increase post-harvesting life. Gamma-aminobutyric acid (GABA) improves chilling stress tolerance in fruits during the storage period. In this study, the effect of GABA on increasing the shelf life of strawberry fruit was investigated. In this research, to investigate the possibility of reducing chilling injury, 5 mM GABA treatment was used on strawberry fruit during 12 days of storage at 4±1°C. In this study, weight loss percentage, browning index, and anthocyanin accumulation rate were evaluated at the time of harvest and on the 3, 6, 9, and 12 days and in three replications. The results showed that GABA treatment has been able to improve the post-harvest life of strawberry fruit in the GABA-treated group compared to the control group by increasing the accumulation of anthocyanin and reducing the browning index and the percentage of weight loss. Based on the results of this research, GABA treatment can be effective on the shelf life of strawberries by increasing anthocyanin content.

Keywords: Browning, Gamma-aminobutyric acid, Strawberry, Weight loss.

بررسی درون رایانه‌ای خواص بیولوژیکی C-phycocyanin و پپتیدهای زیست‌فعال آن در ریزجلبک *Spirulina platensis*

لیلا زرندی میاندوآب، سیده فهیمه رضوی، فرشاد پوریوسف، نادر چاپارزاده*

گروه زیست‌شناسی، دانشکده علوم پایه، دانشگاه شهید مدنی آذربایجان، تبریز، ایران

چکیده

در مطالعات اخیر، زیست توده ریزجلبک‌ها به عنوان یک منبع پروتئینی در رژیم غذایی انسان مورد بررسی قرار می گیرد. اسپرولینا پلاتنسیس مهمترین ریزجلبک شناسایی شده به عنوان مکمل غذایی یا غذای کامل در رژیم غذایی انسان معرفی شده‌است. این ریزجلبک منبع غنی از پروتئین‌های سریع الهضم و اسیدآمینه‌های ضروری وغیرضروری است. ۵۰ درصد از کل پروتئین این سویه مربوط به خانواده فیکوبیلی پروتئین می‌باشد. از این میان حدود ۲۰ درصد سهم کل فیکوبیلی پروتئین‌ها متعلق به پروتئین ارزشمند فیکوسیانین است. این رنگدانه به دلیل فعالیت‌های آنتی اکسیدانی، ضدسرطانی، ضدالتهاب، ضدویروسی، کاهش کلسترول و اخیراً به عنوان منبعی برای پپتیدهای دارویی زیست فعال و قابل استفاده در صنایع غذایی، دارویی، آرایشی و بیوتکنولوژی می‌باشد. در چندسال اخیر وب سرورها و نرم‌افزارهای بیوانفورماتیکی به عنوان یک روش پیش‌بینی قدرتمند و همچنین توانمند در بررسی عملکرد انواع پروتئین و پپتید، بسیار مورد استفاده قرارگرفته‌اند. یافته‌ها در این پژوهش حاکی از آن است که به طور کلی فراوانی وقوع قطعات پپتیدی زیست فعال در توالی پروتئین (A) در زیرواحد آلفا پروتئین فیکوسیانین نسبت به زیرواحد بتا آن در خصوص فعالیت‌های منتخب بیشتر بود. بیشینه فعالیت بیولوژیکی و فراوانی وقوع قطعات با فعالیت معین توسط آنزیم‌ها مربوط به خاصیت ضد DPP4 گزارش شد. ۱۳ نوع پپتید زیست فعال پس از شبیه‌سازی هضم گوارشی تولید و غیرسمی گزارش شدند. این داده‌ها می‌تواند پیشنهادی برای تولید یک دارو حاوی پپتیدهای زیست فعال از فیکوسیانین در ریزجلبک اسپیرولینا پلاتنسیس باشد.

واژگان کلیدی: اسپیرولینا پلاتنسیس، فیکوسیانین، پپتیدزیست فعال، بیوانفورماتیک

۱. مقدمه

جلبک‌ها به‌عنوان موجودات فتوسنتز کننده، قادر به بیوسنتز طیف وسیعی از ترکیبات و متابولیت‌های اولیه و ثانویه هستند. اخیراً علاوه بر اثرات مفید این ترکیبات در زیست توده‌های ریزجلبکی، که ردپایشان در صنایع غذایی و دارویی به وفور دیده می‌شود، ترکیبات نوظهوری به نام "پپتیدهای زیست فعال" نیز مورد توجه قرارگرفته‌اند. تاجایی که امروزه زیست توده‌های ریزجلبکی به عنوان منابع پروتئینی و پپتیدی در صنایع داروسازی پیش‌قدم شدند. از میان ترکیبات زیست‌فعال با خواص عملکردی، ترکیبات مشتق شده از پروتئین‌ها جزء مهم‌ترین و متداول‌ترین انواع مورد مطالعه هستند (Shahidi et al., 2008).

فیکوسیانین یک کمپلکس رنگدانه-پروتئین از خانواده فیکوبیلیپروتئین‌های جمع‌کننده نور به همراه آلوفیکوسیانین و فیکواریترین است. C-phycocyanin یک پروتئین دوزیرواحدی است که اغلب در سیانوباکترها یافت می‌شود. در مطالعات آزمایشگاهی از این پروتئین فعالیت‌های مرتبط با سلامتی انسان نظیر: اثرات آنتی‌اکسیدانی، ضدفشارخون‌بالا، ضدالتهابی، ضدمیکروبی و محافظت کننده عصبی، پیشگیری از بسیاری از اختلالات پاتولوژیک مرتبط با استرس اکسیداتیو، التهاب و غیره گزارش شده است (Romay et al.,2003).

پپتیدها در ابتدا درون توالی اسیدآمینه پروتئین والد (مادر) از نظر عملکردی کاملاً غیرفعال هستند ولی پس از آزادسازی توسط انواع آنزیم‌ها می‌توانند فعال شوند (Udenigwe et al., 2013). با توجه به توالی اسیدهای‌آمینه، اندازه مولکولی، بار خالص و شکل فضایی، پپتیدهای زیست فعال مشتق از هضم می‌توانند فرآیندهای متابولیکی متنوع را در سیستم ایمنی، قلبی عروقی، دستگاه گوارش و عصبی تنظیم کنند (Korhonen and Pihlanto, 2006).

شبیه‌سازی‌های کامپیوتری تحت قالب برنامه‌های بیوانفورماتیکی در علوم پزشکی، زیست‌شناسی و غیره به‌عنوان یک استراتژی قدرتمند برای صرفه‌جویی در هزینه و وقت به ابزاری رایج تبدیل شده‌اند. همچنین این نرم‌افزاها و وب‌سرورهای توانمند در استخراج گسترده پپتیدهای فعال‌زیستی با خواص عملکردی گوناگون از پیش‌سازهای پروتئینی قادر به پیش‌بینی سیستم‌های پروتئولیتیک کارآمد آنزیمی برای آزادسازی انواع پپتید نیز هستند (Zarandi-Miandoab et al., 2022). این رویکرد برای دانشمندانی که در این زمینه کار می‌کنند بسیار مهم است زیرا پیوسته در صدد کشف روش‌های محاسباتی درتعیین نقش احتمالی پپتیدهای مشتق از هضم پروتئین‌های موجود در سبد غذایی انسان و ارتباط آن‌ها با نتایج آزمایشگاهی هستند (Minkiewicz et al., 2008).

هدف از این مطالعه تجزیه، تحلیل و مقایسه انواع فعالیت‌های بیولوژیکی احتمالی دو زیرواحد آلفا و بتا پروتئین C-phycocyanin در ریزجلبک اسپیرولینا پلاتنسیس و همچنین مقایسه میزان و تنوع عملکرد پپتیدهای زیست فعال حاصل از شبیه سازی هضم توسط آنزیم‌های گوارشی پپسین، ترپیسین و کیموترپیسین با استفاده از ابزارهای بیوانفورماتیکی بود.

۲. مواد و روش‌ها

۱.۲. توالی زیرواحدهای آلفا و بتا پروتئین C-phycocyanin در ریزجلبک اسپیرولینا پلاتنسیس

توالی زیرواحدهای آلفا و بتا پروتئین C-phycocyanin در ریزجلبک اسپیرولینا پلاتنسیس به ترتیب با کدهای دسترسی از پایگاه داده UniProtKB/Swiss-Prot به دست آمد.

۲.۲. فراوانی وقوع پپتید های زیست فعال در زیر واحد های آلفا و بتا پروتئین C-phycocyanin

فراوانی وقوع قطعات پپتیدی زیست‌فعال در توالی (A) بر اساس توالی در هر دو زیر واحد فیکوسیانین از طریق پایگاه BIOPEP به‌صورت A=a/N محاسبه می‌گردد که در آن "N" تعداد کل اسیدهای‌آمینه در پروتئین و"a" نشان دهنده تعداد پپتیدهای فعال‌زیستی پنهان در یک توالی پروتئینی است (Dziuba et al., 1999). در این مطالعه فعالیت‌های زیستی مرتبط با سلامت انسان شامل توانایی مهار Angiotensin-converting enzyme (ACE)، Dipeptidyl peptidase 4 و dipeptidyl peptidase III و همچنین فعالیت Antioxidative و مورد بررسی قرار گرفت. برای هر فعالیت زیستی، مقادیر A در ریزجلبک اسپیرولینا پلاتنسیس محاسبه، مقایسه و نتایج در جدول ۱ ارائه شد.

۲.۳. فعالیت‌های زیستی و تجزیه پروتئین در شرایط شبیه‌سازی شده دستگاه گوارش

آنزیم‌های پروتئازی گوارشی مانند کیموترپسین، ترپسین و پپسین برای هیدرولیز زیرواحدهای فیکوسیانین انتخاب شدند. فراوانی وقوع قطعات با فعالیت معین توسط آنزیم‌ها (A_E) به صورت $A_E=d/N$ محاسبه شد که در آن "d" تعداد پپتیدها با فعالیت مدنظر آزاد شده توسط آنزیم،"N" تعداد آمینواسیدها در پروتئین، "A_E" فراوانی انتشار قطعات با فعالیت داده‌شده توسط آنزیم‌های انتخاب شده و "A" فراوانی وقوع قطعات پپتیدی زیست‌فعال در توالی اولیه است. نتایج در جدول شماره ۲ ارائه شده است.

۲.٤. رتبه‌بندی پپتیدهای مشتق از هضم گوارشی فیکوسیانین و سنجش میزان جذب گوارشی پپتیدها

پتانسیل پپتیدهای حاصل از هضم گوارشی پروتئین فیکوسیانین توسط ابزار PeptideRanker پیش‌بینی و نتایج در جدول ۳ ارائه شد. این سرور مبتنی بر وب، احتمال فعالیت بیولوژیکی یک پپتید را پیش‌بینی می‌کند و نمره هر پپتید را در محدوده صفر تا یک ارائه می‌دهد، که مربوط به احتمال بیشترین و کمترین فعالیت پپتید زیست فعال است (Zhang and Zhang,2013). توالی پپتیدها پس از هضم گوارشی، با استفاده از ابزار آنلاین PepSMI به رشته‌های سیستم ورودی ساده مولکولی تبدیل شدند. با استفاده از رشته های SMILES تولید شده، جذب بالقوه GI قطعات پپتید آزاد شده از هضم با کمک آنزیم‌های گوارشی با استفاده از سرور SwissADME تجزیه و تحلیل و در جدول ۳ بررسی شدند (Daina et al., 2017).

۲.۵. پیش‌بینی سمیت پپتیدهای مورد بررسی

پیش‌بینی سمیت این پپتیدها با استفاده از ابزار آنلاین ToxinPred مورد بررسی قرار گرفت. روش پیش‌بینی مبتنی بر Support Vector Machine (SVM) با مقدار آستانه ۰/۰ انتخاب شد. مقدار آستانه (۰/۰) برای جداسازی پپتیدهای سمی و غیرسمی استفاده شد. نتایج در جدول ۳ ارائه شده است.

۳. بحث و نتایج

در این مطالعه، بررسی درون رایانه‌ای خواص بیولوژیکی C-phycocyanin و پپتیدهای زیست‌فعال مشتق از هضم گوارشی آن در ریزجلبک اسپیرولینا پلاتنسیس انجام شد. جدول۱، فراوانی وقوع قطعات پپتیدی زیست‌فعال در توالی (A) را در زیر واحدهای فیکوسیانین برای فعالیت‌های زیستی انتخاب شده نشان می‌دهد. بیشتر پپتیدهای پنهان موجود در این پروتئین دارای قابلیت dipeptidyl peptidase IV inhibitor بودند. در تمامی فعالیت‌های بررسی شده، بجز خاصیت dipeptidyl peptidase IV inhibitor پتانسیل زیرواحد آلفا از بتا در تولید قطعات زیست فعال بیشتر گزارش شد. دی پپتیدیل پپتیداز ۴ ، یک گلیکوپروتئین گذرنده با جرم مولکولی ۲۲۰–۲۴۰ کیلو دالتون است که در اصل به‌عنوان خوشه نشانگر سطح سلول T تمایز ۲۶ (CD26) شناخته می‌شود (Kameoka et al., 1999). مهارکننده‌های DPP4 داروهای خوراکی ضد دیابت (OADs) برای درمان دیابت نوع ۲ (T2DM) هستند (Shao et al., 2020).

جدول ۱، فراوانی وقوع قطعات پپتیدی زیست‌فعال در توالی فیکوسیانین(A) را نشان می‌دهد.

SUBUNIT	ACE inhibitor (A)	Antioxidative (A)	dipeptidyl peptidase III inhibitor (A)	dipeptidyl peptidase IV inhibitor (A)
Alpha	۰/۵۴۳۲	۰/۰۶۷۹	۰/۱۱۱	۰/۶۲۳۵
Beta	۰/۴۵۳۵	۰/۰۳۴۹	۰/۰۹۳۰	۰/۶۴۵۳

مطابق جدول۲، پس از اعمال آنزیم‌های پپسین، تریپسین و کیموتریپسین، زیرواحدهای آلفا و بتا هضم شدند و توالی ۱۳ نوع قطعهت پپتیدی تولید شده معرفی گردید. در مجموع توانایی تولید قطعات زیست فعال با خاصیت DPP IV inhibitor توسط آنزیم‌ها بیشتر از سایر فعالیت‌های بررسی شده بود. همچنین این میزان در زیرواحد بتا از آلفا بیشتر گزارش شد. به طور کلی فراوانی وقوع قطعات با فعالیت معین توسط آنزیم‌ها در زیرواحد آلفا بیشتر از بتا گزارش شد که این موضوع می‌تواند به سبب فراوانی بیشتر وقوع قطعات پپتیدی زیست‌فعال در توالی(A) زیرواحد آلفا نسبت به زیرواحد بتا باشد (نتایج جدول۱).

جدول۲- فراوانی وقوع قطعات با فعالیت معین توسط آنزیم‌ها (A_E) و توالی پپتیدهای حاصل از هضم گوارشی فیکوسیانین را نشان می‌دهد.

SUBUNIT	ACE inhibitor (A_E)	Antioxidative (A_E)	dipeptidyl peptidase IV inhibitor (A_E)
Alpha	۰/۰۳۰۱	۰.۰۰۶۰	۰/۰۳۶۱
peptids	GL, GR, GK, SY, DY	EL	AL, GL, MK, PY, SY,
Beta	۰/۰۲۲۷	۰/۰۰۵۷	۰/۰۴۵۵
peptids	MF, AY, GL	AY	AL, SL, GL, AY, DR, MF, MK, TK, SL, DR

سمیت پپتیدهای مهارکننده ممکن است از توسعه مصرف پپتیدهای فعال به‌عنوان مواد غذایی مفید و یا دارویی جلوگیری کند. مطابق جدول۳، تمامی پپتیدهای زیست فعال تولید شده از هضم گوارشی پروتئین فیکوسیانین غیرسمی گزارش شدند. این

پپتیدها پس از بررسی های آزمایشگاهی و تجربی و غیره می‌توانند به‌عنوان گزینه مناسبی در سنتز غذایی یا دارویی و مصارف انسانی پیشنهاد شوند. همچنین بیشینه احتمال زیست فعالی مربوط به پپتید (0.99) MF و (0.80) GLکمترین میزان آن مربوط به پپتید(0.03) TK و (0.07) EL گزارش شد. از مجموع ۱۳ نوع پپتید تولید شده بیشینه میزان جذب توسط دستگاه گوارش مربوط به پپتیدهای GL,MF,AY,EL,AL,PY گزارش شد. لازم به ذکر است که ممکن است قطعات دیگر از پروتئین مورد مطالعه، فعالیت بازدارندگی بهتری را ارائه بدهند. علاوه بر این، توالی‌های پپتیدی احتمالی باید از پروتئین‌های مادر آزاد شوند تا فعال شوند. لذا تجزیه و تحلیل In silico برای پیشبرد هدف طراحی پپتیدهای فعال مطلوب یا ضد DPP4 در فضای آزمایشگاهی از پروتئین انتخابی با بازدهی بهتر مفید خواهد بود.

جدول۳- رتبه بندی، پیش بینی سمیت و میزان جذب گوارشی پپتیدهای حاصل از هضم گوارشی فیکوسیانین را نشان می‌دهد.

SUBUNIT	ACE inhibitor peptide/ Rank	Toxicity prediction	GI ABS	Antioxidative peptide/ Rank	Toxicity prediction	GI ABS	DPP IV inhibitor peptide/ Rank	Toxicity prediction	GI ABS L=Low H= High
Alpha	GL (0.80) GR (0.76) GK (0.29) SY (0.26) DY (0.24)	Non-Toxin	GL (H) GR (L) GK (L) SY (L) DY (L)	EL (0.07)	Non-Toxin	EL (H)	AL (0.43), GL (0.80), MK (0.45), PY (0.73), SY (0.26)	Non-Toxin	AL (H), GL (H) MK (L), PY (H) SY (L)
Beta	MF (0.99) AY (0.36) GL (0.80)	Non-Toxin	MF (H) AY (H) GL (H)	AY (0.36)	Non-Toxin	AY (H)	AL (0.43), SL (0.33) GL (0.80), AY (0.36) DR (0.28), MF (0.99) MK (0.45) TK (0.03)	Non-Toxin	AL (H), SL (L) GL (H), AY (H), DR (L), MF (H), MK (L), TK (L)

٤. نتیجه‌گیری

بر اساس تجزیه و تحلیل in silico پروتئین فیکوسیانین ریزجلبک اسپیرولینا پلاتنسیس، می‌توان نتیجه گرفت که زیر واحدهای آلفا و بتا آن دارای چشم اندازهای خوبی به‌عنوان پیش‌ساز پپتیدهای فعال زیستی هستند. این ریزجلبک با توجه به فراوانی طبیعی مجموعه پروتئینی، برای تولید و استخراج پپتیدهای زیست‌فعال چشم‌انداز بسیار مناسبی است که وابستگی شدید به پروتئین‌های معمولی گران‌قیمت را کاهش بدهد. پپتیدهای حاصل از اثر آنزیم‌ها دارای عملکردهای بیولوژیکی مربوط به مدیریت و درمان بیماری‌های انسانی، مانند دیابت، بیماریهای قلبی عروقی، کنترل درد و بیماری‌های عصبی هستند. این یافته‌ها، لزوم مطالعات بیشتر تجربی برای بررسی کشت و پرورش این ریزجلبک را به عنوان منابع پروتئینی و پپتیدهای زیست فعال (جهت تولید مواد مغذی مبتنی بر پپتید برای مصرف و سلامت انسان) را آشکار می کند.

منابع

Daina A, Michielin O, Zoete V. SwissADME: a free web tool to evaluate pharmacokinetics, drug-likenessand medicinal chemistry friendliness of small molecules. Sci Rep 2017;7:42717.

Kameoka J., Tanaka T., Nojima Y., Schlossman S.F., Morimoto C. Direct association of adenosine deaminase with a T cell activation antigen, CD26. Science. 1993;261:466–469. [PubMed] [Google Scholar] [Ref list] Korhonen H, Pihlanto A. 2006; Bioactive peptides: production and functionality. International dairy journal 16(9): 945-60.

Minkiewicz, P., Dziuba, J., Iwaniak, A., Dziuba, M., & Darewicz, M. (2008). BIOPEP database and other programs for processing bioactive peptide sequences. Journal of AOAC International, 91(4), 965-980.

Dziuba J, Minkiewicz P, Nałecz D, Iwaniak A. 1999; Database of biologically active peptide sequences. Food/Nahrung 43(3): 190-5.

Romay, C. H., Gonzalez, R., Ledon, N., Remirez, D., & Rimbau, V. (2003). C-phycocyanin: a biliprotein with antioxidant, anti-inflammatory and neuroprotective effects. Current protein and peptide science, 4(3), 207-216.

Shahidi, Fereidoon, and Ying Zhong. "Bioactive peptides." Journal of AOAC international 91.4 (2008): 914-931.

Shao, Shiying, et al. "Dipeptidyl peptidase 4 inhibitors and their potential immune modulatory functions." Pharmacology & therapeutics 209 (2020): 107503.

Udenigwe CC, Howard A. 2013; Meat proteome as source of functional biopeptides. Food Research International 54(1): 1021-32.

Zarandi-Miandoab, Leila, et al. "In silico comparison of bioactive peptides derived from three microalgae RuBisCO enzyme with commonly consumed proteins." Cellular and Molecular Research (Iranian Journal of Biology) (2022).

Zhang B, Zhang X. 2013; Separation and nanoencapsulation of antitumor polypeptide from Spirulina platensis. Biotechnology progress 29(5): 1230-8.

In-Silico analysis of the biological properties of C-phycocyanin and bioactive peptides in *Spirulina platensis*

Leila Zarandi-Miandoab, Seyedeh Fahimeh Razavi, Farshad Pouryousef , Nader Chaparzadeh*

Department of Biology, Faculty of Sciences, Azarbaijan Shahid Madani University

Abstract

Nowadays, microalgae biomass is studied as a protein source in the human diet. *Spirulina plantensis* is the most important microalgae identified as a food supplement or complete food in the human diet. This microalga is a rich source of fast-digesting proteins and essential and non-essential amino acids. 50% of the total protein of this strain belongs to the phycobiliprotein family. Of these, about 20% of the total share of phycobilin-proteins belongs to the valuable protein phycocyanin. Due to its antioxidant, anticancer, anti-inflammatory, anti-viral, andcholesterol-lowering activities, this pigment is a source of bioactive medicinal peptides that can be used in the food, pharmaceutical, cosmetic, and biotechnology industries. In the last few years, web servers and bioinformatics software have been widely used as powerful prediction methods and are also capable of investigating the performance of various types of proteins and peptides. The findings in this research indicate that the frequency of occurrence of bioactive peptide fragments in the protein sequence (A) in the alpha subunit of phycocyanin protein was higher than in its beta subunit regarding selected activities. The maximum biological activity and frequency of occurrence of fragments with certain activity by enzymes related to anti-DPP4 properties were reported. 13 types of bioactive peptides were produced after simulating digestive digestion and reported to be non-toxic. These data can be a proposal for the production of medicine containing bioactive peptides from phycocyanin in Spirulina platensis microalgae.

Keywords: *Spirulina platensis*, Phycocyanin, Bioactive peptides, Bioinformatics

بررسی ظرفیت آنتی‌اکسیدانی و عملکرد گیاه دارویی شوید تحت تأثیر محلول‌پاشی برخی پلی‌آمین‌ها

حسینعلی اسدی قارنه*، مهتاب زاهدی

گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد اصفهان (خوراسگان)، اصفهان، ایران

چکیده

این پژوهش در دانشگاه آزاد اسلامی واحد اصفهان (خوراسگان) با هدف بررسی ظرفیت آنتی‌اکسیدانی و عملکرد گیاه دارویی شوید تحت تأثیرمحلولپاشی برخی پلی‌آمین‌ها انجام شد. پژوهش در قالب طرح آماری بلوک کامل تصادفی شامل ۱۰ تیمارهای اسپرمین، اسپرمیدین و پوتریسین هر کدام در سه سطح ۵۰، ۱۰۰ و ۱۵۰ میلی‌گرم در لیتر و تیمار شاهد (بدون محلولپاشی) انجام شد. محلول‌پاشی در سه مرحله و به فاصله زمانی ۱۵ روز یک بار انجام شد. داده‌ها حاکی از آن بود که بیشترین ظرفیت آنتی‌اکسیدانی در تیمار اسپرمیدین ۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر و بیشترین مقدار عملکرد بذر در تیمار کاربرد اسپرمین ۱۵۰ میلی‌گرم در لیتر (۹۹گرم در هر متر مربع)، حاصل شد. همچنین با افزایش غلظت اسپرمیدین عملکرد تولیدی بذر کاهش یافت. به طور کلی کاربرد اسپرمیدین و اسپرمین در غلظت متوسط (۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر) و حداکثر(۱۵۰ میلی‌گرم در لیتر)، بیشترین تأثیر را بر صفات مذکور داشت. بنابر این استفاده ازاین پلی‌آمین‌ها به منظور افزایش ظرفیت‌آنتی اکسیدانی و عملکرد بذر در گیاه دارویی شوید پیشنهاد می‌شود.

واژگان کلیدی : ظرفیت آنتی‌اکسیدانی، شوید، پلی‌آمین ، عملکرد

* h.asadi@khuisf.ac.ir

۱. مقدمه

شوید *(Anethem graveolens L.)* یا شبت گیاهی است دیپلوئید، یکساله، دگرگشن و دارویی، متعلق به خانواده چتریان با منشأ نواحی شرقی مدیترانه‌ای که مصارف مختلفی در صنایع دارویی و غذایی دارد (جهان‌آرا و حائری‌زاده، ۱۳۸۰). ساقه این گیاه استوانه‌ای، بدون کرک، دارای خطوط طولی و در محل گره‌ها کمی فرو رفته است، برگ‌هایی متناوب که حدود ۳۰ سانتی‌متر طول دارند، با پهنک مستقیم با بریدگی‌های نازک و نخی شکل هستند. گل‌ها به رنگ زرد و در بالای چتر قرار دارند. میوه آن بیضوی، مسطح، به طول ۳ میلی‌متر و به رنگ قهوه‌ای روشن است. شوید در سطح وسیعی در ایران، قفقاز، حبشه، مصر، هند، انگلیس، اسپانیا، ایتالیا و مجارستان کشت می‌شود. انتشار جغرافیایی آن در ایران به‌صورت طبیعی در نواحی مختلف مثل تبریز، خراسان و تفرش ذکر شده است (زرگری، ۱۳۷۴). میوه شوید اثر درمانی مشابه به رازیانه و زیره سیاه دارد و اثر نیرودهنده، مقوی معده، هضم‌کننده غذا، دفع استفراغ، آرام‌کننده و زیاد کننده ترشحات شیر مادر را دارا می‌باشد. هم‌چنین شوید ضدباکتری، حفاظت کننده در برابر رادیکال‌های آزاد و مواد سرطان‌زا است و همین‌طور برای جلوگیری از پوکی استخوان به کار می‌رود و کاهش‌دهنده کلسترول و چربی خون است (امیدبیگی، ۱۳۷۹). شوید در میان گونه‌های گیاهی، جزء گیاهانی که معروف به کاهش خطر ابتلا به سرطان هستند، طبقه‌بندی شده است (Yang *et al* ,1996).

آنتی‌اکسیدان‌ها ترکیباتی هستند که به طور مؤثر و به طریق‌های مختلف از واکنش رادیکال آزاد به شکل‌های اکسیژن و نیتروژن فعال با زیست مولکول‌هایی مثل پروتئین، اسیدهای آمینه، لیپید و دی. ان.ای جلوگیری کرده و منجر به کاهش آسیب و یا مرگ سلولی، بیماری‌های قلبی-عروقی و سرطان‌ها می‌شوند (شریفی‌فر، ۱۳۸۵). ترکیبات دارویی و آروماتیک آن‌ها به‌عنوان منابع طبیعی که دارای خاصیت آنتی‌اکسیدانی هستند مورد توجه محققین قرار گرفته است (Kulicis *et al* .,1997).

پلی‌آمین‌ها کاتیون‌های مولکولی کم وزنی هستند که برای رشد و نمو موجودات پروکاریوت و یوکاریوت ضروری هستند. در سلولهای گیاهی پوتریسین دی آمین، تری آمین اسپرمیدین و تترآمین اسپرمین از جمله پلی‌آمین‌های اصلی به شمار می‌روند (Bhattacharjee and De ,2005). در گیاهان، پلی‌آمین‌ها در تمام اندامهای رویشی و زایشی وجود دارند. ریشه‌ها، ساقه‌ها، برگ‌ها و گل‌ها دارای پلی‌آمین هستند. این ترکیبات در بذرها، دانهال‌ها، غده‌ها، مریستم‌ها، چوب، آبکش و بافت‌های پارانشیمی نیز یافت می‌شوند. در سلول‌های گیاهی، پلی‌آمین‌ها عمدتاً در واکوئل‌ها جای دارند. همچنین بصورت باند شده به هسته، میتوکندری‌ها، کلروپلاست‌ها، ریبوزوم‌ها، دیواره‌های سلولی و غشاها یافت می‌شوند و حتی در مایع آپوپلاستی نیز وجود دارند (Esna-Ashari and Zokaee Khosroshahi, 2005).

پژوهشگران بر این باورند که به خاطر طبیعت‌های فیزیولوژیکی چندبار مثبتی پلی‌آمین‌ها درpH های فیزیولوژیکی است که این مولکولها در فعالیت‌های فیزیولوژیک نقش اساسی بازی می‌نماید. در واقع آنها به مولکولهایی که تعداد زیادی بار منفی دارند مانند DNA ،پروتئین‌ها، فسفولیپیدها، روغن‌های غشایی و پلی‌ساکاریدهای پکتینی اتصال یافته و از تخریب آنها جلوگیری می‌کنند. این ترکیبات همچنین در فسفوریلاسیون لیپیدها و تغییرات پیش از رونویسی نقش اساسی دارند. پلی‌آمین‌ها با داشتن خاصیت آنتی‌اکسیدانی و پلی‌کاتیونی موجب پایداری و انسجام غشاهای سلولی می‌شوند.اثر دیگر آن‌ها به عنوان ترکیبات ضدپیری و ضدتنش به تأثیر آنها در جلوگیری از رادیکال‌های آزاد مربوط می شود. این ترکیبات به دلیل داشتن بارهای مثبت به

عنوان دهنده الکترون و ایجادکننده کمپلکس با ترکیبات دارای رادیکال آزاد به حساب می‌آیند و درنتیجه از تجمع این ترکیبات مضر که موجب تسریع در پیری و ایجاد تنش در سلول‌ها می‌شوند جلوگیری می‌کنند .(Sood *et al.*, 2005).

با توجه اثرات مثبت پلی‌آمین‌ها و استفاده روز افزون از گیاهان دارویی، در این پژوهش اثرات این تنظیم‌کننده‌ها بر ظرفیت آنتی‌اکسیدانی و عملکرد بذر در گیاه دارویی شوید بررسی شد.

۲. مواد و روش‌ها

۱.۲. منطقه مورد مطالعه

این پژوهش در تابستان سال ۱۳۹۹ در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه آزاد اسلامی واحد اصفهان (خوراسگان) در روستای خاتون‌آباد که در فاصله ۱۰ کیلومتری شرق اصفهان در عرض جغرافیایی ۳۲ درجه و ۴۰ دقیقه شمالی و طول جغرافیایی ۵۱ درجه و ۴۸ دقیقه شرقی واقع شده است ، انجام شد.

۲.۲. روش تحقیق

برای این پژوهش زمینی به مساحت ۱۲۰ مترمربع انتخاب و پس از مراحل آماده‌سازی زمین نمونه‌برداری از خاک محل آزمایش به منظور آزمون آنالیز خاک انجام شد (جدول شماره ۱). پس از آن عملیات کرت‌بندی، طناب‌کشی، نشانه‌گذاری و نصب سیستم آبیاری قطره‌ای انجام گرفت. در زمین کشاورزی سه ردیف کاشت وجود داشت که در هر ردیف ۱۰ کرت بود و برای هر تکرار سه کرت در نظر گرفته شده بود. ابعاد هر کرت حدود ۲ در ۱ متر در نظر گرفته شد و فاصله بین کرت‌ها ۰/۵ متر بود. پس از اتمام این مراحل، کاشت و سایر عملیات لازم انجام گرفت. این تحقیق در قالب طرح آماری بلوک کامل تصادفی با ۱۰ تیمار شامل اسپرمین، اسپرمیدین و پوترسین هر کدام در سه سطح ۵۰، ۱۰۰ و ۱۵۰ میلی‌گرم بر لیتر و تیمار شاهد (بدون محلول‌پاشی) و در سه تکرار انجام شد. محلول‌پاشی برگی در سه مرحله و به فاصله زمانی ۱۵ روز یک‌بار انجام شد. محلول‌پاشی هنگام غروب آفتاب انجام گرفت.

جدول ۱. خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک محل انجام آزمایش

EC (ds/m)	pH	کربن آلی (درصد)	آهک (درصد)	گچ (درصد)	ازت کل (درصد)	SP (درصد)	رس (درصد)	شن (درصد)	سیلت (درصد)	بافت خاک
۵/۸	۷/۵	۰/۵۵	۳۸/۴	۰/۰۲۵	۰/۰۶	۵۹	۴۴	۱۰	۴۶	سیلتی رسی

برای سنجش فعالیت آنتی‌اکسیدانی از روش رادیکال آزاد DPPH استفاده شد. بعد از عصاره گیری با متانول و خشک‌کردن عصاره‌ها، غلظت‌های ۶۰ تا ۶۰۰ میکروگرم بر میلی لیتر تهیه شد. سپس محلولی با نسبت مساوی از عصاره‌ها (۸ میلی‌گرم DPPH در ۱۰۰ میلی لیتر متانول) تهیه گردید و جذب نمونه ها پس از ۳۰ دقیقه در دمای آزمایشگاه اندازه گیری شد . درصد مهار رادیکال DPPH بااستفاده از رابطه $\%R = AD - AS / AD \cdot 100$ به دست آمد که در این رابطه $_{AD}$ جذب DPPHو AS جذب نمونه‌ها در ۵۱۷ نانومتر بود.(Blois, 1958) برای بررسی عملکرد بذور نیز میزان بذر تولید شده از هر تکرار بر حسب گرم در هر متر مربع محاسبه شد.

اطلاعات مورد نظر پس از اندازه‌گیری، ثبت و آنالیز داده‌ها توسط نرم‌افزار آماری SPSS انجام شد. برای مقایسه میانگین داده‌ها از آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح ۱ و ۵ درصد استفاده شد. برای رسم نمودارها نیز از نرم‌افزار اکسل استفاده شد.

۳. نتایج

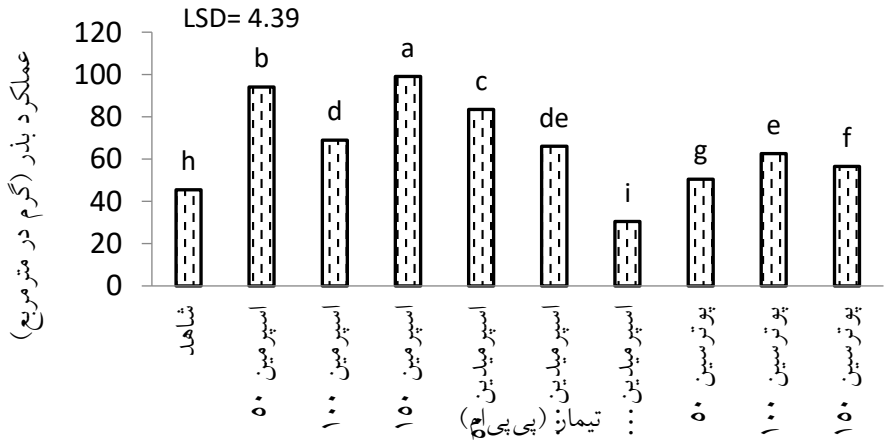
با توجه به جدول تجزیه اریانس اثر تیمارهای مختلف بر درصد ظرفیت آنتی‌اکسیدانی و عملکرد بذور در سطح ۱ درصد معنی‌دار شد(جدول ۲).

جدول۲. نتایج تجزیه واریانس اثر تیمارها بر ظرفیت آنتی‌اکسیدانی و عملکرد بذر گیاه دارویی شوید

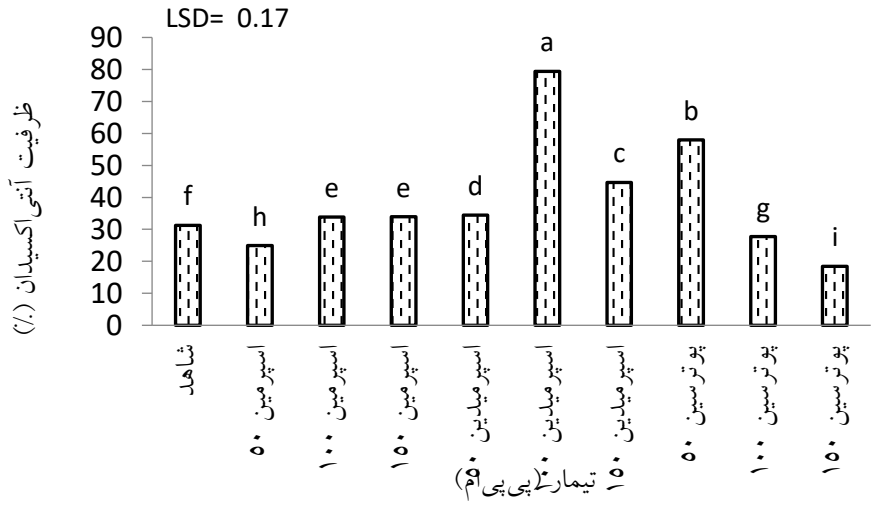
منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات	
		ظرفیت آنتی‌اکسیدانی(درصد)	عملکرد بذر(گرم بر متر مربع)
بلوک	۲	۱/۲۹**	۱۱/۱۱
تیمار	۹	۹۶۷/۵**	۱۴۰۳/۶**
خطا	۱۸	۰/۰۱	۶/۵۵
ضریب تغییرات (درصد)		۰/۲۵	۳/۸۹

* و **: به ترتیب معنی‌دار شدن در سطح آماری ۵ و ۱ درصد.

مقایسه میانگین اثر تیمارها بر مقدار ظرفیت آنتی‌اکسیدانی نشان داد که بیشترین مقدار آن (۷۹/۴۱٪) مربوط به تیمار اسپرمیدین ۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر و کمترین مقدار آن (۱۸/۴۷٪) مربوط به تیمارپوترسین ۱۵۰ میلی‌گرم در لیتر بود. بیشترین عملکرد بذر نیز در تیمار اسپرمین ۱۵۰ میلی‌گرم در لیتر،(۹۹ گرم) و کمترین مقدار آن (۳۰/۵۰ گرم) برای تیمار اسپرمیدین ۱۵۰ میلی‌گرم در لیتر اندازه‌گیری شد. همچنین با توجه به به نمودار ۱، عملکرد بذر با افزایش غلظت اسپرمیدین به طور معنی‌داری کاهش یافت و با افزایش غلظت پوتریسین ظرفیت آنتی‌اکسیدانی به طور معنی‌داری کاهش یافت (شکل‌های ۱و۲).



شکل ۱. اثر محلول‌پاشی سطوح مختلف اسپرمین، اسپرمیدین و پوتریسین بر عملکرد بذر گیاه دارویی شوید



شکل ۲. اثر محلول‌پاشی با سطوح مختلف اسپرمین، اسپرمیدین و پوتریسین بر ظرفیت آنتی‌اکسیدانی گیاه شوید

٤. بحث و نتیجه‌گیری

محققین دریافتند که کاربرد برون‌زای پلی‌آمین‌ها فعالیت آنتی اکسیدانی گیاه استویا را به میزان ۲۰ درصد افزایش داده است (مرادی پینوندی و همکاران، ۱۳۹۶). در واقع افزایش مشاهده شده در قابلیت آنتی‌اکسیدانی استویا در آزمون DPPH نیز نتیجه افزایش میزان کلی متابولیت‌های ثانویه گیاه از جمله فلاونوئیدها و آنتوسیانین‌ها می‌باشد (Zeng *et al.*, 2013) . همچنین با افزایش سطح اسپرمیدین در گندم دروم ظرفیت آنتی‌اکسیدانی افزایش یافته است (راهداری، ۱۳۹۸). در بررسی اثر پوتریسین و اسپرمیدین روی انگور در دمای پایین نشان داده شده است که این دو ترکیب پلی‌آمینی توام با سرما سبب افزایش آنتوسیانین و فنل کل شده و درنتیجه به طریقه غیر مستقیم نیز افزایش ظرفیت آنتی‌اکسیدانی در سلول را باعث می‌شوند (Mirdehghan and Rahimi, 2016).

کاربرد برونزای پوتریسین در نخود سطوح هیدروژن پراکسیداز و میزان مالون دی آلدهید را کاهش و فعالیت ضد اکسیدانی را افزایش داد. این ترکیبات شبه هورمونی به دلیل اتصال مستقیم به اجزای سلولی و همچنین آنیون‌ها و کاتیون‌ها از واکنش‌های اکسیداتیو توسط فلزات، اکسیداتیو نوری و پراکسیداسیون لیپیدها جلوگیری کرده و به عنوان یک آنتی‌اکسیدان مطرح هستند (Groppa and Benavides , 2008). محققین پیشین طی پژوهش‌های خود نشان دادند که، میزان فعالیت آنتی‌اکسیدانی در میوه کیوی تحت تأثیر تیمارهای پلی‌آمین‌ها واقع شد و بالاترین مقدار آن مربوط به سطوح مختلف و اسپرمیدین بود که با نتایج حاصل از این پژوهش همخوانی دارد (میردهقانی و همکاران، ۱۳۹۴). اثر ضد اکسیدانی پلی‌آمین‌ها به تعداد گروه‌های

آمینی موجود در مولکول آنها وابسته است، به طوری که اسپرمین نسبت به اسپرمیدین اثر ضد اکسیدانی بیشتری دارد و فعالیت ضد اکسیدانی این دو نسبت به پوتریسین بالاتر است. مانند ضد اکسیدان‌ها، پلی‌آمین‌ها نیز لیپیدهای غشا را در مقابل آسیب

اکسیداتیو حفظ می‌کنند و درنتیجه منجر به حفظ هومئوستازی در سلول‌های گیاهی می‌شوند (Aronova *et al* , 2005). بررسی مقایسه‌های اثر محلولپاشی پوتریسین و تیامین بر روی گیاه بابونه نشان داد که پوتریسین با غلظت ۱۵۰ ppm بیشترین تأثیر مثبت را بر صفات فیزیولوژیک و عملکرد گیاه بابونه داشت (Mahgoub *et al* , 2011). محلولپاشی برگی پوتریسین، باعث افزایش معنی‌دار وزن تر و خشک گیاه ،قطر غده، وزن و عملکرد پیاز خوراکی می‌شود و همچنین سبب افزایش کیفیت این گیاه به لحاظ افزایش میزان قندهای محلول کل، ترکیب‌های گوگرد کل، محتوای فنول‌های محلول کل، اسید آمینه های آزاد و کل محتوای رنگدانه‌های فتوسنتزی می‌گردد. پوتریسین در تولید بسیاری از گیاهان مانند فلفل شیرین (Talaat ,2003) ، گوجه فرنگی (Cohen et al 1982) ،نخودفرنگی (Gharib and Hanafi Ahmad ,1982) بادنجان (El-Tohamy *et al* ,2008) نقش تنظیم کنندگی روی فرایندهای رشد داشته و باعث بهبود عملکرد این گیاهان در شرایط طبیعی و همچنین باعث ایجاد مقاومت برای رشد در شرایط نامساعد محیطی می‌گردد. محققین دریافتند که کاربرد خارجی اسید سالیسیلیک و اسپرمین به‌صورت جداگانه و تلفیقی موجب افزایش میزان عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیکی اسفرزه می‌شود (روحانی و همکاران، ۱۳۹۸).همچنین بیش ترین عملکرد رویشی گیاه بادرشبو در تیمار با اسپرمین به دست آمد (راحتی و همکاران، ۱۳۹۳)، که با نتایج حاصل از این آزمایش مطابقت داشت.این تنظیم کننده‌های زیستی می‌توانند به عنوان منبع نیتروژن یا مولکول راهنما عمل کنند و از این طریق در عملکرد موثر هستند (Kamiab *et al.*, 2015).

منابع

امید بیگی، ر. ۱۳۷۹. تولید و فرآوری گیاهان دارویی. جلد سوم. انتشارات آستان قدس رضوی. صفحات ۶۰-۴۸.

جهان‌آرا، ف.، حائری‌زاده م. ۱۳۸۰. اطلاعات و کاربرد داروهای گیاهی رسمی ایران. انتشارات مجتمع آموزش کشاورزی سبز ایران، صفحه ۴۴۲.

راحتی، ر.حکیمی،ل.زارع نهندی ،ف.۱۳۹۳.تاثیر پلی‌امین‌ها بر ارزیابی‌های کمی و کیفی اسانس گیاه دارویی بادرشبو (*Deracocephalum maldivica L.*). دوفصلنامه بیوتکنولوژی کاربردی.۱و۲.

راهداری، پ.۱۳۹۸ . تاثیر پیش تیمار اسپرمیدین و پلی اتیلن گلیکول بر جوانه زنی و برخی فعالیت های فیزیولوژی در گیاه گندم دروم(*Triticum durum*). نشریه فیزیولوژی محیطی گیاهی،سال چهاردهم،۹۵:۵۵-۱۰۷.

رومانی، ا.، بیابانی، ع.،راحمی کاریزکی، ع.،غلامعلی پور علمداری، ع.، قلی‌زاده، ع. ۱۳۹۹. پاسخ خصوصیات کمی و کیفی گیاه دارویی اسفره (*plantago avata frossk*) به محلول‌پاشی برگی اسید سالسیک اسید واسپیرمن تحت تنش خشکی. ۱۳،(۲)، ۵۱۷-۵۰۳.

زرگری ع. ۱۳۷۴ . گیاهان دارویی. جلد دوم. انتشارات دانشگاه تهران. صفحات ۳۳- ۲۸.

شریفی‌فر ف، مشافی م، منصوری س. ۱۳۸۶. ارزیابی اثرات ضدمیکروبی و آنتی‌اکسیدانی اسانس و عصاره متانول آویشن شیرازی (*Zataria multifora L*) در محیط in vitro ۱۸: ۸۵-۸۰۰.

مرادی پینوندی، ک.، رضوی، س، م.،زهری، ص. بررسی اثر مکمل پلی امینی و سرما بر برخی پارامترهای فیتوشیمیایی گیاه دارویی (*Stevia rebaudiana Bertoni*). فصلنامه اکو فینوشیمی گیاهان دارویی.۲۰(۴).

میردهقان ح، اسماعیلی‌زاده م، پیرزاده ف. ۱۳۹۴. کاربرد قبل از برداشتن پلی‌آمین‌ها بر ویژگی‌های کیفی و عمر پس از برداشت میوه‌ی کیوی رقم هایوارد. علوم باغبانی ایران، دوره‌ی ۴۶. شماره ۳: ۳۹۸-۳۸۷.

Amin, A.A., Gharib, F.A.E., El-Awadi, M. and Rashad, E.M., 2011. Physiological response of onion plants to foliar application of putrescine and glutamine. Scientia Horticulturae, 129(2): 353-360.

Bhattacharjee SK and De LC. Postharvest technology of flowers and ornamental plants. Pub. Aavishkar. 2005, pp: 8-306.

Basilico, M.Z, Basilico, J.C. 1999.Jnhibitory effects of some Spice essential oils on Aspergillus ochraceus NRRL 3174 groath and ochratoxin A Prodution letters in Applied Micro biology, 29 (4): 238-241.

Baratta, M.Z., Porman, H.J.D. Peans, S.G., Biondi, D.M. and Ruberto, G. 1998. Chemical Composition, antimicrobial and anti oxidative activity of laurel, Sage, rosemary, oregano and Coriander essential oits. Journal of Essential oll Research, 10(6): 618-627.

Blois, M.S. 1958. Antioxidant Determination by the Use of Stable Free Radical. Nature, 181(4617): 1199-1200.

Cohen, E., Arad, S., Heimer, Y.M. and Mizrahi, Y., 1982. Participation of ornithine decarboxylase in early stages of tomato fruit development. Plant Physiology, 70: 540-543.

Esna-Ashari M and Zokaee Khosroshahi MR. 2008 . Polyamines and Horticultural Sciences. Bu-Ali Sina University Press, Hamadan. No 293

El-Tohamy, W.A, El-Abagy, H.M. and El-Greadly, N.H.M., 2008. Studies on the effect of putrescine, yeast and vitamin C on growth, yield and physiological responses of eggplant (Solanum melongena L.) under sandy soil conditions. Australian Journal of Basic and Applied Sciences, 2(2): 296-300.

Groppa, M. D., M. P. Benavides. 2008. Polyamines and abiotic stress: recent advances. Amino acids, 34(1): 35-45.

Gharib, A.A. and Hanafy Ahmed, A.H., 2005. Response of pea plants (Pisum sativum L.) to foliar application of putrescine, glucose, foliar feed and silicon. Journal of Agricultural Science Mansoura University, 30(12): 7563-7579.

Kamiab, f., Heidari salehabad ,M., Zamani bahramabadl, E. 2015. Evaluation the Effects of fouar Treatments of Polyamines and some organic Acidson Quantative and Qualitative Trains in Some Pistachio Cultivars. Journal of Nutes, b (2): 131-142.

Kulisic, T., Radonic, A. Andkatalinic,v.2004, use of different methods for testing anti oxidative fo oregano essentialoll. Food chemistry, 85: 633-640.

Mirdehghan, S. H., and S. Rahimi., 2016. Pre-harvest application of polyamines enhances antioxidants and table grape (Vitis vinifera L.) quality during postharvest period. Food Chemistry, 196:1040-1047

Martin-Tanguy, J. (2001) Metabolism and function of polyamines in plants: recent development (new approaches). Plant Growth Regulation 34: 135-148.

Nayyar, N. & Chander, S. (2008). Protective effects of polyamines against oxidative stress induced by water and cold stress in chick pea. Journal of Agronomy and Crop Science, 69, 2133-2141.

Singh, MP., Panda, H. 2005. Medicinal Herbs with their Formulations. Daya Publishing House, Delhi, India.

Sood, Sh ,.Nagar, PK. 2008Post-harvest alterations in polyamines and ethylene in two diverse rose species. Acta Physiol. Plant. 30: 243-248.

Talaat, N.B., 2003. Physiological studies on the effect of salinity, ascorbic acid and putrescine on sweet pepper plant. Ph.D Thesis, Cairo University.

Yang, Yo, Hang, Y., Peng, S. and Li, j. 1996. Carotenoid analysis of several dark green leafy vegetables associated with a lower risk of cancers. Biomedical and Environmental Sciences, 9 (4): 386-392.

Evaluation of Antioxidant Capacity and Seed Yield of Dill Under Influence of Polyamines Foliar Application

Hossein Ali Asadi-Gharneh*, Mahtab Zahedi

Department of Horticulture, Faculty of Agriculture, Isfahan (Khorasgan) Branch, Islamic Azad University, Isfahan, Iran

Abstract

This research was conducted in Islamic Azad University, Isfahan (Khorasgan), Branch with the aim of investigation the antioxidant capacity and seed yield of dill plants under the influence of polyamines. The research was conducted in the form of a Randomized complete Block design including 10 treatments of spermine, spermidine and putrescine each at three levels of 50, 100 and 150 mg/liter and control treatment (without foliar spraying) was done. Foliar spraying was done in three stages with a time interval of 14 days. The data indicated that the highest antioxidant capacity was obtained in the spermidine treatment of 100 mg/liter, (79.41%) and the highest yield in the spermine treatment of 150 mg/liter, (99 g). Also, with the increase in the concentration of spermidine, the yield also increased. In general, the use of spermidine and spermine in medium concentration (100 mg/liter) and the maximum (150 mg/liter) had the greatest effect on the mentioned traits. Therefore, the use of these polyamines in order to increase the antioxidant capacity and yield of dill plant was recommended.

Keywords: Antioxidant capacity, Dill, Polyamines, Yield.

* e-mail :h.asadi@khuisf.ac.ir

بررسی محتوی فنل و فلاوونوئید در بذر خارمریم (*Silybum marianum* (L.) Gaertn) توده‌های مختلف ایران

الهام امجدی[۱]، علی گنجعلی*[۱]، مهرداد لاهوتی[۱]، ابوالفضل شاکری[۲]

[۱] گروه زیست شناسی، دانشکده علوم پایه، دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد
[۲] گروه فارماموگنوزی، دانشکده داروسازی، دانشگاه علوم پزشکی مشهد، مشهد

چکیده

خارمریم گیاهی از خانواده کاسنی با نام علمی *Silybum marianum* (L.) Gaertn به علت دارا بودن فنل و فلاوونوئید به عنوان ضد التهاب و آنتی اکسیدان در سلامت انسان‌ها مورد توجه است. این گیاه دارای نوعی فلاوونولیگنان به نام سیلی‌مارین می‌باشد که از طریق ممانعت از پیوند سموم و داروها با غشا کبد به عنوان حفاظت کننده کبدی عمل می‌کند. تولید فنل و فلاوونوئید به عنوان متابولیت‌های ثانویه تحت تأثیر طیف وسیعی از عوامل ژنتیکی و محیطی قرار دارد. تنوع شرایط آب و هوایی و موقعیت رویشگاه‌ها عامل اصلی اختلاف در پروفایل ترکیبات شیمیایی گیاهان دارویی است. نتایج حاضر نشان داد توده‌های گرگان و مغان کمترین و اردبیل از بیشترین محتوای فنل برخوردار بودند. از نظر محتوای فلاوونوئید توده ایذه و بجنورد کمترین و مغان از این حیث بیشترین بود. به نظر می‌رسد شرایط خاص اقلیمی منطقه اردبیل (متوسط درجه حرارت پایین خاک و هوا) و شرایط تنشی، از جمله عوامل اصلی تولید بیشتر ترکیبات فنلی در این منطقه باشد. در این رابطه ایذه با کمترین میزان تولید فلاوونوئید از بالاترین محتوی فلاوونولیگنان سیلی‌مارین برخوردار بود.

واژگان کلیدی: خارمریم، فنل، فلاونوئید، سیلی‌مارین

* e-mail: ganjeali@um.ac.ir

۱. مقدمه

خارمریم با نام علمی *Silybum marianum* از تیره کاسنی می‌باشد که به نام‌های ماری تیغال، خار علیص، عکوب و خارمقدس در فارسی و عربی شناخته شده است (زرگری، ۱۳۷۵). میوه آن به شکل فندقه صاف قهوه‌ای که در انتها دارای تارهایی به نام پاپوس می‌باشد (Alikaridis et al., 2000). خارمریم بومی منطقه مدیترانه‌ای است که در حال حاضر در سایر مناطق گرم و خشک توسعه یافته است همچنین قادر به رشد در شرایط آب و هوایی مختلف ایران بوده و در واقع قادر به تحمل خشکی و شوری می‌باشد (قهرمان، ۱۳۶۲). میزان فنل و فلاوونوئیدهای خارمریم در شرایط اقلیمی که گیاه در آن رشد می کند به ژنتیک گیاه و نوع بذر آن‌ها بستگی دارد (Belitz, 2007). فنل و فلاوونوئید با خاصیت آنتی اکسیدانی و ضدالتهابی، در تنظیم متابولیسم بدن انسان مؤثر می‌باشند (Dicenzo et al., 2003). بذر خارمریم حاوی ۱۵ الی ۲۰ درصد روغن (Schulz et al., 1997) و دارای فلاوونولیگنان سیلی‌مارین است که به عنوان داروی محافظ کبدی مورد استفاده قرار می گیرد (Alikaridis et al., 2000). سیلی‌مارین شامل فلاوونوئیدهایی از قبیل سیلیبین A و B ، سیلی‌دیانین، سیلی کریستین و دی‌هیدروسیلیبین می‌باشد (Schulz et al., 1997). بررسی‌ها حاکی از آن است که سیلی‌مارین مانع پیوند بسیاری از سموم و داروها با غشا کبدی است. همچنین احتمال می‌رود سیلی‌مارین علاوه بر تثبیت غشاء، از طریق روبش رادیکال‌های آزاد و افزایش فعالیت آنزیم سوپراُکسیددیسموتاز در مکانیزم‌های دفاعی گیاه نقش مهمی را ایفا می کند (Kalorey et al., 2005). تأثیر شرایط اکوفیزیولوژیک برگیاهان مختلف متفاوت می‌باشد که مطالعه اثر آن به وسایل دقیق و کنترل شده نیاز دارد. از مهم‌ترین عوامل محیطی که بیشترین اثر را بر کیفیت و کمیت متابولیت‌های ثانویه دارد می توان به نور، دمای محیط پیرامون، آبیاری، ارتفاع محل، خاک و موجودات پیرامونی گیاه اشاره کرد. عوامل محیطی به سه شکل ۱- اثر بر کل مواد مؤثره گیاهان دارویی ۲- اثر بر عناصر تشکیل‌دهنده مواد مؤثره ۳- اثر بر مقدار تولید وزن خشک گیاه بر گیاهان تأثیرگذار هستند (Briskin, 2000). ویژگی‌های ژنتیکی و سازش افراد یک گونه با محیط می‌تواند دلیل اختلاف بین گونه‌ها باشد (Zare et al., 2013). تفاوت‌های اکولوژیکی و جغرافیایی در رویشگاه‌های مختلف علت اصلی تفاوت در متغیرهای رشد گیاهان دارویی است (Ramak and Asri, 2018) و در این رابطه، تولید متابولیت‌های ثانویه در شرایط متغیر محیطی انعکاسی از واکنش‌های مختلف گیاه به طیف وسیعی از شرایط آب و هوایی است (Martz et al., 2010). نظر به اینکه خارمریم به عنوان یک گیاه مهم دارویی شناخته می‌شود و نیز در مناطق مختلف جغرافیایی کشور دارای پراکنش و سازگاری است و از طرفی این گیاه سرشار از ترکیبات آنتی اکسیدانی شامل فنل و فلاوونوئید می‌باشد، لذا مطالعه حاضر با هدف بررسی محتوای ترکیبات فوق در بذر جمعیت‌های متعلق به مناطق مختلف جغرافیایی انجام شده است.

۲. مواد و روش‌ها

۲ , ۱. جمع‌آوری و تهیه بذر گیاه خارمریم

بذرهای رسیده توده‌های مختلف در ماه‌های خرداد و تیر از نقاط مختلف ایران که به صورت خودرو رشد یافته بودند، جمع‌آوری شدند. اطلاعات هواشناسی مناطق از سال ۱۳۷۱ تا ۱۳۹۹ از سازمان هواشناسی کشوری دریافت و ثبت شد (جدول ۱). بذر مجارستان به عنوان نمونه شاهد از شرکت پاکان بذر اصفهان تهیه گردید.

جدول ۱. مشخصات جغرافیایی و داده‌های هواشناسی مناطق جمع‌آوری بذر گیاه خارمریم ایرانی

نام استان	نام ایستگاه	عرض جغرافیایی	طول جغرافیایی	ارتفاع (متر)	میانگین بارش ماهانه (میلی‌متر)	میانگین ماهانه رطوبت نسبی (٪)	میانگین دما (سانتی‌گراد)	میانگین ماهانه دمای خاک (سانتی‌گراد)
۱	ایذه	۳۱/۸۵	۴۹/۸۵	۷۶۷	۵۰/۶	۳۷/۷۴	۲۳/۱	۹/۴
۲	گرگان	۳۷/۵	۵۶/۸۶	۸۹۰	۱۱/۳۱	۲۶/۷	۸/۷	۲
۳	بجنورد	۳۷/۴۹	۵۷/۳	۱۰۶۵	۲۰/۷	۵۹/۱۳	۱۳/۱۶	۴/۵
۴	لرستان	۳۳/۴۴	۴۸/۲۸	۱۱۴۷/۸	۴۱/۲	۴۴/۳۵	۱۶/۸۳	۵/۵
۵	پارس آباد (مغان)	۳۹/۶	۴۷/۸	۷۲/۶	۲۲/۲	۷۳/۳	۱۴/۹۴	۸/۳
۶	اردبیل	۳۸/۲۲	۴۸/۳۳	۱۳۳۵/۲	۲۳/۲	۷۳/۲	۹/۶۷	۲

خوزستان (۱)، گلستان (۲)، خراسان شمالی (۳)، خرم آباد (۴)، اردبیل (۵)

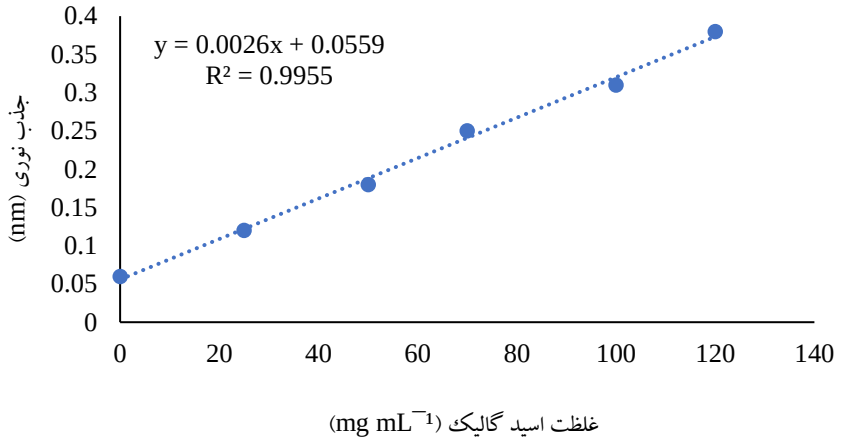
۲ , ۲. عصاره‌گیری نمونه‌ها

جهت تهیه عصاره الکلی، نیم گرم پودر بذر در ۱۰ میلی‌لیتر متانل ۸۰ درصد به مدت ۲۴ ساعت خیسانده و روی شیکر قرار داده شد و سپس با دور ۴۵۰۰ به مدت ۳۰ دقیقه سانتریفیوژ شدند. سپس محلول رویی جهت به دست آمدن عصاره خشک زیر هود قرار گرفت و برای آنالیزهای بعدی در دمای ۵۰ - درجه سانتی‌گراد نگهداری شدند.

۲ , ۳. تعیین محتوای فنل کل

جهت تعیین محتوای فنل کل بذر خارمریم از روش Singleton و Ross (۱۹۶۵) با برخی تغییرات استفاده شد. ابتدا یک میلی‌گرم از پودر عصاره تهیه شده در یک میلی‌لیتر متانول ۸۰ درصد حل شد سپس یک میلی‌لیتر عصاره تهیه شده به ۲۰۰ میکرولیتر معرف فولین- سیوکالچیو (رقت ده درصد)، ۵۰۰ میکرولیتر آب مقطر و ۸۰۰ میکرولیتر کربنات سدیم ۷ درصد (v/w) افزوده و پس از نگهداری به مدت دو ساعت در تاریکی و دمای محیط جذب آن توسط اسپکتروفتومتر UV- ۱۲۰-۰۲ (Shimadzu، ژاپن) در طول موج ۷۶۵ nm خوانده شد. مقدار فنل کل به صورت میلی‌گرم GAE در صد گرم وزن خشک نمونه بیان گردید. به منظور رسم منحنی استاندارد (شکل ۱) ۰/۵ گرم اسید

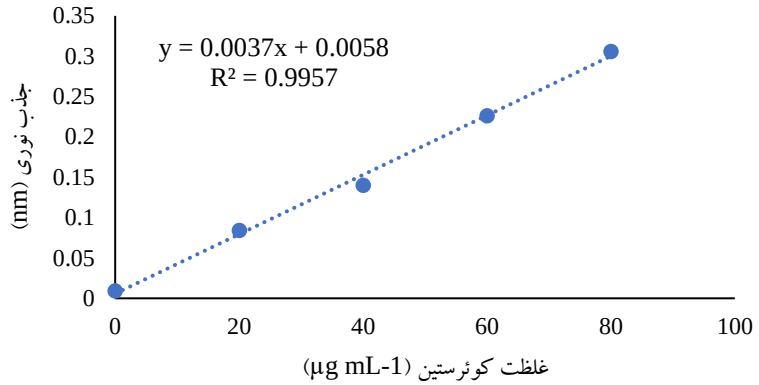
گالیک را در ۱۰ میلی‌لیتر متانل ۸۰ درصد حل و با آب مقطر به حجم ۱۰۰ میلی‌لیتر رسانده شد سپس از محلول پایه غلظت‌های مورد نیاز تهیه و سایر مراحل مشابه آنچه در موردسنجش ترکیبات فنلی ذکر گردید انجام شد و منحنی استاندارد آن در طول موج ۷۶۵ nm رسم گردید.



شکل ۱. منحنی استاندارد ترکیبات فنل بر اساس غلظت‌های مشخصی از اسید گالیک

۲ , ٤. تعیین محتوای فلاونوئید کل

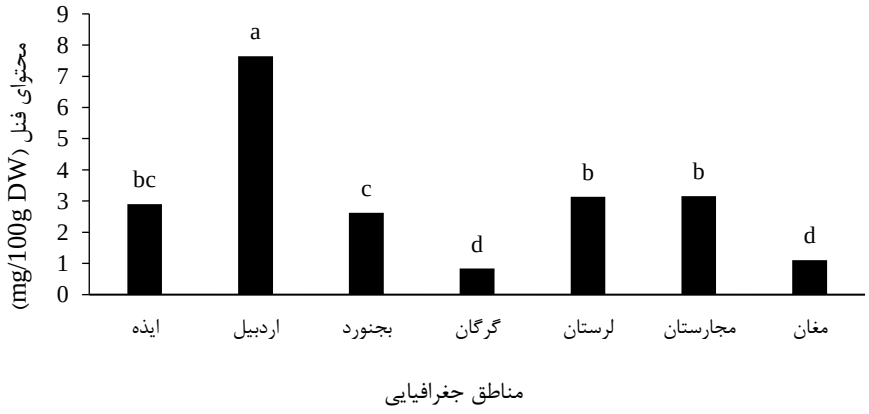
جهت تعیین محتوای فلاونوئید کل، یک میلی‌گرم از پودر عصاره تهیه شده در ۱/۵ میلی‌لیتر متانل ۸۰ درصد، ۰/۱ میلی‌لیتر $AlCl_3$ ده درصد (w/v) آبی، ۰/۱ میلی‌لیتر استات پتاسیم یک مولار آبی و ۲/۸ میلی‌لیتر آب مقطر حل و پس از ۹۰ دقیقه قرارگیری در تاریکی و دمای محیط، جذب آن توسط اسپکتروفتومتر UV-۱۲۰-۰۲ (Shimadzu، ژاپن) در طول موج ۴۱۵ nm خوانده شد. به منظور رسم منحنی استاندارد (شکل ۲) جهت اندازه‌گیری محتوی فلاونوئید کل از غلظت‌های مختلف کوئرستین استفاده شد که جهت تهیه محلول پایه، ۱/۲ میکروگرم در میلی‌لیتر کوئرستین در ۱۲ میلی‌لیتر آب مقطر حل گردید. سپس مقادیر ۱، ۲، ۳، ۴ میلی‌لیتر از محلول پایه برداشته و با آب مقطر به حجم ۵ میلی‌لیتر رسانده شد. بدین ترتیب سطوح ۲۰، ۴۰، ۶۰ و ۸۰ میکروگرم در میلی‌لیتر کوئرستین به دست آمد. سایر مراحل مشابه آنچه در موردسنجش فلاونوئید عنوان شد انجام و جذب نوری محلول‌ها به دست آمد (Chang et al., 2002).



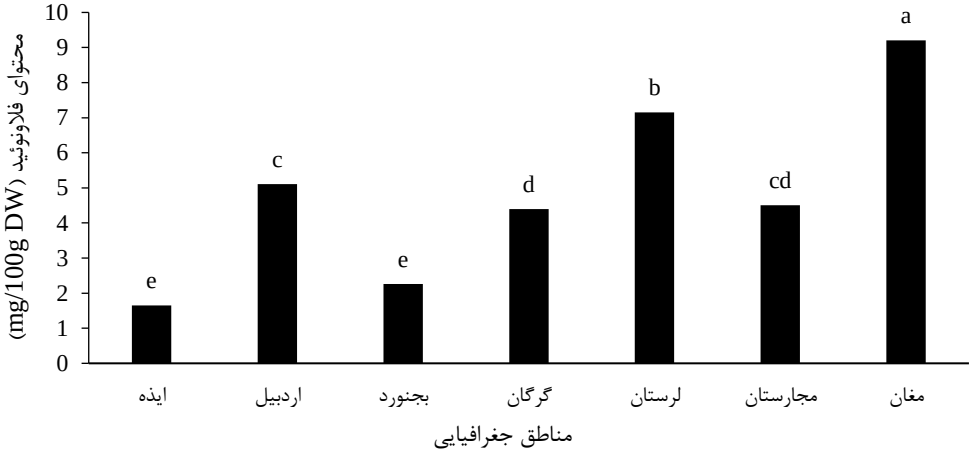
شکل ۲. منحنی استاندارد ترکیبات فلاونوئیدی بر اساس غلظت‌های مشخصی از کوئرستین

۳. نتایج

نتایج حاصل از آنالیز واریانس داده‌ها نشان داد توده‌های مختلف متعلق به مناطق مختلف کشور از حیث محتوای ترکیبات فنلی تفاوت معنی‌داری داشتند ($P< 0/05$). مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد که توده اردبیل از بیشترین محتوای فنل و گرگان و مغان از کمترین آن برخوردار بودند. در این راستا محتوای فنل بذر رقم مجارستانی در رتبه دوم و هم‌سطح لرستان مشاهده شد. محتوای فنل کل در توده اردبیل تفاوت معنی‌داری با رقم شاهد و نیز سایر توده‌های بومی داشت (شکل ۳). نتایج حاصل از آنالیز واریانس داده‌ها نشان داد محتوای ترکیبات فلاوونوئیدی توده‌های مختلف متعلق به مناطق مختلف کشور تفاوت معنی‌داری داشتند ($P< 0/05$). مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد که توده ایذه و بجنورد از کمترین محتوای فلاوونوئید و مغان از بیشترین محتوای برخوردار بودند. در این راستا محتوای فلاوونوئید بذر رقم مجارستانی در رتبه چهارم و تفاوت معنی‌داری با توده‌های گرگان و اردبیل ندارند. محتوای فلاوونوئید در توده مغان تفاوت معنی‌دار با رقم شاهد و نیز سایر توده‌های بومی داشت (شکل ۴).



شکل ۳. مقایسه میانگین محتوای فنل بذر خارمریم مربوط به توده‌های بومی مناطق مختلف جغرافیای ایران



شکل ٤. مقایسه میانگین محتوای فلاوونوئید بذر خارمریم مربوط به توده‌های بومی مناطق مختلف ایران

جدول ۲. ضریب همبستگی ترکیبات فنلی و برخی از متغیرهای هواشناسی

	۱	۲	۳	٤	٥	٦	۷
ارتفاع (۱)	۱						
میانگین بارش ماهانه (۲)	۰/۲۷۰	۱					
میانگین ماهانه رطوبت نسبی (۳)	۰/۰۵۵	-۰/۰۴۸	۱				
میانگین دما (۴)	۰/۰۴	**۰/۹۲۷	-۰/۰۲۷	۱			
میانگین دمای خاک (۵)	-۰/۵۲۸	۰/۵۳۷	-۰/۱۳۳	۰/۷۹۰	۱		
فنول (۶)	*۰/۸۳۳	۰/۰۷۸	۰/۴۳۴	-۰/۱۵۴	-۰/۶۵۸	۱	
فلاوونوئید (۷)	-۰/۲۴۵	-۰/۰۹۹	۰/۶۹۸	-۰/۰۴۶	۰/۰۳۱	-۰/۱۲۶	۱

*معنی‌داری در سطح ۰/۰۵ ، ** معنی‌داری در سطح ۰/۰۱

بررسی نتایج ضریب همبستگی (جدول ۲) نشان داد که محتوای فنل توده‌های مختلف متعلق به مناطق جغرافیایی کشور با ارتفاع، میانگین بارش ماهانه و میانگین ماهانه رطوبت نسبی همبستگی مثبت داشت که همبستگی فنل با ارتفاع منطقه از سطح دریا معنی‌دار ($P< 0/05$) بود. نتایج نشان داد محتوای فلاوونوئید در توده‌های مختلف متعلق به مناطق ایران همبستگی مثبت و قوی با میانگین ماهانه رطوبت نسبی و همبستگی ضعیف با میانگین دمای خاک منطقه داشت.

٤. بحث و نتیجه‌گیری

توده‌های مختلف بومی متعلق به مناطق جغرافیای کشور که در این آزمایش بررسی شدند از حیث ترکیبات فنلی تفاوت معنی‌داری داشتند. توده اردبیل از این حیث بیشترین میزان فنل را در مقایسه با سایر توده‌های بومی نشان داد. بررسی اطلاعات آب و هوایی در مناطق مورد مطالعه نشان از تفاوت‌های چشمگیر پارامترهای اقلیمی در این مناطق دارد لذا به نظر می‌رسد محتوای متفاوت ترکیبات فنلی در توده‌های مختلف بومی، انعکاسی از تأثیر شرایط متغیر محیطی بر سنتز و انباشت محتوای متابولیت‌های ثانویه و از جمله محتوای فنل در این مناطق باشد. شاید ویژگی‌های خاص منطقه اردبیل از نظر ارتفاع (حدود ۱۳۳۵/۲ متر) و میانگین ماهانه رطوبت نسبی (۷۳/۲٪) از جمله عوامل مهم و تأثیرگذار در افزایش محتوی ترکیبات فنلی این منطقه باشد. به نظر می‌رسد در منطقه اردبیل افزایش ارتفاع با کاهش دما، افزایش شدت نور و افزایش شدت وزش باد همراه است که کاهش دمای هوا سبب تغییر در میزان رطوبت هوا و خاک می‌شود و شرایط تنش‌زا را در ارتفاعات ایجاد می‌کند که منجر به افزایش تولید فنل به عنوان ترکیب آنتی اکسیدان می‌گردد. ترکیبات فنلی به علت دارا بودن گروه هیدرکسیلی آزاد متصل به حلقه آروماتیک توان حذف رادیکال‌های آزاد را به عنوان آنتی اکسیدان دارا می‌باشد (Stankovic et al., 2011). همبستگی مثبت و معنی‌دار موجود بین برخی عوامل اکولوژیک (ارتفاع، میانگین بارش ماهانه و میانگین ماهانه رطوبت نسبی) و محتوای ترکیبات فنلی، نقش عوامل اقلیمی در سنتز ترکیبات فنلی را تائید می‌کند که در این زمینه Ghasemi و همکاران (۲۰۱۱) پس از بررسی اثر فاکتورهای محیطی بر میزان آنتی اکسیدان و ترکیبات فنلی در گیاه گردو دریافتند افزایش ارتفاع و کاهش دما میزان ترکیبات فنلی را افزایش داد. ترکیبات فنلی مقاومت گیاه را به گیاهخواران، ترکیبات آللوپاتیک و پاتوژن‌ها افزایش و سبب تنظیم رشد گیاهان می‌شوند (Mhamdi et al., 2016).

در این تحقیق جمعیت‌های مختلف بومی متعلق به موقعیت‌های جغرافیای کشور از حیث محتوی ترکیبات فلاوونوئیدی تفاوت معنی‌داری داشتند. توده بومی ایذه با بیشترین میزان بارش ماهانه، بیشترین میانگین دمای هوا و دمای خاک از کمترین میزان فلاوونوئید برخوردار بود که اختلاف معنی‌دار با سایر مناطق مورد بررسی داشت. نتایج نشان داد فلاوونوئید جمعیت‌های مختلف دارای همبستگی مثبت با افزایش میانگین رطوبت نسبی و افزایش میانگین دمای خاک دارد. احتمالاً با افزایش رطوبت خاک جذب فسفر افزایش یافته و متعاقباً سنتز فلاوونوئید را افزایش داده است که در انتها به افزایش سیلیمارین منتهی شده است. همچنین گزارش‌ها نشان داده است با افزایش رطوبت، سنتز هورمون اکسین افزایش یافته که نتیجه آن سنتز بیشتر فلاوونوئید است (Dimou and Katinakis, 2017). فلاوونوئیدها علاوه بر حفاظت نوری به عنوان بازدارنده گیاهخواری و حمله پاتوژن عمل می‌کنند (Ponce et al., 2007). سنتز فلاوونوئیدها در گیاهان بسته به بافت و اندام، تحت تأثیر فاکتورهای اکولوژیک، سن و بلوغ گیاه قرار می‌گیرد (Ghasemzadeh et al., 2010). در بررسی فنولوژی گیاه خارمریم، محققان دریافتند که سنتز فلاوونوئید در مراحل اولیه رشد کم به تدریج افزایش و پس از رسیدن به حداکثر رشد، مجدد کاهش می‌یابد. اعتقاد بر این است که سنتز سیلیمارین به عنوان نوعی فلاوونولیگنان با

مصرف ترکیبات فلاوونوئیدی همراه است و لذا احتمال می‌رود کاهش محتوای فلاوونوئید بذر به مصرف آن در سنتز سلیمارین مربوط می‌شود (Kutchan, 2001).

منابع

زرگری، علی. ۱۳۷۵. گیاهان دارویی. چاپ پنجم. موسسه انتشارات و چاپ دانشگاه تهران. جلد سوم. صفحات ۴۸-۳۴.

Alikaridis, F., papadakis, D., Pantelia, K., Kephalas, T. 2000. Flavonolignan production from *Silybum marianum* transformed and untransformed root. Fitotrapia Suport. 71: 379-384.

Belitz, A.R. 2007. Effects of environmental stress on growth, yield, and flavonolignan content in milk thistle (*Silybum marianum* L. Gaertn). A thesis Presented for the Masters of Science Degree, The University of Tennessee, Knoxville, USA.

Briskin, D.P. 2000. Medicinal plants and phytomedicines. Linking plant biochemistry and physiology to human health. Journal of Plant Physiology. 124: 507-514.

Chang, C-C., Yang, M-H., Wen, H-M., Chern, J-C. 2002. Estimation of total flavonoid content in propolis by two complementary colorimetric methods. Journal of Food and Drug Analysis. 10(3): 178-182.

Dicenzo, R., Shelton, M., Jordan, K., Koval, C., Forrest, A., Reichman, R., Morse, G. 2003. Coadministration of milk thistle and indinavir in healthy subjects. Journal of Pharmacotherapy. 23(7): 866-870.

Dimou, V.M., Katinakis, P. 2017. Endophytic fungi residing in medicinal plants have the ability to produce the same or similar pharmacologically active secondary metabolites as their hosts. Hellenic Plant Protection Journal. 10: 51-66.

Ghasemi, K., Ghasemi, Y., Ehteshamnia, A., Nabavi, M., Nabavi, F., Ebrahimzadeh, A., Pourmand, F. 2011. Influence of environmental factors on antioxidant activity, phenol and flavonoid content of walnut. Journal of Medicinal Plant. 5: 1128-1133.

Ghasemzadeh, A., Jaafar, H.Z., Rahmat, A., Wahab, P.E., Abd Halim, M.R. 2010. Effect of different light intensities on total phenolics and flavonoids synthesis and activities in young ginger varieties (*Zingeber officinale* Roscoe). International Journal of Molecular Science. 11(10): 3885-3897.

Kalorey, D.R., kurkure, N.V., Ramgaonkar, I.S., Sakhare, P.S., Warke, S., Nigot, N.K. 2005. Effect of polyherbal feed supplement "Growell" during induced aflatoxicosis, ochratoxicosis and combined mycotoxicoses in broilers. Asian-Australasian Journal of Animal Sciences. 18(3): 383-375.

Kutchan, TM. 2001. Echological arsenal and developmental dispatcher. The paradigm of secondary metabolism. Journal of Plant physiology. 125: 58-60.

Martz, F., Jaakola, L., Julkunen-Tiitto, R., Stark, S. 2010. Phenolic composition and antioxidant capacity of bilberry (*Vaccinium myrtillus*) leaves in northern Europe following foliar development and along environmental gradients. Journal of Chemical Ecology. 36: 1017-1028.

Mhamdi, B., Abbassi, F., Smaoui, A., Abdelly, C., Marzouk, B. 2016. Fatty acids, essential oil and phenolics composition of *Silybum marianum* seeds and their antioxidant activities. *Pakistan Journal of Pharmaceutical Sciences.* 29(3): 951-959.

Ponce, M.A., Scervino, J.M., Erra-Balsells, R., Ocampo, J.A., Godeas, A.M. 2007. Flavonoids from shoots, roots and roots exudates of *Brassica alba*. Journal of Phytochemistry. 65: 3131-3134.

Ramak, P., Asri, Y. 2018. Effect of growth degree days and soil properties on phenology and morphological characters of *Allium jesdianum* Boiss & Buhse. in Lorestan Province. Iranian Journal of Plant Biology. 10(4): 35-52.

Schulz, V., Hansel, R., Tyler, VE. 1997. Rational Phytotherapy: A Physicians' Guide to Herbal Medicine. Berlin: Springer. 306 p.

Singleton, V.L., Rossi, J.A. 1965. Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdic-phosphotungstic acid reagents. The American Journal of Enology and Viticulture. 16: 144-158.

Stankovic, M.S., Niciforovic, N., Topuzovic, M., Solujic, S. 2011. Total phenolic content, flavonoid concentrations and antioxidant activity of the whole plant and plant parts extracts from *Teucrium montanum* L. Journal of Biotechnology. 25: 2222-2227.

Zare, M., Ganj Khanloo, H., Sharifi Ashorabadi, E., Maddah Arefi, H. 2013. Evaluation of genetic variation, compatibility, selection and introduction of suitable germplasm within *Thymus daenensis* celak accessions in centric province. Eco-phytochemical Journal of Medical Plants. 1(1): 15-24.

Studying the content of phenol and flavonoid in different seed native populations of Milk thistle (*Silybum marianum* (L.) Gaertn) of Iran

Elham Amjadi[1], Ali Ganjeali[1*], Mehrdad Lahouti[1], Abolfazl Shakeri[2]

[1] Department of Biology, Faculty of Sciences, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad
[2] Department of Pharmacognosy, School of Pharmacy, Mashhad University of Medical Sciences, Mashhad

Abstract

Milk thistle belongs to Asteraceae family with scientific name *Silybum marianum* (L.) Gaertn is an interest in human health due to the presence of phenol and flavonoid as anti-inflammatory and antioxidant. This plant has a type of flavonolignan called Silymarin, which acts as a liver protector by preventing to bind of toxins and drugs with liver membrane. The production of phenol and flavonoid as secondary metabolites is influenced by a wide range of genetic and environmental factors. Different weather conditions and location is the main reason for fluctiations in profile of chemical compounds of medicinal plants. Current results showed that Gorgan and Moghan had the lowest and Ardabil had the highest phenol content. In view of flavonoid content of Izeh and Bojnoord were the lowest and Moghan was the highest. It seems that the special climatic conditions of Ardabil region (low temperature average of soil and air) and stressful conditions are among the main factors in the syntheses of more phenolic compounds in this region. In this experiment we found that, Izeh region with the highest flavonolignan had the lowest flavonoid content.

Keywords: Milk thistle, Phenol, Flavonoid, Silymarin

[*] e-mail: ganjeali@um.ac.ir

بررسی مقایسه ای اثرات اللوپاتیک منتول و اشعه ماورای بنفش بر درصد جوانه زنی بذور بابونه و همیشه بهار

بابک پیکرستان[1]* ، رضوان کرمی برزآباد[2]

[1]استادیار گروه کشاورزی، دانشگاه پیام نور اراک،اراک،ایران
[2]استادیار گروه کشاورزی، دانشگاه پیام نور تهران،تهران،ایران

چکیده:

تحقیق به منظوربررسی اثرات اللوپاتیک منتول و اشعه ماوراء بنفش بعنوان پارامتری از اثرات تخریب لایه ازن بر درصد جوانه زنی بذر گیاهان داروئی بابونه وهمیشه بهار انجام شد.در این تحقیق در دو آزمایش جداگانه، اثر منتول (۲۵٪-۵۰٪-۷۵٪و ۱۰۰٪)و ۳ تیماراثر اشعه ماورای بنفش (طیف A (۳۲۰ – ۴۰۰ nm) و B (۲۹۰ – ۳۲۰ nm) وC (۲۹۰nm-۲۰۰) با شاهد بر اساس طرح بلوکهای کامل تصادفی در ۳ تکرار در آزمایشگاه دانشگاه پیام نور میلاجرد مورد آزمایش قرار گرفت . با توجه به نتایج بدست آمده از فنولوژی رشد بذر و جوانه زنی گیاه در ۵ سطح منتول در نظر گرفته شده، بالاترین درصد آبگیری بذر در رقم شاهد با درصد آبگیری ۹۳٪ درختمی و درصد آبگیری ۸۱٪ در بابونه بوده است وبر اساس درصد جوانه زنی ،بالاترین در تیمار شاهد همیشه بهار با ۹۰٪ و تیمار شاهد بابونه با ۷۷٪ بوده است و به ترتیب با افزایش غلظت منتول در محیط کشت هیدروپونیک از ۲۵٪ به ۱۰۰٪ جوانه زنی روند نزولی قابل ملاحظه ای از ۸۳٪ به ۳۷٪ در همیشه بهار و از ۷۰٪ به ۲۱٪ دربابونه داشته است.در همه بذور بین تیمار شاهد با تیمار ۲۵٪ منتول اختلاف معنی داری دیده نشد ولی بین این تیمار ها با تیمار ۵۰٪ ، ۷۵٪ و ۱۰۰٪ اختلاف معنی دار در سطح ۱٪ بر اساس آزمون دانکن دیده شد. در بررسی نتایج حاصل از تیمار های اشعه ماورای بنفش، تیمار شاهد دارای بالاترین عملکرد با جوانه زنی ۹۱٪ در همیشه بهار و ۹۰٪ در بابونه بود و اختلاف معنی داری با تیمار UVA نداشت ولی این تیمار ها با تیمار های دیگر اشعه ماورای بنفش اختلاف معنی دار در سطح ۱٪ بر اساس آزمون دانکن داشتند.

واژگان کلیدی : درصد اسانس-منتول- اشعه ماورای بنفش

b_paykarestan@pnu.ac.ir

۱. مقدمه

بابونه یکی از قدیمی ترین گیاهان دارویی وادویه ای است.بابونه خاصیت ضد باکتریایی وضد قارچی دارد. مواد موثره بابونه خلط آوراست واز آن برای معالجه سرفه استفاده می شود.بابونه گیاهی است خشبی وچند ساله که دارای ریشه مستقیم با انشعابات فراوانی می باشد. ساقه آن مستقیم وچهار گوش وارتفاع آن متفاوت است(امید بیگی ،۱۳۷۶) .

برگها کوچک وکم وبیش نوک تیز بوده واز کرکهای خاکستری پوشیده شده این کرکها حاوی اسانس بوده .گلها در این گیاه کوچک می باشد .گلهای نر وماده به رنگ سفید وارغوانی می باشد .میوه آن فندوقه بوده وطول آن یک میلیمتر می باشد(شریعت، ۱۳۷۱).

همیشه بهار گیاهی است یک ساله که وحشی آن خزنده، با ساقه های خوابیده کمی قرمز و با برگهای دایره ای گوشتی که دور گلهای کوچک زرد رنگ آن ظاهر می شوند. نوع پرورشی آن با برگهای ضخیم گوشتی سرخ رنگ که بلندی آن ۴۰ ـ ۱۰ سانتی متر است، برگهای آن گوشتی کلفت با کرکهای کوتاه، تخم آن سیاه کوچک. وحشی آن معمولاً در مناطق معتدله دنیا همه جا و در نواحی سایه دار مرطوب در مزارع و بوستانها و حاشیه دریاچه ها می روید(ضیائی۱۳۸۲).

۲. مواد و روش‌ها

این طرح در آزمایشگاه دانشگاه پیام نور میلاجرد در پاییز ۱۳۹۸ به اجرا درآمد . .این طرح شامل سه مرحله کلی بوده:

۱- جمع آوری اطلاعات وبذر

۲- مرحله آزمایشگاهی و کاشت بذور و قرار دادن در معرض محلول منتول و اشعه فرابنفش در محلول غذایی هیدرو پونیک در سه تکرار بر اساس طرح بلوکهای کامل تصادفی

در محیط های حاصله محلول منتول ۲۵٪،۵۰٪،۷۵٪و ۱۰۰٪ در واحد ppm تشکیل شد و محلول هیدروپونیک بدون منتول بعنوان شاهد در نظر گرفته شد .

در مورد اشعه فرا بنفش ،بذور کشت شده از روز دوم کاشت به مقدار حد استاندارد،۲۵٪ بالاتر از استاندارد،۵۰٪ بالاتر از استاندارد، ۷۵٪ بالاتر از استاندارد با اشعه فرابنفش نوع A، اشعه فرابنفش نوع B و اشعه فرابنفش نوع C جهت شبیه سازی احتمالی مناطقی که تخریب لایه ازن در انها صورت گرفته است و شاهد نیز بدون اشعه، در نظر گرفته شد.

۳- مرحله آزمایشگاهی بررسی نتایج و انالیز طرح با نرم افزار sas انجام شد.

۳. نتایج و بحث

بر اساس داده های طرح جدول تجزیه واریانس بصورت زیر بدست آمد که نشان میدهد تاثیرات منتول و اشعه ماورای بنفش بر گیاه بابونه و بابونه دارای تاثیرات معنی داری در سطح احتمال ۱٪ میباشند.

جدول تجزیه واریانس آزمایش:

ردیف	منابع تغییر	درجات آزادی	مجموع مربعات SS	میانگین مربعات Ms
۱	اثر تکرار(بلوک)	۲	۱۰۱۵۶۷/۰۴۲	۵۰۱۲۳/۵۲۱ ns
۲	منتول (A)	۳	۲۶۵۸۴۳/۷۵	۸۷۰۵۶/۹۱۷**
۳	اشعه ماورای بنفش (B)	۳	۱۴۵۶۸۲/۲۵	۶۳۱۲۱/۰۸۳**
۴	اثر متقابل A*B	۹	۱۲۹۶۵۲/۹۱۷	۱۴۵۶۳/۷۶۹**
۵	اشتباه آزمایشی	۳۰	۸۶۵۳۲/۹۵۸	۲۶۵۸/۳۶۵
	مجموع	۴۷	۶۳۲۵۶/۹۱۷	

جدول ۱. بررسی درصد میزان ابگیری بذور در روز سوم در مقادیر مختلف منتول

گیاه	شاهد	منتول ۵۰٪	منتول ۲۵٪	منتول ۷۵٪	منتول ۱۰۰٪
بابونه	81%a	% 79 a	% 79a	%78a	%78a
همیشه بهار	93%a	% 90 a	% 89a	% 89a	%87a

بر اساس جدول ۱ میتوان دریافت که منتول نتوانسته است در آبگیری بذور برای جوانه زنی موثر باشد و روند کاهشی از شاهد تا ۱۰۰٪ منتول مشاهده نمیشود.در روند جدول در میزان جذب اب با استفاده از جدول تجزیه واریانس اختلاف معنی دار مشاهده نشده است.

بر اساس نمودار ۱و۲ میتوان نتیجه گرفت که نسبت آبگیری بذور در همیشه بهار از بابونه در حالت کلی بالاتر است و سرعت آبگیری بذور همیشه بهار نیز بر اساس زمان سه روزه اندازه گیری بیشتر است.

جدول ۲. بررسی درصد جوانه زنی بذر بابونه و همیشه بهار در معرض منتول

گیاه	شاهد	منتول ۵۰٪	منتول ۲۵٪	منتول ۷۵٪	منتول ۱۰۰٪
بابونه	77%a	%70a	%50b	% 37c	%21d
همیشه بهار	90%a	%83a	%60b	% 47c	%37d

بر اساس جدول ۲ میتوان نتیجه گرفت که منتول توانسته است در جوانه زنی بذور در احتمال ۱٪ موثر باشد و از شاهد تا مقدار ۱۰۰٪ منتول روند کاهشی ادامه دارد بطوری که بیش از ۵۰٪ نسبت به شاهد افت درصد جوانه زنی را در تیمار منتول ۱۰۰٪ مشاهده میکنیم که با استفاده از جدول تجزیه واریانس در سطح احتمال ۱٪ معنی دار شده است. در این جدول بالاترین درصد جوانه زنی در شاهد با ۹۰٪ در همیشه بهار و کمترین میزان جوانه زنی در منتول ۱۰۰٪ با ۳۷٪ دیده میشود و در مورد بابونه نیز بالاترین درصد جوانه زنی در شاهد با ۷۷٪ و کمترین میزان درصد جوانه زنی در منتول ۱۰۰٪ با ۲۱٪ دیده میشود که در نمودار ۳و۴ این روند قابل بررسی است.

جدول ۳. بررسی درصد جوانه زنی بذربابونه و همیشه بهار در مقادیر مختلف اشعه ماورای بنفش

گیاه	شاهد	UV A	UV B	UV C
بابونه	90%a	87%a	% 57b	% 10d
ختمی	91%a	87%a	% 63b	% 12d

بر اساس جدول ۳ میتوان نتیجه گرفت که مقادیر مختلف اشعه ماورای بنفش میتواند در جوانه زنی بذور در احتمال ۱٪ موثر باشد و روند کاهشی از شاهد تا UVC ادامه دارد و بالاترین درصد جوانه زنی در تیمار شاهد با ۹۱٪ در ختمی و ۹۰٪ در بابونه و کمترین میزان جوانه زنی در تیمار UV C با ۱۲٪ در بابونه و ۱۰٪در همیشه بهار دیده میشود بطوری که بیش از ۷۰٪ نسبت به شاهد افت درصد جوانه زنی را در تیمار UVC مشاهده میکنیم که با استفاده از جدول تجزیه واریانس در سطح احتمال ۱٪ معنی دار شده است که در نمودار ۵ این روند قابل بررسی است.

در نمودار ۶ روند کاهشی درصد جوانه زنی بر اثر اشعه ماورای بنفش دیده میشود که در این روند اثر تخریبی UV C در از بین بردن سلول هل و تخریب جداره های سلولی برای جلوگیری از جوانه زنی بذور میتواند موثر باشد.

نمودار های ۴و۶ روند های کاهشی درصد جوانه زنی در منتول و درصد جوانه زنی در معرض اشعه ماورای بنفش جهت تطبیق مقایسه ای آورده شده است .

با بررسی نتایج این تحقیق ۲ نتیجه مهم دست می آید:

۱- گیاه همیشه بهار و بابونه دارای قدرت جوانه زنی مناسبی در محیط کشت هیدروپونیک میباشند اما این درصد جوانه زنی میتواند تحت تاثیر شرایط محیطی و استرس های محیط کاهش یابد که بر اساس نتایج تحقیق ، غلظت های مختلف منتول بعنوان یک اثر اللوپاتیک محیطی باعث افت به میزان ۴۵٪ در درصد جوانه زنی شده است.

۲- یکی از مسائل عمده مورد بحث در دهه اخیر بحث تخریب لایه ازن و پیامد های ناشی از این حادثه از جمله تابش مستقیم اشعه ماورای بنفش بر کره زمین و صدماتی است که بوجود خواهد آمد.در ایران این بحث و اثرات آن بر گیاهان زراعی و داروئی از جمله مباحثی است که مطالعات بسیار کمی روی ان صورت گرفته است و لازم است که بر روی گیاهان زراعی و بخصوص گیاهان داروئی که بصورت مستقیما خوراکی مصرف میشوند تحقیقاتی صورت گیرد تا بتوان از نتایج ان برای هر چه بهتر زیستن بشر و اگاه کردن انسان ها از خطرات تخریب لایه ازن و اشعه ماورای بنفش استفاده کرد و در نتایج این تحقیق مشخص شد که اشعه ماورای بنفش در محیط هیدروپونیک باعث افت ۷۰٪ جوانه زنی نسبت به شاهد شد که میتواند بعنوان هشداری برای خطرات ناشی از اشعه ماورای بنفش موثر باشد.

منابع

زرگری ، علی ، ۵ جلدی، گیاهان دارویی،صفحات ۵۰تا ۸۷

میرحیدر ،حسین ، ۶ جلدی، معارف گیاهی،صفحات ۳۵ تا ۵۵

مظفریان، ولی الله ، رده بندی گیاهان

صابری، توکلی، محمدرضا، ۱۹۷۸،گیاهان دارویی،صفحه ۸۷ تا ۹۳

ژان ولاگ وژیری استودولاو. ترجمه ساعد زمان۱۳۷۴ـ گیاهان دارویی . جلد:۴

صمصام شریعت. سید هادی ـ ۱۳۷۱ـعصاره گیری و استخراج مواد موثره گیاهان دارویی و روشهای شناسایی آنها ،صفحه ۵۵ تا ۷۲

امید بیگی. رضا۱۳۷۶ـرهیافت های تولید و فرآوری گیاهان دارویی. جلد:۲

ضیایی. سید علی ـ۱۳۸۲ـ تاریخچه طب گیاهان ـ مجله گیاهان دارویی. جلد:۲

Ames, G.R. and W.S.A. Matthews. 2009. The distillation of essential oils. Perf & Essential oil Rec., January:9-18.

ASTA. 2008. Official analytical methods of the American Spice Trade Association ASTA, Inc., Englewood Cliffs, NJ. 10-13

Calpouzos, L. 2004. Botanical aspects of oregano. Econ. Bot. 8:222-223

Cantwell, M. 2009. Conserving fresh herb quality. Herbs'89. Proc. Fourth Nat. Herb Growing and Market. Conf. July 22-25, 1989, San Jose, CA. Intern. Herb Growers and Market. Assoc. Silver Springs, PA. p. 105-106.

Croteau, R. 2006. Biochemistry of monoterpenes and sesquiterpenes of the essential oils. Herbs, spices and medicinal plants: Recent advances in botany, horticulture, and pharmacology. Vol. 1:81-135. Oryx Press, Phoenix, AZ. 105-106.

بررسی واکنش صفات مورفولوژیک و فنولوژیک گیاه دارویی کینوا در شرایط تنش شوری

سهیل زرندی[۱] و رضا شیخ اکبری مهر[۲]*

گروه کشاورزی، دانشگاه علمی کاربردی، قم، ایران

[۲] گروه زیست شناسی، دانشکده علوم پایه، دانشگاه قم، قم، ایران

چکیده:

گیاه دارویی کینوا با نام علمی *Chenopodium quinoa* willd از خانواده Chenopodiaceae می‌باشد. این گیاه یک شبه‌غله با ارزش غذایی بالا است، زیرا سرشار از پروتئین، لیپید، فیبر، ویتامین ها و مواد معدنی بوده و دارای تعادل فوق العاده‌ای از اسیدهای آمینه ضروری است. همچنین حاوی مقادیر زیادی از ترکیبات شیمیایی گیاهی مفید برای سلامتی از جمله ساپونین‌ها، فیتواسترول‌ها، فیتواکدیستروئیدها است. مشخص شده است که کینوا اثرات مثبت قابل توجهی بر سلامت متابولیک، قلب و عروق و دستگاه گوارش در انسان دارد. ترکیبات غذایی و شواهد تجربی در مورد فعالیت‌های زیستی آن برای ارزیابی اثرات فیزیولوژیکی مصرف کینوا، از جمله اثرات آنتی اکسیدانی، کاهش چربی خون، تعدیل کننده ایمنی، تنظیم کننده وزن، کاهش قند خون، کاهش فشار خون، پروبیوتیک، ضد تومور و اثرات تنظیم کننده هورمون معرفی شده اند. به منظور بررسی واکنش صفات دو ژنوتیپ مختلف کینوا بنام‌های Red carina و Sajama در شرایط تنش شوری، تحقیقی واقع در بخش جعفریه قم انجام شد. این آزمایش در قالب بلوک کامل تصادفی در دو تیمار جداگانه با سه تکرارتحت شرایط نرمال و شوری انجام گردید. آنالیز ۱۳ صفت کمی براساس تجزیه واریانس مشخص نمود که تنها میزان عملکرد بر حسب کیلوگرم در سطح احتمال ۵٪ تفاوت معنی‌داری بین دو ژنوتیپ نشان می‌دهد. براساس آنالیز همبستگی صفات، همبستگی میزان عملکرد با صفات ارتفاع بوته (۰/۹۰)، تعداد خوشه در گل آذین اصلی (۰/۹۷) و قطر ساقه (۰/۹۵) در سطح بالایی معنی دار می‌باشد. نتایج این آزمایش نشان داد که گیاه کینوا در رنج دمایی پایین و بالا و همچنین در برابر کم آبی و نیز شوری مقاومت بالایی دارد.

کلمات کلیدی: کینوا، ریخت‌شناسی، تنش شوری، گیاه دارویی، آنالیز همبستگی

*ایمیل نویسنده مسئول:
r.sheikhakbari@qom.ac.ir

۱. مقدمه

کینوا با نام علمی *Chenopodium quinoa* willd از خانواده Chenopodiaceae در طی ۵۰۰۰ سال غذای اصلی مردم نواحی کوه‌های آند در کشورهای پرو، بولیوی، اکوادر و شیلی بوده است (Oelke et al., 1992; Bhargava et al., 2006; Bazile et al., 2016). محصول اصلی این گیاه، دانه آن است که دارای ارزش غذایی بالایی است. محصول کینوا در کشورهای آمریکای جنوبی بنام خاویار سبز و برنج اینکا هم معروف است. در زبان اینکا، Quinoa به معنی دانه مادر می‌باشد (Risi et al., 1989). در یک مطالعه، اثرات کینوا در رژیم غذایی بر پارامترهای خطر ابتلا به بیماری های قلبی عروقی مورد بررسی قرار گرفت. مصرف روزانه کینوا به طور قابل توجهی تری گلیسیرید، کلسترول تام و سطح LDL ، سطح گلوکز خون، وزن بدن، و فشار خون را کاهش داد (Navarro-Perez et al., 2017). این گیاه دارای تمام اسیدهای آمینه ضروری برای بدن انسان است (Abugoch et al., 2009). ارزیابی سطح کلسترول خون در بیماران مبتلا به بیماری عروق کرونر قلب در یک کلینیک سرپایی پس از مصرف دانه های کینوا فرآوری شده بود بررسی شد. نمونه خون قبل و بعد از مصرف دانه کینوا برای تعیین پروفایل لیپیدی گروه جمع آوری شد. نتایج حاکی از اثرات مفید مصرف کینوا با کاهش معنی‌دار کلسترول تام ، تری گلیسیرید بود (Silva et al., 2018). پوسته دانه این گیاه با ترکیبات تلخ مزه ساپونین پوشیده است که قبل از مصارف انسانی باید استخراج شود. از کینوآ آرد عاری از گلوتن تهیه می‌شود؛ گلوتن پروتئینی است که در گندم، جو و چاودار یافت میشود و گرچه گلوتن جز اصلی برای تهیه نان است، اما عده‌ای از افراد همچون بیمارانی که مبتلا به سیلیاک، اوتیسم و درماتیت هرپتی‌فرم هستند به آن حساسیت دارند (شهبازیان و همکاران، ۱۳۸۶). بذر گیاه دارای دو سطح صاف و محدب است که به رنگ های سیاه، قرمز، صورتی، نارنجی، سفید و زرد وجود دارد. کینوا بسیار خوش هضم بوده حتی سبکتر و خوش هضم‌تر از دانه‌های برنج می باشد. این گیاه منبع غنی آهن ، پروتئین، منیزیم ، فیبر، فسفر بوده و برگها عمدتاً به عنوان یک سبزی برگدار مثل اسفناج استفاده می‌شوند (سپهوند و همکاران، ۱۳۹۱). باتوجه به کارایی و قابلیت تحمل کینوا به شوری و خشکی، مهمترین عاملی که کینوا را مناسب برای کشت در مناطق خشک و بیابانی می‌نماید، زودرسی آن است، چراکه در انتهای دوره رشد، خشکی یک مشکل مهم برای کینوا محسوب میشود و بنابراین زودرسی، یک استراتژی مهم برای کاهش اثرات خشکی می‌باشد (سیفتی و همکاران، ۱۳۹۴). مقدار اسید آمینه لیزین، متیونین و سیستئین در پروتئین کینوا بالا است، به نحوی که این گیاه را نسبت به غلات از نظر اسید آمینه لیزین و حبوبات از نظر اسید آمینه متیونین و سیستئین برتری داده است (Dakhili et al., 2019). مزیت اصلی استفاده از بذر کینوا به عنوان یک مکمل غذایی در صنعت آرد، پاسخگویی کینوا به تقاضای رو به رشد بین المللی برای محصولات فاقد گلوتن می باشد. دانه کینوا که حاوی ترکیبات شیمیایی گیاهی و آنتی اکسیدان‌های مختلف است (سپهوند و سرهنگی، ۱۳۹۲). نتایج به‌دست‌آمده در مطالعات مختلف، نشان داده‌اند که کینوا به دلیل اثرات مثبت مصرف آن بر سلامتی، پتانسیل مهمی برای استفاده به عنوان مکمل غذایی، در فارماکولوژی و در تولید محصولات غذایی جدید دارد. این یک غله با ارزش غذایی بالا است زیرا سرشار از پروتئین، لیپید، فیبر، ویتامین ها و مواد معدنی است و دارای تعادل فوق العاده ای از اسیدهای آمینه ضروری است. کینوا همچنین حاوی مقادیر بالایی از فیتوکمیکال‌های مفید برای سلامتی

از جمله ساپونین‌ها، فیتواسترول‌ها، فیتواکدیستروئیدها است. مشخص شده است که کینوا اثرات مثبت قابل توجهی بر سلامت متابولیک، قلب و عروق و دستگاه گوارش در انسان دارد (Semra and Nevin, 2016). ترکیبات غذایی، فیتوکمیکال ها و شواهد تجربی در مورد فعالیت های زیستی آن برای ارزیابی اثرات فیزیولوژیکی مصرف کینوا، از جمله اثرات آنتی اکسیدانی، کاهش چربی خون، تعدیل کننده ایمنی، تنظیم کننده وزن، کاهش قند خون، کاهش فشار خون، پروبیوتیک، ضد تومور و اثرات تنظیم کننده هورمون معرفی شده اند (Fernández-López et al., 2021). مطالعات متعددی کیفیت بالای پروتئین موجود را تایید کرده اند. پروتئین کینوا یک پروتئین کامل است که انواع اسیدهای آمینه ضروری را فراهم می کند که اجزای اصلی پروتئین آن گلوبولین ها و آلبومین ها است در میان آنها، پروتئین نوع گلوبولین S۱۱، یک پروتئین الیگومری با ساختار چهارتایی است .پروتئین دیگر یک آلبومین نوع S۲ است که از مقدار زیادی سیستئین، آرژنین و هیستیدین تشکیل شده است (Yi Ng and Wang, 2021).

هدف از انجام این پژوهش بررسی و شناسایی ارقام سازگار از گیاه کینوا، با شرایط اقلیمی استان قم در راستای سیاست‌های تغییر الگوی کشت در کشور می‌باشد.

۲. مواد و روش‌ها

به منظور بررسی واکنش ارقام مختلف گیاه دارویی کینوا در شرایط تنش شوری، تحقیقی در سال ۱۴۰۰ در مزرعه‌ای واقع در بخش جعفریه قم، محدوده روستای عبدل آباد انجام شد. این آزمایش در قالب بلوک کامل تصادفی در دو تیمار جداگانه با سه تکرارتحت شرایط نرمال و شوری انجام گردید. بذردو ژنوتیپ کینوا بنام‌های Red carina و Sajama در این پژوهش مورد استفاده قرار گرفتند (بذر ساجاما از یک شرکت خصوصی و بذر ردکارینا از طریق سازمان جهاد کشاورزی قم تهیه شد). در ابتدا، در اوایل مرداد ماه زمینی به مساحت دو هکتار را شخم زده به دو قسمت تقسیم شد. ابتدای زمین بذرهای Red carina کشت شد و قسمت دوم بذرهای Sajama کشت گردید. مشخصات آب شامل EC ۳۴۰۰ و Ph=۷ بود. به علت ریز بودن بذر این گیاه، با بذرکارکشت انجام شد. فاصله کشت ۵۰ سانتی‌متر، فاصله روی ردیف ۲۰ سانتی‌متر، عمق کاشت ۱-۲ سانتی‌متر و همچنین طول ردیف ۶۳ متر در نظر گرفته شد. تاریخ اولین آبیاری (قطره‌ای) و تاریخ جوانه زدن و سبز شدن یادداشت گردید. در مجموع ۲۱ صفت مختلف کمی مورد ارزیابی قرار گرفت. پس از یادداشت برداری و جمع آوری داده‌ها، ابتدا داده‌ها نرمال و سپس با استفاده از نرم افزار SPSS Ver. 24 به روش ANOVA و آنالیز همبستگی صفات، تجزیه و تحلیل گردیدند.

۳. نتایج

از بین ۲۱ صفات ابتدایی مورد ارزیابی که شامل ارتفاع بوته، طول ساقه، قطر ساقه، وجود انشعاب ساقه اصلی، تعداد خوشه در گل آذین اصلی، رنگ بوته، رنگ دانه، تاریخ کشت، تاریخ جوانه زنی، روز تا جوانه زنی، روز تا چهار برگی، تاریخ استقرار گیاه، وجود بیماری، وجود آفات، روز تا تشکیل گل آذین، روز تا مرحله رنگی شدن گل آذین، روز تا گرده افشانی، روز تا زمان شیری شدن بذر، روز تا رسیدگی فیزیولوژیک، تاریخ برداشت و میزان عملکرد بود، تنها ۱۳ صفت که عبارتنداز ارتفاع بوته، طول ساقه، قطر ساقه، وجود انشعاب ساقه اصلی، تعداد خوشه در گل آذین اصلی، رنگ دانه، وجود بیماری، روز تا مرحله

رنگی شدن گل آذین، روز تا گرده‌افشانی، روز تا شیری شدن بذر، روز تا رسیدگی فیزیولوژیک، تاریخ برداشت و میزان عملکرد تفاوت‌هایی را نشان می‌دادند که همین صفات برای آنالیزهای بعدی انتخاب و بقیه صفات حذف شدند. بمنظور بررسی اختلاف صفات در دو رقم مختلف گیاه کینوا، تجزیه و تحلیل صفات براساس آنالیز واریانس (ANOVA) انجام شد (جدول ۱) و براساس نتایج بدست آمده تنها میزان عملکرد بر حسب کیلو گرم در سطح احتمال ۵٪ تفاوت معنی داری با هم نشان دادند. تاریخ کاشت برای هر ۲ رقم در ۱۴۰۰/۰۵/۱۷ انجام شد؛ جوانه زدن گیاهان در ۵ روز بعد اتفاق افتاد و ۶۵ روز بعد از کاشت گیاه گل آذین تشکیل شد. صفت "روز تا رسیدگی فیزیولوژیک" برای رقم ساجاما ۱۵۳ روز و برای رقم رد کارینا ۱۱۶ روز بود. تاریخ برداشت رقم ساجاما ۱۶۶ روز پس از کاشت بود ولیکن برای رقم رد کارینا ۱۳۳ روز بود و در نهایت مقایسه میانگین میزان عملکرد بر حسب کیلوگرم در ارقام نتایج متفاوتی آشکار کرد، بطوریکه رقم ساجاما عملکرد بهتری داشت.

جدول شماره ۱: تجزیه واریانس بر اساس ۱۳ صفت مورد ارزیابی ANOVA

		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
ارتفاع بوته	Between Groups	112.500	1	112.500	.076	.787
	Within Groups	23750.444	16	1484.403		
	Total	23862.944	17			
طول ساقه سانتیمتر	Between Groups	24.500	1	24.500	.084	.775
	Within Groups	4643.778	16	290.236		
	Total	4668.278	17			
قطر ساقه میلیمتر	Between Groups	43.556	1	43.556	.833	.375
	Within Groups	836.444	16	52.278		
	Total	880.000	17			
وجود انشعاب ساقه اصلی	Between Groups	14.222	1	14.222	.173	.683
	Within Groups	1313.556	16	82.097		
	Total	1327.778	17			
تعداد خوشه در گل آذین اصلی	Between Groups	18.000	1	18.000	.189	.669
	Within Groups	1522.000	16	95.125		
	Total	1540.000	17			
رنگ دانه	Between Groups	4.500	1	4.500	.	.
	Within Groups	.000	16	.000		
	Total	4.500	17			
وجود بیماری	Between Groups	.500	1	.500	2.571	.128
	Within Groups	3.111	16	.194		
	Total	3.611	17			
روز تا مرحله رنگی شدن گل آذین	Between Groups	7200.000	1	7200.000	.	.
	Within Groups	.000	16	.000		
	Total	7200.000	17			
روز تا گرده افشانی	Between Groups	7200.000	1	7200.000	.	.
	Within Groups	.000	16	.000		
	Total	7200.000	17			
روز تا زمان شیری شدن بذر	Between Groups	5832.000	1	5832.000	.	.
	Within Groups	.000	16	.000		
	Total	5832.000	17			
روز تا رسیدگی فیزیولوژیک	Between Groups	6160.500	1	6160.500	.	.
	Within Groups	.000	16	.000		
	Total	6160.500	17			
	Between Groups	4900.500	1	4900.500	.	.

تاریخ برداشت	Within Groups	.000	16	.000		
	Total	4900.500	17			
میزان عملکرد برحسب کیلوگرم	Between Groups	245000.000	1	245000.000	4.588	.038
	Within Groups	854444.444	16	53402.778		
	Total	1099444.444	17			

بر اساس آنالیز صفات و تجزیه همبستگی، بیشترین سطح همبستگی مثبت و معنی دار بین روز تا ظهور گل آذین و روز تا رنگی شدن گل آذین بود. تجزیه همبستگی صفات در سطح ۵ ٪ انجام شد. صفت میزان عملکرد با صفات ارتفاع بوته (۰.۹۰)، تعداد خوشه در گل آذین اصلی (۰.۹۷) و قطر ساقه (۰.۹۵) در سطح بالایی معنی دار می باشند. صفت تعداد خوشه در گل آذین اصلی با صفات ارتفاع بوته (۰.۸۴) و قطر ساقه (۰.۹۵) نیز همبستگی مثبت و معنی داری دارد. صفت تعداد خوشه در گل آذین اصلی با صفت طول ساقه همبستگی کمتری دارد (۰.۶۹). نتایج این آزمایش نشان داد که گیاه کینوا در رنج دمایی پایین و بالا و همچنین به کم آبی و نیز شوری تحمل دارد. صفت میزان عملکرد با صفات ارتفاع بوته (۰.۸۹)، تعداد خوشه در گل آذین اصلی (۰.۹۲) و قطر ساقه (۰.۹۰) در سطح بالایی معنی دار می باشند. صفت تعداد خوشه در گل آذین اصلی با صفات ارتفاع بوته (۰.۸۵) و قطر ساقه (۰.۹۶) نیز همبستگی مثبت و معنی داری دارد. صفت تعداد خوشه در گل آذین اصلی با صفت طول ساقه همبستگی کمتری دارد (۰.۷۳).

جدول ۲: ضریب همبستگی پیرسون صفات مورد بررسی در رقم Sajama

صفت	ارتفاع بوته	طول ساقه سانتیمتر	قطر ساقه میلیمتر	وجود انشعاب ساقه اصلی	تعداد خوشه در گل آذین اصلی	میزان عملکرد برحسب کیلوگرم
ارتفاع بوته	1	0.889	0.921	0.984	0.842	0.904
طول ساقه سانتیمتر	0.889	1	0.709	0.870	0.695	0.798
قطر ساقه میلیمتر	0.921	0.709	1	0.916	0.958	0.958
وجود انشعاب ساقه اصلی	0.984	0.870	0.916	1	0.831	0.903
تعداد خوشه در گل آذین اصلی	0.842	0.695	0.958	0.831	1	0.976
میزان عملکرد برحسب کیلوگرم	0.904	0.798	0.958	0.903	0.976	1

جدول ۳: ضریب همبستگی پیرسون صفات مورد بررسی در رقم Red carina

صفت	ارتفاع بوته	طول ساقه سانتیمتر	قطر ساقه میلیمتر	وجود انشعاب ساقه اصلی	تعداد خوشه در گل آذین اصلی	میزان عملکرد برحسب کیلوگرم
ارتفاع بوته	1	0.892	0.917	0.986	0.859	0.895
طول ساقه سانتیمتر	0.892	1	0.767	0.830	0.738	0.823
قطر ساقه میلیمتر	0.917	0.767	1	0.922	0.965	0.903
وجود انشعاب ساقه اصلی	0.986	0.830	0.922	1	0.866	0.912

تعداد خوشه در گل						
آذین اصلی	0.859	0.738	0.965	0.866	1	0.922
میزان عملکرد برحسب کیلوگرم	0.895	0.823	0.903	0.912	0.922	1

٤. بحث و نتیجه‌گیری

یکی از چالش‌های اساسی که در سراسر جهان وجود دارد، کاهش عملکرد گیاهان به دلیل شوری خاک است. کینوا گیاهی یکساله، پهن‌برگ، و ارتفاع آن ۱-۴ متر است و ریشه‌ای با نفوذپذیری عمیق دارد. این گیاه مقاومت زیادی در برابر طیف گسترده‌ای از تنش‌های غیرزیستی مانند سرما، شوری و خشکی از خود نشان میدهد و همچنین به خوبی قابلیت رشد در خاک‌های حاشیه‌ای را داراست (سپهوند و شیخ، ۱۳۹۱؛ مامدی و توکل افهشاری، ۱۳۹۴؛ مامدی، و همکاران، ۱۳۹۴؛ سیفتی و همکاران، ۱۳۹۴). در مطالعه‌ای نتایج مقایسه میانگین صفات برای ۵ ژنوتیپ بررسی شد. براساس این نتایج، برای صفات جوانه زنی و روز تا چهاربرگی اختلاف معنی داری وجود داشت. صفت قطر ساقه نیز در بین ژنوتیپ تفاوت معنی دار نشان داد. مهمترین صفت مرتبط با عملکرد، یعنی وزن هزار دانه نیز در بین ژنوتیپ ها دارای اختلاف معنی داری بودند. بیشترین سطح همبستگی مثبت و معنی دار بین روز تا ظهور گل آذین و روز تا رنگی شدن گل آذین بود. دو صفت اخیر یعنی روز تاظهور گل آذین و روز تا رنگی شدن گل آذین که از صفات مهم و مرتبط با زودرسی است، همبستگی مثبت، بالا و معنی داری با صفت روز تا رسیدگی فیزیولوژیک داشتند (سیفتی و همکاران، ۱۳۹۴). در تحقیقی دیگر اثر شوری بر عملکرد دانه در دو رقم گیاه کینوا مورد مطالعه قرار گرفت و تفاوت معنی داری بین ارقام مورد بررسی و تأثیر توام بین ارقام و سطوح شوری مشاهده شد. در این مطالعه مشخص گردید که رقم Mria Santa دارای دامنه تغییرات عملکردی بیشتر از رقم Sajama بوده، و در عین حال این رقم دارای عملکرد و شاخص برداشت بیشتری ازSajama است (طاوسی و سپهوند، ۱۳۹۳). در پژوهش حاضر نیز تجزیه واریانس نشان داد که ارقام فقط در عملکرد تفاوت معنی‌داری با هم دارند. این به این معنی است که پس از بررسی این ۲۱ صفت و ۲ رقم متفاوت، این ارقام تفاوت زیادی ندارند و بایستی در شرایط دیگر و ارقام مختلف نیز آزمایش انجام شود. همچنین با استفاده از تکنیک مولکولی می توان بررسی های بهتری نیز انجام شود. نتایج این آزمایش نشان داد که گیاه کینوا در رنج دمایی پایین و بالا و همچنین به کم آبی و نیز شوری تحمل دارد.گیاه کینوا تحمل و مقاومت نسبتا مطلوبی به سطوح بالای شوری در مرحله جوانه زنی داشته و به نظر میرسد بتوان با اعمال مدیریت مناسب در مزرعه، استقرار این گیاه را در شرایط وجود آب و خاک شور تضمین نمود (سپهوند و همکاران، ۱۳۹۵).

منابع:

مامدی، آ.، توکل افشاری، ر.، سپهوند، ن، اویسی، م. ۱۳۹۴. بررسی تأثیر دما بر جوانه زنی بذر گیاه کینوا تحت تنش شوری. مجله علوم گیاهان زراعی ایران، جلد ۴، ص ۵۸۳-۵۸۹.

سپهوند، ن، تواضع، م و کهبازی. ۱۳۸۹. کینوا گیاهی ارزشمند برای امنیت غذایی و کشاورزی پایدار در ایران. یازدهمین کنگره علوم زراعت و اصلاح نباتات ایران.

سپهوند، ن شیخ ،ف. ۱۳۹۱. بررسی سازگاری گیاه جدید کینوا در استان گلستان ، همایش ملی فرآورده های طبیعی و گیاهان دارویی بجنورد، دانشگاه علوم پزشکی خراسان شمالی.

سیفتی، س، رمضانپور، س، سلطانلو، س، سپهوند، ن. ۱۳۹۴. بررسی برخی صفات مورفوفنولوژیک مرتبط با عملکرد و زودرسی در ارقام اصلاح شده کینوا *Chenopodium quinoa* نشریه تولید گیاهان زراعی جلد هشتم، شماره دوم.

طاوسی، م، سپهوند، ن. ۱۳۹۳. اثر تاریخ کاشت بر عملکرد و ویژگیهای فنولوژیکی و مرفولوژیکی ژنوتیپهای مختلف گیاه جدید کینوا در خوزستان، اولین کنگره بین المللی و سیزدهمین کنگره ژنتیک ایران.

شهبازیان، ن، اله دادی، ا، کامکار، ب. ۱۳۸۶. معرفی گیاه آمارانت و کینوا جهت پایدارسازی اراضی حاشیهای در ایران، مجموعه مقالات دومین همایش ملی کشاورزی بوم شناختی ایران.

سپهوند، ن، سرهنگی، م. ۱۳۹۲. کینوا (دانه مادر)گیاهی نو باتنوع ژنتیکی بالا محصولی مغذی در ایران دوازدهمین کنگره ژنتیک ایران.

مامدی ،آ، توکل افشاری، ر. ۱۳۹۴. معرفی خصوصیات دانه و خواص گیاه کینوا: یک محصول جدید زراعی برای ایران، سومین همایش ملی انجمن های علمی دانشجویی رشته های کشاورزی و منابع طبیعی-پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران.

Abugoch, L., Castro, E., Tapia, C., Añón, M.C., Gajardo, P., and Villarroel, A. 2009. Stability of Quinoa Flour Proteins (*Chenopodium quinoa*. Willd.) During Storage, Int. J. of Food Sci. and Technol. 44(10): 2013-2020.

Bazile, D., Jacobsen, S. E., and Verniau, A. 2016. The global expansion of quinoa: Trends and limits. Frontiers in Plant Science, 7, Article 622.

Bhargava A, Shukla, S., and Ohri, D. 2006. *Chenopodium quinoa*—an Indian perspective. Ind. Crop Prod. 23:73–87.

Dakhili, S., Abdolalizadeh, L., Hosseini, S. M., Shojaee-Aliabadi, S., and Mirmoghtadaie, L. (2019). Quinoa protein: Composition, structure and functional properties (Review). Food Chemistry, 299: 125161.

Fernández-López, J., Viuda-Martos, M., and Pérez-Alvarez, J. A. 2021. Quinoa and chia products as ingredients for healthier processed meat products: Technological strategies for their application and effects on the final product. Current Opinion in Food Science, 40: 26–32.

Navarro-Perez, D., Radcliffe, J., Tierney, A., and Jois, M. 2017. Quinoa Seed Lowers Serum Triglycerides in Overweight and Obese Subjects: A Dose-Response Randomized Controlled Clinical Trial. Current Developments in Nutrition, 1(9): e001321.

Oelke, E. A,. Puntnam, D. H. Teynor, T.M. and E.S. Oplinger. 1992. Alternative Field Crops Manual, Quinoa. University of Wisconsin Extension, Cooperative Extension. Http:\\www. hort.purdue.edu\newcrop\afcm\quinoa. html.

Risi, J. and N. W. Galwey. 1989. Chenopodium, Grains of the Andes/: a Crop for Temperate Latitudes. In: New Crops for Food and Industry, G.E. Wickens, Haq, N. and Day, P. (eds.), pp.222-232, Chapman and Hall London and New York.

Silva, V.O., Gregório, M.L., Villafanha, D.F., and de Godoy, M.F. 2018. Effects of Intake of Processed Quinoa Seeds on Lipid Profile in Patients with Coronary Heart Disease. International Journal of Sciences, 7(3):8-14.

Yi Ng, C., and Wang, M. 2021. The functional ingredients of quinoa (*Chenopodium quinoa*) and physiological effects of consuming quinoa: A review. Food Frontiers, 2: 329-356.

Morphological and phenological responses of medicinal plant "Quinoa" in salinity stress conditions

Soheil zarandy[1], Reza Sheikhakbari-Mehr[2*]

[1]Department of Agriculture, University of Applied Sciences, Qom, Iran

[2]Department of Biology, Faculty of Science, University of Qom, Qom, Iran

Abstract

The medicinal plant "quinoa" scientifically named *Chenopodium quinoa* belongs to the family Chenopodiaceae. This plant is a grain of high nutritional value because of its richness in protein, lipids, fiber, vitamins and minerals and has an excellent balance of essential amino acids. It also contains high amounts of phytochemicals useful for health, including saponins, phytosterols, Phytoecdysteroids. Quinoa has been found to have significant positive effects on metabolic, cardiovascular, and gastrointestinal health in humans. Various food compositions and experimental evidence about its biological activities to evaluate the physiological effects of quinoa consumption have been introduced, including antioxidant effects, blood lipid reduction, immune system modulator, weight regulator, blood sugar reduction, blood pressure reduction, probiotic, antitumor and hormone regulating effects. In order to investigate the reaction of the traits of two different quinoa genotypes, red carina and Sajama, under salinity stress conditions, this research was conducted in Jafarieh district of Qom province. The experiment was performed as a Randomized Completely Block Design (RCBD) in two various treatments with three replications under normal and saline conditions. The analysis of 13 quantitative morphological and phenological characters using ANOVA revealed that only the yield in kg at the 5% probability level shows a significant difference between the two genotypes. Based on the correlation analysis, the correlation of the yield with plant height (0.90), number of clusters in the main inflorescence (0.97) and stem diameter (0.95) is significant at a high level. The results of this research showed that "quinoa" has a high resistance to low and high temperatures as well as to dehydration and salinity.

Keywords: Correlation Analysis, Medicinal Plant, Morphology, Quinoa, Salinity Stress

*Corresponding author email:
r.sheikhakbari@qom.ac.ir

بررسی ویژگی های فیزیولوژیکی گیاه چای ترش تحت شرایط تنش خشکی

مینا فلاحتی[۱]، علی اکبر کریمیان [۲] و حمید سودایی زاده[۳]

[۱] دانشجوی کارشناسی ارشد گیاهان دارویی، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه یزد
[۲] دانشیار دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه یزد
[۳]دانشیار دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه یزد

چکیده

هدف از کم آبیاری افزایش کارایی مصرف آب است. این افزایش کارایی می‌تواند از طریق کاهش آب مورد نیاز در هر نوبت آبیاری، افزایش دور آبیاری و یا حذف آبیاری‌هایی که بازده کم دارند صورت بگیرد. بدین منظور آزمایش در قالب طرح کاملا تصادفی با چهار تکرار در گلخانه دانشکده منابع طبیعی دانشگاه یزد برای کاشت گیاه چای ترش(*Hibiscus sabdariffa L.*) که گیاهی دارویی است و در مناطق گرمسیری و نیمه گرمسیری رشد مناسبی دارد طراحی شد. نتایج نشان دادکه اختلاف معنی دار در سطح ۵ درصد در مورد مقدار قند و پرولین موجود در برگ چای ترش در تیمارهای مختلف خشکی و جود دارد بین سایر فاکتورها شامل کلروفیلa، کلروفیلb، کلروفیل کل و کارتنوئید برگ در شرایط تنش خشکی اختلافی مشاهده نشد.

واژگان کلیدی: چای ترش، تنش خشکی، کم آبیاری، خصوصیات فیزیولوژیک

۱. مقدمه

کمبود منابع آب در مناطق خشک و نیمه خشک کره زمین از جمله کشور ایران مهم ترین عامل محدودکننده فعالیت های کشاورزی است و در نتیجه تنش آبی وارده به گیاه باعث کاهش عملکرد می شود. بنابراین استفاده از روشی که در آن گیاهان با وجود کمبود آب، دچار افت عملکرد نشوند از اهمیت بالایی برخوردار است. کم آبیاری یکی از راه های صرفه جویی در مصرف آب به خصوص در آبیاری سطحی است. به جز مراحل حساس به تنش خشکی مثل مرحله گلدهی میتوان ۲۰ تا ۲۵ درصد کم آبیاری را برای گیاهان توصیه نمود.(حیدری،۱۳۹۱) هدف اصلی از کم آبیاری افزایش کارایی مصرف آب می باشد. این افزایش می تواند از طریق کاهش آب مورد نیاز در هر نوبت آبیاری، افزایش دور آبیاری و یا حذف آبیاری‌هایی که بازده کم دارند صورت بگیرد.

چای ترش (*Hibiscus sabdariffa L.*) گیاهی دارویی است که در مناطق گرمسیری و نیمه گرمسیری رشد مناسبی دارد و به صورت یکساله و یا چند ساله رشد می کند این گیاه بومی غرب آفریقا و هند است و در بسیاری از نواحی دیگر دنیا مانند آسیا، آمریکای مرکزی و استرالیا کشت می‌شود. گیاه چای ترش به دلیل دارا بودن ترکیبات آنتی اکسیدانی، خواص ضد التهابی وهمچنین خواص فراوان برای کاهش فشار خون و کاهش کلسترول خون از اهمیت بالایی برخوردار است.

با توجه به وضعیت منابع آب، استفاده بهینه از آب در بخش های مختلف مصرف، بخصوص در کشاورزی امری ضروری بنظر می رسد برای این منظور کم آبیاری و بررسی وضعیت عکس العمل گیاه تحت این شرایط، یکی از سناریو های مدیریت آب درکشاورزی است.

۲. مواد و روش‌ها

۱. بذور مربوط به چای ترش از شرکت پاکان بذر اصفهان خریداری شد. سپس بذور به‌صورت جداگانه در سینی نشاء با بستر کوکوپیت مستقر شدند. پس از گذشت ۳۰ روز و رسیدن بذور به مرحله ده سانتی متری، نشاءها از سینی نشاء خارج شده و سپس وارد گلدان‌ها شدند(شکل ۱). بستر کشت گلدان‌ها شامل نسبت ۱:۱ ماسه و خاک لومی و حجم هر گلدان ۲۰± ۳۰۰۰ میلی لیتر انتخاب گردید. مشخصات فیزیکی خاک آزمایش شده در جدول شماره ۱ارائه شده است.

در طی دوره رشدی ۶ ماهه گیاهان در گلخانه، آبیاری گلدان‌ها با آب لوله کشی با میزان شوری ۷۰۰ میکروزیمنس بر متر مربع، بر اساس روش وزنی به‌صورت هفته‌ای سه مرحله به میزان رطوبت ۱۰۰ درصد، ۷۵ درصد، ۵۰ درصد و ۲۵ درصد FC برای هر گلدان اعمال شد.

جدول شماره ۱-مشخصات فیزیکی خاک مورد آزمایش

موقعیت	Sand(%)	Silt(%)	Clay(%)	Texture
دانشگاه یزد	۵۲	۳۰	۲۷	loam

شکل ۱ تولید نشای چای ترش و اعمال تیمارها در گلدان

۳. نتایج

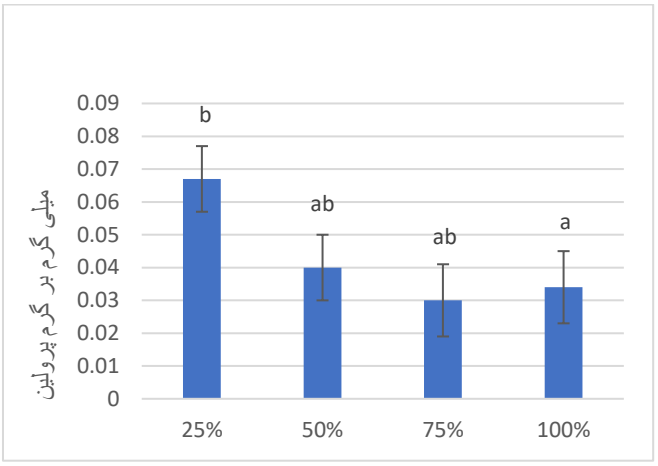
بررسی صفات فیزیولوژیک چای ترش

نتایج تجزیه واریانس نمونه ها نشان داد که بین تیمارهای خشکی با صفات کلروفیلa ، کلروفیلb، کارتنوئید اختلاف معنی دار وجود ندارد ولی در مورد قند و پرولین نتایج اختلاف معنی داری را در سطح ۵ درصد نشان می دهد(جدول ۲).

جدول ۲- تجزیه واریانس صفات فیزیولوژیک گیاه چای ترش تحت شرایط تنش خشکی

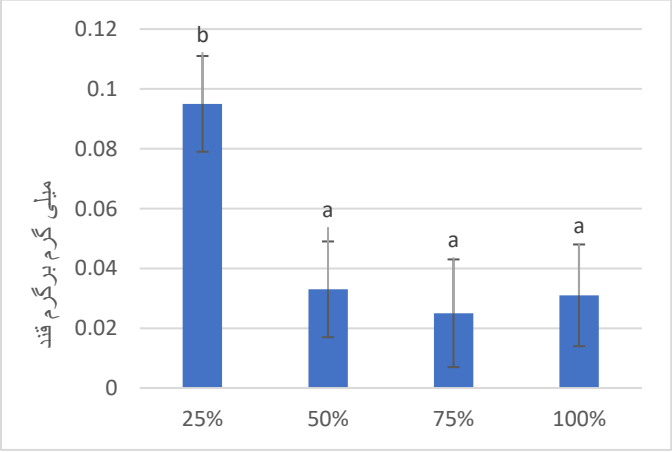
منابع تغییر	درجه ازادی	پرولین	قند	کلروفیلa	کلروفیلb	کارتنوئید
خشکی	۳	۰/۰۰۵*	۰/۰۰۷*	۰/۵۲۲ns	۰/۰۲۷ns	۵/۲۶ns
خطا	۱	۰/۰۰۱	۰/۰۰۲	۰/۳۶۸	۰/۰۱۶	۰/۸۰۵

نتایج مقایسه میانگین پرولین برگ گیاه چای ترش نشان داد که بین تیمارهای ۵۰ و ۷۵و ۱۰۰ درصد ظرفیت زراعی اختلاف معنی دار وجود ندارد. همچنین بین تیمارهای ۲۵ ، ۵۰، ۷۵ درصد نیز اختلاف معنی داری مشاهده نمی شود.اما بین تیمار ۲۵ و ۱۰۰ درصد اختلاف معنی دار وجود دارد. بیشترین مقدار پرولین برگ در تیمارآبیاری ۲۵ درصد ظرفیت زراعی، و کمترین مقدارآن در تیمار ۱۰۰ درصد ظرفیت زراعی مشاهده شد.



شکل ۱-مقایسه میانگین مقدار پرولین چای ترش در اثر تنش خشکی (نمودارهایی که حروف مشترک دارند اختلاف معنی دار ندارند)

نتایج مقایسه میانگین مقدار قند برگ گیاه چای ترش نشان داد که بین تیمارهای ۵۰ و ۷۵و ۱۰۰ درصد ظرفیت زراعی اختلاف معنی دار از نظر مقدار قند برگ وجود ندارد. اما بین تیمار ۲۵ درصد با سایر تیمارها از این نظر اختلاف معنی دار وجود دارد. بیشترین مقدار قند برگ در تیمارآبیاری ۲۵ درصد ظرفیت زراعی، و کمترین مقدارآن در تیمار ۷۵ درصد ظرفیت زراعی مشاهده شد.



شکل ۲-مقایسه میانگین مقدار قند چای ترش در اثر تنش خشکی (نمودارهایی که حروف مشترک دارند اختلاف معنی دار ندارند)

٤. بحث و نتیجه‌گیری

همانطور که نتایج نشان می دهد تنش خشکی تا مقدار ۵۰ درصد ظرفیت زراعی تاثیری در تغییر ویزگی های فیزیولوژیک گیاه چای ترش نشده که نشان دهنده این است که این گیاه می تواند آبیاری های تا حدود ۵۰ در ظرفیت مزرعه را بدون ایکه آسیبی به گیاه و شرایط فیزیولوژیک گیاه وارد شود تحمل نموده و رشد و نمو مناسبی نیز داشته باشد. تنها آبیاری های در حد ۲۵ درص ظرفیت زراعی باعث برخی تغییرات فیزیولوژیک در گیاه شده لذا می توان برای کشت این گیاه در مناطق کم آب با ابیاری نصف ظرفیت زراعی نیز اقدام و محصول مناسب برداشت کرد.

منابع

قوام سعیدی نوقابی سعید, خاشعی سیوکی عباس, حمامی حسین. (۱۳۹۷) برآورد ضریب گیاهی چای ترش در مراحل مختلف رشد به روش لایسیمتری در منطقه بیرجند.

حیدری. (۱۳۹۳). کم-آبیاری در آبیاری سطحی: چالش‌ها، راهکارها و چشم‌انداز. *یافته‌های تحقیقاتی در گیاهان زراعی و باغی*, ۱(۲), ۸۳-۱۰۶

بش زینب, دانش شهرکی عبدالرزاق, قبادی نیا مهدی, سعیدی کرامت اله.(۱۳۹۳) اثر باکتری های محرک رشد بر برخی صفات فیزیولوژیک سیاهدانه، تحت تنش کمبود آب

ثقه الاسلامی محمدجواد, موسوی سیدغلامرضا, برزگران طاهره. (۱۳۸۹-۱۳۸۸) تاثیر سطوح آبیاری و تاریخ کاشت بر عملکرد و بازدهی مصرف آب چای ترش.

رهبریان،پ.،و افشار منش،غ.، و مدافع بهزادی ،ن. (۱۳۹۰). تاثیر تنش خشکی و تراکم بوته بر عملکرد چای ترش در منطقه جیرفت. یافته های نوین کشاورزی،۲۴۹

Investigation of some physiological characteristics of *Hibiscus sabdariffa* in dry stress

Mina Felahati[1], Ali Akbar Karimian [2*], Hamid Sodaei Zade [2]

[1]MSc.in medicinal plants, Yazd University, Yazd, Iran.
[2]Associate Professor, Yazd University, Yazd, Iran.

Abstract

The purpose of low irrigation is to increase the efficiency of water consumption. This increase can be done by reducing the amount of water required for each irrigation, increasing the frequency of irrigation or eliminating irrigations that have low efficiency. For this purpose, an experiment was designed in the form of a completely randomized design with four replications in the greenhouse of the Faculty of Natural Resources of Yazd University to plant *Hibiscus sabdariffa* L., a medicinal plant that grows well in tropical and subtropical regions. The results showed that there is a significant difference at the level of 5% regarding the amount of sugar and proline in leaves of this plant in different drying treatments. No difference was observed between other factors including chlorophyll a, chlorophyll b, total chlorophyll and leaf carotenoids under drought stress conditions.

Keywords: *Hibiscus sabdariffa*, dry stress, low irrigation, physiological characteristics

بهبود آسیب کلیوی ناشی از دیابت ملیتوس با مصرف خوراکی پودر بابونه (*Matricaria recutita*)

افسانه مظفری نیا[1]، علی گل[1*]

[1،*]گروه زیست شناسی، دانشگاه شهید باهنر کرمان، کرمان، ایران

چکیده

مقدمه: دیابت ملیتوس از شایع ترین و مهمترین بیماری های متابولیک به شمار میآید و آسیب کلیوی یکی از عوارض دراز مدت دیابت است. استفاده از گیاهان دارویی در درمان دیابت و عوارض ناشی از آن جایگاه ویژه ای دارد.در این مطالعه تاثیر پودر بابونه برتغییرات وزن کلیه و حجم ادرار در رت های دیابتی با استرپتوزوتسین مورد بررسی قرار گرفته است.

روش ها: چهار گروه شش تایی موش صحرایی نر نژاد Wistar به گروه N (نرمال)، گروه N+C.powder، گروه D (دیابتی)، و گروه D+C.powder تقسیم شدند. گروه های دریافت کننده پودر بابونه(N+C.powder و D+C.powder) به مدت ۱۴ روز 350 mg/kg بابونه با گاواژ دریافت کردند.

نتایج: حجم ادراردر گروه D با معنی داری $P<0.001$نسبت به گروه N و N+C.powder افزایش یافت. مصرف پودر بابونه در گروه تیمار (D+C.powder) با عث کاهش معنی دار $p<0.001$ حجم ادرار نسبت به گروه D گردید. وزن کلیه در گروه D با معنی داری $P<0.05$ نسبت به گروه N و N+C.powder افزایش یافت، دریافت پودر بابونه در گروه D+C.powder باعث کاهش وزن کلیه شد، اما معنی دار نبود.

واژگان کلیدی: دیابت ملیتوس،آسیب کلیوی، حجم ادرار، بابونه

*agol@uk.ac.ir

۱. مقدمه

دیابت از شایعترین و مهمترین بیمارهای متابولیک بشمار می آید که با سطوح کاهش یافته انسولین و یا حساسیت بافت های هدف به انسولین مرتبط است (۱). در دیابت، سرعت و توانایی بدن در استفاده و سوخت و ساز کامل گلوکز کاهش میابد و هیپرگلیسمی اتفاق می‌افتد (۲). هیپرگلیسمی در دراز مدت باعث تغییر عملکرد و آسیب بافتی به کلیه می‌شود. افزایش فیلتراسیون گلومرولی (GFR) اولین نشانه آسیب کلیوی ناشی از دیابت است. به دلیل افزایش سطح گلوکز ناشی از دیابت، گلوکز وارد کلیه ها شده و دیورز اسمزی را افزایش می‌دهد. در نتیجه دیورز اسمزی منجر به پلی اوری یا همان افزایش حجم ادرار می‌شود (۳). در مطالعه Christianse و همکاران ارتباط معنی‌داری بین گلوکز خون و وزن کلیه مشاهده شد. آنها افزایش حجم و افزایش وزن کلیه را طی دیابت ناشی از استرپتوزوتوسین گزارش دادند (۴). علاوه بر این، بسیاری از مطالعات افزایش پراکسیداسیون لیپیدی یا استرس اکسیداتیو را در بیماران دیابتی نشان داده اند (۵). بیماران مبتلا به دیابت ممکن است در معرض استرس اکسیداتیو حاد و مزمن بوده، که باعث افزایش بیشتر عوارض دیابت می شود (۶). بابونه (Matricaria recutita L. Chamomile) از خانواده کمپوزیته (Compositae) گیاهی یک ساله، معطر و به ارتفاع ۲۰ تا ۸۰ سانتیمتر است، که از پرمصرف ترین گیاهان دارویی بشمار می‌آید (۷). از این گیاه خواص ضدالتهابی، ضد میکروبی، آنتی دیابتیک و آنتی اکسیدانی ثبت شده است (۷، ۸). ترکیبات فنلی موجود در گیاه بابونه به عنوان آنتی اکسیدان و از بین برنده رادیکال های آزاد عمل می کنند. بعلاوه، مهمترین ترکیبات این گیاه شامل: فلاونوئید ها، کامازولن، ماتریسین و ترپن ها می‌باشد (۸)، که اثرات فیزیولوژیکی و خواص آنتی اکسیدانی متعددی دارند و مانع از تولید و انتشار گونه های اکسیژن واکنشی (ROS) می شوند (۹). مطالعه Prasanna و همکاران نشان داد، اثرترکیبی بابونه و پونه بر روی موش صحرایی نر دیابتی باعث کاهش آپپتوز بافت کلیوی و بهبود آسیب کلیوی ناشی از دیایت می‌شود (۱۰). همچنین مطالعه El Mihyaoui و همکاران بابونه را غنی از فلاونوییدها معرفی کرد (۱۱). در این مطالعه، تاثیر پودر بابونه بر تغییرات وزن کلیه و حجم ادرار در رت های دیابتی با استرپتوزوتسین مورد بررسی قرار گرفته است.

۲. مواد و روش‌ها

۱.۲. حیوانات: در این بررسی تعداد ۲۴ سر موش صحرایی (Rat) نژاد ویستار به عنوان حیوان آزمایشگاهی استفاده گردید. حیوانات تحت شرایط یکسان و مناسب نوری، ۱۲ساعت نور و ۱۲ساعت تاریکی ودردمای ۲۵-۲۳ سانتی گراد نگهداری شدند. اصول اخلاقی کار با حیوانات آزمایشگاهی در تمامی مراحل انجام آزمایش زیر نظر کمیته اخلاق در پزشکی معاونت پژوهشی دانشگاه شهید باهنر کرمان انجام گرفت.

۲.۲. گروه بندی: حیوانات به طور تصادفی به ۴ گروه تقسیم شدند:

گروه N (نرمال): دریافت رژیم غذایی معمولی روزانه+ ML1 نرمال سالین از طریق گاواژ

گروه N+C.powder (نرمال+پودر بابونه): دریافت رژیم غذایی معمولی روزانه+ mg/kg350 پودر بابونه از طریق گاواژ

گروه D (دیابتی): دریافت رژیم غذایی معمولی روزانه+ ML1 نرمال سالین از طریق گاواژ

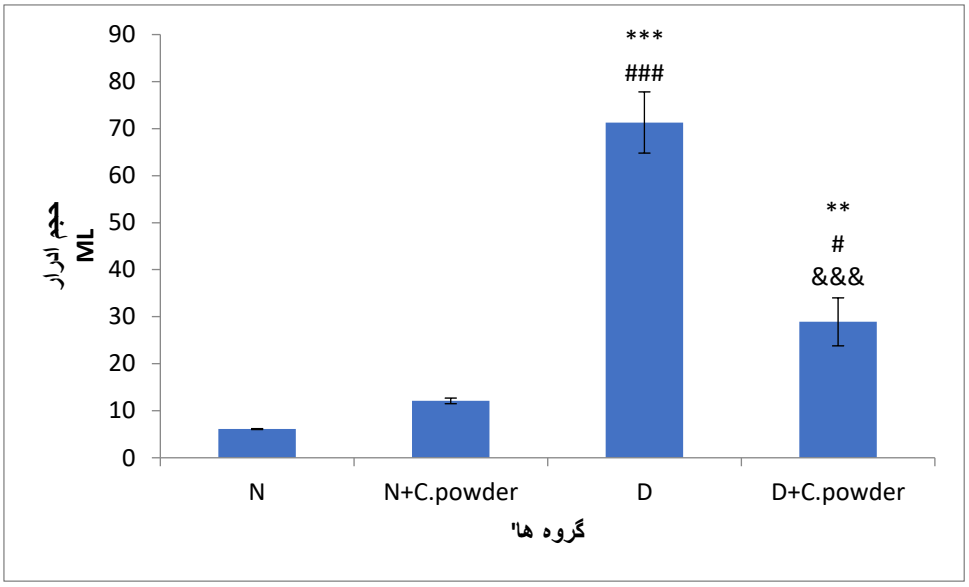
گروه D+C.powder (دیابتی+پودر بابونه): دریافت رژیم غذایی معمولی روزانه+ mg/kg350 پودر بابونه از طریق گاواژ

۳.۲. القا دیابت: دوز mg/kg60 استرپتوزوتوسین (STZ) تولید شرکت سیگما آمریکا، بصورت داخل صفاقی به رت ها تزریق شد و بعد از ۷۲ ساعت گلوکز ناشتای آنها اندازه گیری گردید و قند بالای mg/dl300 دیابتی در نظرگرفته شد.

٤.۲. آنالیز آماری: داده‌های حاصل از این مطالعه، با نرم افزار کامپیوتری SPSS، آزمون واریانس یک طرفه (one-way ANOVA) و پس آزمون Tukey آنالیز گردیدند. نتایج نهایی به صورت mean±SEM گزارش شد.

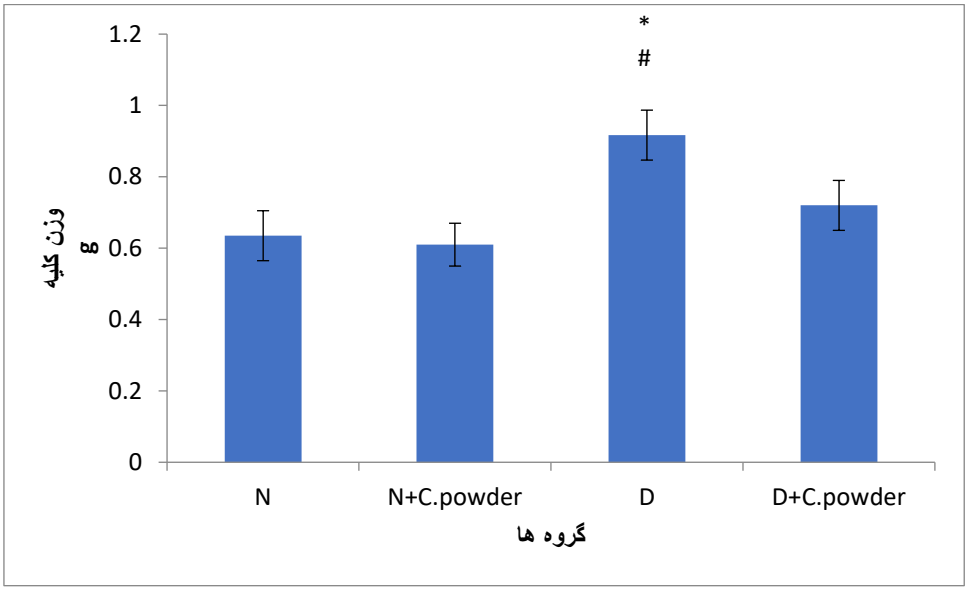
۳. نتایج

نمودار(۱) نشان می‌دهد، در گروهD حجم ادار افزایش معنی دار P<0.001 نسبت به گروه N و N+C.powder دارد. همچنین در گروهD+C.powder اختلاف معنی دار p<0.01 با گروه N و اختلاف معنی دار P<0.05 با گروه N+C.powder مشخص است. در گروهD+C.powder کاهش معنی دارp<0.001 حجم ادار نسبت بهD قابل مشاهده است. نمودار (۲) نشان می‌دهد، افزایش وزن کلیه در گروه D، افزایش معنی دار P<0.05 با گروه N و گروه .N+C.powder دارد.



نمودار ۱. اثر مصرف خوراکی پودر بابونه بر تغییرات حجم ادرار در گروهای مورد آزمایش. *** اختلاف معنی دار P<0.001 با گروه N (نرمال) ** اختلاف معنی دار P<0.01 با گروه N (نرمال).### اختلاف معنی دار P<0001 با گروه N+C.powder.. # اختلاف معنی دار P<0.05 با گروه .N+C.powder && اختلاف معنی دار P<0.001 با گروه D (دیابتی)

N= گروه نرمال، N+C.powder گروه نرمال+بابونه، D=گروه دیابتی، D+C.powder= گروه دیابتی+بابونه



نمودار۲. اثر مصرف خوراکی پودر بابونه بر تغییرات وزن کلیه در گروهای مورد آزمایش. * اختلاف معنی دار $P<0.05$ با گروه N (نرمال).# اختلاف معنی دار $P<0.05$ با گروه .N+C.powder

N= گروه نرمال، N+C.powder گروه نرمال+بابونه، D=گروه دیابتی، D+C.powder= گروه دیابتی+بابونه

٤. بحث و نتیجه‌گیری

این مطالعه نشان داد که دیابت موجب افزایش حجم ادار و وزن کلیه می شود. مصرف پودر بابونه توانست متغیرهارا به سمت طبیعی شدن ببرد به طوریکه مصرف پودر بابونه در گروه دیابتی موجب بروز اختلاف معنی داری بین دو گروهD و D+C.powder. شد. یافته ها حاکی از اثر مثبت مصرف دو هفته‌ای پودر بابونه در آسیب کلیوی ناشی از دیابت داشت. مطالعه های بسیاری مشخص کرده اندکه در دیابت، میزان آسیب کلیوی (نفروپاتی) افزایش قابل ملاحظه ای میابد. یکی از دلایل ایجاد آسیب‌های ناشی از نفروپاتی دیابتی، افزایش قند خون است که موجب افزایش تولید رادیکال‌های آزاد و در نهایت ایجاد اختلال عملکردی و ساختاری کلیه می‌شود (۹) .همچنین افزایش قند خون سبب تشکیلAGEPs میشود که خود یکی از عوامل تشکیلROS و ایجاد آسیب‌های ناشی از آن است (۱۲). مطالعه Bagherizadeh و همکاران نشان داد، افزایش سطح گلوکز ناشی از دیابت دیورز اسمزی را افزایش می دهد که منجر به پلی اوری یا همان افزایش حجم ادرار می شود (۳) که با نتایج حاصل از مطالعه ما مطابقت دارد. در این مطالعه حجم ادرار در گروه D با اختلاف معنی داری نسبت به گروه N افزایش یافت. مطالعه Domon و همکاران نیز افزایش حجم ادار ناشی از دیابت ملیتوس را گزارش داد (۱۳). در این مطالعه مصرف خوراکی پودر بابونه باعث کاهش معنی دار حجم ادار در گروه D+C. powder نسبت به گروه D شد. همانگونه که گفته شد استرس اکسیداتیو و گونه های اکسیژن واکنشی (ROS) از عوامل ایجاد دیابت و حتی عوارض ناشی از دیابت هستند. ترکیبات فنلی موجود در گیاه بابونه به عنوان آنتی اکسیدان و از بین برنده رادیکال های آزاد عمل می کنند. بعلاوه مهمترین ترکیبات این گیاه یعنی فلاونوئید ها، مانع از تولید و انتشار گونه های اکسیژن واکنشی می شوند (۹). کاهش حجم ادار در گروه دریافت کنده پودر بابونه را میتوان از اثرات آنتی اکسیدانی این ترکیبات دانست. این نتایج با یافته های مطالعه Kaseb و همکاران که

تاثیر عصاره آبی گل بابونه بر عملکرد کلیه در افراد دیابتی را بررسی کردند (۱۴)، همسو است. کلیه ها نقش های متعددی در متابولیسم سیستمیک گلوکز دارند، مانند بازجذب گلوکز، گلوکونئوژنز و تخریب انسولین (۱۵). در مطالعه Christianse و همکاران ارتباط معنی‌داری بین گلوکز خون و وزن کلیه مشاهده شد (۴). علاوه بر این Domon و همکاران افزایش وزن کلیه را یکی ازعوارض ناشی از دیابت و افزایش قند خون نشان دادند (۱۳). در این مطالعه وزن کلیه در گروه D با معنی داری $P<0.05$ نسبت به گروه نرمال افزایش یافت که با مطالعات قبلی مطابقات دارد. در گروه D+C.powder مصرف دوز mg/kg350 پودر بابونه باعث کاهش وزن کلیه نسبت به گروه دیابتی شد، اما معنی دار نبود. چون میزان تولیدرادیکال های آزاد در دیابت افزایش مییابد و استفاده از آنتی اکسیدانها میتواند سبب کاهش آسیبهای اکسیداتیو ناشی از دیابت شود (۹). فلاونویید ها از آنتی اکسیدان های مهم بابونه بشمار می آیند. یکی دیگر از فلاونوئیدهای مهم در بابونه اپی ژنین می باشد (۱۶) که با کاهش بیان iNOS باعث مهار NO می شود. مهار تولید و انتشار ROS و RNS باعث حفاظت در مقابل استرس اکسیداتیو می‌شود (۱۷). با توجه به خواص آنتی‌اکسیدانی بابونه که مطالعات متعدد گزارش شده است، احتمال میرود که بابونه با افزایش ظرفیت آنتی اکسیدانی در کلیه موجب کاهش آسیب کلیوی ناشی از دیابت و حتی دیابت شود. پیشنهاد می‌شود با مطالعات هیستوپاتولوژی و سنجش فاکتورهای اکسیدانی و آنتی اکسیدانی بافت کلیه تاثیر بابونه بر دیابت و عوارض ناشی از آن بیشتر مورد بررسی و تایید قرار گیرد.

منابع

1. Hameed I, Masoodi SR, Mir SA, Nabi M, Ghazanfar K, Ganai BA. (2015), Type 2 diabetes mellitus: From a metabolic disorder to an inflammatory condition. World J Diabetes, 15; 6(4): 598–612.
2. Brosnan JT. (1999), Comments on metabolic needs for glucose and the role of gluconeogenesis. Review: Eur J Clin Nutr , 53; 1:S107-11.
3. Bagherizadeh T, Gol A, Olomi H. (2015), Effect of Citrullus Colocynthis pulp on renal function in streptozotocin-induced diabetic rats. Hormozgan Medical Journa, 19(4):208-215.
4. Christiansen S, Frandsen GM, Parving HH. (1981), ncreased Kidney Size, Glomerular Filtration Rate and Renal Plasma Flow in Short-Term Insulin-Dependent Diabetics. Diabetologia, 20: 451-456.
5. Bonnefont-Rousselot D, Bastard JP, Jaudon MC, Delattre J. (2000), Consequences of the diabetic status on the oxidant/antioxidant balance, Diabetes Meta, 26:163-176.
6. Yaribeygi H, Sathyapalan T, Atkin SL, Sahebkar A. (2020), Molecular Mechanisms Linking Oxidative Stress and Diabetes Mellitus. Oxid Med Cell Longev, PMC8609213.
7. Amirghofran Z, Azadbakht M, Karimi M.H, (2000), Evaluation of the immunomodulatory effects of five herbal plants. Journal of Ethnopharmacology, 72; 167–172.
8. Diane L, McKay B. (2006), A Review of the Bioactivity and Potential Health Benefits of Chamomile Tea (Matricaria recutita L.). Phytother Res, 20: 519-30.
9. Jha JC, Banal C, Chow BS, Cooper ME, Jandeleit-Dahm K. (2016), Diabetes and Kidney Disease: Role of Oxidative Stress. Antioxid Redox Signal, PMC5069735.
10. Prasanna R, Ashraf EA, Essam MA. Chamomile and oregano extracts synergistically exhibit antihyperglycemic, antihyperlipidemic, and renal protective effects in alloxan-induced diabetic rats.

Physiol Pharmacol 2017; 95(1):84-92.
11.El Mihyaoui A, Esteves da Silva JC, Charfi S, Candela Castillo ME, Lamarti A, Arnao MB. Chamomile (Matricaria chamomilla L.): a review of ethnomedicinal use, phytochemistry and pharmacological uses. Life (Basel). 2022; 12(4): 479.
12. Liu Y, Zang S, Ji W, Yao H, Lin L, Cui H, Santos HA, Pan G. (2022), Emerging Theranostic Nanomaterials in Diabetes and Its Complications. Adv Sci (Weinh), 9(3): 2102466.
13. Domon A, Katayama K, Yamada T, Tochigi Y, Suzuki H. (2021), Characterization of Enlarged Kidneys and Their Potential for Inducing Diabetes in DEK Rats. Biology, 10; 633-649.
14. Kaseb F., Yazdanpanah Z., Biregani A., Yazdi N., Yazdanpanah Z. The effect of chamomile (Matricaria recutita L.) infusion on blood glucose, lipid profile and kidney function in Type 2 diabetic patients: A randomized clinical trial. Prog. Nutr. 2018;20:110–118
15. Neumiller, J.J.; Alicic, R.Z.; Tuttle, K.(2017), Therapeutic Considerations for Antihyperglycemic Agents in Diabetic Kidney Disease. J.Am. Soc. Nephrol, 28; 2263–2274.
16. Parham S, Kharazi AZ, Bakhsheshi-Rad HR, Nur H, Ismail AF, Sharif S, RamaKrishna S, Berto F. (2020), Antioxidant, Antimicrobial and Antiviral Properties of Herbal Materials. Antioxidants, 9(12); 1309.
17. Bhat NR, Zhang P, Lee JC, Hogan EL. (1998), Extracellular signalregulated kinase and p38 subgroups of mitogen-activated protein kinases regulate inducible nitric oxide synthase and tumor necrosis factor-alpha gene expression in endotoxin-stimulated primary glial cultures. Neurosci, 18; 1633-41.

Improvement of diabetes mellitus-induced kidney damage with chamomile (*Matricaria recutita*) powder

Afsaneh mozaffarinia[1], Ali gol[1*]

[1*] Department of biology, Faculty of science, Shahid Bahonar University of Kerman, Kerman, Iran

Abstract

Introduction: Diabetes Mellitus is one of the most common and important metabolic diseases, and kidney damage is one of the long-term complications of diabetes The use of medicinal plants has a special place in the treatment of diabetes and its complications. In this study, the effect of chamomile powder on changes in kidney weight and urine volume in streptozotocin diabetic rats has been investigated. Methods: Four groups of six male Wistar rats were divided into group N (normal), group N+C.powder, group D (diabetic), and group D+C.powder. Groups receiving chamomile powder (N+C.powder and D+C.powder) received 350 mg/kg of chamomile by gavage for 14 days. Results: Urine volume in group D increased significantly with $p<0.001$ compared to group N and N+C.powder. Consumption of chamomile powder in the treatment group (D+C.powder) resulted in a significant $p<0.001$ decrease in urine volume compared to group D. Kidney weight increased in group D with a significance of $P<0.05$ compared to groups N and N+C.powder, receiving chamomile powder in group D+C.powder decreased kidney weight, but it was not significant.

Keywords: diabetes mellitus, kidney damage, urine volume, chamomile

[*] agol@uk.ac.ir

بهبود جذب عناصر غذایی و پروتئین دانه گیاه دارویی کاملینا با کاربرد ورمی‌کمپوست و بیوچار

سعید حضرتی[۱] *، فرهاد حبیب‌زاده[۲]

[۱]گروه زراعت و گیاهان دارویی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهید مدنی آذربایجان، تبریز
[۲]گروه ژنتیک و به‌نژادی گیاهی، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه بین‌المللی امام خمینی (ره)، قزوین

چکیده

کاربرد کودهای آلی نقش مهمی در بهبود خصوصیات خاک و در نتیجه، بهبود جذب عناصر غذایی و رشد گیاه دارد. کاربرد بیوچار نیز در کنار کودهای آلی می‌تواند نقش موثری در افزایش جذب عناصر غذایی و رشد گیاهان داشته باشد. هدف از این تحقیق، بررسی تاثیرکاربرد هم‌زمان ورمی‌کمپوست (مقادیر صفر، ۵ و ۱۰ تن در هکتار) و بیوچار (مقادیر صفر، ۵ و ۱۰ تن در هکتار) بر بهبود جذب عناصر غذایی و پروتئین دانه کاملینا بود. این آزمایش به صورت فاکتوریل بر پایه طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار انجام شد. تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که تاثیر ورمی‌کمپوست و بیوچار بر میزان نیتروژن، پروتئین، فسفر و پتاسیم دانه در سطح احتمال خطای یک درصد معنی‌دار بود. اثر متقابل ورمی‌کمپوست و بیوچار فقط برای صفات نیتروژن و پروتئین دانه در سطح احتمال خطای پنج درصد معنی‌دار گردید. مقایسه میانگین‌ها نشان داد که بیشترین میزان نیتروژن و پروتئین دانه با کاربرد ۵ یا ۱۰ تن ورمی‌کمپوست در هکتار همراه با ۵ یا ۱۰ تن بیوچار در هکتار به دست آمد. از بین سطوح مختلف ورمی‌کمپوست، بیشترین مقدار فسفر و پتاسیم دانه به کاربرد ۱۰ تن در هکتار تعلق داشت. از میان سطوح مختلف بیوچار، کاربرد ۱۰ تن درهکتار بیشترین مقدار فسفر و پتاسیم دانه را موجب گردید.

واژگان کلیدی: پتاسیم، فسفر، کیفیت دانه، نیتروژن

E-mail: saeid.hazrati@azaruniv.ac.ir

۱. مقدمه

گیاه کاملینا (*Camelina sativa* L.) گیاهی روغنی- دارویی و متعلق به خانواده شب‌بوئیان است. این گیاه علاوه بر استفاده خوراکی و درمانی، در صنعت به عنوان سوخت زیستی نیز کاربرد دارد. محتوای آنتی‌اکسیدان طبیعی توکوفرول، در روغن کاملینا قابل توجه است (Yang et al., 2016). ورمی‌کمپوست علاوه بر قابلیت جذب آب با حجم بالا، شرایط مناسب جهت دانه‌بندی و قدرت نگه‌داری مواد غذایی مورد نیاز گیاهان را فراهم نموده و در مقایسه با سایر کودهای آلی، دارای مقادیر عناصر غذایی بالاتری است (Korav et al., 2021). بیوچار نیز از تجزیه مواد آلی در شرایط خاص حاصل می‌شود که دارای سطح ویژه بالا و میکرو ساختار متخلخل بوده که می‌توانند شرایط مطلوب بیشتری را برای میکروب‌ها فرآهم آورند (Li et al., 2018). مطالعات نشان داده که کاربرد ورمی‌کمپوست و بیوچار با تاثیر بر خصوصیات خاک، موجب افزایش نگهداری رطوبت، نگهداری مواد غذایی و فعالیت بیولوژیکی خاک و موجب بهبود رشد گیاه می‌شود (Ebrahimi et al., 2021). هدف از این تحقیق، ارزیابی تاثیر کاربرد ورمی‌کمپوست و بیوچار بر بهبود جذب عناصر غذایی و پروتئین دانه کاملینا بود.

۲. مواد و روش‌ها

۱.۲. منطقه مورد مطالعه

این تحقیق در سال زراعی ۱۴۰۰-۱۳۹۹ در مزرعه پژوهشی دانشکده کشاورزی دانشگاه شهید مدنی آذربایجان اجرا شد. عرض جغرافیایی این منطقه ۳۷ درجه و ۸۱ دقیقه شمالی و طول جغرافیایی ۴۵ درجه و ۹۳ دقیقه شرقی و ارتفاع از سطح دریای آزاد ۱۳۱۸/۸ متر می‌باشد. اقلیم منطقه بر اساس طبقه‌بندی اقلیمی دومارتن، نیمه خشک سرد است. میانگین دمای سالانه ۱۰ درجه سلسیوس، میانگین حداکثر دمای سالانه ۱۶ درجه سلسیوس و میانگین حداقل دمای سالیانه ۲/۲ درجه‌ی سلسیوس است. میانگین بارندگی سالانه‌ی این ناحیه ۲۷۱/۳ میلی‌متر می‌باشد.

۲.۲. روش تحقیق

این پژوهش به صورت آزمایش فاکتوریل بر پایه طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار اجرا گردید. ورمی‌کمپوست در سه سطح (مقادیر صفر، ۵ و ۱۰ تن در هکتار) و کود بیوچار در سه سطح (مقادیر صفر، ۵ و ۱۰ تن در هکتار) در نظر گرفته شد که قبل از کاشت، توسط ادوات دستی با خاک مخلوط گردیدند. بیوچار مورد استفاده از بقایای گیاهی تهیه شده بود که دارای پی اچ = ۸/۲، هدایت الکتریکی = ۰/۶۵، نیتروژن= ۰/۷۹ درصد، فسفر = ۰/۱۴ درصد و پتاسیم= ۰/۱۷ درصد و ورمی‌کمپوست دارای پی اچ = ۷، هدایت الکتریکی= ۲/۵، کربن آلی= ۱۰ درصد، نیتروژن= ۱/۵ درصد، فسفر=۰/۴ درصد و پتاسیم کل =۰/۷ درصد بود. ابعاد هر کرت، ۱/۵ در ۲ متر و هر کرت شامل پنج خط کشت بود. فاصله هر کرت با کرت مجاور ۵۰ سانتی‌متر و فاصله بین هر تکرار، یک متر بود. در تاریخ ۱۳۹۹/۹/۱۹ بذور کاملینا کشت گردید (فاصله بین ردیف ۱۵ سانتی‌متر و روی ردیف ۵ سانتی‌متر) و پس از رسیدگی فیزیولوژیک عملیات برداشت در تاریخ ۱۴۰۰/۰۳/۲۵ انجام شد. درصد نیتروژن دانه به‌وسیله دستگاه کجلدال تعیین شد (Bremner, 1996). از حاصل ضرب درصد نیتروژن در ضریب گیاهی، درصد پروتئین دانه به دست آمد. اندازه‌گیری فسفر به روش اسپکتروفتومتری و جهت سنجش پتاسیم از دستگاه فلیم فتومتر استفاده شد (Jones

Jr., 2001). قبل از تجزیه آماری، تست نرمال بودن داده‌ها انجام و سپس تجزیه و تحلیل آماری داده‌های به دست آمده از اندازه گیری صفات مورد نظر با استفاده از نرم افزار SAS انجام شد. برای مقایسه میانگین‌ها از آزمون دانکن در سطح احتمال ۵ درصد استفاده گردید.

۳. نتایج

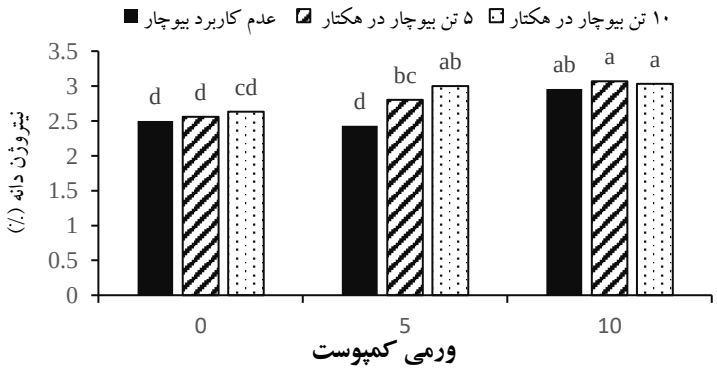
تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که تاثیر ورمی‌کمپوست و بیوچار بر میزان نیتروژن، پروتئین، فسفر و پتاسیم دانه در سطح احتمال خطای یک درصد معنی‌دار گردید. اثر متقابل ورمی‌کمپوست و بیوچار فقط برای صفات نیتروژن و پروتئین دانه در سطح احتمال خطای پنج درصد معنی‌دار بود (جدول ۱).

جدول ۱- تجزیه واریانس صفات مورد بررسی در گیاه کاملینا

منابع تغییر	درجه آزادی	نیتروژن دانه	پروتئین دانه	فسفر دانه	پتاسیم دانه
تکرار	۲	۰/٤٧١^{ns}	۱/۸٦۸^{ns}	۰/۰۰۰۳^{ns}	۰/۰۰۱۰^{ns}
ورمی‌کمپوست	۲	۰/٤٧٤**	۱۸/٥٥۳**	۰/۰۳۰٦**	۰/۰۲۰٦**
بیوچار	۲	۰/۱٥٤**	٦/۰٤٥**	۰/۰۰۳۸**	۰/۰۰۷٦**
ورمی‌کمپوست × بیوچار	٤	۰/۰٥۷*	۲/۲۳٤*	۰/۰۰۰۹^{ns}	۰/۰۰۱٦^{ns}
خطای آزمایشی	۱٦	۰/۰۱٦	۰/٦٤٤	۰/۰۰۰٤	۰/۰۰۰۸
ضریب تغییرات (درصد)		٤/٦۲۸	٤/٦۲۱	۳/۳۳٦٦	۰/۳٤۸۸

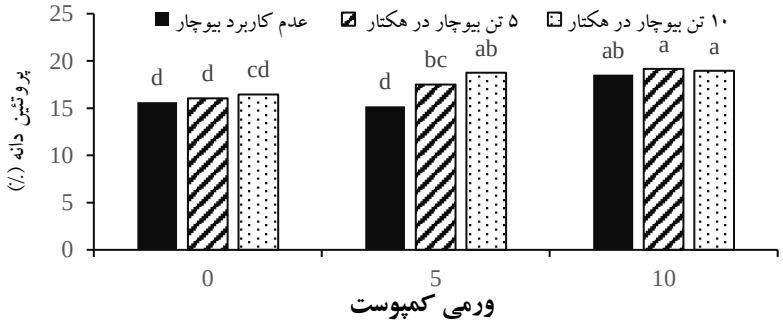
ns، * و **: به ترتیب نشان دهنده عدم‌معنی‌داری، معنی‌داری در سطوح احتمال پنج درصد و یک درصد

مقایسه میانگین‌ها نشان داد که بیشترین میزان نیتروژن و پروتئین دانه با کاربرد ۵ یا ۱۰ تن ورمی‌کمپوست در هکتار همراه با ۵ یا ۱۰ تن بیوچار در هکتار به دست آمد (شکل ۱ و ۲). از بین سطوح مختلف ورمی‌کمپوست، بیشترین مقدار فسفر و پتاسیم دانه به کاربرد ۱۰ تن در هکتار تعلق داشت. از میان سطوح مختلف بیوچار، کاربرد ۱۰ تن در هکتار بیشترین مقدار فسفر و پتاسیم دانه را موجب گردید (جدول ۲).



شکل ۱- درصد نیتروژن دانه کاملینا تحت تاثیر کاربرد هم‌زمان کود ورمی‌کمپوست و بیوچار (حروف متفاوت، بیانگر اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد)

با توجه به اینکه ورمی‌کمپوست در مقایسه با سایر کودهای آلی، دارای مقادیر بالاتری از عناصر غذایی از جمله نیتروژن، فسفر و پتاسیم می‌باشد (Korav et al., 2021)، به همین دلیل مصرف آن موجب گردید که میزان عناصر نیتروژن، فسفر و پتاسیم دانه کاملینا افزایش یابند. مقدار پروتئین دانه نیز در نتیجه افزایش نیتروژن، بالا رفت. بیوچار که از تجزیه مواد آلی در شرایط خاص حاصل می‌شود، به‌دلیل سطح ویژه و تخلخل بالا، شرایط مطلوب بیشتری را در خاک فرآهم می‌آورد (Li et al., 2018) که به صورت تنها یا توام با ورمی‌کمپوست، صفات مورد اندازه‌گیری را افزایش داد.



شکل ۲- درصد پروتئین دانه کاملینا تحت تاثیر کاربرد همزمان کود ورمی‌کمپوست و بیوچار (حروف متفاوت، بیانگر اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد)

جدول ۲- مقایسات میانگین صفات اندازه‌گیری شده گیاه کاملینا تحت تاثیر تیمارهای آزمایشی

تیمارها		فسفر دانه (درصد)	پتاسیم دانه (درصد)
ورمی کمپوست (تن در هکتار)	صفر (شاهد)	۰/۶۲^{b}	۰/۸۴^{c}
	۵	۰/۶۴^{b}	۰/۸۸^{b}
	۱۰	۰/۷۳^{a}	۰/۹۳^{a}
بیوچار (تن در هکتار)	صفر (شاهد)	۰/۶۴^{b}	۰/۸۶^{b}
	۵	۰/۶۶^{ab}	۰/۸۷^{b}
	۱۰	۰/۶۸^{a}	۰/۹۲^{a}

در هر ستون (برای هر کدام از تیمارها) میانگین‌های دارای حروف مشترک از نظر آماری بر اساس آزمون دانکن (در سطح ۵ درصد) اختلاف معنی‌داری با یکدیگر ندارند.

٤. بحث و نتیجه‌گیری

نتایج نشان داد که کاربرد ورمی‌کمپوست و بیوچار، موجب افزایش مقدار نیتروژن، پروتئین، فسفر و پتاسیم دانه گیاه روغنی-دارویی کاملینا گردید. کاربرد توام ورمی‌کمپوست و بیوچار در این پژوهش، خصوصیات کیفی گیاه کاملینا را بهبود بخشید.

منابع

Bremner, J. M. 1996. Nitrogen total. Method of Soil Analysis, part 3: Chemical Methods; Spark, D. L. Soil Science Society of America: Madisona, Wisconsin. 1085-1121.

Ebrahimi, M., Souri, M. K., Mousavi, A., Sahebani, N. 2021. Biochar and vermicompost improve growth and physiological traits of eggplant (*Solanum melongena* L.) under deficit irrigation. Chemical and Biological Technologies in Agriculture. 8(1): 1-14.

Jones Jr., J.B. 2001. Laboratory guide for conducting soil tests and plant analysis. CRC Press. 363 pp.

Korav, S., Malannavar, A.B., Sharma, L. 2021. A Review-vermicomposting: an effective option for agriculture waste management. Biological Forum – An International Journal. 13(2): 211-219.

Li, Z., Delvaux, B., Yans, J.N., Dufour, D., Houben, J.T., Cornelis, K. 2018. Phytolith-rich biochar increases cotton biomass and silicon-mineralomass in a highly weathered soil. Journal of Plant Nutrition and Soil Science. 181: 537–546.

Yang, J., Caldwell, C., Corscadden, K., He, Q.S., Li, J. 2016. An evaluation of biodiesel production from *Camelina sativa* grown in Nova Scotia. Industrial Crops and Products. 81: 162-168.

Improving the absorption of nutritional elements and protein of camelina medicinal plant seeds using vermicompost and biochar

Saeid Hazrati [1*], Farhad Habibzadeh[2]

[1]Department of Agronomy and Medicinal Plants, Faculty of Agriculture, Azarbaijan Shahid Madani University, Tabriz, Iran
[2]Departmet of Genetics and Plant Breeding, Faculty of Agriculture and Natural Resources, Imam Khomeini International University, Qazvin, Iran

Abstract

The application of organic fertilizers plays an important role in improving soil properties and thus improving the absorption of nutrients and plant growth. The use of biochar, along with organic fertilizers, can also play an effective role in increasing the absorption of nutrients and plant growth. The purpose of this research was to investigate the effect of simultaneous application of vermicompost (0, 5 and 10 tons per hectare) and biochar (0, 5 and 10 tons per hectare) on improving the absorption of nutrients and protein in camelina seeds. This experiment was done as a factorial experiment based on a randomized complete block design in three replications. Data analysis of variance showed that the effect of vermicompost and biochar on the content of nitrogen, protein, phosphorus and potassium of seeds was significant at the 1% probability level. The interaction effect of vermicompost and biochar was significant only for nitrogen and seed protein traits at the 5% probability level. The comparison of the means showed that the highest content of nitrogen and seed protein was obtained by the application of 5 or 10 tons of vermicompost per hectare together with 5 or 10 tons of biochar per hectare. Among the different levels of vermicompost, the highest content of phosphorus and potassium of seeds belonged to the application of 10 tons per hectare. Among the different levels of biochar, the application of 10 tons per hectare caused the highest amount of phosphorus and potassium in the seeds.

Keywords: Nitrogen, phosphorus, potassium, seed quality.

* E-mail: saeid.hazrati@azaruniv.ac.ir

بهبود صفات جوانه‌زنی بذر گیاه دارویی سیاه‌دانه (*Nigella sativa* L.) با استفاده از پیش‌تیمار تغذیه‌ای

سیده عظمت میری[۱] *، محسن ثانی‌خانی[۲]، عزیزاله خیری[۲] و وحید اکبرپور[۳]

[۱] دانشجوی کارشناسی‌ارشد، گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه زنجان

[۲] استادیار گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه زنجان

[۳] استادیار گروه علوم و مهندسی باغبانی، دانشکده علوم زراعی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری

چکیده

جوانه‌زنی و سبزشدن از اهمیت ویژه‌ای در چرخه زندگی گیاهان برخوردار است، به‌طوری‌که عاملی مهم و تعیین‌کننده در استقرار مطلوب و عملکرد نهایی گیاه به‌شمار می‌رود. بسیاری از گیاهان دارویی به دلیل کم بودن ذخیره غذایی بذر، جوانه‌زنی پایین و سرعت رشد کمی دارند. پیش‌تیمارهای مختلفی برای حصول جوانه‌زنی مطلوب در این گیاهان پیشنهاد شده است که یکی از این روش‌ها پیش‌تیمار تغذیه‌ای بذرگیاهان دارویی است. در پژوهش حاضر، به‌منظور بررسی اثر غلظت‌های مختلف اسید هیومیک و سطوح متفاوت محلول غذایی هوگلند و آرنون بر جوانه‌زنی بذر گیاه دارویی سیاه‌دانه در شرایط کشت بدون خاک آزمایشی در قالب طرح کاملا تصادفی با سه تکرار طراحی شد. تیمارها شامل بدون پیش‌تیمار، پیش‌تیمار آبی، پنج غلظت محلول غذایی هوگلند و آرنون (۰/۵- یک- دو- سه و چهار برابر محلول پایه) و پنج سطح هیومیک اسید (۴۰- ۸۰- ۱۶۰- ۳۲۰ و ۶۴۰ میلی‌گرم بر لیتر) بود. با توجه به نتایج، پیش‌تیمارها توانسته‌اند اثرات مورد انتظار برای افزایش درصد و سرعت جوانه‌زنی را بر بذر سیاه‌دانه داشته باشند و این دو پارامتر را به صورت معنی‌داری بهبود بخشد. بنیه بذر و یکنواختی جوانه زنی بذر به صورت کاملاً مشخصی تحت تاثیر غلظت پیش‌تیمار هوگلند و آرنون و نیز هیومیک اسید قرار گرفت. بهترین نتیجه با غلظتهای ۱۶۰ و ۳۲۰ میلی‌گرم هیومیک اسید حاصل شد. در مجموع، پیش‌تیمار بذر سیاه‌دانه با سطوح بهینه از محلول‌های غذایی و هیومیک اسید منجر به بهبود شاخص‌های جوانه‌زنی این گیاه شد.

واژگان کلیدی: هیومیک اسید، هوگلند و آرنون (۱۹۵۰)، درصد و سرعت جوانه‌زنی، بنیه بذر و یکنواختی جوانه‌زنی.

* E-mail: azmiri2006@gmail.com

۱. مقدمه

جوانه‌زنی و سبزشدن از اهمیت ویژه‌ای در چرخه زندگی گیاهان برخوردار است، به‌طوری‌که عاملی مهم و تعیین‌کننده در استقرار مطلوب و عملکرد نهایی گیاه به‌شمار می‌رود (احمدی و همکاران، ۱۳۹۴). استقرار سریع گیاهچه موجب افزایش توان آن برای مقابله با شرایط نامساعد محیطی و مشکلات ناشی از آفات و بیماری‌ها می‌شود. بسیاری از گیاهان دارویی به دلیل کم بودن ذخیره غذایی بذر، جوانه‌زنی پایین و سرعت رشد کمی دارند. پیش‌تیمارهای[1] مختلفی برای حصول جوانه‌زنی مطلوب در این گیاهان پیشنهاد شده است (ایوبی و همکاران، ۱۴۰۰؛ حیاتی و همکاران، ۱۴۰۰؛ خماری و همکاران، ۱۳۹۸) که یکی از این روش‌ها پیش‌تیمار تغذیه‌ای[2] بذر گیاهان دارویی است (احمدی و همکاران، ۱۳۹۴). روش پیش‌تیمار تغذیه‌ای بذر شامل پیش‌تیمار کردن بذر با یک محلول آبی- غذایی قبل از کاشت است به‌طوری‌که بذر آب و موادغذایی جذب کرده ولی جوانه نزند. هدف کلی پیش‌تیمار بذر، آبدهی جزئی آنها می‌باشد به‌طوری‌که بذور مرحله اول (جذب فیزیکی آب) و دوم (شروع فرآیندهای بیوشیمیایی و هیدرولیز قندها) جوانه‌زنی را پشت سر گذاشته ولی از ورود به مرحله سوم جوانه‌زنی (مصرف قند توسط جنین و رشد ریشه‌چه) باز می‌ماند (Sofi et al., 2018).

امروزه به اثرات عناصر غذایی بر جوانه‌زنی سیاه‌دانه نیز توجه بسیار شده است و انواع پیش‌تیمار تغذیه‌ای براساس غلظت‌های مختلف عناصر ماکرو و میکرو فسفات همچون دی‌هیدروژن پتاسیم، نیترات پتاسیم، سولفات روی، نانو اکسید روی و نیترات کلسیم برای تسریع و بهبود جوانه‌زنی بذر سیاه‌دانه مورد توجه قرار گرفته است (سیدی و همکاران، ۱۳۹۴؛ بلوچی و احمدپور، ۱۳۹۲؛ ملک‌زاده و همکاران، ۱۳۹۵؛ خماری و همکاران، ۱۳۹۸). همچنین پیش‌تیمار تغذیه‌ای، با تقویت بنیه بذر نیاز به کاربرد کوددهی پیش از کاشت در مزرعه را کاهش داده و با تامین نیازهای غذایی بذر تا پایان دوره رویشی، استفاده از کودهای شیمیایی را کاهش می‌دهد (احمدی و همکاران، ۱۳۹۴؛ حیاتی و همکاران، ۱۴۰۰؛ ایوبی و همکاران، ۱۴۰۰؛ هادی‌نژاد و همکاران، ۱۴۰۰؛ بهرامی‌فرد و بازیار، ۱۴۰۱). به‌ویژه در مناطق شمالی کشور به دلیل بارندگی و بالا بودن سطح آب زیرزمینی کاربرد کودهای شیمیایی قبل از کاشت گیاه منجر به آبشویی عناصر غذایی از خاک و پیوستن آن به منابع آب زیرزمینی می‌شود. بنابراین استفاده از انواع روش‌های پیش‌تیمار تغذیه‌ای می‌تواند مشکلات زیست‌محیطی کشاورزی را با کنترل مصرف کودهای شیمیای در دوره‌های آغازین کشت، کاهش دهد (Malboudi and Habibpour 2015). در نتیجه امروزه پیش‌تیمار تغذیه‌ای بر مبنای محلول‌های غذایی استاندارد همچون هوگلند و آرنون (۱۹۵۰) و ترکیبات آلی از جمله اسید هیومیک مورد توجه پژوهشگران است (Muhammad et al., 2015; Sarkar et al., 2021; Ebrahimi and Miri, 2016; Sofi et al., 2018).

با توجه به ذخیره غذایی کم بذور سیاه‌دانه، غیریکنواختی سبز شدن، رشد بطئی اولیه گیاهچه‌ها و استقرار ضعیف آنها هدف این پژوهش بررسی تاثیر پیش‌تیمار تغذیه‌ای بر پایه محلول عذایی استاندارد هوگلند و آرنون (۱۹۵۰) و ترکیب آلی اسید هیومیک بر بهبود جوانه‌زنی گیاه دارویی سیاه‌دانه است.

[1] Seed Priming
2 Nutrient Priming

۲. مواد و روش‌ها

۱.۲. منطقه مورد مطالعه

این پژوهش در ایستگاه پژوهشی دانشجویان کارشناسی‌ارشد دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری در نیمه‌اول سال زراعی ۰۲-۱۴۰۱ انجام شد.

۲.۲. روش تحقیق

به‌منظور بررسی اثر غلظت‌های مختلف اسید هیومیک و سطوح متفاوت محلول غذایی هوگلند و آرنون (۱۹۵۰) بر جوانه‌زنی بذر گیاه دارویی سیاه‌دانه در شرایط کشت بدون خاک آزمایش در قالب طرح کاملا تصادفی با سه تکرار طراحی شد. تیمارها شامل بدون پیش‌تیمار، پیش‌تیمار آبی، پنج غلظت محلول غذایی هوگلند و آرنون(۰/۵- یک- دو- سه و چهار برابر محلول پایه) و پنج سطح اسید هیومیک (۴۰- ۸۰- ۱۶۰- ۳۲۰ و ۶۴۰ میلی‌گرم بر لیتر) بود.

پس از آماده‌سازی محلول‌های مورد نظر تعداد ۲۵ بذر در هر پتری‌دیش حاوی کاغذ صافی (واتمن شماره یک) قرار داده و به هر پتری‌دیش مقدار کافی از محلول‌های مورد نظر اضافه شد. بذرها در مدت ۱۲ ساعت تیمار شده و پس از این مدت برای رسیدن به رطوبت مناسب ۲۴ ساعت در دمای آزمایشگاه خشک شد. بعد از این مدت بذرها به پتری‌دیش‌ها حاوی کاغذ صافی و آب مقطر منتقل شده و در شرایط تاریکی و در دمای معمول آزمایشگاه (۲۵ درجه سانتی‌گراد) قرار گرفت.

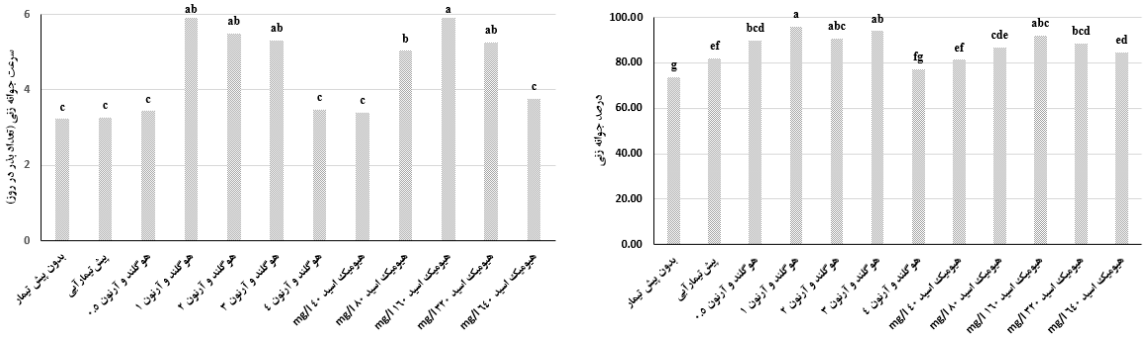
شمارش بذرهای جوانه‌زده در پتری‌دیش از روز دوم به صورت روزانه در ساعات معین انجام می‌شود که مبنای جوانه‌زنی خروج ریشه‌چه به میزان دو میلیمتر است (ISTA, 2009). شاخص‌های مورد نظر برای ارزیابی و بررسی صفات جوانه‌زنی و مورفولوژیکی شامل درصد و سرعت جوانه‌زنی (Sofi et al., 2018)، بنیه بذر و یکنواختی آن (Ebrahimi and Miri, 2016) بود.

۳.۲. روش تجزیه و تحلیل داده‌ها

تجزیه و تحلیل آماری نتایج با استفاده از نرم‌افزار SPSS انجام شد. برای بررسی اختلاف‌ها از آزمون تجزیه واریانس و برای مقایسه میانگین‌ها در سطح ۵ درصد از آزمون دانکن استفاده شد.

۳. نتایج

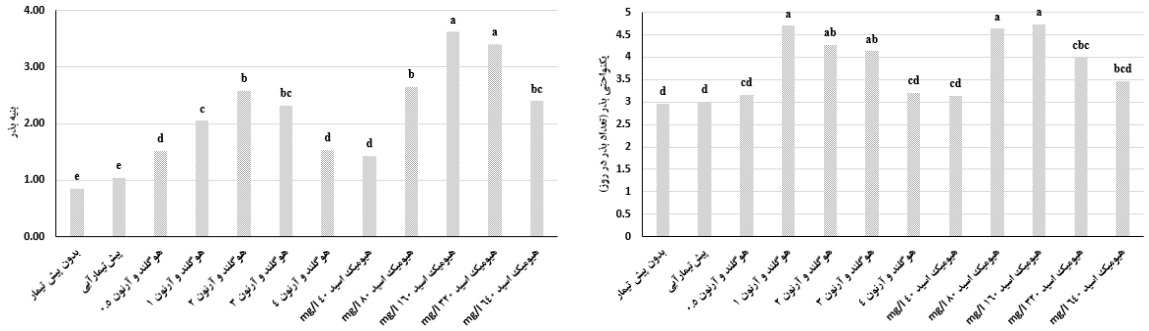
نتایج حاصل از اثر پیش‌تیمارها بر درصد و سرعت جوانه‌زنی بذر سیاه دانه در شکل ۱ نشان داده شده است.



شکل ۱- درصد و سرعت جوانه‌زنی بذر سیاه‌دانه تحت پیش‌تیمارهای تغذیه‌ای مختلف

همان گونه که در شکل مشخص است درصد جوانه‌زنی به صورت معنی‌داری تحت تاثیر پیش‌تیمارها قرار گرفته است، امّا سرعت جوانه‌زنی تنها در غلظت خاصی از پیش‌تیمارها تحت تاثیر قرار گرفته است ($P<0.05$). به نظر می‌رسد پیش‌تیمارها توانسته‌اند اثرات مورد انتظار برای افزایش درصد جوانه‌زنی را بر بذر سیاه‌دانه داشته باشند و نتایج مبین آن هستند که به طور کلی پیش‌تیمار نمودن حتی به صورت پیش‌تیمارآبی و تنها با آب مقطر نیز توانسته است درصد جوانه‌زنی رابه صورت معنی‌داری بهبود بخشد ($P<0.05$).

در شکل ۲ نتایج حاصل از اثر پیش‌تیمارها بر یکنواختی و بنیه بذر سیاه‌دانه نشان داده شده است.



شکل ۲- یکنواختی و بنیه بذر سیاه‌دانه تحت پیش‌تیمار های تغذیه‌ای مختلف

نتایج بیان کننده آن هستند که هر چند پیش‌تیمار آبی به تنهایی نتوانسته است موجب اختلاف معنی‌داری در این دو شاخص شود، امّا استفاده از سایر پیش‌تیمارها توانسته است موجب تفاوت معنی‌دار شود ($P<0.05$). بنیه بذر به صورت کاملاً مشخصی تحت تاثیر غلظت پیش‌تیمار هوگلند و آرنون و نیز هیومیک اسید قرار گرفته و با افزایش غلظت این ترکیبات، رفتار بذر به صورت واضحی بیانگر نیاز آن در حد خاصی بوده و پس از آن اثرات کاهشی آشکار شده است و بهترین نتیجه با غلظتهای ۱۶۰ و ۳۲۰ میلی‌گرم هیومیک اسید حاصل شده است و با افزایش همین ترکیب اثرات کاهشی نمودار گشته است. با اندکی تفاوت همین رفتار در یکنواختی بذر نیز حاصل شده است، ولی در این شاخص هر دو ترکیب هوگلند و آرنون و هیومیک اسید توانسته‌اند در غلظت‌های معینی موجب اثر افزایشی شده و پس از آن افزایش غلظت موجب اثرات منفی گردیده است. تفاوتهای حاصله در بیشتر موارد از نظر آماری معنی‌دار بوده است ($P<0.05$).

٤. بحث و نتیجه‌گیری

نتایج نشان داد، درصد جوانه‌زنی به صورت معنی‌داری تحت تاثیر پیش‌تیمارها قرار گرفته است، امّا سرعت جوانه‌زنی تنها در غلظت خاصی از پیش‌تیمارها تحت تاثیر قرار گرفته است ($P<0.05$). هر چند مقایسه نتایج مشخص می‌کند که با افزایش غلظت ترکیبات استفاده شده میزان افزایش در هر دو شاخص دارای تغییرات یکسانی نبوده است و افزایش شاخص در مقادیر خاصی ثابت مانده یا اثرات کاهشی نشان داده است. بهترین نتیجه در شاخص درصد جوانه‌زنی در هوگلند و آرنون ۱ و در شاخص سرعت جوانه‌زنی در سطح ۱۶۰ میلی‌گرم در لیتر هیومیک اسید حاصل شده است. هر چند سازوکار اثر اسید هیومیک

بر تحریک جوانه زنی گیاهان مختلف بطور دقیق مشخص نیست، ولی همان گونه که خزاعی و همکاران (۱۳۹۱) بیان داشته‌اند اسید هیومیک می‌تواند دو اثر مستقیم (تولید و عمل هورمونهای گیاهی به خصوص اسید جیبرلیک) و غیرمستقیم (جذب بهتر عناصر غذایی) بر جوانه‌زنی داشته باشد. همچنین آزاده و همکاران (۱۳۹۶) اسید هیومیک را به عنوان یک مخزن عناصر اضافی فرض کرده که عناصر اضافی را درخود ذخیره کرده و سپس در زمان‌های مورد نیاز در اختیار بذر قرار داده و به این صورت درصد جوانه‌زنی را افزایش می‌دهد. همچنین بعضی از نتایج حاصل از تحقیقات گذشته بر بهبود نفوذپذیری غشاء در اثر کاربرد مواد هیومیکی تأکید دارند (علیزاده و خراسانی نژاد، ۱۳۹۵، حیاتی و همکاران، ۱۴۰۰ وبلوچی و احمدپوردهکردی، ۱۳۹۲). با وجود آن نتایج به دست آمده در مورد هر دو شاخص دارای روند کاملا یکسانی نیستند، امّا نتایج تایید می‌کنند که سرعت جوانه‌زنی می‌تواند تا حدی تحت تاثیر درصد جوانه‌زنی قرار گیرد و در صورت آزمایش‌های بیشتر و با سطوح نزدیکتر غلظتی می‌توان به سطح بهینه برای رفتار یکسان در هر دو شاخص در بذر سیاه دانه دست یافت.

مطابق نتایج، بنیه بذر به صورت کاملاً مشخصی تحت تاثیر غلظت پیش‌تیمار هوگلند و آرنون و نیز هیومیک اسید قرار گرفته و با اندکی تفاوت همین رفتار در یکنواختی بذر نیز حاصل شده است. به نظر می‌رسد با افزایش غلظت ترکیبات در محیط پیش‌تیمار اثرات مثبت قبلی به دلیل گذشتن از آستانه تحریکات مثبت به سمت تغییر در جهت منفی پیش می‌رود. هر چند با این آزمایش به صورت عام نمی‌توان نتیجه کلی گرفت که هیومیک اسید یکی از بهترین ترکیبات برای افزایش شاخص بنیه بذر در سیاه‌دانه است، ولی می‌توان اذعان نمود که به احتمال قوی اسید هیومیک در غلظت خاص دارای بهترین نتیجه بوده و با گذشتن از غلظت بهینه اثر پیش‌تیمار با آن دارای تاثیر معکوس خواهد شد. بررسی نتایج نشان می‌دهد ترکیب غذایی هوگلند و آرنون نیز دارای اثرات تقریباً مشابه‌ای با هیومیک اسید بوده و به صورت کلی موجب افزایش در این شاخص‌ها شده است، ولی روند تغییرات در آن با هیومیک اسید یکسان نیست و با افزایش غلظت در نقطه پایین‌تری دچار افت اثرات مثبت می‌شود. ترکیب هوگلند و آرنون استفاده شده دارای غلظت‌های متفاوتی از عناصر مختلف است و به نظر می‌رسد ترکیب این عناصر تنها در غلظتی خاص می‌تواند اثرات خوبی بر بذر سیاه‌دانه داشته باشند. شاید برتری هیومیک اسید در مقایسه با ترکیب هوگلند و آرنون در این باشد که از مهم‌ترین خواص هیومیک اسید آن است که از یک طرف به انحلال و آزاد سازی عناصر تثبیت شده به خصوص در خاک‌های قلیایی کمک می‌کند و از طرف دیگر همانند یک مخزن، عناصر اضافی موجود در محیط را درخود ذخیره نموده و به موقع در اختیار گیاهچه گذاشته و بدین ترتیب موجب رشد متعادلی می‌شود؛ باید توجه داشت بذر سیاه‌دانه از جمله بذور کوچک بوده و لذا ظرفیت آن برای تحمل غلظت بالای عناصر غذایی با بذور بزرگ متفاوت است (ملک‌زاده و همکاران، ۱۳۹۵). طالع‌زاده و همکاران (۱۳۹۸) نیز در پیش‌تیمار با هوگلند به نتایج تقریباً مشابهی رسیدند و نشان دادند که پاسخ به غلظت محلول غذایی به طور گسترده‌ای در میان گیاهان مختلف، متفاوت است؛ بنابراین برای هر گونه از گیاهان، غلظت مناسب محلول غذایی باید براساس نتایج کمّی حاصل از آزمایش‌های گوناگون تعیین شود. با توجه به این که جوانه‌زنی و استقرار گیاهچه در بسیاری از گیاهان حساس‌ترین مرحله به تنش‌های غیرزیستی به ویژه تنش رطوبتی است، احتمالاً تغییرات در این دو شاخص در غلظت‌های بالای محلول غذایی می‌تواند به علت کمبود آب ناشی از اُفت قابلیت اسمزی و در نهایت کاهش جذب

آب باشد. کمبود آب در مرحله جوانه‌زنی منجر به کاهش و یا حتی توقف کامل ظهور و استقرار گیاهچه می‌شود. تنش اسمزی ناشی از غلظت بالای عناصر غذایی حتی زمانی که آب به اندازه کافی در بستر فراهم باشد نیز ایجاد می‌شود، بنابر این به نظر می‌رسد بذر سیاه‌دانه در مرحله استقرار گیاهچه به کمبود و غلظت بالای محلول غذایی حساس باشد؛ به همین دلیل در مورد هر دو نوع ترکیب غلظت خاصی منجر به بهینه‌ترین نتیجه شده است.

منابع

آزاد، ح.، فاصلی‌نسب، ب. و سبحانی‌زاده، ع. ۱۳۹۶. مطالعه اثر اسید جاسمونیک و اسید هیومیک بر برخی شاخص‌های جوانه‌زنی بذر چای ترش (*Hibiscus sabdariffa*) تحت تنش شوری. پژوهش‌های بذر ایران، ۴ (۱): ۱۸-۱.

احمدی، ک.، پارسا، س.، محمودی، س. و گزانچیان، غ. ۱۳۹۴. بررسی اثرات پرایمینگ تغذیه‌ای بر جوانه‌زنی و رشد گیاهچه باریجه (*Ferula gunnosa Boiss.*). مجله اکوفیزیولوژی بذر. ۱ (۲): ۱۵۱-۱۳۷.

ایوبی، ح.، نباتی، ج.، نظامی، ا. و کافی، م. ۱۴۰۰. اثر تغذیه زیستی و پرایمینگ بذر بر رشد و عملکرد ژنوتیپ‌های نخود کابلی (*Cicer arientinum L.*). نشریه آب و خاک (علوم و صنایع کشاورزی). ۳۵ (۵): ۷۰۱-۶۸۹.

بلوچی، ح. ر. و احمدپور دهکردی، س. ۱۳۹۲. اثر روش‌های مختلف پرایمینگ بذر بر صفات جوانه‌زنی سیاه‌دانه (*Nigella sativa*) در شرایط تنش شوری. نشریه پژوهش‌های تولید گیاهی. ۲۰ (۳): ۲۵-۱.

بهرامی‌فرد، ع. و بازیار، م. ر. ۱۴۰۱. بهبود جذب عناصر غذایی، صفات فیزیولوژیک و عملکرد دانه گیاه سیاه‌دانه (*Nigella sativa L.*) با کاربرد کود ورمی کمپوست در تاریخ‌های مختلف کاشت. نشریه پژوهش‌های زراعی ایران. ۲۰ (۲): ۱۷۸-۱۶۳.

حیاتی، ع.، رحیمی، م.م.، کلیدری، ع. و حسینی، س. م. ۱۴۰۰. تاثیر هیومیک اسید و نانوکلات آهن بر محتوای اسمولیت‌های سیاه‌دانه (*Nigella sativa L.*) در شرایط تنش خشکی. نشریه علمی تحقیقات گیاهان دارویی و معطر ایران. ۳۷ (۵): ۸۲۱-۸۰۹.

خزاعی، ح.، نظامی، ا.، رضایی، ا.، سعیدنژاد، ا. و پورامیر، ف. ۱۳۹۱. بررسی تاثیر غلظت و نوع ماده هیومیکی بعنوان پیش‌تیمار بر جوانه‌زنی و خصوصیات دانه‌رست‌های دو رقم تریتیکاله (*Triticosecle hexaploide Lart.*). بوم‌شناسی کشاورزی، ۴ (۴): ۲۸۱-۲۷۳.

خماری، س.، مددی، م. و جوادی، ا. ۱۳۹۸. بهبود جوانه‌زنی بذر سیاه‌دانه (*Nigella sativa L.*) با عناصر کلسیم و روی تحت تنش شوری. مجله علوم و تحقیقات بذر ایران. ۶ (۱): ۱۰۵-۹۳.

سیدی، س. م.، خواجی‌حسینی، م.، رضوانی‌مقدم، پ. و شاهنده، ح. ۱۳۹۴. اثر کود و پرایمینگ با محلول فسفات دی‌هیدروژن پتاسیم بر رشد هتروتروفیک گیاهچه سیاه‌دانه (*Nigella sativa L.*). مجله پژوهش‌های بذر ایران، ۲ (۱): ۲۴-۱۱.

طالع‌زاده، م.، نظامی، ا.، پارسا، م.، نباتی، ج. و توکل افشاری، ر. ۱۳۹۸. بهینه سازی بستر کشت برای استقرار گیاهچه زیره سیاه (*Bunium persicum (Boiss.) B. Fedttsch.*). تحقیقات گیاهان دارویی و معطر ایران. ۳۵ (۴): ۵۶۴-۵۵۱.

علیزاده احمدآبادی، ع. و خراسانی‌نژاد، س. ۱۳۹۵. اثر پیش‌تیمار اسیدهیومیک بر جوانه‌زنی گیاه دارویی و اقتصادی سرخارگل (*Echinacea purpurea L.*) در شرایط تنش یکسان تنش‌های خشکی و شوری. دو فصلنامه علمی-پژوهشی خشک بوم. ۶ (۲): ۱۰۷-۹۷.

کیانی، م.، اله‌دادی، ا.، سلطانی، ا. و بناکاشانی، ف. ۱۳۹۹. تغییرات کیفیت بذر و جوانه‌زنی برخی اکوتیپ‌های سیاه‌دانه (*Nigella sativa L.*) در دوره نمو و رسیدگی. نشریه پژوهش‌های تولید گیاهی. ۲۷ (۴): ۲۴۰-۲۲۷.

ملک‌زاده، س.، فلاح، س. و آذری، آ. ۱۳۹۵. نقش سولفات روی و نیترات پتاسیم در بهبود پارامترهای جوانه‌زنی بذر گیاه دارویی سیاهدانه (*Nigella sativa*). فنآوری تولیدات گیاهی. ۱۶ (۲): ۱۵۱-۱۳۹۵.

هادی‌نژاد، ف.، سلیمی، ا. و چاوشی، م. ۱۴۰۰. بررسی تاثیر کود زیستی ازت و کود اوره بر برخی صفات فیزیولوژی، فیتوشیمیایی و ظرفیت آنتی‌اکسیدانی گیاه سیاه‌دانه (*Nigella sativa L.*). فصلنامه علمی زیست‌شناسی کاربردی دانشگاه الزهرا (س). ۳۴ (۲): ۱۸۶-۱۶۸.

Ebrahimi, M. and Miri, E. 2016. Effect of Humic acid on seed germination and seeding growth of *Borago officinalis* and *Cichorium intybus*. Modares Ecopersia, 4 (1): 1239-1249.

Hoagland, D. R. and Arnon, D. I. 1950. The water culture method for growing plants without soil. Circular 347, California agricultural experiment station, University of California, Berkeley.

ISTA (International Seed Testing Association). 2009. International rules for seed testing. Bassersdorf, Switzerland.

Malboudi, M. A. and Habibpour Mehraban, F. 2018. Agricultural biotechnology and food safety. Strategic Research Journal of Agricultural Sciences and Natural Resources. 3 (1): 103-112.

Muhammad, I., Kolla, M., Volker, R. and Neumann, G. 2015. Impact of nutrient seed priming on germination, seedling development, nutritional status and grain yield of Maize. Journal of Plant Nutrition. 38: 1803-1821.

Sarkar, D., Rakshit, A., Al-Turki, A. I., Sayyed, R. Z. and Datta, R. 2021. Connecting Bio-Priming approach with integrated nutrient management for improved nutrient use efficiency in crop species. Agriculture. 11 (372). 1-18.

Sofi, A., Ebrahimi, M. and Shirmohammadi, E. 2018. Effect of humic acid on germination, growth and photosynthetic pigments of Medicago sativa L. under salt stress. ECOPERSIA, 6 (1). 21-30.

Improving Germination Characteristics of Black Seed (*Nigella sativa* L.) using Nutritional Priming

Seyedeh Azamat Miri[1*], Mohsen Sanikhani [2], Azizollah Kheiry[2] & Vahid Akbarpour[3]

[1] Master student, Horticulture department, Agriculture faculty, Zanjan University, Iran.
[2] Assistant Professor of Horticulture department, Agriculture faculty, Zanjan University, Iran.
[3] Assistant Professor of science and engineering horticulture department, Crop science faculty, Sari agricultural science and natural resources university (SANRU), Iran.

Abstract

Germination and seed emergence have special importance in the life cycle of the plants. Therefore, it is considered as crucial factor in the appropriate establishment and final performance of the plant. Many medicinal plants have low germination and low growth rate due to the low seed nutrients reserve. Various priming have been proposed to achieve optimal germination in these plants, one of these methods is the nutrient seed priming of medicinal plant. In the present study, in order to investigate the effect of different concentrations of humic acid and different levels of Hoagland and Arnon nutrient solution on the germination of the seeds of the medicinal plant black seed under soilless conditions, an experiment was designed in a completely randomized design with three replications. The treatments included no priming, water priming, five concentrations of Hoagland and Arnon nutrient solution (0.5-one-two-three-four of base solution) and five levels of humic acid (40-80-160-320 and 640 mg/liter). According to the results, the priming have been able to have the expected effects to increase the percentage and rate of germination on black seed and improved these two parameters significantly. Seed vigor and uniformity of the seed germination is clearly affected by the priming concentration of Hoagland and Arnon as well as humic acid. The best results were obtained with the concentrations of 160 and 320 mg of humic acid. Collectively, priming black seed with optimal levels of nutrient solutions and humic acid led to the improvement of germination indicators of this plant.

Keywords: Humic acid, Hoagland and Arnon (1950), percentage and rate of germination, seed vigor and uniformity of germination.

* e-mail: azmiri2006@gmail.com

بهره‌گیری از باکتری *Bacillus simplex* در تولید نعناع فلفلی در شرایط استفاده از آب‌های آلوده به کادمیوم

اسماعیل کریمی[1*]

[1] گروه علوم و مهندسی خاک، دانشکده کشاورزی، دانشگاه مراغه، مراغه

چکیده

استفاده از پساب‌های حاوی فلزات سنگین به دلیل کمبود آب در تولید گیاهان دور از انتظار نخواهد بود. با توجه به فرآیند فراوری محصولات نهایی عاری از فلز سنگین در تولید داروهای گیاهی ارجحیت تولید در این شرایط با گیاهان دارویی است تا گیاهانی که مصرف مستقیم و خوراکی دارند. به دلیل کاهش عملکرد در شرایط آلودگی با عنصر سنگین عمال روش‌های به‌زراعی و جلوگیری از افت عملکرد جهت ترویج کشت گیاهان دارویی در این شرایط به توسعه کشت آنها کمک خواهد نمود. در این راستا آزمایشی با کشت گیاه نعناع فلفلی به روش هیدروپونیک در قالب طرح فاکتوریل بر پایه بلوک‌های کامل تصادفی در چهار تکرار طراحی و اجرا شد. فاکتورهای مورد مطالعه در برگیرنده سطوح مختلف کادمیوم (صفر، ۴۰ و ۸۰ میلی‌گرم کادمیوم در لیتر)، مایه‌زنی باکتریایی (مایه‌زنی باکتری *Bacillus simplex* 42 و عدم مایه‌زنی) بودند. نتایج نشان دادند که مایه‌زنی باکتریایی عملکرد ماده خشک کل آن را به ترتیب ۳۲٪، ۳۹٪ و ۳۵٪ و عملکرد تازه کل آن را ۴۶٪، ۴۵٪ و ۲۹٪ به ترتیب در غلظت‌های صفر، ۴۰ و ۸۰ میلی‌گرم بر لیتر کادمیوم افزایش داد. مایه‌زنی باکتریایی می‌تواند تجمع کادمیوم در ریشه نعناع فلفلی را در غلظت‌های ۴۰ و ۸۰ میلی‌گرم در لیتر آن به ترتیب ٪۱۸ و ٪۶۴ افزایش دهد. در عین حال مایه‌زنی باکتری موجب کاهش ۱۶ و ۳۳ درصدی غلظت کادمیوم در برگ گیاه نعناع فلفلی گردید. لذا به نظر می‌رسد با مطالعات تکمیلی‌تر بتوان از این باکتری جهت افزایش عملکرد نعناع در شرایط استفاده از آب آلوده به کادمیوم بهره‌برداری کرد.

واژگان کلیدی: باسیلوس، عملکرد ماده خشک، فلز سنگین، فاکتور انتقال

ایمیل نویسنده مسئول

E-mail: sm_ka80@yahoo.com

۱.مقدمه

آلودگی آب‌ها توسط فاضلاب حاوی فلزات سنگین مانند کادمیوم یکی از مشکلات شایع و اجتناب‌ناپذیری هست که جوامع در حال توسعه و صنعتی با آن درگیر هستند. این فلز اغلب از طریق پساب‌های صنعتی طی فرآیندهای تصفیه، استخراج و تولید پلاستیک و حتی به شکل ناخالصی از طریق کودهای شیمیایی در محیط زیست رها می‌شود (Rehman et al., 2020). علاوه بر این با توجه به محدودیت منابع آبی که توسط تغییرات اقلیمی تشدیدتر نیز شده است، استفاده از آب‌های آلوده به عناصر سنگین برای آبیاری محصولات کشاورزی اجتناب ناپذیر خواهد بود (Abedi and Mojiri, 2020). از آنجایی که فلزات سنگین در محیط زیست غیرقابل تجزیه هستند می‌توانند توسط گیاهان جذب شده و با تخریب آنزیم‌های کلیدی فعالیت‌های متابولیسمی آنها را مختل و در نهایت موجب ناتوانی و مرگ آنها شوند. دامنه صدمات ناشی از این امر با ورود آن به زنجیره غذایی و شبکه غذایی گسترده‌تر خواهد گردید (Rehman et al., 2020). اخیرا برخی از گیاهان دارویی که محصول نهایی آنها به شکل اسانس بوده و فلز سنگین حتی در صورت جذب نیز در مسیر فرآوری حذف و از شبکه غذایی حذف می‌شود، برای کشت در شرایط یاد شده توصیه شده‌اند. مزیت دیگر استفاده از چنین گیاهانی می‌تواند با فرآیند گیاه پالایی مرتبط باشد که نتیجه آن جذب و تخلیه عنصر سنگین خواهد بود (عسگری و همکاران، ۱۳۹۴). با این حال جهت تولید اقتصادی استفاده از روش‌های به‌زراعی نیز در تولید این محصولات با مدیریت ورود عناصر سنگین به داخل گیاه در ترویج کشت آنها در شرایط یاد شده بسیار مفید خواهد بود. اگر چه کودهای حاوی سولفور، سیلیسیم، روی و اصلاح کننده‌های آلی می‌توانند در خصوص جلوگیری و یا کاهش ورود عناصر سنگین به گیاهان در خاک‌های آلوده به فلزات سنگین موثر واقع شوند (Abedi and Mojiri, 2020) اما اخیراً استفاده از پتانسیل باکتری‌های محرک رشد جهت جلوگیری از ورود عناصر سنگین به داخل گیاهان در کانون توجه اینگونه مطالعات قرار گرفته است. خانا و همکاران (Khanna et al., 2019) گزارش کردند که تلقیح گیاهان *Brassica juncea*، *Luffa cylindrica* و *Sorghum halepense* با باکتری باسیلوس مگاتریوم توانست جذب و انتقال فلز سنگین نیکل را کاهش دهد. نعناع فلفلی (*Mentha piprita* L.) متعلق به خانواده لامیاسه (Lamiaceae) یکی از شناخته شده‌ترین گیاهان دارویی است که اغلب به علت ویژگی ضد اسپاسم و ضدنفخ مورد توجه بوده و با مصرف جهانی هفت‌هزار تن در سال به‌عنوان پرکاربردترین گیاه دارویی به شمار می‌رود (زرگری، ۱۳۶۷). امکان کشت نعناع فلفلی در خاک های آلوده به فلزات سنگین وجود دارد و اگر بتوان از پتانسیل باکتری‌های محرک رشد در جهت افزایش عملکرد آن اقدام نمود، اقدام موثری در جهت توسعه و ترویج کشت آن در مناطق مبتلا به آلودگی فلزات سنگین خواهد بود. این مطالعه به بررسی تاثیر باکتری *B. simplex* بر رشد و عملکرد نعناع فلفلی در شرایط آبیاری با آب آلوده به فلز کادمیوم پرداخته است.

۲.مواد و روش‌ها

۱.۲. انتخاب باکتری و ارزیابی رشد آن در غلظت‌های مختلف کادمیم

در این مطالعه از باکتری *B. simplex* 42 استفاده شد که از ریزوسفر گرامینه‌های علفی و غیرزراعی منطقه هشترود واقع در استان آذربایجان‌شرقی جداسازی شده و در مجموعه باکتریایی آزمایشگاه بیولوژی خاک دانشگاه مراغه نگهداری می‌شود

(کریمی و همکاران ۲۰۱۹). این باکتری می‌تواند اکسین و آنزیم ACC- دآمیناز تولید نموده و بیوفیلم میکروبی تشکیل دهد (کریمی و همکاران ۲۰۱۹). برای ارزیابی مقاومت این باکتری به حضور کادمیوم، محیط کشت نوترینت آگار محتوی مقادیر صفر (شاهد)، ۴۰ و ۸۰ میلی‌گرم در لیتر کادمیوم از منبع کلرید کادمیوم تهیه و باکتری به‌صورت نقطه‌ای در آنها کشت شده و رشد کلنی آن به‌صورت چشمی مورد ارزیابی قرار گرفت.

۲.۲. مطالعات گلخانه‌ای

به‌منظور بررسی تاثیر مایه‌زنی باکتری در جذب کادمیوم توسط نعناع فلفلی، آزمایش گلدانی و هیدروپونیک به‌صورت فاکتوریل بر پایه طرح کامل تصادفی در چهار تکرار با سه سطح کادمیوم (صفر، ۴۰ و ۸۰ میلی‌گرم در لیتر)، دو سطح تیمار باکتریایی (مایه‌زنی باکتری و عدم مایه‌زنی) انجام شد. پرلیت مورد استفاده در کشت هیدروپونیک با اتوکلاو استریل شده و نشاهای نعناع در مرحله چهار برگی با فروبردن ریشه آنها به مدت ۲۰ دقیقه در داخل مایه‌تلقیح مایع مایه‌زنی شده و مطابق تیماربندی به بستر کشت منتقل شدند. از محلول هوگلند برای آبیاری و تغذیه استفاده گردیده و پس از استقرار مناسب نشاها پس از چهار روز یکسان سازی تعداد نشاها در تمامی گلدان‌ها انجام شده و تیمارهای کادمیوم همراه با محلول هوگلند اعمال شدند. تنظیم رطوبت گلدان‌ها به‌صورت وزنی و با ترازو با دقت بالا انجام شد.

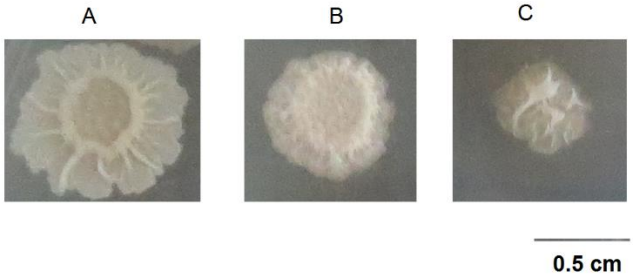
۳.۲. اندازه‌گیری صفات گیاهی و تجزیه آماری

پس از برداشت نعناع به صورت کف بر ساقه و برگ آن جدا شده و وزن تر آن با ترازو اندازه گرفته شد. وزن خشک آنها با قرار دادن در در دمای ۶۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۲۴ ساعت با ترازوی دقیق اندازه گرفته شد. جهت اندازه گیری میزان کادمیوم در برگ‌های نعناع مقدار ۰/۵ گرم ماده خشک برگی پودر شده برداشت شده و پس از هضم با روش تر با دستگاه جذب اتمی مورد اندازه‌گیری قرار گرفت. همچنین مشابه با برگ غلظت کادمیوم در ریشه با استفاده از ۰/۵ گرم پودر ریشه خشک که پس از جمع‌آوری و شست‌وشوی ریشه گیاه با آب ملایم شهری و خشک کردن آن در آون تهیه شده بود، به دست آمد. همچنین، به‌منظور ارزیابی و بررسی توانایی گیاه انتخاب شده در پاک‌سازی محیط از فلز سنگین، دو فاکتور تغلیظ زیستی برای اندام هوایی از رابطه $BF = \frac{A}{B}$ و فاکتور انتقال $TF=\frac{A}{D}$ به ترتیب محاسبه شدند. A غلظت فلز سنگین در برگ، B غلظت فلز سنگین در محلول هیدروپونیک و D غلظت فلز سنگین در ریشه می‌باشد. در نهایت تجزیه آماری داده ها داده‌های به دست آمده از این تحقیق پس از آزمون نرمال بودن داده‌ها با استفاده از نرم افزار MSTATC تجزیه آماری شدند. مقایسه میانگین داده‌ها با آزمون دانکن در سطح احتمال ۵ درصد انجام شد.

۳. نتایج

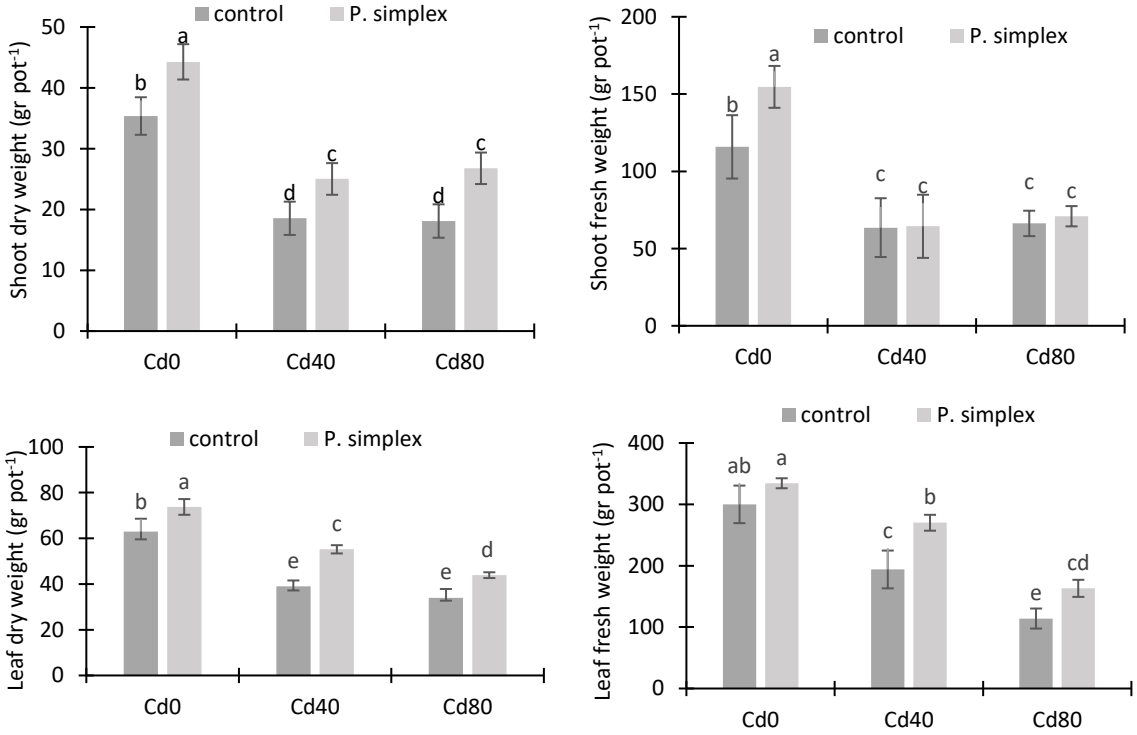
باکتری مورد استفاده در غلظت ۴۰ میلی‌گرم در لیتر کادمیوم به خوبی رشد کرد، اما در غلظت ۸۰ میلی‌گرم در لیتر کادمیوم رشد آن بسیار کم شد (شکل ۱). طبق بررسی‌های انجام یافته روی این باکتری‌ها توسط کریمی و همکاران (۲۰۱۹)، این باکتری در زمره قویترین تولید کنندگان بیوفیلم باکتریایی هستند و از آنجایی که بیوفیلم میکروبی یک عامل محافظتی در برابر شرایط

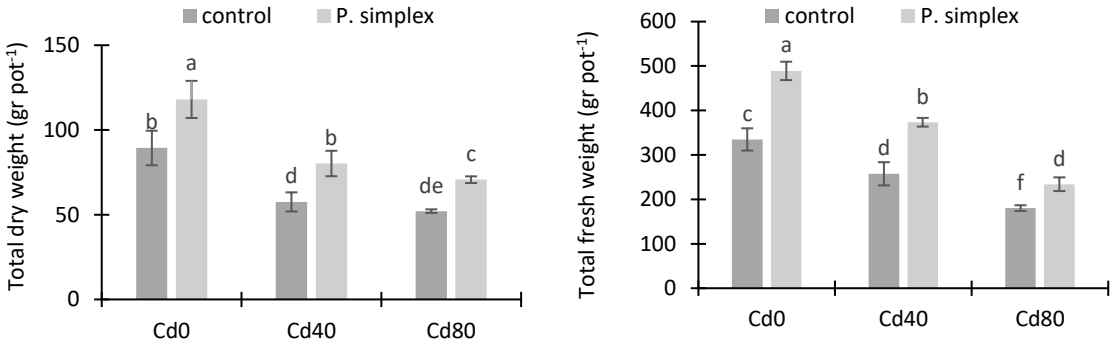
نامطلوب محیطی به‌ویژه عناصر سنگین محسوب می‌شود، لذا رشد آن در محیط کشت حاوی کادمیوم دور از انتظار نبوده و در صورت مایه‌زنی گیاهان می‌تواند به حیات خود در شرایط آلودگی با کادمیوم در محدوده غلظتی مورد بررسی ادامه دهد.



شکل ۱- ارزیابی توانایی رشد باکتری مورد مطالعه در محیط کشت آگار مغذی حاوی غلظت¬های صفر (A)، ۴۰ (B) و ۸۰ (C) میلی‌گرم در لیتر کادمیوم.

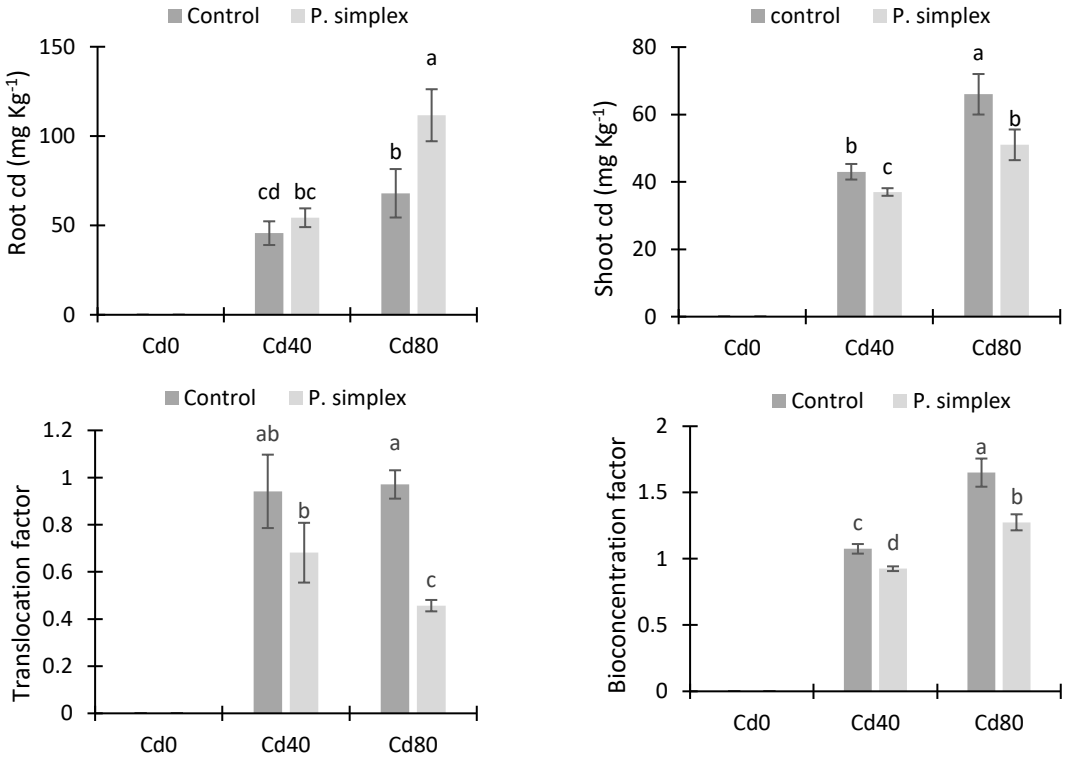
مایه‌زنی باکتریایی توانست در تمامی سطوح کادمیوم عملکرد ماده خشک و تازه ساقه، برگ و کل را در مقایسه با تیمارهای مشابه افزایش دهد. به طوریکه عملکرد ماده خشک کل آن را ۳۲٪، ۳۹٪ و ۳۵٪ و عملکرد تازه کل آن را ۴۶٪، ۴۵٪ و ۲۹٪ به ترتیب در غلظت‌های صفر، ۴۰ و ۸۰ میلی‌گرم بر لیتر کادمیوم افزایش داد (شکل ۲). مایه‌زنی باکتریایی همچنین اثر مثبتی بر وزن تر و خشک ساقه و برگ نعناع فلفلی داشت (شکل ۲).





شکل ۲: تاثیر مایه‌زنی باکتری بر وزن خشک و تر کل گیاه، ساقه و برگ گیاه نعناع فلفلی در غلظت‌های صفر، ۴۰ و ۸۰ میلی‌گرم بر لیتر کادمیوم در محلول هوگلند. میانگین¬های دارای حداقل یک حرف مشترک فاقد اختلاف آماری معنادار در سطح احتمال ۵ درصد بر اساس آزمون دانکن هستند.

بررسی پارامترهای مربوط به رفتار کادمیوم (شکل ۳) نشان داد که مایه‌زنی باکتریایی می‌تواند تجمع کادمیوم در ریشه نعناع فلفلی را در غلظت‌های ۴۰ و ۸۰ میلی‌گرم در لیتر آن به ترتیب ۱۸ و ۶۴ درصد افزایش دهد. در عین حال مایه‌زنی باکتری موجب کاهش ۱۶ و ۳۳ درصدی غلظت کادمیوم در برگ گیاه نعناع فلفلی گردید. شاخص تغلیظ زیستی در اثر مایه زنی باکتریایی در برگ گیاه نعناع فلفلی نیز به ترتیب ۱۴ و ۲۳ درصد در غلظت‌های ۴۰ و ۸۰ میلی‌گرم بر لیتر آن کاهش پیدا نمود. فاکتور انتقال کادمیوم در نعناع در همه سطوح آلودگی کمتر از یک به دست آمد که در اثر مایه زنی باکتری در غلظت ۴۰ میلی‌گرم بر میلی‌لیتر کادمیوم ٪۲۸ و در غلظت ۸۰ میلی‌گرم بر لیتر آن ٪۵۳ کاهش یافت.



شکل ۳-تاثیر مایه‌زنی باکتری بر غلظت کادمیوم در ریشه و برگ گیاه نعناع فلفلی در غلظت‌های صفر، ۴۰ و ۸۰ میلی‌گرم بر لیتر کادمیوم در محلول هوگلند. میانگین¬های دارای حداقل یک حرف مشترک فاقد اختلاف آماری معنادار در سطح احتمال ۵ درصد بر اساس آزمون دانکن هستند

٤. بحث و نتیجه‌گیری

باکتری‌های محرک رشد می‌توانند اکسین تولید کنند که با دخالت در ساخت برخی از لیگاندهای قابل اتصال به فلز و ترسیب آن در ریشه، مانع انتقال کادمیوم به اندام هوایی می‌شود (Rajkumar et al., 2013). علاوه بر این اکسین میکروبی می‌تواند کاهش بیوسنتز اکسین در گیاه را که در اثر تجمع کادمیوم اتفاق می‌افتد، برطرف کرده و با رفع اختلال مسیرهای متابولیسمی ایجاد شده بویژه در پروتئین‌های پاین، شرایط رشد را به نفع گیاه تغییر دهد. جلوگیری از تولید اتیلن و به تعویق انداختن پیری ریشه مکانیسم دیگری است که می توان آن را به اثر حضور باکتری در ریشه ارتباط داد. ایجاد بیوفیلم میکروبی در سطح ریشه نیز می‌تواند موجب جذب فلز در ترکیبات بیوفیلم شده و مانع انتقال آن به داخل گیاه شود (Srivastava et al., 2013). از آنجایی که باکتری باسیلوس سیمپلکس ۴۲ واجد خصوصیات یاد شده است، لذا توانست جذب کادمیوم توسط نعناع را کاهش داده و باعث افزایش عملکرد نعناع در شرایط آلوده و غیرآلوده به کادمیوم گردد.

منابع

زرگری، ع. ۱۳۶۷.گیاهان دارویی. انتشارات دانشگاه تهران.

عسگری لجایر، ح.، نجفی، ن.، مقیسه، ا. ۱۳۹۴. کشت برخی گیاهان دارویی در خاکهای آلوده به فلزات سنگین: راهکاری برای مدیریت اراضی آلوده. نشریه مدیریت اراضی ۲(۳)، ۱۰۷-۱۱۹.

کریمی، ا.، علی اصغرزاد، ن.، نیشابوری، م.، اسفندیاری، ع. ۱۳۹۸. جداسازی، شناسایی مولکولی و ارزیابی ویژگی‌های محرک رشدی باکتری‌های تشکیل دهنده بیوفیلم از ریزوسفر گیاهان غیرزراعی در شمال غرب ایران. تحقیقات کاربردی خاک ۷(۲)، ۲۸-۱۴.

Abedi, T. and Mojiri, A. 2020. Cadmium Uptake by Wheat (*Triticum aestivum* L.): An Overview. Plants 9: 1-14.

Khanna, K., Jamwal, V.L., Gandhi, S.G., Ohri, P., Bhardwaj, R. 2019. Metal resistant PGPR lowered Cd uptake and expression of metal transporter genes with improved growth and photosynthetic pigments in *Lycopersicon esculentum* under metal toxicity. Scientific Reports 9: 5855.

Rajkumar, M. Ma, Y. and Freitas, H. 2013. Improvement of Ni phytostabilization by inoculation of Ni resistant *Bacillus megaterium* SR28C. Journal Environmental Management 128: 973–980.

Rehman, M.Z.U., Zafar, M., Waris, A.A., Rizwan, M., Ali, S., Sabir, M., Usman, M., Ayub, M.A., Ahmad, Z. 2020. Residual effects of frequently available organic amendments on cadmium bioavailability and accumulation in wheat. Chemosphere 244:125548.

Srivastava, S. Chiappetta, A. and Beatrice, M. 2013. Identification and profiling of arsenic stress-induced miRNAs in *Brassica juncea*. Journal of Experimental Botany 64:303-315.

Utilization of *Bacillus simplex* bacterium in the production of peppermint under conditions of using cadmium contaminated water

Esmaeil Karimi[1*]

[*1]Department of Soil Science, Faculty of Agriculture, University of Maragheh, Maragheh, Iran.

Abstract

Due to the lack of water, the use of heavy metals polluted wastewater in crops production will not be avoidable. According to achievement of heavy metals free final products by some process in medicinal plant, their cultivation is preferable rather than crops that have direct and edible consumption. The reduction of yield in the conditions of contamination with heavy metals, applying agronomic methods and preventing yield loss in order to promote the cultivation of medicinal plants will help development of their cultivation. In this regard, a hydroponic factorial experiment with the cultivation of peppermint plant was designed based on randomized complete blocks with four replications. The studied factors included three levels of cadmium (zero, 40 and 80 mg L^{-1}) and bacterial inoculation (inoculation with *Bacillus simplex* 42 and non-inoculation). The results showed that bacterial inoculation increased total dry matter yield by 32%, 39% and 35% and total fresh yield by 46%, 45% and 29% respectively at zero, 40 and 80 mg L^{-1} of cadmium. Bacterial inoculation also increased the accumulation of cadmium in peppermint roots by 18% and 64% at concentrations of 40 and 80 mg L^{-1}, respectively in compared to control. Bacterial inoculation caused a decrease of 16% and 33% in the concentration of cadmium in peppermint leaves. Therefore, it seems that with further studies, this bacterium can be used to increase the yield of peppermint in the conditions of using water contaminated with cadmium.

Keywords: Bacillus, Dry matter yield, Heavy metal, Translocation factor.

* sm_ka80@yahoo.com

بهره‌گیری از فناوری نانو جهت شتاب‌بخشی به تولید گیاهان دارویی

آزاده لونی*

گروه زیست شناسی، دانشکده علوم پایه، دانشگاه پیام نور، تهران، ایران

چکیده

خصوصیات مواد با تغییر اندازه آن‌ها به سمت نانو تغییر می‌کند. فناوری نانو اصطلاحی است که طراحی، ساخت و استفاده از ساختارهایی کاربردی را توصیف می نماید که حداقل یکی از ابعاد مشخصه آنها در مقیاس نانومتر باشد. بخش تولیدات گیاهی و کشاورزی در کشور ما نیز از جایگاه خاصی برخوردار است و از نظر تولید، اشتغال، داروسازی، صادرات، حفاظت و بهره‌برداری اصولی از منابع طبیعی، توسعه تحقیقات و فناوری‌ها و توسعه مشارکت‌های مردمی یکی از ارکان مهم اقتصاد و امنیت کشور به حساب می‌آید. توانایی مهندسی ساختارها در محدوده نانو (۰-۱۰۰) چشم‌انداز وسیعی و امید بخشی را در زمینه کاربرد این دسته از مواد به ارمغان می‌آورد. فناوری نانو ابزاری را برای مطالعه سیستم‌های بیولوژیکی فراهم می‌کند و نقش مهمی در بهبود تکنیک‌های مدیریت محصول دارد. نانوذرات مهندسی شده با هدف شناسایی یا اندازه‌گیری متابولیت‌های منتخب (تجزیه و تحلیل هدفمند) در گیاه به کار گرفته شد. مهندسی نانوذرات مفهومی است ک توسعه و استفاده از نانوذرات سنتز شده با آرایش معین در مقیاس نانو را پوشش می‌دهد. نانوذرات به واسطه طرح ویژه بسیار بالای خود خواص فیزیکی و شیمیایی و مکانیکی منحصر به فردی مانند واکنش‌پذیری شیمیایی، سختی، الاستیسیته، استحکام و الکتریسیته دارند که با مواد بالک کاملا متفاوت هستند. به همین دلیل نانوذرات مهندسی شده در طیف گسترده‌ای از زمینه‌های کاربردی از جمله تولید محصول، لوازم آرایشی، دارورسانی هدفمند و غیره.. مورد استفاده قرار می‌گیرد.

واژگان کلیدی: : فناوری‌نانو، گیاهان دارویی، نانوذرات، متابولیت‌های ثانویه.

* E-mail: a.loni@pnu.ac.ir

۱. مقدمه

نانوفناوری بر توصیف ویژگی‌ها، ساخت و دستکاری ساختارهای بیولوژیک و غیر بیولوژیک کوچک‌تر از ۱۰۰nm متمرکز است. ثابت شده است که ساختارها در این مقیاس عملکردی جدید و بی نظیر پیدا می‌کند. لذا توجه و فعالیت در این زمینه تحقیقاتی طی سال‌های گذشته افزایش چشم گیری یافته است. طبق گزارش نانوفناوری، درک و کنترل ماده در ابعاد تقریبی ۱ تا ۱۰۰ نانومتر است. استفاده از اصطلاح نانو به محققین اجازه پررنگ‌تر کردن این حقیقت را می‌دهد که فرآیند یا ساختار مواد به نحوی در ابعاد نانو طراحی و بهینه شوند تا برای خواص و رفتارهای ویژه قابل استفاده گردند (Pisoschi et al., 2018).

فناوری نانو اصطلاحی است که طراحی، ساخت و استفاده از ساختارهایی کاربردی را توصیف می نماید که حداقل یکی از ابعاد مشخصه آنها در مقیاس نانومتر باشد. به عبارت دیگر فناوری نانو، توانمندی تولید مواد، ابزارها و سیستمهای جدید با در دست گرفتن کنترل در سطوح مولکولی و اتمی و استفاده از خواصی است که در آن سطوح ظاهر می شود. فناوری نانو از کنار هم قرار دادن مواد و کنترل فرآیندها در مقیاس اتمی و مولکولی ابزارهایی را به بشر معرفی نموده است که می توانند زمینه ساز تحولی شگرف در زندگی بشر گردد. این فناوری یک رویکرد بین رشته ای است که به علت عمومیت آن می تواند در تمام زمینه ها منشأ تحول باشد. استفاده از فناوری نانو در صنایع مختلف سیری متفاوت داشته است و در برخی از صنایع به مرحله ثمردهی رسیده است و در برخی دیگر هنوز در مرحله تحقیقات و توسعه قرار دارد. از جمله صنایعی که فناوری نانو در آنها در حال توسعه است می توان به موارد زیر اشاره نمود: کشاورزی و صنایع غذایی، صنایع هوانوردی و اتوماسیون، الکترونیک و ارتباطات، تولید مواد شیمیایی، درمان، بهداشت و علوم زیستی، ساخت و تولید، انرژی های نو، محیط زیست، امنیت ملی و صنعت حمل و نقل (Schmid, 2008).

۲. روش تحقیق

روش مطالعه در تحقیق حاضر به صورت مروری و کتابخانه‌ای صورت گرفته است. با مطالعه چندین و چند مقاله تحقیقی ، به گزیده‌ای از مطالب در قسمت نتایج و بحث پرداخته شده است.

۳. نتایج

۱.۳. همگرایی فناوری‌های سه‌گانه، محور اصلی پیشرفت‌های تکنولوژی

تحولات اخیر جوامع بشری از نظر رشد جمعیت، علوم و فناوری و مسائل زیست‌محیطی، کشت و پرورش گیاهان دارویی،اهمیت کشاورزی و تولید تجاری گیاهان دارویی را دوچندان کرده است. بخش تولیدات گیاهی و کشاورزی در کشور ما نیز از جایگاه خاصی برخوردار است و از نظر تولید، اشتغال، داروسازی، صادرات، حفاظت و بهره‌برداری اصولی از منابع طبیعی، توسعه تحقیقات و فناوری‌ها و توسعه مشارکت‌های مردمی یکی از ارکان مهم اقتصاد و امنیت کشور به حساب

می‌آید(Agricultural ministry, 2006). امروزه جوامع بشـری در نقطه عطف انقلاب فناوری‌های نوین قرار دارند که تغییرات بسـیار شـگرفی را در شـیوه فعالیت‌های کشـاورزی به ارمغان خواهند آورد. همگرایی فناوری‌های سـه‌گانه (فناوری اطلاعات و ارتباطات، فناوری زیستی و فناوری نانو) محور اصلی پیشرفت‌های تکنولوژی عصر حاضر محسوب می‌شود (L. U. Opara, 2001). بدون تردید این سه فناوری تاثیر بسیار ژرفی بر آینده کشاورزی و مدیریت زیست‌محیطی بر جای خواهند گذاشت (E. C. Opara, 2004). در این میان بسیاری از دانشمندان و محققان فناوری نانو را مساوی آینده دانسته‌اند. به دلیل تاثیر این فناوری بر اکثر فناوری‌های موجود، صـاحب‌نظران بر این باورند که متخصـصـان رشـته‌های مختلف بدون گرایش به مباحث نانو، در دهه‌های آتی فرصـتی برای رشـد نخواهند داشـت و شـکوفایی بسـیاری از فناوری‌های مهم از جمله فناوری اطلاعات و فناوری زیستی به عنوان دو دستاورد بسیار عظیم قرن بیستم، بدون بهره‌گیری از فناوری نانو دچار اختلال خواهد شد(Soltani, 2004). امروزه نانوتکنولوژی، به علت کاربرد وسیع در علوم و صنعت، با سرعت فراوانی در حال رشد و پیشرفت است، نانوتکنولوژی علمی اسـت که بر پایه نانوذرات، مجموعه های اتمی یا مولکولی با حداقل ابعاد بین ۱۰۰-۱ نانومتر هسـتند که خواص فیزیکوشـیمیایی متفاوتی در مقایسـه با توده مواد خود دارند (Khodakovskaya et al., 2009). نانوزیسـت فناوری یکی از پر کاربردترین رشته های تحقیقاتی در علم مواد می باشد که نشان از ضرورت گیاهان و فراورده های مختلف گیاهی برای تولید و سنتز نانوذرات می باشد(Banerjee et al., 2014; Patra et al., 2020). امروزه تمایل به تولید و استفاده از مواد با ابعاد نانو متری با توجه به خصـوصـیات جالب این مواد روز به روز در حال افزایش اسـت. از این رو، روشـهایی برای تهیه و سـاخت مواد نانو وجود دارد که از جمله می توان به قوس الکتریکی (پلاسـما)، احیای شـیمیایی، فرسـایش لیزری و امواج میکروویو اشـاره کرد(Fatimah, 2016). ولی نانو ذرات حاصل از این روشها بدلیل استفاده از مواد خطرناک شیمیایی پرتو زایی انجام واکنش ها در شـرایط خاص (دما و فشـار) گران بودن مواد و زمان بر بودن خطرات بالقوه برای محیط زیسـت دارند (Senapati, Syed, Moeez, Kumar, & Ahmad, 2012). از این رو نیاز به روشـی با قیمت کم و بدون تولید مواد سـمی و همچنین بدون آسـیب های زیست محیطی رو به افزایش می باشد.

۲.۳. ضرورت و اهمیت نانوتکنولوژی در تولید گیاهان دارویی

در حال حاضـر چالش های جهانی زیادی پیش روی بخش کشـاورزی و تولید گیاهان دارویی اسـت، تغییرات آب و هوایی، شـهرنشـینی، مصـرف منابع طبیعی و مشـکلات زیسـت محیطی نظیر رها شـدن آفت کش ها و کودها، اگر تقاضـای روزافزون غذا به واسطه افزایش جمعیت از ۷ میلیارد کنونی تا ۹ میلیارد در سال ۲۰۵۰ را نیز در نظر بگیریم این مسائل تشـدید هم می شوند. گیاهان دارویی و بخش کشاورزی و تولید مواد اولیه در کشورهای در حال توسعه اساس اقتصاد ملی محسوب می شود. در این نواحی مشکلات عمده ای نظیر کمبود خاک حاصلخیز، کاهش زمین‌های کشاورزی موجود، وابستگی به مواد اولیه و عوارض داروهای شیمیایی، فقر و سوء تغذیه وجود دارد. پیشرفت های علمی و فنی راه حل های بالقوه‌ای در خود برای کشورهای در حال توسعه جهت نوآوری و ارتقای تولیدشان ارائه می دهند. اتحادیه اروپا فناوری نانو را یکی از شش فناوری کلیدی معرفی نموده است که درافزایش مواد موثره گیاهان و پزشـکی، بیوتکنولوژی، الکترونیک، علوم، مواد و انرژی کاربرد

دارد (عبدالهی، علی‌اصغر، ۱۳۹۵). با استفاده از نانوبیوفناوری درعلوم گیاهی و کشاورزی، فناوری نانو اجازه می دهد تا اجزاء و ترکیبات دلخواه را در داخل سلول دست ورزی نمود و مواد و محصولات جدیدی با استفاده از روشهای جدید خودسامانی و تغییر ژن ایجاد نمود. استفاده از این نوع قابلیت‌ها موجب تولید گیاهان، دام و به طور کلی موجوداتی با ویژگی های برتر مانند تولید گیاهانی که نسبت به آفات، ویروس ها، باکتری‌ها، قارچ‌ها و علف‌کش‌ها مقاوم هستند، می شود. فناوری نانو به وسیله نانوذرات و نقاط کوانتومی، ابزارهایی ضروری را جهت شناسایی سریع نشانگرهای زیستی خاص با دقت بسیار بالا در اختیار قرار داده است .فناوری نانو می‌تواند راه‌حل‌هایی واقعی در برابر بسیاری از مشکلات کشاورزی مانند کنترل بیماری‌های گیاهی ارائه کند. ترکیبات مبتنی بر نانوفناوری که ارائه خواهد شد می‌توانند اثر ضدقارچ‌ها و آفت‌کش‌ها را افزایش دهند. در نتیجه، دوز کمتری از آن‌ها در محیط و طبیعت استفاده خواهد شد(Abd-Elsalam, 2013). فناوری نانو در هر وجه از زندگی بشر کاربرد دارد و داروهای گیاهی نیز از این دایره مستثنی نیستند. فناوری نانو روش‌های زیادی برای فرآوری داروهای گیاهی به ارمغان آورده که می‌تواند باعث بهبود و ارتقای کیفیت سیستم‌های دارورسانی شود.

نانوتکنولوژی به عنوان انقلابی در شرف وقوع، آینده اقتصادی کشورها و جایگاه آنها در جهان را تحت تاثیر جدی قرار خواهد داد و اثرات تحول آفرین و معجزه آسای نانوتکنولوژی باعث شده که کشورهای بزرگ فناوری نانو را به عنوان یکی از مهمترین اولویت های تحقیقاتی خویش طی دهه اول قرن بیست و یکم و به عنوان یک چالش اصلی علمی و صنعتی پیش روی جهانیان محسوب نمایند. هم اکنون در دنیا سرمایه گذاری های عظیمی در زمینه نانوتکنولوژی و بالاخص در گرایش‌های نانو بیوتکنولوژی (استفاده از قابلیت های نانو تکنولوژی در کاربردهای زیستی) و نانو پزشکی صورت گرفته است، که نشان دهنده اهمیت این فناوری در پیشرفت آنی کشورهای توسعه یافته ای چون آمریکا، آلمان، ژاپن و کشورهای در حال توسعه مانند مالزی، هند و دیگر کشورها می باشد.

۳.۳. اقتصاد گیاهان دارویی

کشور ایران دارای گونه‌های متنوع گیاهان حاوی اسانس می‌باشد و با توجه به قابلیت‌های گسترده خاستگاه اولیه گونه‌های گیاهی، می‌توان علاوه بر جلوگیری از خروج مبالغ زیادی ارز از کشور، در زمره‌ی صادرکنندگان اسانس قرار گرفت(Omidbaigi, Sefidkon, & Saeedi, 2008). به عنوان مثال، در بین گیاهان دارویی ریحان یک محصول مهم اقتصادی در سراسر جهان می‌باشد که تولید سالیانه اسانس آن به ۱۰۰ تن و ارزش فروش گلدانی آن به ۱۵ میلیون دلار می‌رسد. بزرگترین محل تجارت ریحان ایالات متحده، ژاپن و کشورهای اروپایی می‌باشد(Begum, Amin, & Azad, 2002). عمده تولید کننده ریحان در کشور، استان خوزستان می‌باشد و سطح زیر کشت آن ۱۱۳۹ هکتار و سطح زیر کشت آن از کل سطح زیر کشت سبزیجات کشور ۲۳/۰ درصد و سطح زیر کشت آن از کل سطح زیر کشت محصولات زراعی ۰۰۹/۰ درصد می‌باشد (کوچکی،علیرضا, ۱۳۹۱). استفاده بشر از گیاهان برای بقاء و همچنین زندگی بهتر و سالم تر از آغاز پیدایش بشر تاکنون ادامه دارد. صنعت داروسازی تا حدودی به گیاهان و متابولیت‌های گیاهی وابسته می‌باشد(Rates, 2001), وابستگی شدید ایران به واردات مواد اولیه دارویی و خروج مقادیر زیادی ارز حاصل از صادرات نفت خام، لزوم توجه جدی به استعدادها و توانمندی های موجود در زمینه های تولید، بهره برداری و فرآوری محصولات دارویی گیاهی را آشکار می‌سازد. همچنین به دلیل سابقه دیرینه ایران در طب سنتی و

گیاه درمانی، این امر بیش از پیش احساس می‌شود. به همین دلیل و نیز به جهت اجتناب و یا کاهش اثرات سوء ناشی از مصرف روزافزون داروهای شیمیایی، گرایش جهانی و رویکرد عمومی به استفاده از گیاهان دارویی رو به افزایش است. بررسی ها نشان داده است که برخی از انواع ترکیبات موجود در گیاهان که در آزمایشگاه به صورت خالص تهیه می شوند؛ اگر همراه با سایر ترکیبات موجود در گیاه به مصرف برسند، عوارض جانبی آنها از بین رفته و تنها اثرات مفید آن در فرد آشکار می شود. همچنین محصولات دارویی بر خلاف همه‌ی محصولات کشاورزی که در شرایط تنش از نظر میزان تولید لطمه می‌بینند، ممکن است در این شرایط تولید شیمیایی بیشتر و در نتیجه بازدهی اقتصادی برتری پیدا کنند(Omidbaigi et al., 2008). این گیاهان منبع طیف وسیعی از متابولیت های ثانویه می باشند. تعدادی از آنها نظیر رنگدانه‌های گیاهی برای تنوع رنگ گل‌ها و گیاهان زینتی مهم هستند و برخی از آنها به‌عنوان دارو، مواد شیمیایی کشاورزی، چاشنی‌ها، خوشبوکننده‌ها، رنگ‌ها و حشره کش‌ها مورد استفاده واقع می شوند(Prakash, Ramachandran, & others, 2000).

٤. بحث ونتیجه‌گیری

ورود فناوری نانو به حوزه گیاهان دارویی وصنعت کشاورزی و صنایع غذایی متضمن افزایش میزان تولیدات و کیفیت آن‌ها، در کنار حفظ محیط زیست و منابع کره‌ی زمین می‌باشد. ترکیبات نانویی به سرعت و به صورت کامل جذب گیاه شده و به خوبی باعث رشد و افزایش چشمگیری در ترکیبات ضد سرطانی و متابولیت‌های ثانویه در گیاه می‌شود و نیازها و کمبودهای غذایی آن را مرتفع می‌سازد. گیاهان منبع بسیاری از مواد شیمیایی هستند که به عنوان ترکیب دارویی مصرف می‌شود. فرآورده‌های حاصل از متابولیسم ثانویه گیاهی یا اسانس‌ها جزء گرانبهاترین ترکیبات شیمیایی گیاهی می‌باشند. اسانس‌ها ترکیبات فراری می‌باشند که از بخش‌های مختلف گیاه شامل برگ، گل، دانه، میوه،پوسته، چوب و رزین گیاهان معطری استخراج می‌شوند. از فعالیت‌های زیستی اسانس‌ها می توان به خواص ضدسرطانی، ضد بیماریزا، و ضد اکسایشی اشاره کرد (Speranza & Corbo, 2010) .

محققان امیدوارند با گسترش فعالیت ها در نانوفناوری، علاوه بر صرفه جویی‌هایی که در اثر ارتقای کیفیت در محصولات سنتی ایجاد می کنند، به مواد و محصولات با خواص جدید و چند منظوره دست یابند. از این رو کشت و پرورش کنترل شده گیاهان دارویی، که بخش قابل ملاحظه‌ای از آنها حاوی ذخایر متابولیتی با ارزشی هستند از لحاظ اقتصادی بسیار مهم می‌باشد و بسیار مفید برای سلامتی جسم و درمانی معجزه‌گر برای اقتصادهای ضعیف هستند. اطمینان از تولید سالم و پایدار محصولات کشاورزی به ویژه گیاهان دارویی همراه با حفظ محیط زیست موضوع قابل توجهی است که هر روز بر اهمیت آن افزوده می‌شود.

منابع

عبدالهی،علی‌اصغر. ۱۳۹۵. "مقدمه ای درباره نانو تکنولوژی و استفاده آن در کشاورزی." *اقتصاد کشاورزی و توسعه روستایی*.

کوچکی،علیرضا. (۱۳۹۱). در پاسخ به تاریخ کاشت، مدیریت آبیاری و کاشت گیاهان (Crocus sativus L 4(1), 3–18.).

Abd-Elsalam, Kamel A. 2013. "Nano Platforms for Plant Pathogenic Fungi Management." *App Phys A* 100: 829–34.

Banerjee, Chayan et al. 2014. "Nano-Cerium Vanadate: A Novel Inorganic Ion Exchanger for Removal of Americium and Uranium from Simulated Aqueous Nuclear Waste." *Journal of hazardous materials* 280: 63–70.

Begum, F, M N Amin, and M A K Azad. 2002. "In Vitro Rapid Clonal Propagation of Ocimum Basilicum L."

Fatimah, Is. 2016. "Green Synthesis of Silver Nanoparticles Using Extract of Parkia Speciosa Hassk Pods Assisted by Microwave Irradiation." *Journal of advanced research* 7(6): 961–69.

Khodakovskaya, Mariya et al. 2009. "Carbon Nanotubes Are Able to Penetrate Plant Seed Coat and Dramatically Affect Seed Germination and Plant Growth." *ACS nano* 3(10): 3221–27.

Ministry, Agricultural. 2006. "Iranian Agricultural Development Action Plan."

Omidbaigi, R, F Sefidkon, and K Saeedi. 2008. "Essential Oil Content and Composition of Kelussia Odoratissima Mozaff. as an Iranian Endemic Plant." *Journal of Essential Oil Bearing Plants* 11(6): 594–97.

Opara, Emmanuel C. 2004. "Role of Oxidative Stress in the Etiology of Type 2 Diabetes and the Effect of Antioxidant Supplementation on Glycemic Control." *Journal of investigative medicine* 52(1): 19.

Opara, L U. 2001. "Historical Evolution and Tasks for Agricultural Engineering in the New Millennium." In *Proceedings of the 29th International Symposium on "Actual Tasks for Agricultural Engineering",, Zagreb, ,* 1–20.

Patra, Jayanta Kumar et al. 2020. "Star Anise (Illicium Verum): Chemical Compounds, Antiviral Properties, and Clinical Relevance." *Phytotherapy Research* 34(6): 1248–67.

Pisoschi, Aurelia Magdalena et al. 2018. "Nanoencapsulation Techniques for Compounds and Products with Antioxidant and Antimicrobial Activity-A Critical View." *European journal of medicinal chemistry*.

Prakash, M, K Ramachandran, and others. 2000. "Effects of Moisture Stress and Anti-Transpirants on Leaf Chlorophyll, Soluble Protein and Photosynthetic Rate in Brinjal Plants." *Journal of Agronomy and Crop Science* 184(3): 153–56.

Rates, Stela Maria Kuze. 2001. "Plants as Source of Drugs." *Toxicon* 39(5): 603–13.

Schmid, Günter. 2008. *Clusters and Colloids: From Theory to Applications*. John Wiley & Sons.

Senapati, Satyajyoti et al. 2012. "Intracellular Synthesis of Gold Nanoparticles Using Alga Tetraselmis Kochinensis." *Materials Letters* 79: 116–18.

Soltani, Afshin. 2004. "Chlorophyll Fluorescence and Its Application."

Speranza, Barbara, and MARIA ROSARIA Corbo. 2010. "Essential Oils for Preserving Perishable Foods: Possibilities and Limitations." *Application of alternative food-preservation technologies to enhance food safety and stability* 23: 35–37.

Using nanotechnology to accelerate the production of medicinal plants

Azadeh Loni[1*]

Department Biology, Faculty Science, University Payame Noor, Tehran, Iran.

Abstract

The properties of materials change to nano by changing their size. Nanotechnology is a term that describes the design, construction and use of functional structures that have at least one of their characteristic dimensions on the nanometer scale. The sector of plant and agricultural products in our country also has a special place and in terms of production, employment, pharmaceuticals, exports, protection and basic exploitation of natural resources, development of research and technologies, and development of people's participation, it is one of the important pillars of the country's economy and security. It counts. The ability to engineer structures in the nano range (0-100) brings a wide and hopeful perspective in the field of application of this class of materials. Nanotechnology provides a tool to study biological systems and plays an important role in improving crop management techniques. Engineered nanoparticles were used to identify or measure selected metabolites (targeted analysis) in plants. Nanoparticle engineering is a concept that covers the development and use of synthesized nanoparticles with a certain nanoscale arrangement. Due to their very high special design, nanoparticles have unique physical, chemical and mechanical properties such as chemical reactivity, hardness, elasticity, strength and electricity, which are completely different from bulk materials. For this reason, engineered nanoparticles are used in a wide range of applications, including product production, cosmetics, targeted drug delivery, etc

Keywords: Nanotechnology, medicinal plants, nanoparticles, secondary metabolites.

[*] E-mail corresponding author: a.loni@pnu.ac.ir.

تاثیر SNP در کاهش سمیت ناشی از کادمیوم در مریم گلی ترکه‌ای در شرایط درون شیشه

فائزه بهشتی قله‌زو[۱]، محمد مقدم[۲]، لیلا سمیعی[۳]

[۱] دانشجوی کارشناسی ارشد: گروه علوم باغبانی و مهندسی فضای سبز، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی، مشهد

[۲] دانشیار: گروه علوم باغبانی و مهندسی فضای سبز، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی، مشهد

[۳] استادیار: گروه پژوهشی گیاهان زینتی، پژوهشکده علوم گیاهی، دانشگاه فردوسی، مشهد

چکیده

به منظور بررسی اثرات سدیم نیتروپروساید به‌عنوان یک تولیدکننده نیتریک اکسید در کاهش سمیت ناشی از کادمیوم روی برخی از ویژگی‌های مورفولوژیکی و رنگیزه‌های فتوسنتزی گیاه مریم گلی ترکه‌ای (*Salvia vitgata*) آزمایشی به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی در ۴ تکرار در شرایط درون شیشه اجرا گردید. فاکتورهای مورد مطالعه در این تحقیق شامل کادمیوم در چهار سطح (صفر (شاهد)، ۲۵، ۵۰ و ۱۰۰ میکرومولار در لیتر از منبع نیترات کادمیوم) و سدیم نیتروپروساید (SNP) در سه سطح (صفر (شاهد)، ۱۵ و ۳۰ میکرومولار) بود. طبق نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها، اثر متقابل کادمیوم و نیتروپروساید بر ارتفاع بوته و طول ریشه و تعداد برگ در هر بوته، کلروفیلa، کلروفیلb و کارتنوئید در سطح احتمال ۱ درصد و کلروفیل کل در سطح احتمال ۵ درصد معنی‌دار شد. نتایج حاصل از مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد بیشترین ارتفاع بخش هوایی بوته و طول ریشه، تعداد برگ، میزان کلروفیلa، کلروفیلb، کلروفیل کل و کارتنوئید مربوط به تیمار سدیم نیتروپروساید با غلظت ۱۵میکرومولار در ۲۵ میکرومولار کادمیوم بود که نسبت به گیاه شاهد به ترتیب ۳۵، ۵۰، ۳۰، ۱۰۰، ۶۰، ۹۳ و ۳۰۰ درصد افزایش داشت که به لحاظ آماری اختلاف معنی‌داری با شاهد داشت. نتایج نشان داد که سدیم نیتروپروساید تا حد زیادی آثار مضر حاصل از تنش فلز سنگین کادمیوم را در مریم گلی ترکه‌ای تعدیل بخشید و سبب بهبود رشد گیاهچه‌ها در شرایط این تنش شد.

واژگان کلیدی: رنگیزه‌های فتوسنتزی، سدیم نیتروپروساید، صفات مورفولوژیکی، فلزات سنگین

m.moghadam@um.ac.ir

۱. مقدمه

تیره نعناعیان (Labiatae = Lamiaceae) یکی از بزرگترین تیره‌های گیاهی است (بخشی خانیکی و لاری یزدی، ۱۳۸۸) و جنس *Salvia L.* بیشترین تعداد گونه را در این خانواده دارا می‌باشد که شامل تقریبا ۹۰۰ گونه است که به طور گسترده در مناطق مختلف جهان، توزیع شده است (Grancieri *et al.*,2019). این جنس در ایران، ۵۸ گونه علفی یکساله، دوساله و چند ساله دارد که ۱۷ گونه از آنها انحصاری ایران می‌باشد (سلیم پور و همکاران، ۱۳۹۲).

گونه *S. virgata* متعلق به جنس مریم گلی گیاهی چند ساله و علفی است و از زیستگاه‌های متنوعی مانند جنگل‌ها، چمن‌زارها، زمین‌های پست، سنگ‌های آهکی و آتشفشانی و کنار جاده‌ها استفاده می‌کنند. این گونه از طریق کریمه، بالکان، ایتالیا، قفقاز، شمال عراق، ایران، افغانستان و آسیای مرکزی و ترکیه گسترش می‌یابد. مریم‌گلی ترکه‌ای برای درمان زخم‌ها و بیماری‌های پوستی مختلف استفاده می‌شود. جوشانده تهیه شده از اندام‌های هوایی این گیاه، برای پیشگیری از سرطان خون استفاده می‌شود (Şenkal *et al.*, 2019).

با پیشرفت‌های صنعتی و کشاورزی، تجمع فلزات سنگین در خاک (که شامل عناصری با عدد اتمی بالاتر از ۲۰ و چگالی بالاتر از ۵ گرم بر سانتی‌متر می‌باشند)، یکی از مهمترین مشکلات اکولوژیک در سطح جهان است (Amari *et al.*, 2017). در بین فلزات سنگین، کادمیوم یکی از فلزات سنگین دو ظرفیتی و به‌عنوان یک ماده سرطان‌زا شناخته شده که عامل اثرگذاری در ایجاد بیماری‌های قلبی، فشار خون، جنین ناقص و جهش ژنی می‌باشد. کادمیوم در خاک بسیار متحرک است و در صورت حضور در محیط ریشه به‌راحتی توسط گیاه جذب و به قسمت‌های هوایی گیاه منتقل و در اندام‌های مختلف آن مانند برگ، میوه و دانه انباشته می‌گردد که باعث تغییرات نامطلوبی در خصوصیات فیزیولوژیکی و بیوشیمیایی گیاه می‌شود و در نهایت منجر به کاهش شدید تولید محصولات می‌شود. از اثرات نامطلوب تجمع کادمیوم می‌توان به کاهش جوانه‌زنی، مهار رشد ریشه، ساقه، کاهش سطح برگ، کلروزه شدن برگ‌ها، اختلال در جذب آب و اختلال در جذب مواد غذایی اشاره کرد (Mohammadifard & Moghaddam, 2020).

سدیم نیتروپروساید(SNP) یکی از ترکیباتی است که به‌منظور کاهش اثرات تنش در گیاهان مورد بررسی قرارگرفته است (Narimani *et al.*, 2017). NO یک مولکول کوچک، نسبتا متحرک، پایدار و یک رادیکال آزاد گازی با فعالیت زیستی بالا می‌باشد. اثر تحریک‌کنندگی سدیم نیتروپروساید به واسطه آزاد کردن NO در محیط کشت است و اثرات تحریک‌کننده‌ی آن در باززایی شاخساره و توسعه ریشه در چند گونه گیاهی در شرایط درون شیشه‌ای گزارش شده است. سدیم نیتروپروساید به‌شکل پودری قرمزرنگ می‌باشد و به‌عنوان تنظیم‌کننده در رشد و متابولیسم گونه‌های فعال اکسیژن مهم شناخته شده است (عرب و همکاران، ۲۰۱۶). بررسی‌های اخیر نشان داد که NO می‌تواند در فرآیندهای مختلف فیزیولوژیک و نمو مثل جوانه‌زنی دانه، بسته شدن روزنه، پاسخ به عوامل بیماری‌زا و نمو ریشه دخالت نماید. در بسیاری از مطالعات نشان داده شده است که سدیم نیتروپروساید در انتقال پیام و پاسخ به تنش‌های زیستی و غیرزیستی نیز دخالت دارد (Narimani *et al.*, 2017). همچنین پژوهشگران با تحقیق روی گیاه نخود گزارش کردند که استفاده از سدیم

نیتروپروساید به‌عنوان دهنده نیتریک اکسید موجب توسعه رشد گیاه در شرایط تنش کادمیوم و کاهش غلظت کادمیوم موجود در قسمت‌های مختلف گیاه شده است (Ebrahimi *et al.*, 2017). لذا با عنایت به مزایای ذکرشده برای سدیم نیتروپروساید، هدف از این مطالعه بررسی تأثیر غلظت‌های مختلف سدیم نیتروپروساید به‌عنوان یک ماده تخفیف‌دهنده تنش فلزات سنگین بر رشد، خصوصیات رویشی و رنگیزه‌های فتوسنتزی گیاه مریم گلی ترکه‌ای تحت تنش مقادیر مختلف فلز سنگین کادمیوم است.

۲. مواد و روش‌ها

۱.۲. منطقه مورد مطالعه

این تحقیق به صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی در ۴ تکرار به صورت درون شیشه اجرا گردید. تیمارهای مورد مطالعه در این تحقیق شامل کادمیوم در چهار سطح (صفر (شاهد)، ۲۵ ،۵۰ و ۱۰۰ میکرومولار در لیتر از منبع نیترات کادمیوم) و سدیم نیتروپروساید در سه سطح (صفر (شاهد)، ۱۵ و ۳۰ میکرومولار) بود. بذرهای مریم‌گلی ترکه‌ای از مزرعه دانشگاه فردوسی مشهد تهیه شد.

۲.۲. روش تحقیق

بذور ابتدا با استفاده از اتانول ۷۰٪ به مدت ۳۰ ثانیه و سپس غوطه‌وری در هیپوکلریت سدیم ۲ درصد به مدت ۱۵ دقیقه استریل گردید، سپس سه بار با آب مقطر استریل شستشو داده شد (اورمزدی و چلیبان، ۱۳۸۵؛ Samiei *et al.*, 2020). از محیط کشت موراشیگ و اسکوگ جهت محیط کشت برای بذور استفاده شد. در این آزمایش مقادیر مختلف نیترات کادمیوم براساس حجم محاسبه و قبل از تنظیم pH به محیط کشت MS اضافه گردید. کلیه شیشه‌های حاوی محیط کشت با استفاده از اتوکلاو در دمای ۱۲۱/۵ درجه سانتی‌گراد و با فشار ۱/۵ اتمسفر به‌مدت ۱۵ دقیقه، استریل شد. سدیم نیتروپروساید به دلیل حساسیت به دمای بالا بعد از اتوکلاو و با فیلتر زیر لامینار به محیط اضافه گردید. شیشه‌های حاوی بذور کاشته شده در اتاقک رشد با دوره نوری ۱۶ ساعت روشنایی، ۸ ساعت تاریکی و شدت نور ۵۵ میکرومول بر مترمربع بر ثانیه و رطوبت بین ۶۰ تا ۷۰ درصد نگهداری گردید (Jafari *et al.*, 2017).

بررسی خصوصیات رویشی و رنگیزه‌های فتوسنتزی

گیاهچه‌ها پس از سه ماه رشد از محیط کشت خارج شد و صفات مورفولوژیک آن شامل تعداد کل برگ‌های هر بوته و ارتفاع بخش هوایی و طول ریشه بوته که به‌وسیله خط‌کش اندازه‌گیری شد. برای اندازه‌گیری کلروفیل a، کلروفیل b، کلروفیل کل و کاروتنوئید، بر طبق روش Dere و همکاران (۱۹۹۸) با استفاده ازدستگاه اسپکتروفتومتر مدل (OPTIMA SP-3000 Plus) میزان جذب نور در طول‌موج‌های ۶۵۳، ۶۶۶ و ۴۷۰ نانومتر قرائت و مشخص گردید. تجزیه و تحلیل داده‌های به‌دست آمده از این پژوهش با استفاده از نرم افزارMinitab انجام شد. مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون Bonnferroni در سطح احتمال ۵ درصد انجام شد.

۳. نتایج

طبق نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها، اثر متقابل کادمیوم و نیتروپروساید بر ارتفاع بوته و طول ریشه و تعداد برگ در هر بوته، کلروفیلa، کلروفیلb و کارتنوئید در سطح احتمال ۱درصد و کلروفیل کل در سطح احتمال ۵ درصد معنی‌دار شد (جدول۱).

جدول۱. تجزیه واریانس اثر غلظت‌های مختلف سدیم نیتروپروساید و کادمیوم بر ویژگی‌های مورفولوژیکی و رنگیزه‌های فتوسنتزی مریم گلی ترکه‌ای

منابع تغییرات	df	میانگین مربعات						
		ارتفاع بوته	طول ریشه	تعداد برگ در هر بوته	کلروفیلa	کلروفیلb	کلروفیل کل	کارتنوئید
کادمیوم	۳	۵/۰۰**	۵۶/۱۵**	۳۲/۹۳**	۶۱/۷۶**	۰/۳۰**	۶/۲۱**	۰/۱۷**
سدیم نیتروپروساید	۲	۰/۴۸**	۱۵۹/۷۶**	۱۸/۴۸**	۳۳/۳۳**	۰/۲۰**	۳/۲۰**	۰/۱۴**
کادمیوم*سدیم نیتروپروساید	۶	۰/۹۷**	۵۶/۹۷**	۱۷/۵۵**	۱۳/۹۷**	۰/۰۸**	۱/۴۷*	۰/۰۷**
خطا	۲۴	۰/۰۲	۳/۸۱	۰/۸۰	۳/۷۵	۰/۰۱	۰/۴۸	۰/۰۱۴
ضریب تغییرات (درصد)	–	۵/۰۹	۱۵/۲۱	۶/۷۷	۲۰/۲۴	۸/۸۳	۱۹/۸۲	۳۵/۸۵

* و** به ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال ۱ و ۵ درصد را نشان می‌دهد.

۱.۳. ویژگی های مورفولوژیکی

نتایج حاصل از مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد بیشترین ارتفاع بخش هوایی بوته و طول ریشه و تعداد برگ مربوط به تیمار سدیم نیتروپروساید با غلظت ۱۵میکرومولار در شرایط تنش ۲۵ میکرومولار کادمیوم می‌باشد که نسبت به گیاه شاهد به ترتیب ۳۵، ۵۰ و ۳۰ درصد افزایش داشت. کمترین ارتفاع بوته و تعداد برگ در تیمار با غلظت ۱۵ میکرومولار سدیم نیتروپروساید در شرایط تنش۱۰۰ میکرومولار کادمیوم مشاهده شد. کمترین طول ریشه در تیمار ۳۰ میکرومولار سدیم نیتروپروساید در شرایط تنش ۱۰۰میکرومولار کادمیوم مشاهده شد که نسبت به گیاه شاهد به ترتیب ۵۴، ۶۷ و ۲۲ درصد کاهش یافت؛ به‌طوری‌که تفاوت معنی‌داری با شاهد داشت (جدول ۲).

۲.۳. رنگیزه‌های فتوسنتزی

نتایج حاصل از مقایسه میانگین داده‌ها بیانگر آن بود که تیمار ۱۵ میکرومولار سدیم نیتروپروساید در شرایط تنش کادمیوم با غلظت ۲۵ میکرومولار و نسبت به شاهد باعث افزایش میزان کلروفیلa، کلروفیلb، کلروفیل کل و کارتنوئید به ترتیب ۱۰۰، ۶۰، ۹۳ و ۳۰۰ درصد شد که به لحاظ آماری اختلاف معنی‌داری با شاهد داشت. همچنین نتایج نشان داد که

کمترین میزان کلروفیلb، کلروفیل کل و کارتنوئید در تیمار ۱۵ میکرومولار سدیم نیتروپروساید در شرایط تنش کادمیوم با غلظت ۱۰۰میکرومولار بود که نسبت به گیاه شاهد به ترتیب ۳۰، ۲۲ و ۵۲ درصد کاهش شد. همچنین کلروفیل a در تیمار ۳۰ میکرومولار سدیم نیتروپروساید در شرایط تنش ۱۰۰میکرومولار کادمیوم با ۲۹درصد نسبت به شاهد کاهش داشت، به‌طوری‌که تفاوت معنی‌داری با شاهد نشان داد (جدول ۲).

جدول۲. مقایسه میانگین اثر غلظت‌های مختلف سدیم نیتروپروساید و کادمیوم بر ویژگی‌های مورفولوژیکی و رنگیزه‌های فتوسنتزی مریم‌گلی ترکه‌ای

کادمیوم (µM)	نیتروپروساید (µM)	ارتفاع بوته(cm)	طول ریشه (cm)	تعداد برگ در هر بوته	کلروفیلa ($mg\ g^{-1}FW$)	کلروفیلb ($mg\ g^{-1}FW$)	کلروفیل کل ($mg\ g^{-1}FW$)	کارتنوئید ($mg\ g^{-1}FW$)
	۰	۳/۱۸bc	۱۵/۶۰b	۱۴/۲۲bc	۷/۸۳b-d	۱/۰۳b-d	۲/۸۹bc	۰/۱۷b-d
۰	۱۵	۳/۱۳bc	۱۶/۰۵b	۱۵/۹۳a-c	۱۱/۱۹a-c	۱/۳۱ab	۳/۹۸a-c	۰/۵۳ab
	۳۰	۳/۳۳b	۱۸/۰۰ab	۱۶/۷۶ab	۱۱/۷۷ab	۱/۲۷a-c	۴/۳۱ab	۰/۳۹a-d
	۰	۳/۱۲bc	۱۳/۴۰bc	۱۴/۴۳bc	۷/۹۲b-d	۱/۰۵b-d	۳/۰۳bc	۰/۱۰cd
۲۵	۱۵	۴/۳۰a	۲۳/۳۶a	۱۸/۵۱a	۱۵/۶۶a	۱/۶۵a	۵/۵۷a	۰/۶۸a
	۳۰	۲/۲۲ef	۱۱/۳۳b-d	۱۴/۹۸bc	۱۱/۳۶a-c	۱/۱۲bc	۴/۰۵a-c	۰/۴۸a-c
	۰	۲/۶۴de	۱۱/۵۳b-d	۱۳/۸۶cd	۸/۵۸b-d	۱/۰۱b-d	۳/۱۶bc	۰/۳۷a-d
۵۰	۱۵	۲/۷۶cd	۱۳/۰۵bc	۱۵/۶۹a-c	۱۲/۷۸ab	۱/۲۷ a-c	۴/۱۷ab	۰/۴۶a-d
	۳۰	۲/۸۱cd	۱۴/۹۶b	۱۴/۵۵bc	۱۰/۴۷a-d	۱/۲۴bc	۳/۸۶a-c	۰/۳۵a-d
	۰	۱/۷۹fg	۶/۹۰cd	۱۱/۲۲d	۶/۸۶b-d	۰/۸۸cd	۲/۶۰bc	۰/۲۱b-d
۱۰۰	۱۵	۱/۴۴g	۷/۶۰cd	۱۱/۱۳d	۴/۸۱cd	۰/۸۰d	۲/۰۰c	۰/۰۸d
	۳۰	۱/۶۷g	۵/۱۶d	۱۱/۲۶d	۵/۵۳d	۰/۸۹cd	۲/۲۷bc	۰/۰۸d

در هر ستون اعداد دارای حروف مشترک به لحاظ آماری باهم تفاوت ندارند.

نتایج این تحقیق نشان داد که کادمیوم به‌عنوان یک عامل بازدارنده بر روی رشد طولی است. این یافته‌ها با نتایج بسیاری از تحقیقات انجام شده در رابطه با اثر کادمیوم بر محدودیت و کاهش رشد گونه‌های گیاهی مطابقت دارد. در حقیقت کادمیوم از تقسیم سلول‌های منطقه مریستمی و رشد سلول‌های منطقه رشد جلوگیری می‌کند و .کاربرد سدیم نیتروپروساید می‌تواند در بهبود رشد و عملکرد موثر باشد. همچنین سدیم نیتروپروساید بر حفظ و افزایش کلروفیل و سبزینگی برگ و اثر مثبت آن بر تولید بیشتر برگ به‌خصوص در شرایط تنش دلالت دارد (Asghari *et al.*, 2020).

کاربرد سدیم نیتروپروساید توانست اثرات منفی کادمیوم را کاهش دهد. مهار رشد تحت تنش کادمیوم ممکن است ناشی از تغییر فرآیندهای اصلی متابولیکی، محتوای کلروفیل، سیستم آنتی اکسیدانی و جذب عناصر معدنی در برگ‌ها و

ریشه‌ها باشد (Chen *et al.*, 2018). مقدار کلروفیل عموما با افزایش غلظت کادمیوم کاهش می‌یابد و کاربرد سدیم نیتروپروساید تاثیر بسزایی در افزایش مقدار کلروفیل دارد (بنی اسد و همکاران، ۱۴۰۰). بنابراین کاهش تنش کادمیوم توسط سدیم نیتروپروساید ممکن است با افزایش محتوای کلروفیل، بهبود تعادل مواد مغذی، تنظیم بهتر فعالیت آنزیم‌های آنتی اکسیدانی و مهار انتقال کادمیوم از ریشه به برگ‌ها مرتبط باشد (Chen *et al.*, 2018).

٤. بحث و نتیجه‌گیری

می‌توان نتیجه گرفت که سدیم نیتروپروساید تا حد زیادی آثار مضر حاصل از تنش فلز سنگین کادمیوم در گیاه مریم‌گلی ترکه‌ای را کاسته و احتمالا از طریق کاهش تاثیر منفی گونه‌های فعال اکسیژن بر رشد و مقدار رنگیزه‌های فتوسنتزی، سبب بهبود رشد گیاه در شرایط تنش شده و نهایتا مقاومت گیاه مریم‌گلی ترکه‌ای را به کادمیوم افزایش داده است؛ لذا در محدوده نتایج حاصل از این پژوهش می‌توان کاربرد این ماده را روی گیاه مریم گلی ترکه‌ای تنش دیده با کادمیوم به‌عنوان عاملی برای کاهش شدت تنش و به دنبال آن افزایش عملکرد پیشنهاد نمود.

تشکر و قدردانی

از استاد گرامی جناب آقای دکتر محمد مقدم بسیار سپاسگزارم که در کمال سعه‌صدر، با حسن‌خلق و فروتنی، از هیچ کمکی در این عرصه بر من دریغ ننمودند و زحمت راهنمایی این مقاله را بر عهده گرفتند؛ همچنین از سرکار خانم دکتر لیلا سمیعی که زحمت مشاوره‌ی این پژوهش را متقبل شدند و بی چشم‌داشت بسیاری از سختی‌ها را برایم آسان‌تر نمودند، تشکر می‌کنم.

منابع

١. اورمزدی, چلیپان, & فیروزه. (۲۰۰۶). مطالعه کشت بافت و اندام‌زایی در گیاه دارویی *Salvia nemorosa*. فصلنامه پژوهشی تحقیقات ژنتیک و اصلاح گیاهان مرتعی و جنگلی ایران, ۱۴(۲), ۶۹-۷۹.

٢. بخشی خانیکی غلامرضا, & لاری یزدی حسین. (۱۳۸۸). بررسی ترکیبات تشکیل دهنده اسانس دو گونه مریم گلی *Salvia macrosiphon* و *Salvia limbata*. مجله زیست شناسی دانشگاه آزاد اسلامی واحد گرمسار، دوره۴، شماره۱، ۳۳-۴۲.

٣. بنی اسدی, ارغوانی, صفاری, وحیدرضا, & منصوری. (۲۰۲۱). تأثیر نیتریک اکسید بر سمیت کادمیم با مطالعه برخی از صفات مرفوفیزیولوژیکی و بیوشیمیایی تاج خروس (Celosia argentea var. plumosa). مجله علوم باغبانی ایران, ۵۲(۳), ۷۴۳-۷۵۴.

٤. سلیم پور فهیمه, مازوجی علی, مظهر سیده فلور, & برزین گیتی. (۱۳۹۲). مقایسه خواص ضد باکتریایی اسانس چهار گونه گیاه دارویی مریم گلی. Salvia L. مجله پژوهشی دانشکده پزشکی، دوره ۳۷، شماره ۴، ۲۰۵-۲۱۰.

٥. عرب, صفیه, برادران فیروزآبادی, & اصغری. (۲۰۱۶). تأثیر محلول‌پاشی اسید آسکوربیک و سدیم نیتروپروساید بر رنگیزه‌های فتوسنتزی و برخی صفات گلرنگ بهاره در شرایط تنش کم‌آبیاری. تولیدات گیاهی (مجله علمی کشاورزی), ۳۸(۴), ۹۳-۱۰۴.

6. Amari, T., Ghnaya, T., & Abdelly, C. (2017). Nickel, cadmium and lead phytotoxicity and potential of halophytic plants in heavy metal extraction. South African Journal of Botany, 111, 99-110.

7. Asghari, M., Masoumi Zavariyan, A., & Yousefi Rad, M. (2020). Investigating the effect of sodium nitroprusside in reducing cadmium toxicity in basil (*Ocimum basilicum L.*) plant. Journal of Environmental Stresses in Crop Sciences, 13(3), 1009-1018.
8. Chen, W., Dong, Y., Hu, G., & Bai, X. (2018). Effects of exogenous nitric oxide on cadmium toxicity and antioxidative system in perennial ryegrass. Journal of soil science and plant nutrition, 18(1), 129-143.
9. Dere, Ş., GÜNEŞ, T., & Sivaci, R. (1998). Spectrophotometric Determination of Chlorophyll-A, B and TotalCarotenoid Contents of Some Algae Species Using Different Solvents. Turkish Journal of Botany, 22(1), 13-18.
10. Ebrahimi, S. S., Babaei, A. R., Hamidoghli, Y., & Jirani, M. (2017). Study of sodium nitroprusside application on micropropagation of Gerbera jamesonii cv. bayoder. Iranian Journal of Horticultural Science, 47(4).
11. Grancieri, M., Martino, H. S. D., & Gonzalez de Mejia, E. (2019). Chia seed (*Salvia hispanica L.*) as a source of proteins and bioactive peptides with health benefits: A review. Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety, 18(2), 480-499.
12. Jafari, S., Daneshvar, M. H., Salehi Salmi, M. R., & Lotfi Jalal-Abadi, A. (2017). Influence of putrescine and thidiazuron on in vitro organogenesis in Salvia officinalis L. Iranian Journal of Rangelands and Forests Plant Breeding and Genetic Research, 25(2), 201-211.
13. Mohammadifard, F., & Moghaddam, M. (2020). The effect of cadmium toxicity on health and risk index, coexistence and activity of some coriander antioxidant enzymes inoculated with Mycorrhiza fungi. Journal of Cell & Tissue, 11(1), 55-72.
14. Narimani, R., Moghaddam, M., & Shokouhi, D. (2017). The effect of different concentrations of sodium nitroprusside in alleviating oxidative damages caused by water stress of polyethylene glycol in medicinal plant of catmint hairless under in vitro condition. Journal of Plant Productions, 40(3), 77-88.
15. Samiei, L., Pahnehkolayi, M. D., Karimian, Z., & Nabati, J. (2020). Morpho-Physiological Responses of Halophyte Climacoptera crassa to Salinity and Heavy Metal Stresses in In Vitro Condition. South African Journal of Botany, 131, 468-474.
16. Şenkal, B. C., Uskutoğlu, T., Cesur, C., ÖZAVCI, V., & Doğan, H. (2019). Determination of essential oil components, mineral matter, and heavy metal content of *Salvia virgata Jacq*. grown in culture conditions. Turkish Journal of Agriculture and Forestry, 43(4), 395-404.

The effect of SNP in reducing the toxicity caused by cadmium in sage in vitro

Beheshti Qolezo (F)[1], Moghaddam (M)[2*], Samiei (L)[3]

[1]Master's student: Department of Horticultural Sciences and Landscape Architecture, Faculty of Agriculture, Ferdowsi University, Mashhad, Iran

[2]Associate Professor: Department of Horticultural Sciences and Landscape Architecture, Faculty of Agriculture, Ferdowsi University, Mashhad, Iran

[3]Assistant Professor, Department of Ornamental Plants, Research Centre for Plant Sciences, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran

Abstract

In order to investigate the effects of sodium nitroprusside as a producer of nitric oxide in reducing the toxicity caused by cadmium on some morphological characteristics and photosynthetic pigments of Salvia vitgata, a factorial experiment was carried out based on a completely randomized design in 4 repetitions in vitro conditions. The factors studied in this research including cadmium at four levels (zero (control), 25, 50, and 100 µM from cadmium nitrate source) and sodium nitroprusside (SNP) at three levels (zero (control), 15, and 30 µM. According to the results of data variance analysis, the interaction effect of cadmium and nitroprusside on plant height, root length, the number of leaves per plant, chlorophyll a, chlorophyll b, and carotenoids were significant at 1% probability level and total chlorophyll at 5% probability level. The results of comparing the average data showed that the highest plant height and the length of the root, the number of leaves, the amount of chlorophyll a, chlorophyll b, total chlorophyll and carotenoids were related to the treatment of sodium nitroprusside with a concentration of 15 µM and 25 µM cadmium, which compared to the control plant. The order was 35, 50, 30, 100, 60, 93 and 300%, which was statistically significantly different from the control. The results showed that sodium nitroprusside modified the harmful effects of heavy metal cadmium stress in sage and improved plant growth under this stress condition.

Keywords: heavy metals, morphological characteristics, Photosynthetic pigments, sodium nitroprusside

*m.moghadam@um.ac.ir,

پاسخ گیاه دارویی سیاهدانه (*Nigella sativa* L.) به کودهای ورمی کمپوست و کود فسفات زیستی

عارفه حسنوند*، افسانه بیرانوند

[1] **گروه زیست شناسی، دانشگاه پیام نور، تهران، ایران**

چکیده

کودهای بیولوژیک توانایی افزایش حاصلخیزی خاک و کاهش وابستگی خاک به کودهای شیمیایی را دارند.این پژوهش به منظور بررسی اثر ورمی کمپوست و کود فسفات زیستی بر عملکرد و اجزاء عملکرد سیاه دانه شامل ارتفاع بوته، تعداد کپسول در متر مربع ، وزن هزاردانه، عملکرد بیولوژیک ، به صورت آزمایش فاکتوریل دو فاکتوره با استفاده از فاکتورهای ورمی کمپوست (۰، ۴ و ۸تن در هکتار)و کود فسفات زیستی (عدم تلقیح، یکبار تلقیح با بذر و مصرف در دو زمان تلقیح با بذر و سرک) در قالب طرح پایه بلوک های کامل تصادفی با نه تیمار و سه تکرار در ایستگاه تحقیقات خرم‌آباد) در سال زراعی ۱۴۰۱ مورد مطالعه قرار گرفت .نتایج حاصل از این پژوهش نشان داد که بیشترین تعداد کپسول در متر مربع ، وزن هزاردانه، عملکرد بیولوژیک مربوط به تیمار ۸ تن مصرف کود ورمی به همراه دوبار تلقیح کود فسفات زیستی است. همچنین بیشترین ارتفاع بوته در اثر مصرف ۸ تن ورمی کمپوست مشاهده گردید.

واژگان کلیدی: سیاهدانه، ورمی کمپوست، کود فسفات زیستی.

* ایمیل نویسنده مسئول

E-mail: a.hassanvand@pnu.ac.ir

۱. مقدمه

گیاهان دارویی به سبب داشتن منابعی غنی از متابولیت های ثانویه، مواد مؤثره اصلی بسیاری از داروها را تأمین می کنند. هر چند بیوسنتز متابولیت های ثانویه به صورت ژنتیکی کنترل می شوند، اما سنتز آنها تحت تاثیر عوامل محیطی قرار می گیرد. بر اساس برآورد سازمان بهداشت جهانی حداکثر (۸۰ درصد) مردم دنیا برای مراقبت های بهداشتی اولیه از گیاهان داروئی استفاده میکنند (Süntar et al., 2020). سیاهدانه یکی از گیاهان دارویی با نام علمی *Nigella sativa* گیاهی است دولپه، علفی، یکساله و متعلق به راسته آلالهRanunculales و تیرهRanunculaceae است (Yimer et al., 2019).یکی از مهمترین اهداف تولید گیاهان دارویی، افزایش مقدار زیست توده آنها با روش‌های به زراعی است و در این زمینه، تغذیه و تأمین عناصر غذایی پرمصرف و کم مصرف اهمیت ویژه‌ای دارد. همچنین باتوجه به آثار منفی ناشی از مصرف بی‌رویه سموم و کودهای شیمیایی، بسیاری از شرکت‌های دارویی مواد خام حاصل از نظام‌های پایدار و تولید سالم را ترجیح می‌دهند(Kumar, and Bohra, 2006) به دلیل افزایش اهمیت مسائل زیست محیطی،کودهای زیستی می‌توانند جایگزین مناسبی برای کودهای شیمیایی باشند. ورمی کمپوست یکی دیگر از کودهای آلی می‌باشد که خصوصیاتی مانند تخلخل زیاد، قدرت جذب و نگهداری بالای عناصر معدنی و آزادسازی تدریجی آنها و همچنین ظرفیت بالای نگهداری آب را دارد و استفاده از آن در کشاورزی سبب بهبود رشد و کیفیت محصولات زراعی و باغی می‌شود (Jeyabal A and Kupposwamy et al., 2001).استفاده از ریز جاندارانی بنام حل کننده‌های فسفات برای تبدیل شکل نامحلول فسفر به شکل محلول ضروری به نظر می‌رسد .بیشترین درصد ریزجانداران حل کننده فسفات را در خاک، باکتری‌هاو قارچ‌ها تشکیل می‌دهند .این ریزجانداران قادرند ترکیبات نامحلول فسفر را حل کرده و فسفر موجود در آنها را آزاد نمایند(درزی وهمکاران،۱۳۸۹). تولید گیاهان دارویی و معطر با استفاده از کودهای زیستی برای بهبود خواص دارویی و توازن ترکیبات مؤثره آن یک فرایند ضروری است.بنابراین با عنایت به لزوم گسترش استفاده از این میکروارگانیسم‌ها در جهت کاهش مصرف کودهای شیمیایی و بهبود سلامت جامعه، آزمایشی با هدف تاثیر کود فسفات زیستی و ورمی کمپوست بر عملکرد دانه و برخی خصوصیات فیزیولوژیکی سیاهدانه انجام گرفت.

۲. مواد و روش‌ها

۱.۲. منطقه مورد مطالعه

این تحقیق در بهار سال ۱۴۰۱ در مزرعه مرکز تحقیقات خرم آباد انجام شد.

۲.۲. روش تحقیق

ابتدا از خاک مزرعه نمونه برداری شد و مشخص گردید که بافت خاک لومی رسی است. این پژوهش با استفاده از آزمایش فاکتوریل دو عاملی شامل عامل ورمی کمپوست (V1: ۰ ، V2: ۴ و V3: ۸ تن در هکتار) و عامل کود فسفات زیستی (P) در سه سطح (P1:عدم تلقیح، P2: تلقیح با بذر و P3: تلقیح با بذر به همراه سرک) و بر پایه طرح بلوک‌های کامل تصادفی

با سه تکرار اجرا شد. ورمی کمپوست بکار رفته در آزمایش با استفاده از کود دامی و گونه ای کرم خاکی به نام *Eisenia foetida* در ایستگاه خاک و آب اصفهان تهیه شد. کود فسفات زیستی ، محلولی حاوی*Bacillus circulans* بود که در هر میلی لیتر از آن در حدود 10^8 باکتری فعال وجود داشت جهت اعمال تیمارهای کود زیستی برای تلقیح بذور با مایه تلقیح باکتری و با توجه به اینکه این مایه‌ها به شکل مایع بودند، در تاریکی به نحوی بذرها با مایه مخلوط شدند. اندازه هر کرت در این آزمایش، سه متر در سه متر، فاصله بین کرت‌ها نیم متر ر نظر گرفته‌شدند. بعد از آماده سازی زمین و قبل کشت، بذرها به‌صورت شیاری ریخته شدند.. کرت های حاوی تیمار سطح سوم کود فسفات زیستی نیز کود در مرحله ساقه دهی پای بوته ها ریخته شد. صفات مورد ارزیابی عبارت از ارتفاع بوته، تعداد کپسول در بوته، عملکرد بیولوژیکی، عملکرد دانه بود. داده ها با استفاده از نرم افزار SPSS از طریق ازمون دانکن در سطح احتمال ۵درصد مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفتند.

۳. نتایج

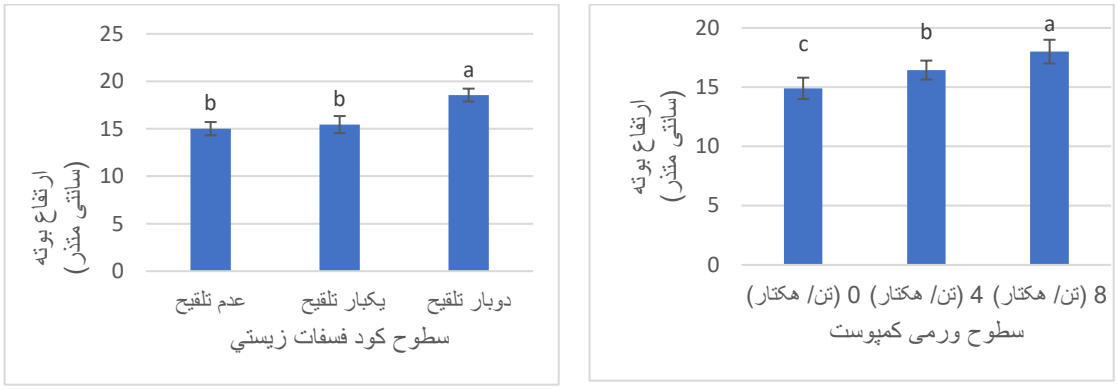
۱.۳. ارتفاع

براساس نتایج تجزیه واریانس جدول۱، ارتفاع بوته فقط توسط عامل ورمی کمپوست و عامل کود فسفات زیستی در سطح۱ %معنی دار شد در حالیکه اثرهای متقابل بین عوامل ، تأثیر معنی داری بر ارتفاع بوته سیاه‌دانه نداشتند . مقایسه میانگین تیمارها نشان داد که بین سطوح مختلف ور می کمپوست تفاوت معنی داری وجود دارد ، به طوری که حداکثر ارتفاع بوته در سطح سوم ورمی کمپوست و حداقل آن در سطح اول یعنی شاهد بود (شکل ۱- الف).همچنین حداکثر ارتفاع بوته در تلقیح با بذر به همراه محلول پاشی بر روی خاک (دوبار تلقیح) مشاهده گردید(شکل ۱- ب)

جدول ۱. تجزیه واریانس تأثیر ورمی کمپوست و کود فسفات زیستی بر عملکرد و اجزاء عملکرد سیاه دانه

	درجه آزادی	میانگین مربعات			
		ارتفاع بوته (سانتی متر مربع)	تعداد کپسول (متر مربع)	وزن هزار دانه (گرم)	عملکردبیولوژیک (گرم در متر مربع)
تکرار	۲	۰/۷۵۶^{ns}	۳۵۶۳/۴۴ **	۰/۰۰۱^{ns}	۳۹۰/۳۳**
ورمی کمپوست	۲	۱۷/۳۰ **	۴۵۴۶۵/۳۳**	۰/۳۲۶**	۶۰۶۸/۱۱**
کود فسفات زیستی	۲	۳۳/۶۴**	۱۸۸۰۱۶/۴۴**	۲/۰۰۱**	۵۷۱۵۰/۳۳**
ورمی کمپوست ×کودفسفات زیستی	۴	۴/۲۱ ^{ns}	۳۰۴۴۹/۷۷۸**	۰/۰۴۲**	۲۵۷/۴۴**
خطای آزمایش	۱۶	۰/۶۴۵	۳۳۵۷/۸۱۹	۰/۰۰۷	۴۵/۸۳**

ns، * و ** به ترتیب عدم تأثیر معنی‌دار، تأثیر معنی دار در سطح ۱ درصد.



شکل ۱- مقایسه میانگین سطوح مختلف کود ورمی کمپوست (الف) و کود فسفات زیستی بر ارتفاع بوته(ب)

۲.۳. تعدادکپسول، عملکرد بیولوژیک و وزن هزار دانه

نتایج حاصل از تجزیه واریانس آزمایش، بیانگر آن بود که اثر هر دو عامل به تنهایی در سطح ۱ %و نیز اثر متقابل بین آنها در سطح ۱ %بر تعدادکپسول، عملکرد بیولوژیک و وزن هزار دانه معنی دار بود. مقایسه میانگین اثر متقابل دو عامل ورمی کمپوست و کود فسفات زیستی نیز دارای اختلاف معنی داری بود ، به نحوی که حداکثر تعدادکپسول، عملکرد بیولوژیک و وزن هزار دانه در تیمارهای حاوی مصرف۸ تن ورمی کمپوست به همراه سطح سوم کود فسفاته (تلقیح با بذر به همراه سرک) مشاهده گردید (جدول ۲).

جدول ۲.مقایسه میانگین اثر متقابل ورمی کمپوست و کود فسفات زیستی بر تعدادکپسول، عملکرد بیولوژیک و وزن هزار دانه

تیمار	تعداد کپسول (متر مربع)	وزن هزار دانه (گرم)	عملکردبیولوژیک (گرم در متر مربع)
V1p1	۱۲۴ e	۰/۸۶۶ h	۵۹۶ h
V1p2	۲۵۳/۳۳d	۱/۰۰۳ g	۶۲۰/۰۰g
V1p3	۲۳۳/۳۳d	۱/۲۳ f	۶۶۳/۳۳ f
V2p1	۳۶۳/۳۳c	۱/۳۱ ef	۷۰۸/۳۳ e
V2p2	۳۶۶/۶۶c	۱/۳۹ de	۷۳۶ d
V2p3	۴۲۶/۶۶bc	۱/۴۶ d	۷۴۶ cd
V3p1	۴۳۰ bc	۱/۷۰ c	۷۵۹/۳۳c
V3p2	۵۳۰ b	۱/۸۹b	۷۸۰ b
V3p3	۶۳۶/۶۶a	۲/۳۱ a	۸۱۰ a

حروف مشترک بیان کننده عدم تفاوت معنی‌دار در سطح($P\leq$۱%) با استفاده از آزمون دانکن است.

٤. بحث و نتیجه‌گیری

نتایج مطالعه حاضر بیانگر تاثیر ورمی کمپوست بر افزایش ارتفاع گیاه دارویی سیاه دانه است. تصدیقی و همکارن (۲۰۱۵) بیان نمودند ورمی کمپوست از طریق قدرت زیاد جذب آب و فراهمی مطلوب عناصر غذایی پرمصرف و کم مصرف بر روی میزان فتوسنتز و تولید زیست توده تأثیر مثبت گذاشته و موجب بهبود ارتفاع گیاه میشود. نتایج تحقیقات عزیزی و همکاران (۱۳۸۷) نیز بر روی بابونه تاییدکننده این مطلب است. نتایج مطالعه حاضر نشان داد ورمی کمپوست تاثیر معنی داری بر افزایش میزان گلدهی و تعدادکپسول در سیاه دانه دارد.افزودن ورمی کمپوست به خاک احتمالا نه تنها فراهمی عناصر غذایی مورد نیاز گیاه را افزایش داده است بلکه با بهبود شرایط فیزیکی و تحریک فعالیت های بیولوژیکی خاک، ضمن ایجاد محیطی مناسب برای رشد ریشه، از طریق بهبود فرآیند جذب عناصر غذایی توسط گیاه موجبات افزایش رشد اندام های هوایی نظیر تعداد چتر در بوته را نیز فراهم آورده است(سیدی و همکاران، ۱۳۹۴). یافته های مطالعه حاضر نشان داد، افزودن کود فسفات زیستی سبب افزایش تعداد کپسول و عملکرد بیولوژیکی گیاه سیاه دانه گردید. باکتریهای حل کنندۀ فسفات میتوانند فسفر قابل دسترس در خاک را به وسیله آبکافت (هیدرولیز) فسفر از ترکیب‌های غیر آلی به علت اسیدی کردن خاک و یا تراوش آنزیم‌های فسفاتاز افزایش دهند(درزی وهمکاران،۱۳۸۹). به نظر میرسد بالا رفتن جذب فسفر در مرحله گلدهی باعث افزایش گرده افشانی در گیاه شده، چرا که فسفر نقش مهمی در گرده افشانی گیاهان دارد.

منابع

تصدیقی، ح.، صالحی، ع.، موحدی دهنوی، م.، و بهزادی، ی. ۱۳۹۴. بررسی عملکرد، اجزای عملکرد و اسانس بابونه بابونه .L 113 با استفاده از ورمی کمپوست و سطوح مختلف آبیاری. مجله علوم کشاورزی و تولید پایدار، ۲۵(۳): ۶۱-۷۸.

درزی، م.ت.، قلاوند، ا .و رجالی، ف .۱۳۸۷. بررسی اثر کاربرد میکوریزا، ورمی کمپوست و کود فسفات زیستی بر گلدهی، عملکرد بیولوژیک و همزیستی ریشه، درگیاه دارویی رازیانه. مجله علوم زراعی ایران. ۱۰ (۱): ۸۸-۱۰۹.

سیدی، ز.، فاتح، ا.، و آینه بند، ع. ۱۳۹۶. تأثیر منابع مختلف نیتروژن و کودهای آلی بر عملکرد و اجزای عملکرد Ajowan (Trachyspermum ammi L.). مجله آگرواکولوژی، ۹(۱): ۱۱۵-۱۲۸.

عزیزی، م.، رضوانی، ف.، خیاط، م.ح.، لکزیان، ا .و نعمتی، ح. ۱۳۸۷. بررسی تأثیر سطوح متفاوت ورمی کمپوست و آبیاری بر خصوصیات مورفولوژیکی و میزان اسانس بابونه آلمانی رقم گورال .تحقیقات گیاهان دارویی و معطر ایران. ۲۴ (۱): ۸۲-۹۳.

Kumar, A., and Bohra, B. 2006. Green technology in relation to sustainable agriculture. In: Kumar A, Dubey P (eds) Green technologies for sustainable agriculture. Daya Publishing house, Delhi.

Süntar I. 2020/ Importance of ethnopharmacological studies in drug discovery: role of medicinal plants. Phytochemistry Reviews, 19(5):1199-209.

Yimer, EM., Tuem, KB., Karim, A., Ur-Rehman, N., Anwar, F. 2019. Nigella sativa L.(black cumin): a promising natural remedy for wide range of illnesses. Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine.

Jeyabal, A .and Kupposwamy, G. 2001. Recycling of organic wastes for the production of vermicompost and it's response in rice-legume cropping system and soil fertility. Eur. J. Agron.; 15: 153 - 70.

The response of black seed medicinal plant (*Nigella sativa* L.) to Vermicompost and Phosphate Biofertilizer

Arefeh hassanvand [*], Afsaneh Biranvand

[1] Department of Biology, Payame Noor,Tehran, Iran.

Abstract

Biological fertilizers have the ability to increase soil fertility and reduce soil dependence on chemical fertilizers. This research aims to investigate the effect of vermicompost and biophosphate fertilizer on the yield and yield components of black seed, including plant height, number of capsules per square meter, thousand seed weight, biological yield. in the form of a factorial experiment of two factors using the factors of vermicompost (0, 4 and 8 tons per hectare) and biological phosphate fertilizer (no inoculation, one inoculation with seeds and use in two times of inoculation with seeds and vinegar) in the form of a block design Complete randomized trials with nine treatments and three repetitions were studied at Khorramabad research station) in the crop year of 1401. The results of this research showed that the highest number of capsules per square meter, weight of 1000 seeds, biological performance is related to the treatment of 8 tons of vermicomposting along with two inoculations of biological phosphate fertilizer. Also, the highest height of the plant was observed due to the consumption of 8 tons of vermicompost.

Keyword: Black seed (*Nigella sativa L.*), Vermicompost, Phosphate biofertilizer,

[*] Corresponding Author's E-mail: a.hassanvand@pnu.ac.ir

پاسخ‌های سازگاری کشاورزان در برابر تغییرات اقلیمی

فاطمه رجائی*

گروه علوم محیط زیست، دانشکده علوم، دانشگاه زنجان، زنجان

چکیده

از آنجائی که آب و هوا یکی از عوامل تعیین‌کننده اصلی بهره‌وری کشاورزی است، پیش‌بینی و کاهش اثرات تغییرات آب و هوایی در سیستم‌های کشاورزی، از بزرگ‌ترین چالش‌ها در قرن حاضر خواهد بود. تغییرات اقلیمی آینده منجر به کاهش طول فصل رشد و تسریع مراحل فنولوژی گیاه خواهد شد. البته باید توجه داشت که افزایش دما اثرات منفی دیگری از جمله افزایش تنفس نگهداری، افزایش تبخیر و تعرق و کاهش کارایی مصرف نور را نیز به همراه دارد که به نوبه خود موجب تغییر عملکرد محصولات زراعی و نیاز خالص آبیاری خواهند شد. سازگاری با تغییر اقلیم شامل همه اعمال، اعم از ابتکاری و غیر ابتکاری می‌شود که برای کاهش اثرات آسیب‌پذیری سیستم‌های شهری و طبیعی، در مقابل اثرات منفی تغییر اقلیم صورت می گیرد. روش‌های سازگاری را در چند بعد می‌توان مورد بررسی قرار داد؛ از جمله تنوع زراعی، تغییر زمان کشت، مدیریت آب و آبیاری و مدیریت مزرعه. مدیریت مزرعه شامل حفاظت از خاک، طرح‌های بیمه، کاشت درخت، کشاورزی ارگانیک، کشاورزی گلخانه‌ای است. در مدیریت آب و آبیاری کشاورزان نیز از فناوری‌های صرفه‌جویی در مصرف آب مانند استفاده از سیمان برای ساخت کانال آبیاری برای کاهش نشت آب کانال و تلفات آب، استفاده از مالچ پلاستیکی برای نگهداری بیشتر آب استفاده می‌کنند. از سوی دیگر، تنوع زراعی یکی از اقدامات سازگاری است که کشاورزان آسیایی انجام داده‌اند، زیرا کشته‌ای مختلف، به طور متفاوتی، به تأثیرات تغییرات آب و هوایی واکنش نشان می‌دهند.

واژگان کلیدی: سازگاری، تغییر اقلیم، کشاورزان

* e-mail: Rajaei_Fatemeh@znu.ac.ir

۱. مقدمه

عوامل مختلفی باعث برهم خوردن شرایط حاکم بر اجزاء مختلف سیستم اقلیم کره زمین می‌شود که می‌تواند تأثیراتی را بر اجزاء دیگر بگذارد. این عوامل به دو بخش عوامل داخلی ناشی از کنش‌های متقابل بین اجزاء سیستم اقلیم و عوامل خارجی طبیعی ناشی از تابش خورشیدی، فعالیت‌های آتش‌فشانی و افزایش غیرطبیعی گازهای گلخانه‌ای (Greenhouse Gases) قابل تقسیم می‌باشند. بررسی وضعیت انتشار این گازها نشان می‌دهد که پس از انقلاب صنعتی در نیمه قرن ۱۸، به دلیل افزایش روزافزون صنایع و به‌واسطه آن افزایش استفاده از سوخت‌های فسیلی، توازن مقادیر گازهای گلخانه‌ای در اتمسفر زمین برهم‌خورده و مقادیر آن به خصوص میزان گاز دی اکسید کربن افزایش یافته است. این افزایش سبب می‌شود تا امواج مادون قرمز ساطع شده از زمین بیش از پیش توسط گازهای گلخانه‌ای جذب شده و باعث گرم‌تر شدن اتمسفر کره زمین شود. گرم‌تر شدن کره زمین نیز به‌نوبه خود بر وضعیت اجزاء دیگر سیستم اقلیم تأثیر گذاشته و پدیده تغییر اقلیم (Climate Change) را موجب می‌گردد. هرگونه تغییر در میزان غلظت گازهای گلخانه‌ای در اتمسفر زمین، باعث برهم خوردن تعادل بین اجزاء سیستم اقلیم کره زمین می‌گردد؛ اما اینکه در آینده چه مقدار از این گازها توسط جوامع بشری وارد اتمسفر زمین شده و به‌تبع آنچه وضعیتی برای سیستم اقلیم کره زمین رخ خواهد داد، معین و قطعی نیست، لذا این امر تحت سناریوهای مختلفی ارائه‌شده است. بر اساس نتایج مدل‌ها، دمای کره زمین بر اساس تمامی سناریوهای RCP تا انتهای قرن ۲۱ افزایشی خواهد بود؛ اما در سناریوی RCP2.6 با وجود افزایش دمای کره زمین تا انتهای قرن ۲۱، این افزایش کمتر از میزان افزایش خطرناک (افزایش ۲ درجه سلسیوس نسبت به دوره ۱۸۵۰–۱۹۰۰) برای دمای کره زمین است. این در حالی است که در بقیه سناریوها (RCP4.5، RCP6، RCP8.5) مقادیر دمای میانگین کره زمین نسبت به دوره ۱۸۵۰–۱۹۰۰ بیش از ۲ درجه افزایش یافته و حتی در سناریوی RCP8.5 این افزایش در انتهای قرن ۲۱ مقدار ۴ درجه خواهد بود. همچنین، وضعیت بارش فصلی نقاط مختلف کره زمین در دوره ۲۰۱۶–۲۰۳۵ میلادی نسبت به دوره ۱۹۸۶–۲۰۰۵ بر اساس خروجی ۴۲ مدل AOGCM-AR5 تحت سناریوی RCP4.5 در فصول مختلف نشان می‌دهد (Yang et al., 2016).

از آنجائی که آب و هوا یکی از عوامل تعیین‌کننده اصلی بهره‌وری کشاورزی است، پیش‌بینی و کاهش اثرات تغییرات آب و هوایی در سیستم‌های کشاورزی، از بزرگ‌ترین چالش‌ها در قرن حاضر خواهد بود. با مطمئن‌تر شدن محققین از اینکه بالا رفتن غلظت گازهای گلخانه‌ای موجب افزایش دمای کره زمین خواهد شد، نگرانی‌هایی در مورد اثرات بالقوه این تغییرات بر تولید محصولات زراعی به وجود آمده است. تحقیقات نشان داده است، تغییرات اقلیمی آینده منجر به کاهش طول فصل رشد و تسریع مراحل فنولوژی گیاه خواهد شد. به نظر می‌رسد کاهش طول فصل رشد منجر به کاهش دریافت تشعشع فتوسنتزی و در نتیجه کاهش تولید بیومس و عملکرد بیولوژیک شود. البته باید توجه داشت که افزایش دما اثرات منفی دیگری از جمله افزایش تنفس نگهداری، افزایش تبخیر و تعرق و کاهش کارایی مصرف نور را نیز به همراه دارد که به نوبه خود موجب کاهش عملکرد محصولات زراعی خواهند شد. از سوی دیگر افزایش درجه حرارت در شرایط تغییر اقلیم باعث تجمع سریع‌تر درجه روزهای رشد محصولات شده و در نتیجه با افزایش سرعت توسعه کانوپی حصول حداکثر شاخص سطح برگ در مقایسه با شرایط فعلی تسریع می‌گردد این امر باعث خواهد شد که انطباق زمانی بین حداکثر تشعشع ورودی از خورشید و توسعه کانوپی تغییر کند و در نتیجه کارایی کانوپی در جذب تشعشع به‌طور قابل ملاحظه‌ای کاهش یابد. از طرف دیگر، پدیده تغییر اقلیم می‌تواند با تغییر در میزان تبخیر و تعرق گیاهان و مدت، شدت و زمان بارش‌ها، عملکرد محصولات و نیاز خالص آبیاری را تحت تأثیر قرار دهد. این تغییرات می‌تواند بر برنامه‌ریزی آبیاری و نیز مدیریت بهره‌برداری از شبکه‌های آبیاری اثرگذارند. علی‌رغم نگرانی‌ها در زمینه

اثرات تغییر اقلیم در حوزه کشاورزی، به نظر می‌رسد مطالعات عمیق‌تر در مورد پیامدهای مختلف ناشی از تغییر اقلیم بر تولیدات کشاورزی و طراحی راهکارهای سازگاری، به حفظ درازمدت امنیت غذایی کشور کمک خواهد کرد.

۲. روش تحقیق

این مقاله برگرفته از مقالات مختلف مروری در زمینه تأثیرات اقلیمی در کشاورزی در ابعاد مختلف از جمله نیاز آبی، مدیریت محصول، مدیریت مزرعه، روش‌های آبیاری، عملکرد محصول و غیره بررسی گردید.

۳. نتایج و بحث

علی‌رغم نگرانی‌ها در زمینه اثرات تغییر اقلیم در حوزه کشاورزی، به نظر می‌رسد مطالعات عمیق‌تر در مورد پیامدهای مختلف ناشی از تغییر اقلیم بر تولیدات کشاورزی و طراحی راهکارهای سازگاری، به حفظ درازمدت امنیت غذایی کشور کمک خواهد کرد. به منظور بهبود ظرفیت سازگاری بخش کشاورزی در زمینه تغییرات آب و هوایی، دولت ها باید اقدامات مختلفی را برای تطبیق انجام دهند. همچنین کشاورزان لازم است استراتژی‌های انطباق مناسب را انتخاب کنند. اگر دولت و کشاورزان بتوانند پاسخ سازگاری مناسب با تغییرات اقلیمی داشته باشند، ممکن است بخش کشاورزی ایران و جهان در برابر تغییرات دما و بارش مقاوم شود و شاید از مزایای تغییرات آب و هوایی برخوردار شود. می‌توان گفت سازگاری یکی از اجزاء مهم اثرات تغییر اقلیم و یکی از گزینه‌ها در پاسخ به اثرات تغییر اقلیم می‌باشد. سازگاری با تغییر اقلیم شامل همه اعمال، اعم از ابتکاری و غیر ابتکاری می‌شود که برای کاهش اثرات آسیب‌پذیری سیستم‌های شهری و طبیعی، در مقابل اثرات منفی تغییر اقلیم صورت می‌گیرد. روش‌های سازگاری را در چند بعد می‌توان مورد بررسی قرار داد که به شرح ذیل می‌باشد:

الف) تنوع زراعی یکی از اقدامات سازگاری است که کشاورزان آسیایی انجام داده‌اند، زیرا کشته‌ای مختلف، به طور متفاوتی، به تأثیرات تغییرات آب و هوایی واکنش نشان می‌دهند. مثلاً در پاکستان و بنگلادش خشک‌سالی‌های چندساله (تغییرات دما و الگوهای بارندگی) موجب کاهش بهره‌وری حدود ۵۰ درصد شده است. کشت مخلوط و یا کشت بینابینی یکی از راه‌حل‌ها شناخته شده است، چراکه آن‌ها را قادر می‌سازد به طور هم‌زمان بیش از یک محصول را در همان حوزه رشد دهند و خطرات ناشی از بهره‌وری و تلفات درآمد را به حداقل برساند (Ashraf et al., 2014). در مطالعه دیگر، در روستای بیدین، کشاورزان محصولات اصلی سیب و ذرت را با غلات جایگزین کرده‌اند. همچنین، در جنوب چین، کشاورزان محصولات خود را متنوع کرده‌اند و به این ترتیب ۳۰٪ کاشت برنج را کاهش داده و با محصولات دیگر مانند پنبه و غلات جایگزین نموده‌اند. در هند صنعت نیشکر آن تحت تأثیر تغییر اقلیم گرفته است. در پاسخ به این امر، کشاورزان به تدریج محصول خود را از نیشکر به نعناع تغییر دادند. در تایلند، میانگین دمای سالانه افزایش یافته و کاهش بارش سالانه، موجب خشک‌سالی شدید در ۲۰ سال گذشته شده و این امر موجب کاهش برنج (بین ۴ تا ۱۴ درصد) گردیده است (Tripathi and Mishra, 2017). برای پاسخ به آن، Bastakoti و همکاران (2014) دریافتند که پس از برداشت برنج، کشاورزان تایلندی محصولاتی دیگر مانند لوبیا، تنباکو و ذرت را بکارند. این استراتژی به آن‌ها کمک می‌کند تا درآمد بیشتری کسب کنند و خطر از دست دادن یک محصول خاص را کاهش دهند. بااین‌وجود، همه آن‌ها نمی‌توانند الگوهای خود را متنوع سازند، به خصوص وقتی‌که آن محصول پرهزینه باشد، بااین‌وجود، برخی از کشاورزان برای افزایش بهره‌برداری در انطباق با تغییرات اقلیمی آن را پذیرفته‌اند، زیرا سطح بهره‌وری را در شرایط نامساعد حفظ می‌نماید. استفاده از گونه‌های بهبود یافته (اصلاح شده یا تراریخته) استراتژی انطباق دیگری است که توسط کشاورزان آسیایی اجرا می‌شود. در ایران، چین و هند، کشاورزان از برنج با بلوغ زودرس، دوره کوتاه‌تر، عملکرد بالا و

محصولات مقاوم به خشک‌سالی استفاده می‌کنند. در بنگلادش، کشاورزان برنج تراریخته به نام Swarma را انتخاب کرده‌اند، زیرا به خشک‌سالی و آفت متحمل می باشند (Allahyari et al., 2016).

ب) تغییر زمان کشت یک عمل انطباقی در مقابله با کاهش خطرات ناشی به محصولات زراعی است. در بنگلادش، بیشتر کشاورزان بنگلادش از بارش فصل مرطوب برای کاهش استرس به محصولات بهره می‌جویند. برای مثال، تقویم کاشت ذرت از اواسط ماه ژانویه تا اواسط دسامبر تغییر یافته است، زیرا به آن‌ها کمک می‌کند تا هزینه‌های آبیاری را کاهش دهند و دانه‌ها کمتر تحت تأثیر آسیب‌های سرمایی قرار گیرند و در نتیجه تولید محصولات بیشتر می‌شود. در عمان کشاورزان قبل از شروع فصل بارندگی با کمک آبیاری قطره‌ای تلاش کرده‌اند تا محصولات خود را کشت کنند. در برخی از کشورهای آسیایی، کشاورزان از کود، حشره‌کش‌ها و آفت‌کش‌ها به عنوان یک پاسخ به تغییرات آب و هوایی استفاده می‌کنند (Masud et al., 2017). کشاورزان مالزی و تایلند از کود آلی استفاده می‌کنند که در حین حفظ محیط زیست، میزان ماده آلی خاک را افزایش می‌دهد و در نتیجه باعث بازگرداندن حاصلخیزی خاک می‌گردد. همچنین کشاورزان بنگلادش در تلاش برای تولید عملکرد بهتر، کود آلی (گاو و کمپوست) و کودهای معدنی (NPK) استفاده می‌کنند. همچنین کشاورزان در هند از کود زیستی برای غلبه بر مشکل کاهش باروری خاک و افزایش برداشت برنج استفاده می‌کنند (Paglialunga et al., 2022).

پ) مدیریت آب و آبیاری از دیگر استراتژی‌های سازگاری کشاورزان آسیایی است. در ایران، خشک‌سالی شدید، دسترسی به آب را کاهش می‌دهد و این کاربر محصولات کشاورزی تأثیر می‌گذارد به عنوان مثال، تولید گندم دیم و جو به میزان قابل‌توجهی کاهش یافته است. در پاسخ به این، کشاورزان ایرانی چاه‌های عمیق موجود را حفاری می‌کنند. علاوه بر این، کشاورزان آسیب‌پذیر برای حفظ یا بهبود بهره‌وری خود از آب‌های زیرزمینی استفاده می‌کنند. کشاورزان نیز از فناوری‌های صرفه‌جویی در مصرف آب مانند استفاده از سیمان برای ساخت کانال آبیاری برای کاهش نشت آب کانال و تلفات آب، استفاده از مالچ پلاستیکی برای نگهداری بیشتر آب استفاده می‌کنند.

کشاورزان در هند، تایلند، پاکستان، چین، ایران، نپال و بنگلادش منابع آب را برای استفاده در زمان کمبود آب ذخیره می‌کنند. چین، در پاسخ به کاهش حدود ۳۲.۳٪ مناطق زراعی به دلیل خشک‌سالی، گزینه توسعه ذخیره آب را انتخاب کردند. در بنگلادش، کشاورزان از درام‌های پلاستیکی بزرگ و حلقه‌های سیمان به عنوان مخازن ذخیره‌سازی آب استفاده می‌کنند. مطالعات Yang و همکاران (2015) و Nambi و همکاران (2015) نشان داده است که کشاورزان در شمال غربی چین و تامیل نادو هند اغلب از آبیاری میکرو، استفاده می‌کنند. کشاورزان در چین، بنگلادش، سریلانکا و هند از آبیاری تکمیلی استفاده نموده‌اند. از آنجا که مقدار قابل‌توجه آب آبیاری در هنگام استفاده از آن در مزرعه به علت طراحی ضعیف مزرعه و غیریکنواخت (ناهموار) از دست می‌رود، کشاورزان ایرانی سطح مزارع خود را تسطیح نموده‌اند تا بتوانند آب را به صورت یکنواخت در مزرعه توزیع کنند و در نتیجه باعث افزایش کارایی آب می‌شوند (Keshavarz et al., 2014).

مدیریت مزرعه را به عنوان یکی از اقدامات سازگاری می‌باشد که توسط کشاورزان آسیایی مورد توجه قرار گرفته است. تحت این عنوان، در مجموع شش تاپیک مطرح شد، حفاظت از خاک، طرح‌های بیمه، کاشت درخت، کشاورزی ارگانیک، کشاورزی گلخانه‌ای و سایر شیوه‌های مدیریت مزرعه. دماهای بالاتر باعث تجزیه و معدنی سازی مواد آلی در خاک و کاهش میزان کربن آلی می‌شوند. در پاسخ به این، حفاظت خاک به عنوان یک استراتژی سازگاری مهم می‌باشد. در نپال و شمال شرقی بنگلادش، کشاورزان استفاده از مالچ را به کار می‌گیرند؛ زیرا مانع فرسایش و شست و شوی مواد مغذی خاک می‌شوند، این امر

باعث افزایش رطوبت خاک و باروری خاک می‌شود و نیز از افزایش دمای خاک جلوگیری می‌نماید (Keshavarz et al., 2014).

در غرب بنگلادش، کشاورزان از زیست‌توده‌ی کنف استفاده می‌کنند که حاصلخیزی خاک را برای فصل‌های برداشت بعدی حفظ نمایند (Kabir et al., 2017). Bastakot et al. (2014) دریافتند که کشاورزان تایلندی برای غلبه بر اثرات تغییرات اقلیم تصمیم به استفاده از کشاورزی ارگانیک نموده‌اند، زیرا می‌تواند باروری و بهره‌وری خاک را بهبود بخشد و رطوبت خاک را حفظ و آسیب به محصولات کشاورزی را در برابر خطر آب و هوا کاهش دهد. در مناطقی مثل عمان که دما به بالای ۴۸ درجه در تابستان می‌رسد و کشاورزی به استفاده از آب‌های زیرزمینی و باران وابسته است هرگونه تغییری در دمای هوا می‌تواند بر کشاورزی و تغییر در الگوی کشاورزی تأثیرگذار باشد. همچنین، کشت گلخانه‌ای به عنوان یک استراتژی سازشی در میان کشاورزان آسیایی بیان شده است (Choudri et al., 2014).

٤. بحث و نتیجه‌گیری

تغییرات اقلیمی در نتیجه فعالیت‌های انسانی در سراسر جهان در حال وقوع می‌باشد و یکی از بخش‌های که به شدت تحت تأثیر تغییرات اقلیمی و عناصر مربوط به آن می‌باشد بخش کشاورزی است. کاهش منابع آب باعث شده است که کشاورزان با چالش‌های اساسی رو به رو شوند که به دنبال تغییرات اقلیمی ایجاد شده است و علاوه بر کاهش منابع آبی افزایش تبخیر و تعرق، کاهش محصول و شور شدن زمین‌ها را نیز شاهد هستیم. لذا کشاورزان ناگزیر به فعالیت‌های سازگارانه رو آورده‌اند تا بتوانند اثرات تغییرات اقلیمی را کاهش دهند.

تشکر و قدردانی

مقاله مستخرج از طرح پژوهشی به شماره پ/۴۶۷۸۱ و کد طرح ۴۰۰۳ مورخ ۱۴۰۰/۹/۲ می‌باشد.

منابع

Allahyari, M., Ghavami, S., Daghighi Masuleh, Z., Michailidis, A., Nastis, S. 2016. Understanding farmers' perceptions and adaptations to precipitation and temperature variability: evidence from northern Iran. Climate. 4(4): 58.

Ashraf, M., Routray, J.K., Saeed, M. 2014. Determinants of farmers' choice of coping and adaptation measures to the drought hazard in northwest Balochistan, Pakistan. Natural Hazards. 73(3): 1451-1473.

Bastakoti, R.C., Gupta, J., Babel, M.S., van Dijk, M.P. 2014. Climate risks and adaptation strategies in the Lower Mekong River basin. Regional Environmental Change. 14(1): 207-219.

Choudri, B.S., Al-Busaidi, A., Ahmed, M. 2013. Climate change, vulnerability and adaptation experiences of farmers in Al-Suwayq Wilayat, Sultanate of Oman. International Journal of Climate Change Strategies and Management. 5(4): 445–454.

Kabir, M.J., Alauddin, M., Crimp, S. 2017. Farm-level adaptation to climate change in Western Bangladesh: an analysis of adaptation dynamics, profitability and risks. Land Use Policy. 64: 212–224.

Keshavarz, M., Karami, E., Zibaei, M. 2014. Adaptation of Iranian farmers to climate variability and change. Regional Environmental Change. 14(3): 1163-1174.

Masud, M.M., Azam, M.N., Mohiuddin, M., Banna, H., Akhtar, R., Alam, A.F., Begum, H. 2017. Adaptation barriers and strategies towards climate change: Challenges in the agricultural sector. Journal of Cleaner Production. 156: 698-706.

Nambi, A.A., Bahinipati, C.S., Raghunath, R., Nagendran, R. 2015. Farm household level adaptation metrics for agriculture and water sectors. International Journal of Climate Change Strategies and Management. 7(1): 27-40.

Paglialunga, E., Coveri, A., Zanfei, A. 2022. Climate change and within-country inequality: new evidence from a global perspective. World Development. 159: 106030.

Tripathi, A., Mishra, A.K. 2017. Knowledge and passive adaptation to climate change: An example from Indian farmers. Climate Risk Management. 16: 195-207.

Yang, H., Villamor, G.B., Su, Y., Wang, M., Xu, J. 2016. Land-use response to drought scenarios and water policy intervention in Lijiang, SW China. Land Use Policy. 57: 377–387.

Yang, J., Tan, C., Wang, S., Wang, S., Yang, Y., Chen, H. 2015. Drought adaptation in the Ningxia Hui Autonomous Region, China: Actions, planning, pathways and barriers. Sustainability. 7(11): 15029-15056.

Adaptation responses of farmers against climate change

Fatemeh Rajaei*

Department of Environmental Sciences, Faculty of Sciences, Zanjan University, Zanjan

Abstract

The study of the release of these gases shows that after the industrial revolution in the middle of the 18th century, the balance of greenhouse gases in the earth's atmosphere has been disturbed, and its amounts, especially the amount of carbon dioxide, have increased. This increase causes infrared waves emitted from the earth to be more absorbed by greenhouse gases and causes the earth's atmosphere to become warmer. Since weather is one of the main determinants of agricultural productivity, predicting and reducing the effects of climate change in agricultural systems will be one of the biggest challenges in this century. Research has shown that future climate changes will lead to a reduction in the length of the growing season and acceleration of plant phenology stages. It seems that the decrease in the length of the growing season leads to a decrease in receiving photosynthetic radiation and as a result to a decrease in biomass production and biological performance. Of course, it should be noted that the increase in temperature has other negative effects, such as increased respiration, increased evaporation and transpiration, and reduced light consumption efficiency, which in turn will change the yield of crops and the net need for irrigation. Adaptation to climate change includes all actions, both innovative and non-innovative, that are done to reduce the effects of the vulnerability of urban and natural systems, against the negative effects of climate change. Adaptation methods can be divided into several dimensions. It was investigated including crop diversity, change of cultivation time, water and irrigation management and farm management. Keywords: adaptation, climate change, farmers.

Keywords: Adaptation, climate change, farmers

* e-mail: Rajaei_Fatemeh@znu.ac.ir

تأثیر باکتری *Bacillus simplex* بر رشد ریحان (*Ocimum basilicum* L.) در شرایط تنش رطوبتی

اسماعیل کریمی[1*]

[1] گروه علوم و مهندسی خاک، دانشکده کشاورزی، دانشگاه مراغه، مراغه

چکیده

باکتری‌های محرک رشد می‌توانند باعث افزایش مقاومت در برابر تنش آبی شوند. ریحان جزو گیاهان دارویی مهمی است که تحت تاثیر تنش آبی عملکرد کمتری دارد. جهت بررسی نقش حمایتی این باکتری‌ها از گیاه ریحان در شرایط مذکور آزمایشی گلخانه‌ای به صورت فاکتوریل در قالب بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار انجام شد. تیمارهای مورد مطالعه عبارت بودند از: مایه‌زنی بذر ریحان با باکتری *Bacillus simplex* 42 و بدون مایه‌زنی با باکتری، دو سطح آبی شامل حالت مطلوب و تنش آبی با قطع آبیاری ۱۴ روز قبل از برداشت. نتایج حاصله نشان دادند که مایه‌زنی باکتری توانست در شرایط مطلوب آبی عملکرد تر و خشک گیاه را به ترتیب ۵۰٪ و ۳۷٪ و در تنش آبی ۵۸٪ و ۲۸٪ افزایش دهد. وزن خشک ریشه در شرایط مایه‌زنی باکتری در شرایط مطلوب آبی ۲۹٪ و در شرایط رخداد تنش آبی ۱۵٪ نسبت به شرایط عدم مایه‌زنی در هر سطح آبی افزایش یافت. مایه‌زنی با باکتری توانست باعث کاهش تولید مالون دی‌آلدئید به‌عنوان شاخص تنش اکسیداتیو به میزان ۵۵٪ و ۴۴٪ به ترتیب برای تنش آبی نسبت به شرایط عدم مایه‌زنی با باکتری گردد. لذا می‌توان از این باکتری به‌عنوان کاندیدای مطلوبی در تهیه کود زیستی برای مقابله با تنش آبی در گیاه ریحان و افزایش تولید آن استفاده نمود.

واژگان کلیدی: باسیلوس، وزن تر، وزن خشک، مالون دی آلدئید

*ایمیل نویسنده مسئول

E-mail: sm_ka80@yahoo.com

۱.مقدمه

کمبود آب قابل استفاده در کشاورزی، منتج از شرایط اقلیمی مهم‌ترین عامل محدود کننده تولید در کشور ایران به شمار می¬رود. کمبود آب با تغییرات اقلیمی تشدید شده واحتمال وقوع و شدت خشکسالی‌ها به‌ویژه در روزهای پایانی تولید محصول را افزایش داده است (Robles and Bonder, 2017). لذا بهره‌گیری از رهیافت‌های علمی برای تولید محصولات کشاورزی با آب کم بایستی بیش از گذشته مورد توجه قرار گیرد. باکتری‌های محرک رشد گیاهان می‌توانند با تولید انواع هورمون‌های گیاهی مانند اکسین، تولید آنزیم آمینوسیکلو پروپان کربوکسیلات دآمیناز، ایجاد مقاومت سیستمیک و تولید انواع مختلف پلیمرهای پلی‌ساکاریدی و غیرپلی ساکاریدی باعث افزایش مقاومت گیاهان در برابر تنش آبی شده و عملکرد اقتصادی آنها را افزایش دهند. این باکتری‌ها در پژوهش‌های نوین کشاورزی برای توانمندسازی گیاهان در مواجهه با شرایط کم‌آبی مورد توجه قرار گرفته‌اند (کریمی و همکاران، ۱۳۹۸).

عوارض ناخواسته حاصل از داروهای شیمیایی سبب شده تا تقاضای جهانی در خصوص بهره‌گیری از گیاهان دارویی در صنایع بهداشتی و دارویی افزایش یابد. بررسی گردش مالی حاصل از این نوع سرمایه‌گذاری‌ها به‌خوبی نشان می‌دهد که در مقایسه با سایر گیاهان زراعی می‌توانند ارزش افزوده قابل توجهی ایجاد نمایند. علاوه بر این وابستگی شدید ایران به واردات مواد اولیه دارویی و خروج مقادیر زیادی ارز حاصل از صادرات نفت خام لزوم توجه جدی به استعدادها و توانمندی‌های موجود در زمینه‌های تولید، بهره‌برداری و فرآوری محصولات دارویی گیاهی را آشکار می‌سازد. گیاه ریحان (*Ocimum basilicum* L) ، یکی از جنس‌های مهم تیره نعناع بوده و به عنوان یک گیاه دارویی شناخته شده در ایران مورد استفاده قرار می‌گیرد. اسانس این گیاه به طور عمده شامل فنیل پروپانوئیدها است که در درمان بیماری‌هایی چون سردرد، اسهال، سرفه، زگیل، کرم روده و نارسایی‌های کلیوی مورد استفاده قرار می‌گیرد (ضیائی و همکاران، ۱۳۹۳). نیاز آبی گیاه ریحان در قیاس با خیلی از گیاهان دارویی بالا بوده و برای ایجاد عملکرد مطلوب نیازمند تامین آب کافی می‌باشد. بنابر این لازم است توانایی تولید آن با آب کم با به‌کار گیری روش‌های به زراعی مورد ارزیابی قرار گیرد. اطلاعاتی از نتایج مایه‌زنی باکتری *B. simplex* بر رشد گیاه ریحان وجود ندارد. بنابراین هدف از انجام این مطالعه بررسی پاسخ عملکردی این گیاه به مایه‌زنی با باکتری مذکور در شرایط وقوع تنش آبی می‌باشد.

۲.مواد و روش‌ها

۱.۲. انتخاب باکتری و ارزیابی توان رشد آن در شرایط بروز تنش رطوبتی

در این پژوهش از باکتری *Bacillus simplex* 42 با توانایی تولید هورمون اکسین از نوع ایندول استیک اسید و تولید آنزیم آمینوسیکلوپروپان کربوکسیلات دآمیناز استفاده شد. باکتری مذکور از ریزوسفر گیاهان علفی غیر زراعی توسط کریمی و همکاران (۱۳۹۸) جداسازی و شناسایی شده است که در مجموعه باکتری‌های آزمایشگاه بیولوژی خاک دانشگاه مراغه نگهداری می‌شود. باکتری مورد بررسی به تنش خشکی، محیط کشت آگار مغذی حاوی پلی‌اتیلن گلیکول ۶۰۰۰ تهیه شده و باکتری‌ها به‌صورت نقطه‌ای در آن‌ها کشت شدند. ظروف کشت باکتری‌ها به مدت ۷۲ ساعت در دمای ۳۰ درجه سلسیوس نگهداری شده و رشد کلنی‌ها به‌صورت چشمی مورد ارزیابی قرار گرفت.

۲.۲. مطالعات گلخانه‌ای

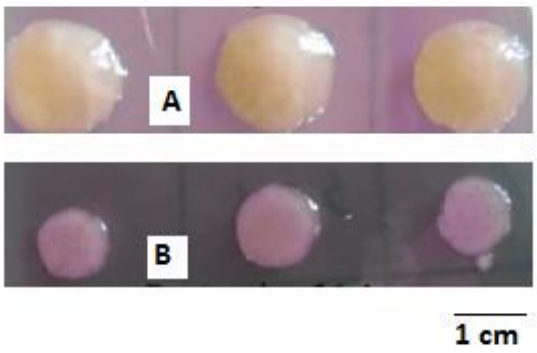
در این مرحله به¬منظور بررسی اثر مایه‌زنی باکتری *B. simplex* 42 بر رشد ریحان در شرایط آبی مختلف، آزمایش گلدانی در قالب بلوک¬های کامل تصادفی در چهار تکرار به اجرا درآمد. تیمارهای مورد مطالعه عبارت بودند از: مایه‌زنی با باکتری و بدون مایه‌زنی با باکتری و شرایط مختلف آبی شامل بدون تنش آبی (W1) و تنش آبی با قطع آبیاری به مدت ۱۴ روز (W2) قبل از برداشت محصول. بذر ریحان پس از ضدعفونی سطحی و مایه زنی با باکتری در گلدان‌های ۳ کیلویی حاوی دو کیلوگرم خاک کشت شد. بلافاصله پس از کشت آبیاری انجام گرفته و آب وزنی گلدان‌ها با ترازویی با دقت ۰/۱ گرم در حد ظرفیت مزرعه تنظیم شد. برای اعمال تنش آبی، آبیاری گلدان‌ها به مدت ۱۴ روز کاملا قطع شده و در پایان آزمایش ویژگی¬های رشدی ریحان به شرح زیر اندازه گرفته شدند:

۳.۲. اندازه‌گیری ویژگی‌های گیاهی و تجزیه آماری

۵۰ روز پس از شروع آزمایش برداشت محصول هر گلدان انجام شد و اندام‌های مختلف گیاه (برگ، ساقه و ریشه) تفکیک شده و وزن تر آنها یادداشت شدند. وزن خشک آنها پس از خشک کردن در دمای ۷۰ درجه سانتی‌گراد به‌مدت ۴۸ ساعت به دست آمد. وزن خشک ریشه نیز پس از شستشوی خاک گلدان‌ها و جمع آوری ریشه تمیز شده و عاری از خاک مثل اندام‌های هوایی به دست آمد. برای تعیین محتوی پراکسید هیدروژن، از روش (Sergiev et al., 1997) و اندازه‌گیری میزان مالون دی-آلدهید با روش (Heath and Paker, 1968) انجام شد. داده‌های به دست آمده از این پژوهش پس از آزمون نرمال بودن داده‌ها با استفاده از نرم افزار MSTATC انجام شده و مقایسه میانگین داده‌ها با آزمون دانکن در سطح احتمال ۵ درصد انجام شد.

۳. نتایج

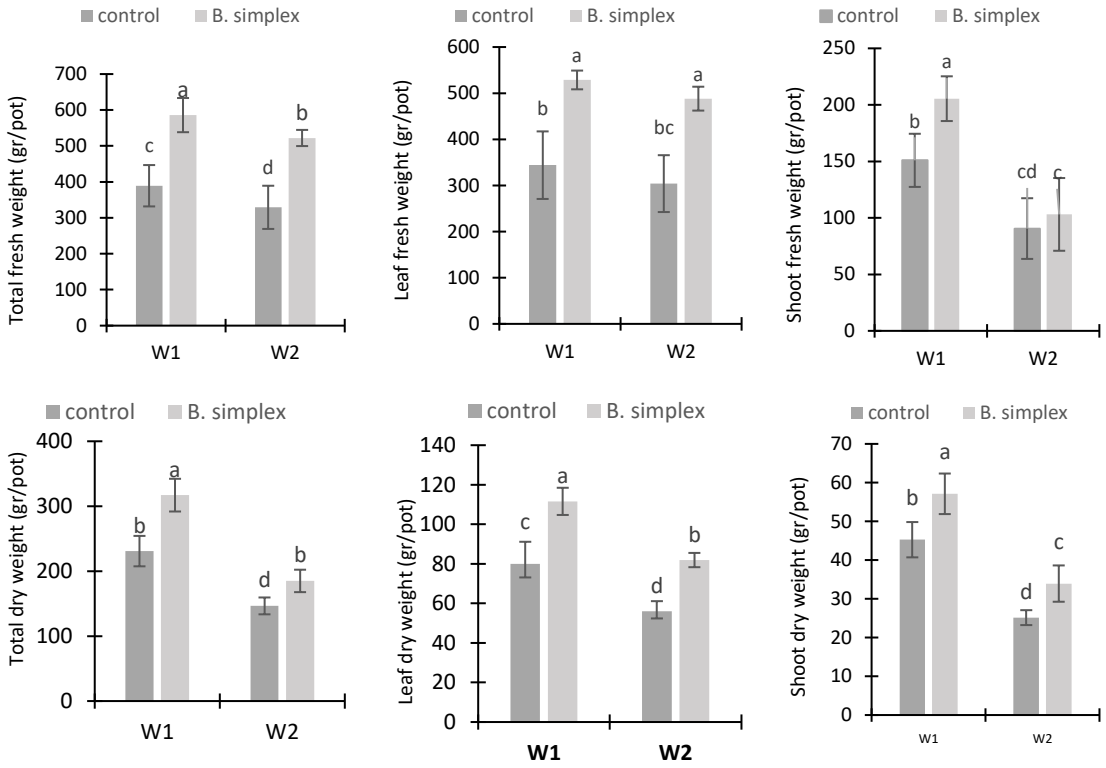
بر اساس ارزیابی‌های چشمی از اشکال کلنی باکتری ، اگرچه تنش رطوبتی باعث کاهش رشد باکتری شد ولی در شرایط تنش رطوبتی رشد قابل قبولی داشت (شکل ۱). بر اساس بررسی‌های انجام شده توسط کریمی و همکاران (۱۲)، این باکتری در زمره قوی‌ترین تولیدکنندگان بیوفیلم باکتریایی هستند. بیوفیلم میکروبی یک عامل محافظتی در برابر شرایط نامطلوب محیطی مانند تنش رطوبتی محسوب می‌شود، لذا رشد آن در این شرایط قابل توجیه هست. با استناد به این یافته و حصول اطمینان از زنده‌مانی باکتری آزمایش گلدانی انجام یافت.



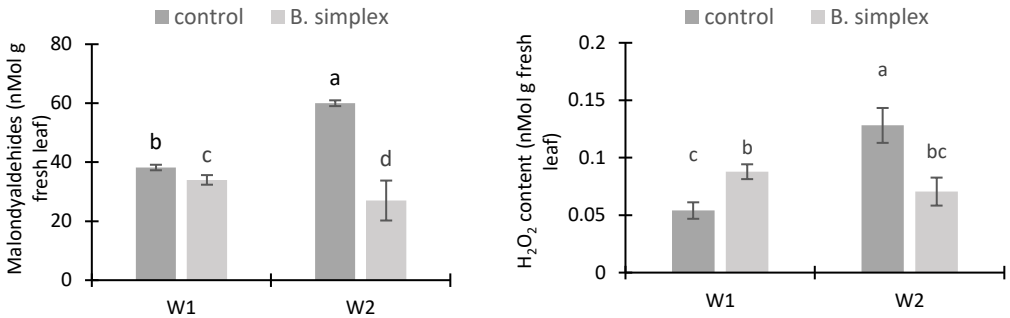
شکل ۱. ارزیابی توانایی رشد باکتری مورد بررسی در محیط کشت آگار مغذی همراه با پلی‌اتیلن گلیکول ۶۰۰۰(B) و بدون آن (A) پس از ۳۶ ساعت؛ باکتری در سه تکرار در یک ردیف کشت شده است.

نتایج حاصل از مطالعات گلخانه‌ای نشان دادند که رخداد تنش آبی می‌تواند وزن تر کل گیاه را ۱۵٪ و وزن خشک کل را ۳۶٪ در مقایسه با شرایط مطلوب آبی کاهش دهد (شکل ۲). مایه‌زنی باکتری محرک رشد *B. simplex* توانست عملکرد تر و خشک گیاه را در شرایط مطلوب آبی و وقوع تنش آبی به ترتیب ۵۰٪، ۵۸٪ ، ۳۷٪ و ۲۶٪ در اثر مایه‌زنی با باکتری نسبت به شرایط عدم مایه‌زنی در هر سطح آبی افزایش دهد. نتایج همچنین نشان دادند که رخداد تنش آبی می‌تواند وزن خشک ریشه گیاه ریحان را به طور متوسط ۲۱٪ کاهش دهد (شکل ۲). وزن خشک ریشه در شرایط مایه‌زنی باکتری محرک رشد *B. simplex* در شرایط مطلوب آبی ۲۹٪ و در شرایط رخداد تنش آبی ۱۵٪ نسبت به شرایط عدم مایه‌زنی در هر سطح آبی افزایش یافت. مایه

زنی باکتریایی همچنین اثر مثبتی را بر وزن تر و خشک ساقه و برگ در شرایط تنش آبی و بدون تنش آبی دارا بود (شکل ۲). بروز شرایط تنش آبی باعث افزایش ٪۵۷ غلظت مالون‌دی‌آلدئید و افزایش ٪۱۳۷ غلظت پراکسید هیدروژن در برگ‌های گیاه ریحان نسبت به شرایط مطلوب آبی شد (شکل ۳). مایه‌زنی با باکتری توانست باعث کاهش تولید مالون دی آلدئید به میزان ٪۱۰ و ٪۵۵ به ترتیب در شرایط نرمال و تنش رطوبتی شود. پراکسید هیدروژن در اثر مایه‌زنی باکتری در شرایط نرمال رطوبتی ٪ ۶۲/۵ افزایش و در شرایط تنش آبی ٪۴۴ کاهش یافت (شکل ۳).



شکل ۲: تاثیر مایه زنی باکتری بر عملکرد ماده خشک و تر کل گیاه ریحان. W1 و W2 به ترتیب بیانگر شرایط آبی مطلوب و تنش آبی می‌باشند. میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک فاقد اختلاف آماری معنادار در سطح احتمال ۵ درصد بر اساس آزمون دانکن هستند.



شکل ۳: غلظت مالون دی آلدئید و غلظت پراکسید هیدروژن در برگ گیاه ریحان در تیمارهای مختلف آزمایشی. W1 و W2 به ترتیب بیانگر شرایط آبی مطلوب و تنش آبی می‌باشند. میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک فاقد اختلاف آماری معنادار در سطح احتمال ۵ درصد بر اساس آزمون دانکن هستند.

٤. بحث و نتیجه‌گیری

وقوع تنش اکسیداتیو و کاهش رشد ریشه در گیاهان از عواملی هستند که موجب افت عملکرد گیاهان در شرایط وقوع تنش آبی می‌شوند. تنش اکسیداتیو با تولید بیشتر گونه‌های اکسیژن فعال مانند پراکسید هیدروژن می‌شود (Mittler et al., 2015) و با آسیب به اسیدهای چرب غشای سلولی می¬تواند هیدروکربن‌های کوچکی مانند مالون دی‌آلدئید تولید کند (Gharibi et al., 2016). تنش آبی همچنین عامل تولید اتیلن در گیاه می‌باشد که علاوه بر اثر منفی مستقیم از طریق غیر مستقیم با کاهش تولید اکسین در گیاه از عوامل بازدارنده رشد گیاه و کاهش عملکرد به‌شمار می‌آید (Rajkumar et al., 2013). با توجه به ویژگی‌های محرک رشدی باکتری مورد مطالعه (توان تولید اکسین، آنزیم ACC- دآمیناز و ایجاد بیوفیلم) مایه‌زنی ریحان با این باکتری در تمام سطوح آبی مورد بررسی توانست عملکرد ریحان را افزایش دهد. افزایش وزن ریشه نیز می‌تواند در افزایش مقاومت به شرایط تنش کم‌آبی موثر باشد که به شدت تحت تاثیر مایه‌زنی با باکتری قرار گرفت. در مجموع به نظر می‌رسد که ریحان یکی از گیاهان بسیار خوبی است که امکان زراعت آن در کشور با بهره‌گیری از پتانسیل میکروبی در شرایط کم آبی، وجود دارد.

منابع

ضیائی، م.، شریفی، م.، نقدی‌بادی، ح.، تحصیلی، ژ.، قربانی نهوجی، م. ۱۳۹۳. مروری بر گیاه دارویی ریحان (*Ocimum basilicum* L.) با تأکید بر عمده‌ترین ترکیبات ثانویه و ویژگی‌های زراعی و دارویی آن. فصلنامه گیاهان دارویی ۱۳ (۵۲): ۲۶-۴۰.

کریمی، ا.، علی اصغرزاد، ن.، نیشابوری، م. و اسفندیاری، ع. ۱۳۹۸. جداسازی، شناسایی مولکولی و ارزیابی ویژگی‌های محرک رشدی باکتری‌های تشکیل دهنده بیوفیلم از ریزوسفر گیاهان غیرزراعی در شمال غرب ایران. تحقیقات کاربردی خاک ۷(۲):۲۸-۱۴.

Gharibi, S., Tabatabaei, B. E. S., Saeidi, G., Goli, S. A. H. 2016. Effect of drought stress on total phenolic, lipid peroxidation, and antioxidant activity of Achillea species. Applied Biochemistry and Biotechnology 178: 796.

Heath, R. L., Packer, L. 1968. Photoperoxidation in isolated chloroplasts. Archives of Biochemistry and Biophysics 125: 189-198.

Mittler, R., Blumwald, E. 2015. The roles of ROS and ABA in systemic acquired acclimation. Plant Cell 27: 64–70.

Rajkumar, M., Ma, Y., Freitas, H. 2013. Improvement of Ni phytostabilization by inoculation of Ni resistant Bacillus megaterium SR28C. Journal Environmental Management 128: 973–980.

Seneviratne, G., Kecskes, M.L., Kennedy, I.R. 2008. Biofilmed biofertilisers: novel inoculants for efficient nutrient use in plants. In: Efficient nutrient use in rice production in Vietnam achieved using inoculants biofertilisers (eds Kennedy, I. R., Choudhury, A. T. M. A., Kecskes, M. L. and Rose M. T.) Pp. 126–130. Proceedings of a project (SMCN/2002/073) workshop in Hanoi, Vietnam.

Sergiev, I. Alexieva, V., Karanov, E. 1997. Effect of spermine, atrazine and combination between them on some endogenous protective systems and stress markers in plants. Comptes Rendus Academic Bulgare Science 51: 121-124.

The effect of *Bacillus simplex* bacterium on the growth of basil (*Ocimum basilicum* L.) under moisture stress conditions)

Esmaeil Karimi [1*]

[1]Department of Soil Science, Faculty of Agriculture, University of Maragheh, Maragheh, Iran.

Abstract

Growth promoting bacteria increase plant resistance to water stress. Basil is one of the important medicinal plants that has a lower yield under the water stress condition. In order to investigate the supporting role of these bacteria on the basil plant under water stress conditions, a factorial greenhouse experiment was conducted in the form of randomized complete blocks with three replications. The studied treatments were: inoculation of basil seeds with *Bacillus simplex* 42 bacterium and without inoculation, two water levels including the normal condition and water stress with the interruption of irrigation 14 days before harvesting. The results showed that bacterial inoculation was able to increase the yield of the fresh and dry weights of plant by 50% and 37% in normal and water stress conditions and by 58% and 28% in water stress. The dry weight of the roots increased by 29% in the conditions under normal water conditions and 15% in the water stress condition by inoculation of bacterium compared to the non-inoculation conditions at each water level. Inoculation with bacteria was able to reduce the production of malondialdehyde as an index of oxidative stress by 55% and 44%, respectively, for water stress compared to the conditions of non-inoculation with bacteria. Therefore, this bacterium can be used as a suitable candidate in the preparation of biological fertilizer to deal with water stress in basil and increase its production.

Keywords: Bacillus, fresh weight, dry weight, Malondialdehyde

* e-mail for the corresponding author:sm_ka80@yahoo.com

تاثیر برخی الیسیتور های زیستی و غیر زیستی بر محتوای ترکیبات فنل و فلاونوئیدی در کشت در شیشه پونه‌سای بینالودی

نسرین رجبی [۱]، علی گنجعلی، منیره چنیانی

[۱] گروه زیست‌شناسی، دانشکده علوم، دانشگاه فردوسی، مشهد، ایران

چکیده

گیاه پونه‌سای بینالودی با نام علمی *Nepeta binaludensis* گیاهی چند ساله و علفی است که در ارتفاعات بینالود استان خراسان رضوی پراکنش دارد. این گیاه به دلیل داشتن ترکیبات دارویی در درمان بسیاری از ناراحتی‌های تنفسی و گوارشی مورد استفاده قرار می‌گیرد. در چند سال اخیر این گیاه به دلیل افزایش برداشت توسط افراد بومی و چرای بی رویه دام در خطر انقراض قرار گرفته است. امروزه روش‌های بسیاری در جهت کاهش اینگونه مشکلات در حال توسعه می‌باشد که یکی از این روش‌ها کشت سلول و بافت گیاهی می‌باشد. در این پژوهش تاثیر سه نوع الیسیتور شامل: عصاره مخمر، متیل جاسمونات و سالیسیلیک اسید بر میزان ترکیبات شیمیایی گیاه پونه‌سا بینالودی در شرایط کشت درون شیشه مورد بررسی قرارگرفت. نتایج بررسی‌ها نشان داد کاربرد تمامی الیسیتورها در هر غلظتی میزان ترکیبات فنلی و فلاونوئیدی کالوس‌ها را نسبت به نمونه شاهد افزایش داد. بیشترین میزان فنل و فلاونوئید به کالوس‌های تیمار شده با الیسیتور سالیسیلیک اسید مربوط بود. به طور کلی نتایج این آزمایش تایید کرد محتوی ترکیبات ثانوی گیاه پونه‌سای بینالودی را می‌توان از طریق کاربرد الیستورهای زیستی و غیر زیستی افزایش داد.

واژگان کلیدی: پونه‌سای بینالودی، کشت بافت، سالیسیلیک اسید، متیل جاسمونات

۱. مقدمه

جنس پونه‌سا(*Nepeta Spp*) شامل گونه‌های مختلف یکساله و چند ساله می‌باشد که در نواحی مختلفی از آسیا، اروپا و شمال آفریقا پراکنش دارد(Evans, 1996). از گونه‌های جنس پونه‌سا که در ایران بیشتر مورد استفاده قرار می‌گیرند و البته دارای خواص دارویی بسیاری می‌باشند می‌توان به پونه‌سای بینالودی(*Nepeta binaludensis* Jamzad) اشاره کرد(جمزاد، ۱۳۹۲). این گیاه به دلیل خواص ضد درد، درمان سرفه، تب بر و انرژی زا بودن در طب سنتی مورد استفاده قرار گرفته است (Ghannadi *et al*., 2003). پراکنش بسیار محدود و البته برداشت بی‌رویه این گیاه به دلیل خواص دارویی فراوان باعث شده در خطر انقراض قرار بگیرد(Nadjafi *et al*., 2002).

امروزه روش‌های متنوعی در جهت کاهش این گونه مشکلات در حال گسترش می‌باشد که یکی از این روش‌ها کشت سلول و بافت گیاهی است(حبیبی و همکاران، ۱۳۸۲). کشت سلول و بافت گیاهی از روش‌های رایجی است که در جهت افزایش تولید متابولیت‌های ثانوی در محیطی کنترل شده به دور از هر گونه تنش زیستی و غیر زیستی انجام می‌گیرد(Alferman *et al*., 1995). در بین متابولیت‌های ثانوی ترکیبات فنلی و فلاونوئیدی در گیاه در شرایط مساعد تولید می‌شوند اما عواملی همچون تنش‌های زیستی و غیر زیستی بر میزان تولید آن‌ها اثرگذار است(Fazly Bazzaz *et al*., 1997).

حضور الیسیتور در محیط کشت موجب القای تنش و فعال شدن سیستم‌های دفاعی گیاه می‌شود و در نتیجه آن، گونه‌های کنش‌گر اکسیژن افزایش یافته و موجب تغییر بیان ژن‌های موجود در مسیر سنتز متابولیت‌های ثانوی می‌گردد و نهایتا سنتز این ترکیبات افزایش می‌یابد(Bonfante, 2009). متیل جاسمونات و سالسیلیک اسید جزو الیسیتورهای غیرزیستی محسوب می‌شوند که با مسیر علامت رسانی اختصاصی سبب افزایش فعالیت آنزیم فنیل آلانین آمونیالیاز(PAL) شده و در افزایش ترکیبات فنلی و فلاونوئیدی موثر هستند(شبانی و احسانپور، ۱۳۸۸). همچنین حضور عصاره مخمر در محیط کشت به عنوان یک تنش زیستی تلقی می‌گردد و نهایتا در افزایش متابولیت‌های ثانوی تاثیر گذار است(Wink, 2010).

مطالعاتی درباره تاثیر الیسیتورهای زیستی و غیر زیستی بر محتوای ترکیبات فنلی و فلاونوئیدی در گیاهان تیره نعناع گزارش شده است(درویشی و همکاران، ۱۳۹۵)(هاشمیان و همکاران، ۱۳۹۹). این آزمایش با هدف بهبود محتوای ترکیبات ثانوی فنلی گیاه پونه‌سای بینالودی انجام گرفت، تا علاوه بر رفع نیاز به ترکیبات مهم دارویی این گیاه، از برداشت بی‌رویه آن از عرصه جلوگیری شود.

۲. مواد و روش

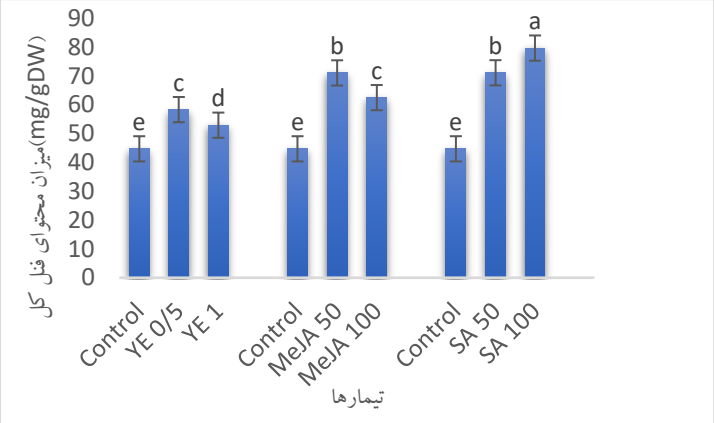
بذرهای گیاه پونه‌سا بینالودی پس از ضد عفونی به وسیله هیپوکلریت سدیم، آب مقطر و اتانول در محیط کشت MS جهت تولید گیاهچه منتقل شدند و در اتاق کشت تحت شرایط نوری ۱۶ ساعت روشنایی و ۸ ساعت تاریکی قرار گرفتند. از برگ گیاهچه مورد نظر ریز نمونه در زیر هود لامینار تهیه و در محیط کشت مورد نظر که دارای هورمون های BAP با غلظت ۱/۵

میلی‌گرم بر لیتر، NAA با غلظت ۲ میلی‌گرم بر لیتر و گلوتاتیون در میزان ۲ میکرومول بر لیتر جهت تولید کالوس کشت داده شدند(ساغریان و همکاران، ۱۳۹۸).

در این آزمایش از الیستورهای عصاره مخمر با غلظت ۰، ۰/۵ و ۱ گرم بر لیتر، متیل جاسمونات با غلظت ۰، ۵۰ و ۱۰۰ میکرومولار و سالیسیلیک اسید با غلظت ۰، ۵۰ و ۱۰۰ میکرومولار استفاده شد. این الیسیتورها به محیط کشت MS۱/۲ بدون هورمون حاوی گلوتاتیون اضافه شدند. پس از گذشت ۱۰ روز از زمان اعمال الیسیتورها، وزن تر و خشک کالوس‌ها ثبت شدند. به منظور عصاره‌گیری فنلی از روش Annegowda و همکاران(۲۰۱۲)، سنجش ترکیبات فنلی از روش Marriniva و همکاران(۲۰۰۵)،سنجش ترکیبات فلاونوئیدی بر مبنای روش Zhishen و همکاران(۱۹۹۹) انجام گرفت. تجزیه تحلیل آماری داده‌ها با استفاده از نرم افزار SPSS نسخه ۲۶ و برای مقایسه میانگین داده‌ها از آزمون چند دامنه‌ای دانکن، در سطح احتمال خطای ۰/۰۵ درصد استفاده شد و نمودارها به وسیله نرم افزار EXCEL رسم شدند.

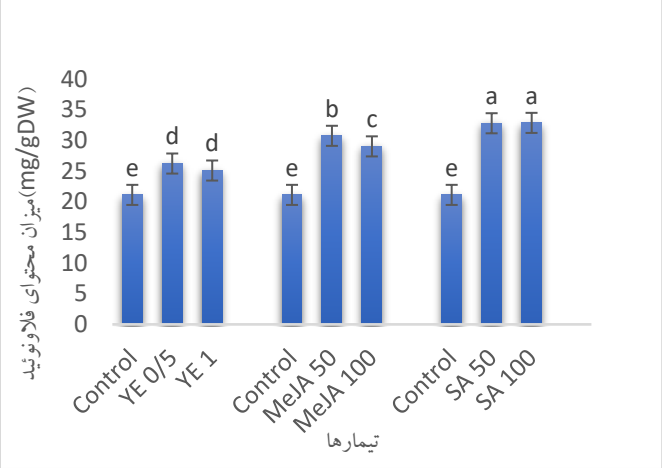
۳. نتایج

نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده ها حاکی از آن بود که الیسیتورها تاثیر معنی‌داری در افزایش میزان فنل کل کالوس‌های حاصل از ریزنمونه برگی گیاه پونه‌سا بینالودی داشته است. نتایج حاصل از مقایسه میانگین داده ها نشان دهنده‌ی تاثیر بیشتر سالیسیلیک اسید در غلظت ۱۰۰ میکرومولار در افزایش فنل کل کالوس‌ها بود و بعد از آن سالیسیلیک اسید ۵۰ و متیل جاسمونات ۵۰ میکرومولار بیشترین تاثیر را در افزایش فنل کالوس‌ها داشتند که البته تفاوت معنی داری با یکدیگر نداشتند(شکل ۱).



شکل ۱ــ نتایج حاصل از مقایسه میانگین داده‌های حاصل از محتوای ترکیبات فنلی کالوس‌های ریزنمونه برگی گیاه پونه‌سا بینالودی (*Nepeta binaludensis*) تحت تاثیر الیسیتورهای زیستی و غیر زیستی

نتایج حاصل از مقایسه میانگین داده‌های فلاونوئید نیز نشان‌دهنده تاثیر الیسیتور سالیسیلیک اسید در غلظت ۵۰ و ۱۰۰ میکرومولار در افزایش فلاونوئید کالوس‌ها بود که تفاوت معنی‌داری با یکدیگر نداشتند اما با نمونه شاهد و دیگر تیمارها تفاوت معنی دار بود(شکل ۲).



شکل ۲ــ نتایج حاصل از مقایسه میانگین داده‌های حاصل از محتوای ترکیبات فلاونوئیدی کالوس‌های ریزنمونه برگی گیاه پونه‌سا بینالودی(*Nepeta binaludensis*) تحت تاثیر السیتورهای زیستی و غیر زیستی

٤. بحث و نتیجه‌گیری

در تایید نتایج فوق می توان به پژوهش منصوری و همکاران(۱۳۹۵) با هدف بررسی تاثیر الیستورهای عصاره مخمر و سالیسیلیک اسید بر روی گیاه پونه(*Mentha polegium*) اشاره کرد که نتایج نشان داد در غلظت های بالاتر هر دو الیسیتور میزان متابولیت‌های ثانوی گیاه افزایش می‌یابد. بسیاری از بررسی‌ها نشان داده است که افزودن سالیسیلیک اسید و متیل جاسمونات در محیط کشت موجب اتصال این الیستورها به غشای سلولی شده و القا کننده‌ی بیان ژن‌های جدیدی هستند که به عنوان کد کننده آنزیم‌ها در مسیر سنتز متابولیت‌ها می‌باشند به طور کلی الیسیتورهای متیل جاسمونات و سالیسیلیک اسید با تاثیر بر آنزیم فنیل آلانین آمونیالیاز (PAL) سبب افزایش سنتز ترکیبات فنلی می‌شوند(Furden *et al*., 2005).

منابع

جمزاد، ز.۱۳۹۲. بررسی نعناییان در فلور ایران. رستنی‌ها، ۱۴(۱)، ۵۹-۶۷.

حبیبی، ب.، معینی، ا.، عبدالهی، م.۱۳۸۴. تولید متابولیت‌های ثانویه و مواد دارویی از طریق کشت بافت و سلول گیاهی. مجله گیاهان دارویی، (۱۴)،۱-۶.

درویشی، ا.، کهریزی، د.، بهرامی‌نژاد، ص.و منصوری، م.۱۳۹۵. بررسی اثر الیسیتورهای عصاره مخمر و سالیسیلیک اسید بر درصد زنده‌مانی سلول و میزان متابولیت‌های ثانویه بتاکاریوفیلن و ایزوپولگون در کشت سلولی پونه(*Mentha pulegium*). مجله پژوهش‌های سلولی و مولکولی(علمی)، ۲۹(۴)، ۳۷۰-۳۸۱.

ساغریان، م.، گنجعلی، ع.و چنیانی، م.۱۳۹۸. بررسی تاثیر آنتی اکسیدان‌ها و غلظت‌های مختلف هورمون NAA و BAP بر ساقه زایی و ریشه زایی گیاه دارویی پونه‌سای بینالودی. –یافته‌های نوین در علوم زیستی، ۶: ۲۰۵-۱۹۸.

شبانی، ل.و احسانپور، ع. ۱۳۸۸. القا آنزیم‌های آنتی اکسیدان، ترکیبات فنولیک و فلاونوئید در کشت در شیشه شیرین بیان(*Glycyrrhiza glabra* L.) با استفاده از متیل جاسمونات و سالیسیلیک اسید. زیست شناسی ایران،۲۲(۴)، ۶۹۱-۷۰۳.

هاشمیان، م.، گنجعلی، ع.و چنیانی، م.۱۳۹۹. تاثیر الیسیتورهای متیل جاسمونات و سالیسیلیک اسید بر میزان تولید متابولیت‌های ثانویه گیاه کلپوره(*Teucrium polium* L) در شرایط *in vitro*. زیست شناسی گیاهان ایران، ۱۲(۲): ۶۱-۷۶.

Alfermann, A. W., & Petersen, M. (1995). Natural product formation by plant cell biotechnology. Plant Cell, Tissue and Organ Culture 43(2): 199-205.

Annegowda, H. V., Bhat, R., Min-Tze, L., Karim, A. A., & Mansor, S. M. (2012). Influence of sonication treatments and extraction solvents on the phenolics and antioxidants in star fruits. Journal of food science and technology 49(4): 510-514.

Bonfante, S., Macchia, M., & Miele, S. (2009). Quantitative analysis of emergence of seedlings from buried weed seeds with increasing soil depth. Weed Science 49(4): 528-535.

Evans, W. C. (1996). Trease and Evans pharmacognosy. WB Saunders Company limited.

Fazly Bazzaz, B. S., Haririzadeh, G., Imami, S. A., & Rashed, M. H. (1997). Survey of Iranian plants for alkaloids, flavonoids, saponins, and tannins [Khorasan Province]. International journal of pharmacognosy 35(1): 17-30.

Furden, B., Humburg, A., & Fuss, E. (2005). Influence of methyl jasmonate on podophyllotoxin and 6-methoxypodophyllotoxin accumulation in Linum album cell suspension cultures. Plant Cell Reports, 24(5): 312-317.

Ghannadi, A., Aghazari, F., Mehrabani, M., Mohagheghzadeh, A., & Mehregan, I. (2010). Quantity and composition of the SDE prepared essential oil of Nepeta macrosiphon Boiss. Iranian Journal of Pharmaceutical Research (2): 103-105.

Wink, M. (2010). Functions and Biotechnology of Plant Secondary Metabolites. Second edition. Inc. New Delhi, India. 20-30.

Marinova, D., Ribarova, F., & Atanassova, M. (2005). Total phenolics and total flavonoids in Bulgarian fruits and vegetables. Journal of Chemical Technology and Metallurgy 40(3): 255-260.

Zhishen, J., Mengcheng, T., & Jianming, W. (1999). The determination of flavonoid contents in mulberry and their scavenging effects on superoxide radicals. Food Chemistry 64: 555-559.

Effect of some biotic and abiotic elicitors on phenol and flavonoid contents in *in vitro* culture of *Nepeta binaloudensis* Jamzad

Nasrin Rajabi[1], Ali Ganjeali & Monireh Cheniany

[1] Department of Biology, Faculty of Science/ Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran

Abstract

Nepeta binaludensis is an herbaceous and perennial plant that is distributed in Binalud mountains of Razavi Khorasan Province. This medicinal plants are used in the treatment of many respiratory and digestive aliments due to its effective compounds. During the last few years, this plant is in danger of extinction due to increased harvesting by local people and excessive livestock grazing. Nowadays, many methods are being developed to reduce such problems, one of these methods is plant cell and tissue culture. In this research we evaluated, the effect of three elicitors, including to: yeast extract, methyl jasmonate and salicylic acid, on Phenol and flavonoid contain of the *Nepeta binaludensis*. The results showed that elicitors significantly promoted the phenolic and flavonoid contain of the callus compared to the control. Finally, the results of this experiment confirm that it is possible to improve the synthesis of plant secondary compounds through the use of biotic and abiotic elicitors.

Key words: Nepeta binaludensis, Tissue culture, Salicylic acid, Methyl jasmonate

تاثیر تنش شوری بر عملکرد گیاه دارویی بادرشبو (رقم بومی مراغه)

سعیده یوسف پور[1]*، علیرضا پورمحمد[1]، محمدرضا مرشد لو[2]

[1]گروه مهندسی تولید و ژنتیک گیاهی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه مراغه

[2]گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه مراغه

چکیده

به منظور بررسی تأثیر شوری، آزمایشی در قالب طرح کاملاً تصادفی در سه تکرار در گلخانه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه مراغه در سال ۱۴۰۰ اجرا شد. سطوح شوری شامل سه سطح ۱۵۰، ۷۵ و صفر (شاهد) میلی‌مولار NaCl روی رقم بومی بادرشبو اعمال گردید. بعد از اعمال شوری، صفات عملکرد ماده خشک و عملکرد اسانس مورد اندازه گیری قرار گرفت. تجزیه واریانس صفات نشان داد که بین سطوح شوری برای صفات اندازه گیری شده اختلاف معنی‌دار وجود نداشت. به عبارت بهتر رقم بومی مراغه گیاه دارویی بادرشبو برای سطوح شوری اعمال شده دارای تحمل می‌باشد که از آن می‌توان در برنامه‌های بهنژادی استفاده کرد.

واژگان کلیدی: اسانس، ماده خشک، تجزیه واریانس

* E-mail: s.yoosefpoor@yahoo.com

۱. مقدمه

گیاه بادرشبو (*Dracocephalum moldavica*)، گیاهی علفی، بومی آسیای مرکزی و اهلی شده در مرکز و شرق اروپا است که متعلق به خانواده نعناعیان (Lamiaceae) می‌باشد . این جنس شامل ۱۸۶ گونه می‌باشد که ۸ گونه از آن در ایران رشد می‌کند (کمالی زاده و همکاران، ۱۳۹۴). منشأ این گیاه جنوب سیبری و دامنه‌های هیمالیا گزارش شده است. مواد مؤثر پیکره رویشی این گیاه آرامبخش و اشتهاآور است و اسانس آن دارای خاصیت ضدباکتریایی بوده و برای مداوای دل‌درد و نفخ شکم و همچنین در صنایع غذایی، نوشابه‌سازی و صنایع بهداشتی و آرایشی مورد استفاده قرار می‌گیرد (امیدبیگی، ۱۳۷۶). تمام اندام‌های گیاه بادرشبو حاوی اسانس است و مقدار آن در قسمت‌های مختلف متفاوت می‌باشد. گل و اندام‌های رویشی بادرشبو (برگ‌ها و ساقه‌ها) دارای بیشترین درصد اسانس می‌باشند. اسانس بادرشبو به دلیل وجود سیترال در آن دارای اثرات ضدعفونی کننده، ضدباکتری، ضدویروس و ضدقارچ است و در صنایع مختلف داروسازی، غذایی و آرایشی و بهداشتی استفاده می‌شود (Abd El-Baky and El-Baroty, 2008).

شوری یکی از مهمترین تنش‌های اکولوژیکی است که باعث کاهش تولید محصول می‌شود. عوامل محیطی از جمله شوری که باعث تفاوت معنی‌دار در سازگاری گیاه گردد، تنش محسوب می‌شود. تنش شوری از مهم‌ترین فاکتورهای مؤثر در تغییر رشد گیاه و تولید متابولیت‌های ثانویه است (Olfa Baatour et al., 2009). گیاهان دارویی از لحاظ تحمل نسبت به املاح تجمع یافته در محیط ریشه تا حدود زیادی باهم تفاوت دارند که به عواملی مانند میزان تجمع یون‌ها در بافت، ممانعت از ورود برخی یون‌ها عمدتا پتاسیم به درون بافت و قابلیت تولید تنظیم کننده‌های اسمزی بستگی دارد (امید بیگی، ۱۳۷۶).

۲. مواد و روش‌ها

به منظور بررسی تأثیر شوری، آزمایشی در قالب طرح کاملاً تصادفی در سه تکرار در گلخانه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه مراغه در سال ۱۴۰۰ اجرا شد. سطوح شوری شامل سه سطح ۱۵۰، ۷۵ و صفر (شاهد) میلی‌مولار NaCl روی رقم بومی بادرشبو اعمال گردید. ابتدا بذور سالم در گلدان‌هایی از جنس پلاستیک با قطر دهانه ۳۰ سانتیمتر و ارتفاع ۳۰ سانتیمتر و دارای زهکشی مناسب به صورت کپه‌ای و در چهار نقطه از خاک گلدان کاشته شد. پس از سبز شدن بذور در مرحله دو برگی، تنک کردن صورت گرفت به طوری که در هر نقطه یک گیاهچه سالم (پنج بوته در هر گلدان) از بین آن‌ها باقی ماند. با استقرار کامل گیاه، در مرحله شش برگی آبیاری با آب شور هر دو روز یکبار به گونه‌ای انجام شد تا محتوای آب گلدان به حد ظرفیت زراعی برسد و آبشویی گلدان به منظور جلوگیری از تجمع نمک هر دو هفته یکبار انجام گرفت. به هنگام برداشت صفات عملکرد ماده خشک و عملکرد اسانس مورد اندازه گیری قرار گرفت. برای انجام تجزیه واریانس از نرم افزار آماری SPSS استفاده شد.

۳. نتایج

همان طوری که در جدول تجزیه واریانس (جدول ۱) مشاهده می‌شود تاثیر تیمار روی صفات عملکرد ماده خشک و عملکرد اسانس در رقم بومی مراغه گیاه دارویی بادرشبو معنی‌دار نبود. به عبارت بهتر رقم بومی مراغه گیاه دارویی بادرشبو برای سطوح شوری اعمال شده دارای تحمل می‌باشد که از آن می‌توان در برنامه‌های بهنژادی استفاده کرد.

جدول ۱- جدول تجزیه واریانس عملکرد در رقم بومی بادرشبو

منبع تغییر	درجه آزادی	میانگین مربعات	
		عملکرد ماده خشک	عملکرد اسانس
تیمار	۲	۱٤.۷۲^{ns}	۲.۱۷^{ns}
خطا	٦	۱۱.۷۷	۱۰.۱۷

^{ns} غیرمعنی‌دار

٤. بحث و نتیجه گیری

در بررسی تأثیر سطوح مختلف شوری در مراحل جوانه‌زنی و رشد گیاه زینان (*Trachyspermum ammi*) مشخص شد که با افزایش میزان شوری، جوانه‌زنی بذور و رشد این گیاه کاهش می‌یابد. در این بررسی مقدار اسانس با افزایش سطح شوری تغییری نشان نداد. در آزمایشی دیگر که بر روی رشد و عملکرد اسانس نعناع در شرایط تنش شوری انجام شد، رشد گیاه و عملکرد اسانس کاهش یافت (Karray-Bouraoui et al., 2009). در پژوهشی حسینی و همکاران (۱۳۹۵) گزارش نمودند که در آویشن باغی، تنش شوری بر ارتفاع بوته، تعداد ساقه جانبی، وزن تر و خشک اندام رویشی، وزن تر و خشک ریشه، طول ریشه و طول و عرض برگ تاثیر معنی‌دار داشت و با افزایش سطح شوری، محتوای نسبی آب برگ کاهش و میزان تیمول و کارواکرول افزایش یافتند. در این تحقیق، رقم بومی مراغه گیاه دارویی بادرشبو برای سطوح شوری اعمال شده دارای تحمل می‌باشد که از آن می‌توان در برنامه‌های بهنژادی استفاده کرد.

منابع

امید بیگی، ر. (۱۳۷۶). رهیافت‌های تولید و فرآوری گیاهان دارویی. جلد دوم. طراحان نشر. ۴۲۴ صفحه.

کمالی زاده، م. ، بیهمتا، م.، پیغمبری، س.ع.، و هادیان، ج. (۱۳۹۴)۱۳۹۴. اثر سطوح مختلف نانوذره دیاکسید تیتانیوم بر دو ترکیب فنلی مهم در گیاه دارویی بادرشبو. تحقیقات گیاهان دارویی و معطر ایران. ۳۱، ۴۲۸-۴۳۵.

Abd El-Baky, H., El-Baroty, G. 2008. Chemical and biological evaluation of the essential oil of (*Dracocephalum moldavica* L.). International Journal of Integrative Biology, 3: 202-208.

Baldan, B., Ranieri, A., Marzouk., B. 2009. Salt Karray-Bouraoui, N., Rabhi, M., Neffati, M., oil and trichome morphology and density effect on yield and composition of shoot essential Products, 30: 338-343. of Mentha pulegium. Industrial Crops and on leaves

Olfa Baatour, R., Kaddour, W., Aidi Wannes, M., Lachaal Marzouk, B. 2009. Salt effects on the growth, mineral nutrition, essential oil yield and composition of marjoram (*Origanum majorana*). Acta Physiology Plantarum, 10, 0374-4.

The effect of salinity stress on the performance of medicinal plant Moldavian balm (local variety of Maragheh)

Saeedeh Yousefpour[1*], Alireza Pourmohammad[1] Mohammad Reza Morshedloo[2]

[1]Department of Plant Production and Genetics, Faculty of Agriculture, University of Maragheh, Maragheh, Iran

[2]Department of Horticultural Science, Faculty of Agriculture, University of Maragheh, Maragheh, Iran

Abstract

In order to investigate the effect of salinity, an experiment was conducted based on completely randomized design in three replications in the Research Greenhouse of the Faculty of Agriculture, University of Maragheh in 2022. The salinity levels (0, 75 and 150 mM NaCl) were applied on the local cultivar Moldavian balm. After applying salinity, dry matter yield and essential oil yield were measured. The analysis of variance showed that there was no significant difference between the salinity levels for the measured traits. In other words, the local variety of Moldavian balm has tolerance for the applied salinity levels, which can be used in breeding programs.

Keywords: Essential oil, Dry matter, ANOVA

* s.yoosefpoor@yahoo.com

تاثیر افشانه کردن گابا بر فعالیت آنزیم آنتی‌اکسیدانی آویشن دنایی در تنش کمبود آب

فریبرز شکاری[۱]، امین عباسی[۱]، مریم محمدزاده*[۱]، احسان نصیری[۱]

[۱]گروه مهندسی تولید و ژنتیک گیاهی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه مراغه، مراغه

چکیده

به منظور بررسی تاثیر افشانه کردن ماده گاما آمینو بوتیریک اسید در غلظت‌های گوناگون بر روی تغییرات آنتی‌اکسیدان آنزیمی در گیاه دارویی آویشن در تنش کمبود آب، آزمایشی به صورت فاکتوریل در قالب بلوک‌های تصادفی در ۳ تکرار در گلخانه پژوهشی گروه مهندسی تولید و ژنتیک گیاهی دانشگاه مراغه اجرا گردید. فاکتور اصلی شامل سطوح تنش کمبود آب (۹۰، ۶۰ و ۳۰ درصد ظرفیت زراعی) و فاکتور دوم شامل سطوح کاربرد گابا (عدم کاربرد گابا، کاربرد ۲۵ میلی‌مولار، ۵۰ میلی‌مولار و ۷۵ میلی‌مولار گابا) بود. طبق نتایج به دست آمده از این پژوهش میزان فعالیت آنزیم کاتالاز و هیدروژن پراکسید تحت تاثیر برهم‌کنش تنش در افشانه کردن قرار گرفت و طبق نتایج مقایسه میانگین داده‌ها، با وقوع تنش ۶۰ درصد ظرفیت زراعی میزان فعالیت آنزیم کاتالاز نخست، افزایش و سپس در شدت تنش بالا (۳۰ درصد طرفیت زراعی) کاهش یافت. همچنین، بیشترین میزان فعالیت این آنزیم از تیمار ۲۵ میلی‌مولار گابا در سطح تنش ۶۰ درصد ظرفیت زراعی به حاصل گردید. میزان تولید هیدروژن پراکسید نیز با افزایش شدت تنش افزایش یافته و با کاربرد گابا میزان آن کاهش یافت. به طوری که کاربرد ۲۵ میلی‌مولار گابا موجب کاهش۲۴ درصدی هیدروژن پراکسید نسبت عدم کاربرد آن در تنش ۳۰ درصد ظرفیت زراعی گردید. کمترین میزان هیدروژن پراکسید از تیمار ۲۵ میلی‌مولار در ۹۰ درصد ظرفیت زراعی به دست آمد.

واژه‌های کلیدی: انواع اکسیژن فعال، تنش کمبود آبی، گیاه دارویی، گاما آمینو بوتریک اسید، هیدروژن پراکسید

* Mohammadzadeh.m73@gmail.com

۱. مقدمه

گیاه دارویی آویشن دنایی (*Thymu daenensis* Celak) از جمله گیاهان دارویی ارزشمند می‌باشد که دارای ویژگی‌های دارویی زیادی می‌باشد که همانند دیگر گیاهان در طول دوره رشدی خود با تنش‌های محیطی از جمله تنش خشکی مواجه بوده که می‌تواند محصول تولیدی را از این نظر تحت تاثیر قرار دهد (عسکری و همکاران، ۱۳۹۶). از آنجایی که تنش‌های محیطی منجر به افزایش میزان انواع اکسیژن فعال شده و پیآمد آن نیز بروز ناهنجاری در رشد و نمو گیاهان می‌باشد از این رو، بالا بردن میزان فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی که باعث کاهش غلظت گونه‌های اکسیژن فعال می‌شود می‌تواند از جمله سازوکارهای گیاه برای حفظ بقا در شرایط تنش باشد. گیاهان برای رویارویی با گونه‌های فعال اکسیژن دو مسیر آنزیمی و غیرآنزیمی را در پیش می‌گیرند. سازگان (سیستم) آنزیمی شامل آنزیم‌هایی مانند سوپراکسید دیسموتاز، پراکسیداز، کاتالاز و آسکوربات پراکسیداز می‌باشد (Ariano et al., 2005). از جمله گونه‌های فعال اکسیژن که در شرایط عادی و همچنین، در طی شرایط تنش در غلظت‌های بالا تولید می‌شوند، می‌توان به پراکسید، هیدروژن پراکسید و رادیکال هیدروکسیل اشاره کرد. در شرایط عادی رشد، انواع اکسیژن فعال طی فرایندهای فتوسنتز، تنفس و تنفس نوری تولید می‌شود (El-Beltagi et al., 2023). در واقع، در شرایط بهینه رشدی، میان ساخت و جمع‌آوری انواع اکسیژن فعال تعادلی وجود داشته که توسط آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی پدید می‌آید (Khanna-Chopra and Selote, 2007). برای حذف انواع اکسیژن فعال شکل گرفته در طی تنش، گیاهان سازوکارهای دفاعی متفاوتی را پیش می‌گیرند که از جمله آن افزایش فعالیت آنزیم‌های آنتی اکسیدانی مانند کاتالاز می‌باشد. حذف پراکسید هیدروژن برای جلوگیری از آسیب‌های یاخته‌ای ضروری بوده و آنزیم کاتالاز در سم زدایی هیدروژن پراکسید و تبدیل آن به آب و اکسیژن نقش مهمی را بر عهده دارد (Blokhina et al., 2003). از سویی، ترکیبات فراوانی برای کمک به کارکرد سازگان دفاعی گیاه به صورت کاربرد بیرونی معرفی شده است. از جمله این ترکیبات می‌توان گابا یا گاماآمینوبوتیریک اسید را نام برد. پژوهش‌های گوناگونی نقش گابا را در شرایط تنش‌های غیرزیستی نشان می‌دهند. به طوری که در یکی از پژوهش‌های انجام پذیرفته در این زمینه، کاربرد بیرونی گابا (۱ میلی‌مولار) در شرایط تنش به افزایش میزان فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی از جمله کاتالاز انجامید (Nayyar et al., 2014). گابا به عنوان مولکول فرستهای (سیگنالی) نقش‌های مهمی را در رشد و نمو گیاه، تنظیم pH، تنظیم اسمزی، جلوگیری از انباشت انواع اکسیژن فعال، دفاع در برابر تنش‌های زنده و غیر زنده بازی می‌کند (Shelp et al., 2012; Nayyar et al., 2014). هدف از پژوهش حاضر بررسی غلظت‌های گوناگون گابا بر روی سازگان دفاعی آویشن در وضعیت تنش کمبود آب می‌باشد.

۲. مواد و روش‌ها

به منظور بررسی تاثیر مقادیر مختلف گابا بر روی سازگان دفاعی گیاه آویشن دنایی در شدت‌های متفاوت تنش کمبود آب، آزمایشی در گلخانه پژوهشی گروه مهندسی تولید و ژنتیک گیاهی در دانشگاه مراغه انجام شد. بدین منظور نخست کاشت بذور آویشن دنایی در سینی‌های کشت، انجام گردیده و سپس نشاءهای تولیدی به درون لیوان‌های آزمایشگاهی و سرانجام، گلدان‌ها منتقل گردید. این آزمایش به صورت طرح فاکتوریل در قالب بلوک‌های کامل تصادفی در ۳ تکرار انجام شد. فاکتور نخست شامل: تنش کمبود آب در سه سطح ۹۰ درصد ظرفیت زراعی، ۶۰ درصد ظرفیت زراعی و ۳۰ درصد ظرفیت زراعی و

فاکتور دوم نیز شامل عدم کاربرد گابا، ۲۵ میلی‌مولار، ۵۰ میلی‌مولار و ۷۵ میلی‌مولار گابا بود. شیوه بکارگیری تیمارها به صورت افشانه کردن در سه مرحله پیش و پس از کاربرد تنش کمبود آب انجام شد. تنش کمبود آبی نیز در اواسط رشد رویشی و با استفاده از دستگاه رطوبت سنج انجام شد.

جهت هضم و اندازه‌گیری آنزیم کاتالاز به ترتیب به روش Sairam et al., 1998 و Aebi, 1984 و هیدروژن پراکسید نیز به روش Chen et al., 2000 با بهره‌گیری از نمونه‌های برگی فریز شده، انجام شد. همچنین، پیش از تجزیه‌ی واریانس، نرمال بودن توزیع داده‌ها و خطاها و افزایشی بودن اثر بلوک در تیمار بررسی شد. مقایسه‌ی میانگین صفات نیز با آزمون LSD در سطح احتمال ۵ درصد صورت گرفت. برای انجام تجزیه‌ی داده‌ها و رسم نمودارها، نرم‌افزارهای Genstat و Excel به کار گرفته شد.

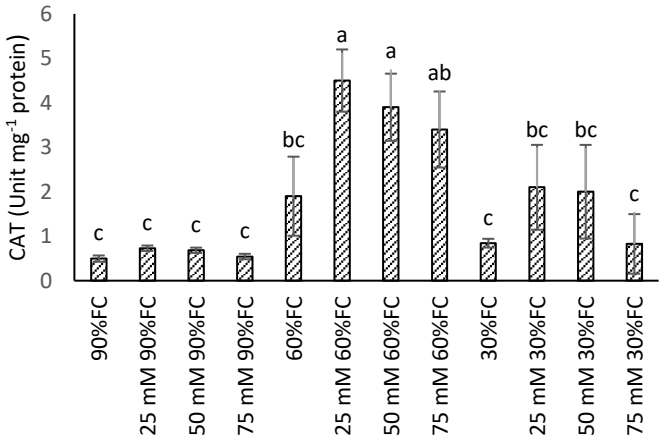
۳. نتایج

نتایج جدول تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که تاثیر برهم‌کنش تنش کمبود آب در افشانه کردن گابا بر روی آنزیم کاتالاز و میزان هیدروژن پراکسید به ترتیب، در سطح احتمال ۱ و ۵ درصد معنی‌دار بود (جدول ۱). طبق نتایج به دست آمده از مقایسه میانگین داده‌ها، وقوع تنش کمبود آب تا سطح متوسط (۶۰ درصد ظرفیت زراعی)، موجب افزایش میزان فعالیت آنزیم کاتالاز گردیده و با افزایش شدت تنش میزان فعالیت آن کاهش یافت. میزان تولید هیدروژن پراکسید نیز با افزایش شدت تنش افزایش یافته و بیش‌ترین میزان آن مربوط به شدت تنش شدید (۳۰ درصد ظرفیت زراعی) بود. همچنین، در ارتباط با کاربرد گابا در شرایط تنش، بیش‌ترین و کم‌ترین میزان فعالیت آن به ترتیب مربوط به تیمارهای کاربرد ۲۵ میلی‌مولار گابا در سطح تنشی ۶۰ درصد و همچنین عدم کاربرد گابا در ۹۰ درصد ظرفیت زراعی بود (شکل ۱). گذشته از این، بر پایه نتایج شکل ۲، با افزایش شدت تنش میزان هیدروژن پراکسید افزایش یافته به گونه‌ای که بیش‌ترین میزان تولید هیدروژن پراکسید مربوط به تیمار عدم کاربرد گابا در سطح تنشی ۳۰ درصد ظرفیت زراعی می‌باشد. تیمار ۲۵ میلی‌مولار در ۹۰ درصد ظرفیت زراعی نیز کمترین میزان تولید هیدروژن پراکسید را به خود اختصاص داد (شکل ۲).

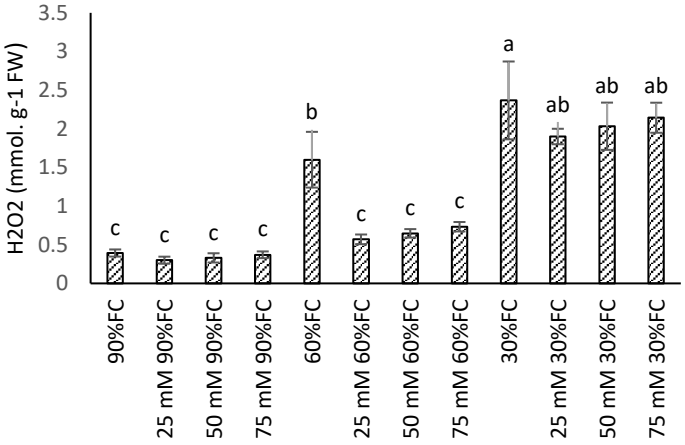
جدول ۱- میانگین مربعات حاصل از تجزیه واریانس تنش آبی و افشانه کردن در آویشن

منابع تغییرات	درجه آزادی	کاتالاز	هیدروژن پراکسید
تکرار	۲	۱/۴۲	۰/۰۳
تنش کمبود آب	۲	۲۴/۰۵**	۹/۷۹**
افشانه کردن	۳	۳/۳۹**	۰/۴۹**
تنش کمبود آب × افشانه کردن	۶	۰/۹۲*	۰/۱۶**
خطا	۲۲	۰/۲۹	۰/۰۵
ضریب تغییرات	-	۲۹/۶	۱۹/۳

**، * و ns: به ترتیب معنی‌داری در سطح احتمال ۱ و ۵ درصد و عدم معنی‌داری



شکل ۱: برهم‌کنش تنش آبی در افشانه کردن بر روی میزان فعالیت آنزیم کاتالاز



شکل ۲: برهم‌کنش تنش آبی در افشانه کردن بر روی میزان هیدروژن پراکسید

٤. بحث و نتیجه‌گیری

در شرایط تنش با بسته شدن روزنه‌ها، غلظت CO_2 بین سلولی کاهش می‌یابد. افزون بر این با وقوع تنش و کاهش مصرف $NADPH, H^+$ توسط چرخه کالوین، سنتز کلروفیل و فعالیت آنزیم روبیسکو کاهش یافته و در نتیجه اختلال در انتقال الکترون، انواع اکسیژن فعال از جمله هیدروژن پراکسید انباشته می‌گردد. کاتالاز به عنوان یکی از مهم‌ترین آنزیم‌های خنثی‌کننده انواع اکسیژن فعال از جمله هیدروژن پراکسید، با افزایش تنش اکسیداتیو افزایش می‌یابد. افزایش دیده شده در میزان فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی با افزایش شدت تنش، حاکی از آن است که تنش کم‌آبی با القای تنش اکسیداتیو موجب فعال‌سازی آنزیم‌های پاک‌کننده انواع اکسیژن فعال از جمله کاتالاز می‌گردد. از سویی، تیمار با گابا فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی مانند کاتالاز را

در شرایط تنش افزایش می‌دهد که ثبات غشای یاخته‌ای را در برابر انواع اکسیژن فعال از جمله سوپراکسید، هیدروژن پراکسید و رادیکال هیدروکسیل را حفظ می‌کند (Mittler, 2002). آشکار شده است که کاربرد بیرونی گابا در کم کردن آسیب برآمده از تنش سودمند بوده و کاربرد گابا با تسریع در بیوسنتز پلی‌آمین‌ها، از تجزیه پلی‌آمین‌ها جلوگیری می‌کند (Wang et al., 2014). در همین راستا، پلی‌آمین‌ها با افزایش خنثی‌سازی انواع اکسیژن فعال موجب افزایش فعالیت آنزیم کاتالاز گردیده به طوری که افزایش در میزان فعالیت آنزیم کاتالاز با کاربرد گابا در شرایط تنش توسط Abd El-Gawad et al., 2021 گزارش شده است. در این بررسی نیز تیمار گابا فعالیت آنزیم کاتالاز را نسبت به عدم کاربرد گابا افزایش داد. در مجموع، می‌توان چنین بیان کرد که تیمار گابا در غلظت ۲۵ میلی‌مولار به دلیل افزایش قابل توجه میزان فعالیت آنزیم کاتالاز و به دنبال آن خنثی‌سازی هیدروژن پراکسید، نقش مهمی در افزایش سازگان دفاعی گیاه ایفا می‌کند.

منابع

عسکری، م.، بهدانی، م. ع.، محمودی، س.، جامی الاحمدی، م.، پارسا، س. ۱۳۹۶. اثرات تنش خشکی و کود دامی بر برخی ویژگی‌های فیزیولوژیک و عملکرد *Thymus daenensis* Celak و *Thymus vulgaris* L.. دوماهنامه علمی-پژوهشی تحقیقات گیاهان دارویی و معطر ایران. (۵)۳۳، ۸۱۱-۷۹۳.

Abd El-Gawad, H.G., Mukherjee, S., Farag, R., Abd Elbar, O.H., Hikal, M., Abou El-Yazied, A., Ibrahim, M.F. 2021. Exogenous γ-aminobutyric acid (GABA)-induced signaling events and field performance associated with mitigation of drought stress in *Phaseolus vulgaris* L. Plant Signaling & Behavior. 16(2): 1853384.

Aebi, H. 1984. Catalase in vitro Methods Enzymol. 105: 121–126.

Ariano, S., Bartolomeo, D., Cristos, X., Andras, M. 2005 Antioxidant defenses in Olive trees during drought stress. changes in activity of some antioxidant enzymes. Functional Plant Biology. 32: 45-53.

Blokhina, O., Virolainen, E., Fagerstedt, K. 2003 Antioxidants, oxidative damage and oxygen deprivation stress: a review. Annals of Botany. 91: 179- 194.

Chen, Li-Men., Lin, C.C, Kao, C.H. 2000. Copper toxicity in rice seedlings: changes in antioxidative enzyme activities, H2O2 level, and cell wall peroxidase activity in roots. Botanical Bulletin- Academia Sinica. 41: 99-103.

El-Beltagi, H.S., Mohamed, H.I. 2013. Reactive oxygen species, lipid peroxidation and antioxidative defense mechanism.Notulae Botanicae Horti Agrobotanici. 411: 44-57.

Khanna-Chopra, R., Selote, D.S. 2007. Acclimation to drought stress generates oxidative stress tolerance in drought-resistant than susceptible wheat cultivar under field conditions. Environmental and Experimental Botany. 60: 276-283.

Mittler., R. 2002. Oxidative stress, antioxidants and stress tolerance. Trends plant science, 7: 405-410.

Nayyar, H., Kaur, R., Kaur, S., Singh, R. 2014. γ - Aminobutyric acid (GABA) imparts partial protection from heat stress injury to rice seedlings by improving leaf turgor and upregulating osmoprotectans and antioxidants. Journal Plant Growth Regulation. 33(2): 408-419.

Sairam, R.K., Desmukh. P.S., Saxena. D.C. 1998. Role of antioxidant systems in wheat genotypes tolerant to water stress. Biologia Plantarum. 41(1998): 387-394.

Shelp, B.J., Bozzo, G.G., Trobacher, C.P., Chiu, G., Bajwa, V.S. 2012. Strategies and tools for studying the metabolism and function of Gamma-aminobutyrate in plants. Journal of Experimental Botany. 90: 651-668.

The effect of GABA spraying on *Thymu daenensis* Celak antioxidant enzyme under water deficit stress

Fariborz Shekari[1], Amin Abbasi[1], Maryam Mohammadzadeh[*1], Ehsan Nasiri[1]

[1] Department of Plant Production and Geneteics, Agriculture College, University of Maragheh.Maragheh.

Abstract

In order to investigate the effect of foliar spraying of γ_aminobutyric acid in different concentrations on enzymatic antioxidant change in the *thymus daenensis* Celak under water deficit stress, this research was carried out as factorial experiment conducted based on a randomized complete block desing with three replication in the research greenhouse of the Department of Plant Production and Geneteics of Maraghe University. The main factor included levels of water stress (30%, 60%, 90% field capacity) and sub factors included no spraying of GABA, 25 mM GABA, 50 mM GABA and 75 mM GABA. According to the results the amount of Catalas and Hydrogen peroxide effected by the intraction of water stress × foliar spraying. The result of mean comparison show that with increasing in stress intensity, the activity of Catalas first increased and then at high stress intensity (30 % FC) decreased. Also the highest amount of Catalas was obtained from the 25 mM GABA at 60 % FC. The amount of Hydrogen peroxide was increased with increasing stress intensity. Also its amount was decreased with GABA spraying. So the use of GABA at 30 % FC caused by 24 % decrease in Hydrogen peroxide compare to the no spraying of GABA. The lowest Hydrogen peroxide was obtained from the 25 mM GABA at 90% FC.

Key words: ROS, Water deficit stress, Medicinal plant, γ_ amino butyric acid, Hydrogen peroxide.

[*] Mohammadzadeh.m73@gmail.com

تاثیر ریزموجودات مفید بر روی خصوصیات مرفولوژیکی گیاه مرزه (*Satureja hortensis*) تحت شرایط تنش شوری

سعید حقویردی‌پور[۱]، علی‌اکبر شکوهیان*[۱]، رسول آذرمی[۱]، محسن سبزی نوجه‌ده [۲]

[۱]دانشگاه محقق اردبیلی، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، گروه باغبانی، شهر اردبیل.

[۲]دانشگاه تبریز، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی اهر، گروه باغبانی، شهر اهر.

چکیده

گیاه مرزه از خانواده‌ی نعناعیان می‌باشد و مصارف بهداشتی، غذایی و دارویی بسیاری دارد. هدف از اجرای این آزمایش بررسی پاسخ‌های مرفولوژیکی و روند رشد گیاه مرزه تحت تنش شوری و کود زیستی EM در جهت کاهش اثرات نامطلوب تنش شوری بوده است. به منظور بررسی تاثیر ریزموجودات مفید بر صفات مرفولوژیکی این گیاه، آزمایشی به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کاملا تصادفی با دو فاکتور ریزموجودات مفید در سه سطح (۰، ۱ و۲ درصد) و تنش شوری در سه سطح (۰، ۶ و ۱۲ دسی‌زیمنس بر متر) در سه تکرار انجام گردید. مقایسه میانگین داده‌ها نشان می‌دهد که تیمار شوری صفر و ریزموجودات مفید (EM) ۲ درصد با میانگین ۳۱/۳۰ ، تعداد برگ بیشتری نسبت به سایر تیمارها داشت. در این مطالعه کمترین طول و عرض برگ در شرایط شوری ۱۲ دسی‌زیمنس بر متر و EM یک درصد بدست آمد. بطور کلی نتایج حاصل از این آزمایش نشان داد که شوری سبب کاهش تعداد، طول و عرض برگ شده و کاربرد EM در این شرایط باعث تعدیل اثرات مضر شوری شد.

واژه‌های کلیدی: تعداد برگ، طول برگ، عرض برگ،کود زیستی.

[1] E-mail: shokouhiana@yahoo.com

۱. مقدمه

گیاه مرزه با نام علمی *Satureja hortensis* L. متعلق به خانواده‌ی نعناعیان گیاهی یک ساله با ساقه‌های متعدد، نازک، اغلب ساده و یا با انشعابات کم می‌باشد (حکیمی و معصومی گودرزی، ۱۳۹۹). ایران در زمره‌ی کشورهایی است که در اکثر نقاط آن تنش‌های مهم غیرزنده مانند خشکی، شوری، دما و باد موجب کاهش عملکرد و در مواردی عدم امکان کاشت محصولات کشاورزی گردیده است. یکی از کودهای زیستی که توجه بسیاری را امروزه به خود جلب کرده، ریزموجودات مفید (EM) است. این کود برای اولین بار توسط تیراوهیگا از دانشگاه ریوکیوس ژاپن معرفی شد (شکوهیان و همکاران ،۱۳۹۲). ریزموجودات موجود در ترکیب EM به وسیله‌ی افزایش فتوسنتز، تولید ترکیبات فعال زیستی مثل هورمون‌ها و آنزیم‌ها، کنترل بیماری‌های خاک‌زی و تسریع تجزیه موادآلی در خاک، سلامت و عملکرد محصول را توسعه می‌دهند. یکی از کاربردهای EM اصلاح اراضی شور و بهبود اثرات مخرب و زیان‌آور و مقاومت به تنش شوری در گیاهان است (شکوهیان و همکاران، ۱۳۹۲). به طور کلی EM ابزاری مفید برای تولیدات زراعی و باغی شناخته شده است (شکوهیان و عینی زاده، ۱۳۹۷). هدف از اجرای این آزمایش بررسی پاسخ‌های مرفولوژیکی و روند رشد گیاه مرزه تحت تنش شوری و کود زیستی EM در جهت کاهش اثرات نامطلوب تنش شوری بوده است.

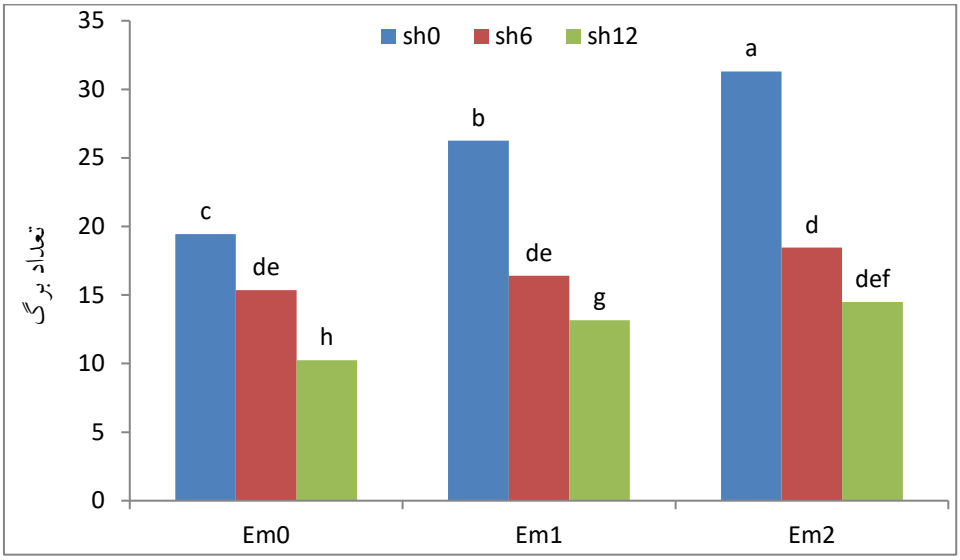
۲. مواد و روش‌ها

به منظور بررسی اثر ریزموجدات مفید بر خصوصیات مرفولوژیکی گیاه مرزه تحت تنش شوری، این آزمایش در سال ۱۴۰۰ در گلخانه‌ی فنی حرفه‌ای واقع در شهر اهر انجام شد. بذور گیاه مرزه مورد استفاده در این پژوهش از مزارع اهر (ارقام مرسوم) جمع‌آوری و در گلدان‌هایی با قطر ۲۵ سانتی‌متر و ارتفاع ۳۵ سانتی‌متر حاوی ترکیب خاکی با مشخصات ۳۰ درصد خاک باغچه، ۲۵ درصد ماسه، ۲۵ درصد کوکوپیت، ۱۰ درصد ورمی کمپوست و ۱۰ درصد پرلیت کشت شدند. این آزمایش به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کاملا تصادفی با دو فاکتور کود زیستی EM در سه سطح شامل شاهد ۰، ۱و ۲ درصد و تنش شوری نیز در سه سطح از منبع کلرید سدیم شامل شاهد ۰، ۶ و ۱۲ دسی‌زیمنس بر متر در چهار تکرار انجام گردید. در این بررسی صفات تعداد برگ، برگ‌های سه بوته از هر گلدان را شمرده و میانگین آنها یادداشت شد. برای اندازه‌گیری طول و عرض برگ، تعداد ۱۰ برگ بالغ از هر گیاه انتخاب و طول و عرض پهنک با استفاده از خط کش اندازه‌گیری و میانگین آن‌ها ثبت شد.

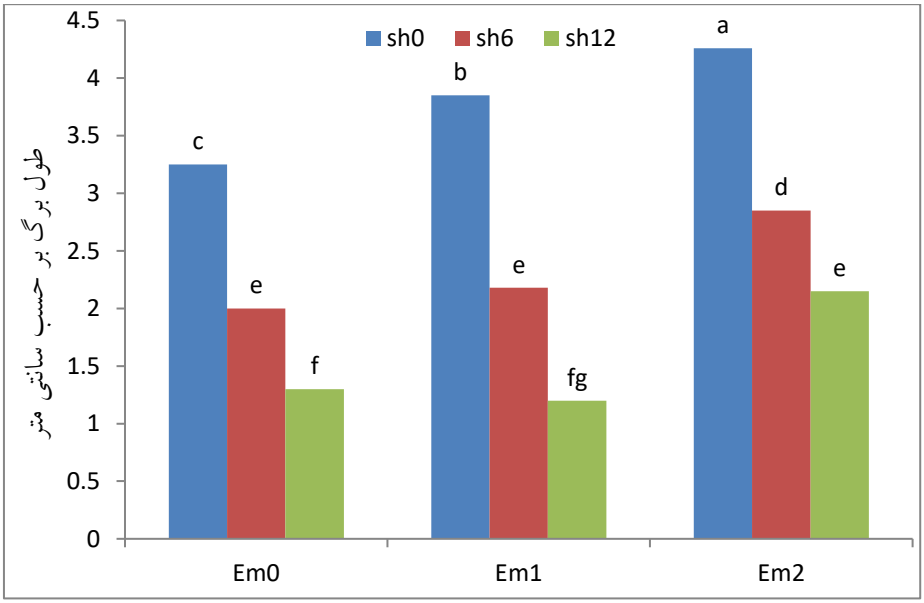
۳. نتایج

بر اساس مقایسه میانگین داده ها نتایج نشان داد که تیمار شوری صفر و EM ۲ درصد با میانگین ۳۱/۳۰ ، تعداد برگ بیشتری نسبت به سایر تیمارها داشت. در حالیکه تیمار شوری ۱۲ دسی‌زیمنس بر متر و EM صفر درصدکمترین تعداد برگ را با میانگین ۱۰/۲۵ نشان داد (شکل ۱). مقایسه‌ی بین سطوح شوری نشان داد که تعداد برگ، با افزایش سطوح شوری، کاهش می‌یابد. نتایج حاصل از مقایسه‌ی میانگین داده‌ها در شکل های ۲ و ۳ نشان داد که با افزایش شوری، طول و عرض برگ گیاه بطور معنی داری کاهش یافت. بطوریکه بیشترین طول و عرض برگ در تیمار شوری صفر و EM ۲ درصد به ترتیب با ۴/۲۶ و

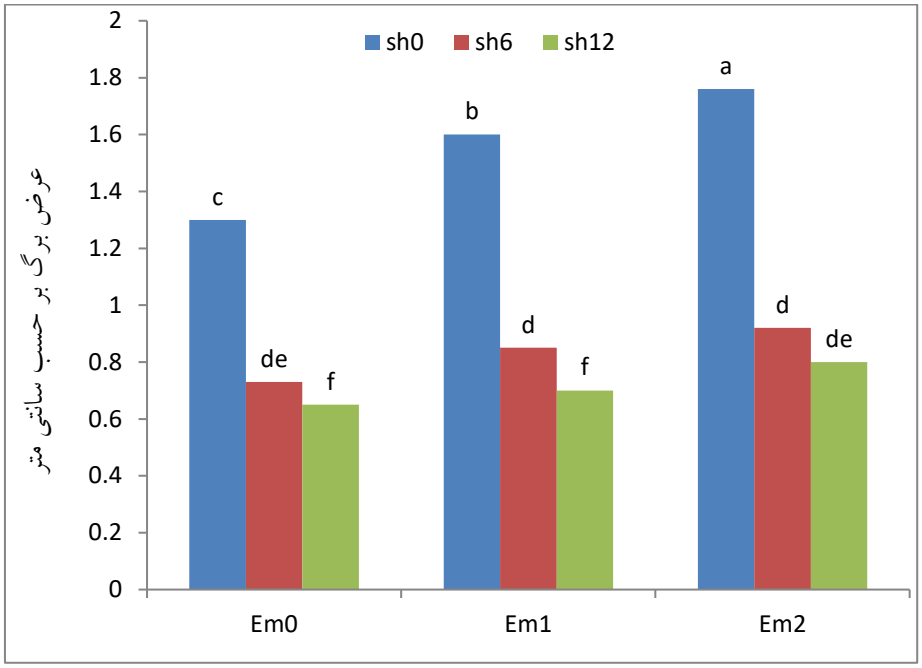
۱/۷۶ سانتی‌متر مشاده‌شد. همچنین کمترین طول برگ در شرایط شوری ۱۲ دسی‌زیمنس بر متر و EM یک درصد وجود داشت. درحالیکه کمترین عرض برگ در شوری ۱۲ دسی‌زیمنس بر متر و EM صفر درصد مشاهده‌گردید. نتایج بیانگر آن است که کود زیستی EM باعث افزایش طول و عرض برگ می‌گردد.



شکل ۱. اثر متقابل غلظت‌های مختلف شوری (۰، ۶ و ۱۲ دسی‌زیمنس)، اثر غلظت‌های مختلف کود زیستی EM (۰، ۱ و ۲ درصد) بر روی تعداد برگ گیاه مرزه (*Satureja hortensis* L.). حروف متفاوت در روی ستون‌ها بیانگر تفاوت معنی‌دار داده‌ها بر اساس مقایسه میانگین‌ها در روش آزمون دانکن است.



شکل ۲. اثر متقابل غلظت‌های مختلف شوری (۰، ۶ و ۱۲ دسی‌زیمنس)، اثر غلظت‌های مختلف کود زیستی EM (۰، ۱ و ۲ درصد) بر روی طول برگ گیاه مرزه (*Satureja hortensis* L.). حروف متفاوت در روی ستون‌ها بیانگر تفاوت معنی‌دار داده‌ها بر اساس مقایسه میانگین‌ها در روش آزمون دانکن است.



شکل ۳. اثر متقابل غلظت‌های مختلف شوری (۰، ۶ و ۱۲ دسی‌زیمنس)، اثر غلظت‌های مختلف کود زیستی EM (۰، ۱ و ۲ درصد) بر روی عرض برگ گیاه مرزه (*Satureja hortensis* L.). حروف متفاوت در روی ستون‌ها بیانگر تفاوت معنی‌دار داده‌ها بر اساس مقایسه میانگین‌ها در روش آزمون دانکن است.

٤. بحث

تنش شوری همانند سایر تنش‌های محیطی دیگر رشد گیاه را محدود می‌کند. کاهش رشد یک نوع سازگاری برای زنده ماندن گیاه در شرایط تنش است. گیاهان در محیط دائما در تنش به سر می‌برند و برای سازگاری با این شرایط، تغییرات مورفولوژیک و فیزیولوژیک در ساختار و ترکیب‌ها و فرایندهای شیمیایی ایجاد می‌کنند تا با این تنش‌ها مقابله نمایند. برای غلبه بر مشکل شوری آب و خاک و حصول حداکثر عملکرد قابل قبول گیاهان، استفاده از کود زیستی EM بعنوان یک راهکار زیستی موثر باید مورد توجه قرار گیرد که نقش مهمی در بهبود جذب آب، عناصر غذایی و رشد گیاهان در شرایط شور دارند. این تحقیق نشان داد که گیاهان تغذیه شده با کود زیستی EM در وضعیت شور، رشد بهتری نسبت به گیاهان تغذیه نشده داشتند. این گیاهان در محیط شور، بدلیل بهبود جذب موادغذایی و یا تغییر در فیزیولوژی گیاهان، به تنش شوری مقاومت بیشتری نشان دادند؛ به طوریکه بیشترین صفات رویشی از تیمار EM دو گرم در لیتر و کمترین آنها از شوری ۱۲ دسی‌زیمنس بر متر حاصل شد. همچنین تنش شوری باعث افزایش مقدار پرولین و قندهای احیاکننده شد و مقدار پروتدین و کلروفیل را کاهش داد. کاهش تعداد برگ را می‌توان به اثر مستقیم تنش، بر روی تقسیم سلولی در اثر سنتز نوکلئیک اسیدها و افزایش تجزیه‌ی آن‌ها نسبت داد. همچنین ریزش برگ‌های گیاه برای دفع نمک نیز از عوامل کاهش تعداد برگ می‌باشد (Abdalla and El-Khoshiban, 2007). تنش شوری از طریق کاهش جذب آب و عناصر غذایی، کمبود آب قابل استفاده در گیاه و سمیت عناصر، قدرت رشد سلولی را کاهش داده و باعث کاهش سطح برگ می‌گردد. کاهش سطح برگ اولین واکنش گیاهان گلیکوفیت در برابر شوری می‌باشد. تنش شوری از طریق کاهش جذب آب و عناصر غذایی، کمبود آب قابل استفاده

در گیاه و سمیت عناصر، قدرت رشد سلولی را کاهش داده و باعث کاهش سطح برگ می گردد. کاهش سطح برگ می‌تواند به‌دلیل اثر مستقیم نمک بر سرعت تقسیم سلولی یا کاهش مدت زمان توسعه‌ی سلولی باشد (صفری محمدیه، ۱۳۹۴). این کاهش رشد توسط تنش شوری، با نتایج پژوهش Tuna و همکاران (۲۰۰۷) در گوجه فرنگی مطابقت داشت. طی پژوهشی مراتی و همکاران (۱۳۹۴) بیان کردند که با افزایش سطح شوری در گیاه پونه معطر، سطح برگ کاهش می‌یابد.

منابع

حکیمی، ل.، معصومی گودرزی، م. ۱۳۹۹. اثر روش استخراج بر میزان ترکیبات فنولی، فلاونوئیدی و فعالیت آنتی‌اکسیدانی عصاره مرزه اورامانی. مجله تولیدات گیاهی. ۴۳(۱)، ۱۲۸-۱۱۹.

شکوهیان، ع.ا.، داوری نژاد، غ.ح.، تهرانی فر، ع.، ایمانی، ع.، رسول زاده، ع. ۱۳۹۲. اثر ریزموجودات مفید در شرایط تنش آبی بر تشکیل جوانه‌های گل دو ژنوتیپ بادام. نشریه علوم باغبانی. ۲۷(۲)، ۲۲۶-۲۱۷.

شکوهیان، ع.ا.، عینی‌زاده، ش. ۱۳۹۷. اثر ریزموجودات مفید و سطوح مختلف نیتروژن بر خصوصیات مورفولوژیکی و عملکرد توت فرنگی رقم پاورس. نشریه علوم باغبانی. ۳۲(۱)، ۶۰-۵۱.

صفری محمدیه، ز.، مقدم، م.، عابدی، ب.، سمیعی، ل. ۱۳۹۴. تاثیر تنش شوری بر برخی صفات عملکردی و خصوصیات مورفولوژیک گیاه نعناع سبز در شرایط هیدروپونیک. علوم و فنون کشت‌های گلخانه‌ای. ۲۳، ۱۰۶-۹۷.

مراتی، م.ج.، نیکنام، و.، حسن‌پور، ح.، میرمعصومی، م. ۱۳۹۴. مقایسه تاثیر تنش شوری بر رشد و پاسخ‌های آنتی‌اکسیدانی در اندام‌های مختلف پونه معطر. پژوهشگاه هوا فضا. ۲۸، ۱۱۰۷-۱۰۹۷.

Abdalla, M.M., El-Khoshiban, N.H. 2007. The influence of water stress on growth, relative water content, photosynthetics, pigments, some metabolic and hormonal contents of two *Triticum aestivum* cultivars. Journal of Applied Sciences research. 3(12):2062-2074.

Hegazi, A.M., El-Shraiy, A.M., Ghoname, A.A. 2015. Alleviation of salt stress adverse effect and enhancing phenolic Anti-oxidant content of eggplant by seaweed extract. Gesunde pflanzen. 67: 21-31.

Mareshk, I., Moghaddam, M. 2020. Effect of mycorrhizal fungi on growth and absorption of nutrients of Mexican marigold (*Tagetes minuta* L.) under salinity stress. Environmental Stresses in Crop Sciences. 13(3):969-982.

Sun, P.F., Fang, W.T., Shin, L.Y., Wei, J.Y., Fu, S.F., Chou, J.Y. 2014. Indole-3- Acetic acid producing yeasts in the *phyllosphers* of the carnivorous plant *drosera indica L*. PLoS ONE 9(12): e114196. doi:10.1371/journal.pone.0114196.

The effect of effective microorganisms on the morphological characteristics of savory plant (*Satureja hortensis* L.) under salt stress

Saeed Haqvirdipour[1], Ali Akbar Shokohian*[1i], Rasul Azarmi[1], Mohsen Sabzi Nojadeh[2]

[1]Department of Horticulture, Faculty of Agriculture and Natural Resources, University of Mohaghegh Ardabili
[2]Tabriz University, Ahar Faculty of Agriculture and Natural Resources, Department of Horticulture, Ahar City.

Abstract

The savory plant belongs to the mint family and many health, food and medicinal uses. The purpose of investigating the effect of effective microorganisms (EM) on the morphological characteristics of this plant is a factorial experiment in the form of a completely randomized block design with two factors of effective microorganisms at three levels (0, 1 and 2%) and salinity stress at three levels (0, 6 and 12 dS/*m*) were done in three repetitions. Comparison of average data shows that without salinity treatment and 2% effective microorganisms (EM) with an average of 31.30 had more number of than other treatments. In this study, the lowest leaf length and width were obtained under salinity conditions of 12 dS/*m* and EM of 1%. In general, the results of this experiment showed that salinity reduced the number, length and width of leaves and the use of EM in these conditions moderated the harmful effects of salinity.

Key words: Biofertilizers, Leaf number, Leaf length, Leaf width.

تاثیر زمان‌های مختلف کاشت بر تسهیم ماده خشک در گیاه سیاهدانه

مهدی جودی[1*]

دانشکده کشاورزی مشگین شهر، دانشگاه محقق اردبیلی

چکیده

هدف تحقیق حاضر بررسی اثر تاریخ کاشت بر روی تسهیم ماده خشک در سیاهدانه بود. بذور سیاهدانه در ۴ تاریخ کاشت (آخر مهر، اول دی، اواسط اسفند و اواخر مهر ماه) در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی مشگین‌شهر تحت شرایط فاریاب در سال زراعی ۱۴۰۱-۱۴۰۰ کاشته شدند. نتایج نشان داد که بیشترین وزن خشک در بوته مربوط به تاریخ کاشت اول و کمترین آن مربوط به تاریخ کاشت چهارم بود. چنین روندی در خصوص وزن خشک ساقه و برگها و نیز وزن دانه در بوته دیده شد. یشترین ماده خشک تولید شده به ساقه و برگ‌ها و کمترین مقدار به دانه‌ها اختصاص یافت. در تحقیق حاضر تاریخ‌های مختلف کاشت تاثیر معنی داری بر الگوی تسهیم ماده خشک به اندام‌های مختلف نداشت.

واژگان کلیدی: تاریخ کاشت، سیاهدانه، وزن خشک بوته، تسهیم ماده خشک

۱.مقدمه

ایمیل نویسنده مسئول

E-mail: mehdijoudi@gmail.com

سیاهدانه (*Nigella sativa* L) از گیاهان مهم دارویی بوده که در نقاط مختلف جهان مورد استفاده قرار می‌گیرد. طیف سازگاری این گیاه وسیع بوده و در شرایط مختلف اکولوژیکی توان رشد و تولید عملکرد دارد. رویشگاه‌های طبیعی این گیاه در مناطق مرکزی ایران مانند اصفهان و اراک قابل مشاهده است. همچنین زراعت این گیاه در بسیاری از استانهای کشور با آب و هوای متنوع در حال انجام می‌باشد.

تولید ماده خشک در گیاهان از مهمترین فاکتورهای فیزیولوژیک و زراعی بوده و نشان‌دهنده میزان تولیدات فتوسنتزی و ذخیره-سازی آن در اندام‌های مختلف گیاه می‌باشد. بالا بودن ماده خشک تولید شده در گیاهان، نشان‌دهنده کارایی بالای گیاه در استفاده از منابع مختلف محیطی می‌باشد. پژوهش گران بر این باورند که تولید ماده خشک در گیاهان برای تولید عملکرد اقتصادی کافی نبوده، بلکه تسهیم کارآمد ماده خشک تولید شده به اندام‌های مختلف دارای اهمیت فراوان می‌باشد (فیشر، ۲۰۱۱).

گیاهان دارای توانایی قابل توجهی برای هماهنگی رشد بین اندام‌های خود هستند، به‌طوری که تعادل بین میزان تجمع ماده خشک (زیست‌توده) در بین اندام‌های هوایی و زیرزمینی وجود دارد. در این راستا، مطالعه تسهیم ماده خشک تنها به اندام‌های هوایی و زیرزمینی کافی نبوده بلکه آگاهی از نحوه تسهیم کل ماده خشک به برگ‌ها، ساقه‌ها، ریشه‌ها و اندام‌های زایشی شاخص بهتری از کارکردهای متفاوت اندام‌های گیاهی را ارائه می کند. گیاهان قادر هستند تا الگوی تسهیم ماده خشک به اندام‌های مختلف را در پاسخ به شرایط محیطی تا اندازه‌ای تغییر دهند. به‌عبارت دیگر تسهیم ماده خشک به اندام‌های مختلف بسته به گونه، رقم و شرایط محیطی متفاوت خواهد بود (تایجی و همکاران، ۲۰۰۲).

با توجه به موارد مذکور هدف از تحقیق حاضر مطالعه اثر تاریخ کاشت بر الگوی توزیع مواد فتوسنتزی (تسهیم ماده خشک) در گیاه سیاهدانه بود.

۲. مواد و روش‌ها

تحقیق حاضر به صورت آزمایش مزرعه‌ای در سال زراعی ۱۴۰۱-۱۴۰۰ در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی مشگین-شهر- دانشگاه محقق اردبیلی (با موقعیت ۴۷ درجه و ۴۰ دقیقه طول‌جغرافیایی و ۳۸ درجه و ۲۳ دقیقه عرض‌جغرافیایی و ارتفاع از سطح دریا ۱۱۵۰ متر) اجرا شد. این منطقه جزء مناطق نیمه‌خشک محسوب شده و دارای زمستان سرد و تابستان نسبتا گرم می‌باشد.

پژوهش در شرایط فاریاب و در قالب طرح بلوکهای کامل تصادفی با ۳ تکرار اجرا شد. زمین مزرعه آزمایشی، چمن بوده و در سال‌های قبل هیچ نوع زراعتی در آن انجام نشده بود. زمین مذکور در اواسط مهر ماه سال ۱۴۰۰ توسط کارگر و با استفاده از بیل شخم زده شد. تسطیح لازم با استفاده از شن‌کش انجام و سپس مزرعه کرت‌بندی شد. با توجه به حاصلخیز بودن خاک، هیچ نوع کود دامی یا شیمیایی مورد استفاده قرار نگرفت.

بذور سیاهدانه (اکوتیپ سمیرم و مناسب برای کاشت در مناطق با زمستان سرد) از شرکت پاکان بذر اصفهان تهیه گردید. بذور در ۴ تاریخ مختلف شامل اواخر مهر ماه (۲۵ مهر ۱۴۰۰)، اوایل دی (اول دی ۱۴۰۰)، اواسط اسفند (۱۲ اسفند ۱۴۰۰) و اواخر فروردین (۲۶ فروردین ۱۴۰۱) کاشته شدند.

در ابتدا، شیاری با عمق حدود ۳-۲ سانتیمتر در کرت‌های آزمایشی ایجاد و بذور آمیخته با ماسه ریز (به دلیل کوچکی بذر) در آنها ریخته و سپس شیارها با خاک پوشیده شدند. هر کرت (تکرار) شامل ۴ ردیف کاشت با فواصل بین ردیف ۲۰ سانتی‌متر و به طول ردیف حدود ۳ متر بود. پس از کاشت، کرتها توسط آب‌پاش آبیاری شدند (به استثاء تاریخ کاشت دوم که بلافاصله قبل از بارش برف انجام شد). آبیاری‌های بعدی (توسط شلنگ و آب نهر)، مطابق با عرف منطقه انجام گردید. گیاهان بعد از استقرار کامل، طی ۳-۲ مرحله تنک شده تا تراکم مطلوب حاصل شد. علف‌های هرز بصورت دستی کنترل شده و هیچ آفت‌کش یا قارچ‌کشی مورد استفاده قرار نگرفت.

در اواسط مرداد و با رسیدن کل گیاهان، تعداد ۳ بوته بطور تصادفی در هر تکرار انتخاب و کف‌بر شدند. این بوته‌ها در داخل گونی‌های نخی قرارگرفته و به مدت ۲ هفته در اتاق خشک قرار داده شدند تا رطوبت ساقه، برگ‌ها و کپسول‌ها گرفته شود. سپس کپسول‌ها به همراه دانه داخل آنها توسط دست جدا شده و توسط ترازوی حساس توزین گردید. وزن خشک ساقه به همراه برگ‌ها نیز اندازه‌گیری شد. در مرحله بعدی دانه‌ها از داخل کپسول خارج شده و مقدار عملکرد دانه در هر بوته مشخص گردید. تفاوت وزن دانه‌ها از کپسول‌های حاوی دانه، نشان‌دهنده وزن پوسته هر کپسول بود. همچنین مجموع وزن دانه، پوسته کپسول، برگ‌ها و ساقه به‌عنوان وزن کل گیاه (بدون احتساب ریشه) در نظر گرفته شد. میزان تسهیم ماده خشک به اندام‌های مختلف بر اساس نسبت وزن اندام مورد نظر به وزن کل گیاه محاسبه و به‌صورت درصد بیان شد. تجزیه و تحلیل داده‌ها با استفاده از نرم افزار SAS انجام شد. مقایسه میانگین تیمارها با استفاده از روش دانکن در سطح احتمال ۵ درصد انجام گردید. از نرم افزار SPSS برای تجزیه همبستگی استفاده شد.

۳. نتایج و بحث

جدول ۱ اثر تاریخ‌های مختلف کاشت بر روی صفات ارزیابی شده در گیاه سیاهدانه را نشان می‌دهد. اثر تاریخ کاشت بر روی وزن خشک بوته در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار بود. بیشترین وزن خشک بوته در تاریخ‌های کاشت پاییزه و زمستانه دیده شد. وزن خشک بوته در تاریخ کاشت مهر، دی و اسفند به ترتیب ۲۲/۸۰، ۲۰/۶۳ و ۱۹/۷۳ گرم بود. کمترین وزن خشک بوته مربوط به تاریخ کاشت فروردین ماه بود که به طور معنی‌داری کمتر از بقیه تاریخ‌های کاشت بود (جدول ۲). وزن خشک بوته در این تاریخ کاشت ۱۰/۳۶ گرم در بوته بود که حدود ۵۰ درصد کمتر از تاریخ‌های کاشت قبلی بود. کوتاه بودن طول دوره رشد و فرصت اندک گیاهان جهت استفاده از منابع محیطی مانند نور، خاک و آب و نیز مصادف شدن رشد گیاهان با دماهای بالا در اواخر بهار و اوایل تابستان از دلایل پایین بودن وزن خشک بوته در این تاریخ کاشت می‌باشد.

وزن خشک ساقه و برگ‌ها، وزن پوسته کپسول‌ها و وزن بذر داخل کپسول نیز بطور معنی‌داری تحت تاثیر تاریخ‌های کاشت قرار گرفتند (جدول ۱). مقدار این صفات در تاریخ‌های کاشت اول تا سوم (مهر، دی و اسفند) کم و بیش یکسان بوده و در یک گروه آماری قرار داشتند (جدول ۲). در مقابل کشت گیاهان در فروردین ماه وزن خشک اندام‌های مختلف گیاه را بطور معنی‌داری کاهش داد (جدول ۲).

بذور کاشته شده در تاریخ کاشت اول (اواخر مهر) قبل از فرا رسیدن سرمای زمستان سبز شده و استقرار یافته بودند. این گیاهچه‌ها در زمان بارش اولین برف زمستانه (در اوایل دی ماه)، دارای چند برگ اولیه بودند. این احتمال وجود داشت که گیاهچه‌های سیاهدانه در طی سرمای زمستان از بین روند، اما سرما و یخبندان زمستان نه تنها اثری بر روی آنها نداشت، بلکه همین گیاهچه‌ها در سال بعد بیشترین عملکرد دانه را تولید کردند. این موارد نشان می‌دهد که گیاهچه‌های سیاهدانه مقاوم به یخبندان زمستانه هستند.

جدول ۱- تجزیه واریانس صفات اندازه‌گیری شده در گیاه سیاهدانه کاشته شده در تاریخ‌های مختلف در شهرستان مشگین‌شهر در سال زراعی ۱۴۰۱-۱۴۰۰

منابع تغییر	وزن خشک کل بوته	وزن خشک ساقه و برگ‌ها در بوته	وزن پوسته کپسول‌ها در بوته	وزن دانه‌ها در بوته	تسهیم ماده خشک به ساقه و برگ‌ها	تسهیم ماده خشک به پوسته کپسول‌ها	تسهیم ماده خشک به دانه
تکرار	۱۰/۹ ns	۴/۴۶ ns	۰/۰۵ ns	۱/۴۶ ns	۱۳	۰/۷۵	۱۰/۵
تیمار	۹۰/۸ **	۳۱/۳ **	۱/۲۴**	۸/۲۰ **	۱۱/۴	۰/۵۵	۹/۸
اشتباه	۴/۲	۱/۹۴	۰/۰۵	۰/۵۰۶	۶/۷	۰/۰۶	۵/۱

جدول ۲- مقایسه میانگین صفات ارزیابی شده در گیاه سیاهدانه کاشته شده در تاریخ‌های مختلف در شهرستان مشگین‌شهر در سال زراعی ۱۴۰۱-۱۴۰۰

تاریخ‌های کاشت	وزن خشک کل بوته (گرم)	وزن خشک ساقه و برگ‌ها در بوته (گرم)	وزن پوسته کپسول‌ها در بوته (گرم)	وزن دانه‌ها در بوته (گرم)	تسهیم ماده خشک به ساقه و برگ‌ها (درصد)	تسهیم ماده خشک به پوسته کپسول‌ها (درصد)	تسهیم ماده خشک به دانه (درصد)
مهر ماه	۲۲/۸۰ a	۱۲/۸۷ a	۲/۴۹ a	۷/۴۴ a	۵۶ a	۳۲ a	۱۱ a
دی	۲۰/۶۳ a	۱۱/۰۰ a	۲/۵۱ a	۷/۱۲ a	۵۳ a	۳۴ a	۱۲ a
اسفند	۱۹/۷۶ a	۱۰/۹۳ a	۲/۳۱ a	۶/۵۱ a	۵۵ a	۳۳ a	۱۲ a
فروردین	۱۰/۳۶ b	۵/۳۹ b	۱/۱۷ b	۳/۸۱ b	۵۲ a	۳۷ a	۱۱ a
میانگین	۱۸/۳۸	۱۰/۰۴	۲/۱۲	۶/۲۲	۵۴	۳۴	۱۱

بیشترین ماده خشک تولید شده به ساقه و برگ‌ها و کمترین مقدار به دانه‌ها اختصاص یافت (جدول ۲). میانگین تسهیم ماده خشک به ساقه و برگ‌ها، پوسته کپسول و دانه‌ها به ترتیب ۵۴، ۳۴ و ۱۱ درصد بود. تاریخ‌های مختلف کاشت سیاهدانه تسهیم ماده خشک به اندام‌های مختلف این گیاه را بطور معنی‌داری تحت تاثیر قرار نداد (جدول ۱ و ۲). اسماعیلی (۱۴۰۰) در تحقیقی که بر روی گیاه مریم گلی انجام داد گزارش کرد تنش خشکی تاثیری بر روی تسهیم ماده خشک به ساقه، برگ و گل آذین نداشت. بنابراین به نظر می‌رسد در گیاهان با رشد نامحدود، شرایط نامناسب محیطی مقدار تولیدات فتوسنتزی و بنابراین ماده خشک را کاهش می‌دهد ولی تاثیری بر روی الگوی توزیع ماده خشک (تسهیم) به اندام‌های مختلف ندارد.

منابع

اسماعیلی، رامز. ۱۴۰۰. واکنش مورفوفیزیولوژیکی گیاه مریم‌گلی به تنش خشکی در مرحله گلدهی. پایان نامه کارشناسی ارشد. دانشگاه محقق اردبیلی

Fischer, R.A. 2011. Wheat physiology: a review of recent developments. Crop and Pasture Science. 62: 95-114.

Tyagi, P.K., Pannu, R.K., Sharma, K.D., Chaudhary, B.D., Singh, D.P. 2002. Post-anthesis dry-matter accumulation and its partitioning in different wheat (*Triticum aestivum* L.) genotypes under varying growing environments. Indian Journal of Agronomy. 49(3): 163-167.

The effect of sowing times on dry matter partitioning in black cumin

Mehdi Joudi

Meshgin-Shahr Faculty of Agriculture, University of Mohaghegh Ardabili

Abstract

The aim of this research was to study the effects of sowing times on dry matter partitioning in black cumin. Seed was sown in four sowing dates (mid October, late December, early March, and mid April) at research farm of Meshgin-Shar College of Agriculture under well-watered conditions during 2022-2023 growing season. Results showed that the highest and lowest plant dry weight were obtained in the first and in the last sowing dates, respectively. The same trends were observed in the case of stem plus leaves, and grain weight per plant. The highest and the lowest dry matter were partitioned to the stem plus leaves, and grain, respectively. The pattern of dry matter partitioning to the different organs did not affect significantly by sowing date.

Keywords: Black cumin, partitioning, plant dry weight, sowing date.

تاثیر غلظت‌های مختلف کیتوزان بر برخی شاخص های رشد در *Salvia nemorosa* L.

مرضیه فتوت[۱] *، فرزانه نجفی[۱]، رمضانعلی خاوری نژاد[۱]، داریوش طالعی[۲]، فرهاد رجالی[۳]

[۱] گروه علوم گیاهی، دانشکده علوم زیستی، دانشگاه خوارزمی، تهران

[۲] مرکز تحقیقات گیاهان دارویی، دانشگاه شاهد، تهران

[۳] مؤسسه تحقیقات خاک و آب کشور، کرج

چکیده

مریم گلی جنگلی (*Salvia nemorosa* L.) یک گیاه دارویی معطر از خانواده Lamiaceae است. این گیاه به طور گسترده در مناطق مختلف جهان از جمله ایران پراکنده است و منبع مهم متابولیت‌های ثانویه از جمله ترکیبات فنلی می‌باشد و در صنایع دارویی و غذایی کاربرد دارد. این تحقیق با هدف بررسی اثر غلظت‌های مختلف کیتوزان بر برخی از فاکتورهای رشدی گونه *S. nemorosa* انجام شد. برای این منظور کیتوزان در غلظت‌های ۰، ۵۰، ۱۰۰، ۲۰۰ و ۴۰۰ میلی‌گرم در لیتر در ماه چهارم دوره رشد رویشی گیاه چهار بار محلولپاشی شد. یک هفته پس از آخرین محلول پاشی، برای اندازه‌گیری پارامترهای رشد (ارتفاع اندام هوایی و ریشه، وزن تر و خشک اندام هوایی و ریشه)، گیاهان برداشت شدند. نتایج نشان داد که کیتوزان تأثیری بر ارتفاع اندام هوایی ندارد، اما ارتفاع ریشه را تا حدودی افزایش داد. همچنین غلظت ۵۰ میلی‌گرم در لیتر کیتوزان بر وزن تر و خشک اندام هوایی و ریشه بهترین عملکرد را نشان داد، در حالی که در غلظت‌های بالاتر اثر معکوس مشاهده شد. با توجه به نتایج بدست آمده غلظت ۵۰ میلی‌گرم در لیترکیتوزان جهت بهینه‌سازی رشد *S. nemorosa* معرفی می‌گردد. به نظر می‌رسد که غلظت‌های بالاتر کیتوزان برای این گیاه تنش‌زا است و موجب کاهش رشد آن می‌شود.

واژگان کلیدی: رشد، کیتوزان، گیاهان دارویی، وزن تر، وزن خشک، *Salvia nemorosa*.

ایمیل نویسنده مسئول

E-mail: m.fotovvat1@yahoo.com

۱. مقدمه

Salvia nemorosa L. با نام رایج مریم گلی چوبی یا جنگلی که به زیستگاه طبیعی آن در بیشه‌ها و جنگل‌ها اشاره دارد، از خانواده Lamiaceae است. گیاهی است علفی و چند ساله با گل‌هایی به رنگ بنفش تا بنفش مایل به آبی که از شرق و جنوب شرقی اروپا تا آسیای مرکزی می روید (Chizzola, 2012; Heydari et al., 2020). برگ‌های *S. nemorosa* در طب سنتی برای توقف خونریزی، درمان معده درد، اسهال، خونریزی و جوش در ترکیه، روسیه و بلغارستان استفاده می شود (Bahadori et al., 2017). *S. nemorosa* مانند گونه های مختلف جنس مریم گلی منبع مهمی از اسانس ها و متابولیت های ثانویه فنلی است (Mahdieh et al., 2018).

استفاده از محرک‌های زیستی مانند کیتوزان، رویکردهای مفیدی برای بهبود عملکرد گیاه هستند.کیتوزان به عنوان یک پلیمر زیستی اغلب از پوسته سخت پوستان و میگو توسط حذف گروه استیل بدست می‌آید. کیتوزان به عنوان ماده‌ای در جهت بهبود کمیت و کیفیت تولیدات زراعی و باغبانی معرفی شده است. در کشاورزی کیتوزان به عنوان یک محرک سیستم دفاعی گیاه مورد توجه قرار گرفته است؛ و باعث مقاومت گیاهان زراعی به تنش‌های زیستی و غیر زیستی می‌شود. همچنین یکی از رایج‌ترین الیسیتورهای مورد استفاده برای تولید متابولیت‌های ثانویه در گیاهان دارویی و معطر است. مطالعات نشان داده است که در بسیاری از گیاهان بعد از کاربرد کیتوزان سیستم‌های آنتی اکسیدان فعال می‌شوند. همچنین اثرات مثبت آن بر رشد، نمو، جذب و انتقال یون در گونه‌های گیاهی مختلف گزارش شده است. از آنجایی که در مراحل نموی مختلف، نوع و غلظت کیتوزان مناسب برای پاسخ‌های گیاهی نیازمند است، بررسی غلظت کیتوزان مناسب برای هر گونه گیاهی قبل از استفاده توصیه می‌شود (Srisornkompon et al., 2014; Vosoughi et al., 2018). بنابراین این پژوهش، با هدف بررسی تأثیر غلظت‌های مختلف کیتوزان بر برخی شاخص‌های رشدی گیاه *S. nemorosa* و معرفی بهترین غلظت در این گونه انجام شد.

۲. مواد و روش‌ها

۱.۲. منطقه مورد مطالعه

بذر گونه *S. nemorosa* از منطقه خراسان رضوی با عرض جغرافی "۱۷/۹۳ '۱۴ °۳۶ و طول جغرافی "۲۵/۴۸ '۴۰ °۵۹ در تابستان ۱۳۹۷ جمع آوری و پس از شناسایی یک نمونه هرباریومی در دانشگاه همدان (BASU 34232) نگهداری شد.

۲.۲. کشت گلدانی

برای کشت درگلدان ابتدا بذرها سترون شدند. سپس بذرهای سترون به منظور جوانه زنی در کوکوپیت در شرایط آزمایشگاهی کشت داده شدند. بعد از یک ماه، بوته‌های یکنواخت ۲-۴ برگی به گلدان‌های پلاستیکی به عمق ۱۱ سانتی‌متر منتقل شدند. به منظور تامین عناصر غذایی هفته‌ای دوبار از محلول غذایی هوگلند استفاده گردید. غلظت‌های مختلف کیتوزان با وزن مولکولی متوسط (۰، ۵۰، ۱۰۰، ۲۰۰ و ۴۰۰ میلی‌گرم در لیتر) در استیک اسید ۱٪ تهیه شدند و در ماه چهارم هفته‌ای یک بار بر روی برگ‌ها بصورت افشانه برگی تیمار شدند. یک هفته بعد از محلول پاشی چهارم، ریشه و اندام هوایی گیاه جدا شد. به منظور بررسی اثر احتمالی استیک اسید ۱٪، نمونه شاهد آب خالص در نظر گرفته شد. درمجموع برای هر تیمار ۳ تکرار در نظر گرفته شد.

۳.۲. اندازه گیری طول اندام هوایی و ریشه‌ها

طول اندام هوایی و ریشه‌ها در گیاهچه‌های تیمار شده اندازه‌گیری شد. برای هر تیمار میانگین طول برای۳ گیاهچه و براساس واحد سانتی متر گزارش شد.

٤.۲. اندازه گیری وزن تر و خشک اندام هوایی و ریشه‌ها

پس از جدا کردن ریشه‌ها از اندام‌های هوایی، وزن آن‌ها با ترازو اندازه‌گیری شد. به منظور سنجش وزن خشک نمونه‌ها پس از این که آن‌ها به مدت ۴۸ ساعت در آون در دمای ۸۵ درجه سانتی‌گراد خشک شدند، با ترازو اندازه‌گیری شد. برای هر تیمار میانگین وزن برای ۳ گیاهچه و براساس واحد گرم گزارش شد.

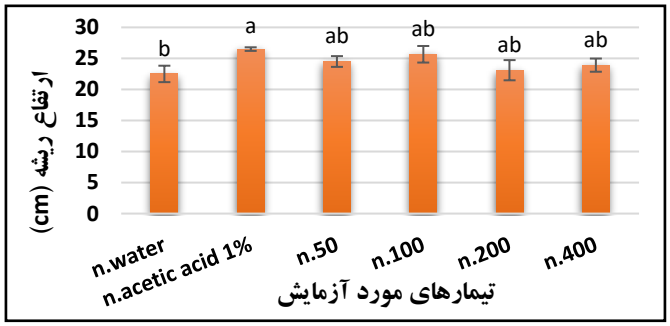
٦.۲. تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها

آزمایشات بر اساس طرح آماری بلوک‌های کاملا تصادفی اجرا شده است. برای تعیین معنی‌دار بودن تفاوت بین میانگین‌ها، ابتدا داده‌ها به کمک آنالیز واریانس یک‌طرفه (ANOVA) توسط نرم افزار SPSS (ویرایش۲۶) تجزیه و تحلیل شدند؛ سپس میانگین‌ها با کمک آزمون چند دامنه‌ای دانکن مقایسه و گروه‌بندی و تفاوت بین آن‌ها در سطح $P \leq ۰/۰۵$ تعیین شد. نمودارها با استفاده از نرم افزار Excel رسم شدند.

۳. نتایج

تاثیر کیتوزان بر ارتفاع اندام هوایی و ریشه

بر اساس نتایج این تحقیق، کیتوزان تغییری در ارتفاع اندام هوایی گیاه نداشت و در تمامی غلظت‌های مورد استفاده ،گیاه به حالت روزت باقی ماند (نتایج نشان داده نشده است). اما کاربرد کیتوزان موجب افزایش جزئی ارتفاع ریشه نسبت به گروه شاهد شد که این افزایش در تیمار استیک اسید ۱٪ که به عنوان حلال کیتوزان بود به میزان ۱۷/۷۸ درصد برآورد شد که این افزایش معنی دار بود (شکل۱).



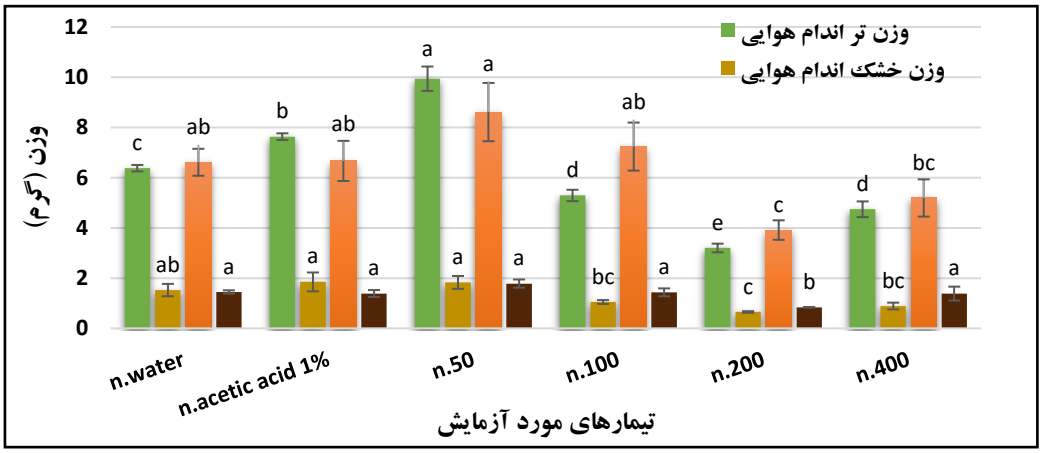
شکل۱- نمودار اثر غلظت‌های مختلف کیتوزان بر ارتفاع ریشه در (n) *S. nemorosa*. غلظت کیتوزان بر حسب میلی‌گرم بر لیتر.حروف غیرمشابه نشان‌دهنده‌ی وجود تفاوت معنی‌دار بین میانگین‌ها در سطح احتمال $P \leq ۰/۰۵$ می‌باشد.

تاثیر کیتوزان بر وزن تر و خشک اندام هوایی: بر اساس نتایج مطالعه حاضر، تیمار گیاه با استیک اسید ۱٪ و غلظت ۵۰ میلی‌گرم در لیتر کیتوزان باعث افزایش معنی دار وزن تر اندام هوایی *S. nemorosa* به ترتیب به میزان ۱۹/۶۸ و ۵۵/۸۷ درصد نسبت به گروه شاهد شد. کیتوزان در سایر غلظت‌ها موجب کاهش وزن تر اندام هوایی شد به طوریکه بیشترین کاهش در غلظت ۲۰۰ میلی گرم بر لیتر کیتوزان به میزان ۴۹/۸۲ درصد مشاهده شد.

همچنین استیک اسید ۱٪ و غلظت ۵۰ میلی‌گرم در لیتر باعث افزایش وزن خشک اندام هوایی *S. nemorosa* به ترتیب به میزان ۲۱/۳۱ و ۱۹/۹۰ درصد نسبت به گروه شاهد شدند که این افزایش معنی دار نبود. تیمار کیتوزان در سایر غلظت‌ها موجب کاهش وزن خشک اندام هوایی شد به طوریکه بیشترین کاهش در غلظت ۲۰۰ میلی گرم بر لیتر کیتوزان به میزان ۵۷/۲۸ درصد مشاهده شد (شکل ۲).

تاثیر کیتوزان بر وزن تر و خشک ریشه: بر اساس نتایج بدست آمده وزن تر ریشه در تیمار استیک اسید ۱٪ و غلظت‌های ۵۰ و ۱۰۰ میلی گرم در لیتر کیتوزان افزایش پیدا کرد، اما این افزایش معنی دار نبود. تیمار کیتوزان در غلظت‌های ۲۰۰ و ۴۰۰ میلی‌گرم در لیتر موجب کاهش وزن تر ریشه شد به طوریکه بیشترین کاهش در غلظت ۲۰۰ میلی‌گرم بر لیتر کیتوزان به میزان ۴۰/۸۱ درصد مشاهده شد.

بر اساس نتایج بدست آمده، کیتوزان تنها در غلظت ۵۰ میلی‌گرم در لیتر موجب افزایش وزن خشک ریشه *S. nemorosa* نسبت به گروه شاهد شد که این افزایش معنی دار نبود. در سایر غلظت‌ها، کیتوزان موجب کاهش وزن خشک ریشه نسبت به گروه شاهد شد که این کاهش (۴۲/۱۵ درصد) تنها در غلظت ۲۰۰ میلی‌گرم در لیتر معنی‌دار بود (شکل ۲).



شکل۲- نمودار اثر غلظت‌های مختلف کیتوزان بر وزن تر و خشک اندام هوایی و ریشه (n) *S.nemorosa*. غلظت کیتوزان بر حسب میلی گرم بر لیتر. حروف غیرمشابه نشان‌دهنده‌ی وجود تفاوت معنی‌دار بین میانگین‌ها در سطح احتمال ۰/۰۵ $P \leq$ می‌باشد.

٤. بحث و نتیجه‌گیری

بر اساس نتایج مطالعه حاضر به نظرمی‌رسد عکس العمل گونه‌های گیاهی نسبت به کیتوزان بسته به غلظت کیتوزان مورد استفاده متفاوت باشد به طوریکه کیتوزان در غلظت‌های پایین‌تر توانست موجب بهبود عملکرد گیاه شود و در غلظت‌های بالاتر این اثر کاهش یافت. بر اساس مطالعات کیتوزان موجب رشد، توسعه سلولی و در نتیجه افزایش عملکرد گیاه می‌شود. هرچند مکانیسم عملکرد کیتوزان بر رشد گیاه هنوز ناشناخته باقی مانده است، اما احتمالا کیتوزان با افزایش فعالیت آنزیم‌های کلیدی در متابولیسم نیتروژن و بهبود انتقال نیتروژن و همچنین علامتدهی برای سنتز ژیبرلین و اکسین موجب افزایش رشد گیاه می‌شود (Mondal et al., 2012; Sopalun et al., 2010). محلول‌پاشی کیتوزان باعث افزایش ارتفاع، وزن تر و خشک برگ در

Dracocephalum moldavica شد (Gohari and Bahrami, 2020). در مطالعه حاضر کیتوزان در غلظت ۵۰ میلی‌گرم در لیتر موجب افزایش وزن تر اندام هوایی شد.

Berliana و همکاران (۲۰۲۰) بیان کردند که هورمون‌ها در غلظت‌های بسیار کمی عملکرد بهینه دارند و غلظت بیش از حد آن‌ها روی رشد گیاه تأثیر منفی می‌گذارد، از آنجایی که کیتوزان از طریق سنتز ژیبرلین، اکسین و آبسیزیک اسید در رشد گیاه نقش دارد (Uthairatanakij et al., 2007) کاربرد غلظت بالای کیتوزان می‌تواند اثر منفی داشته باشد؛ این امر در مورد اثر غلظت‌های ۱۰۰، ۲۰۰ و ۴۰۰ میلی‌گرم در لیتر کیتوزان بر وزن تر و خشک اندام هوایی و ریشه *S. nemorosa* در پژوهش حاضر مشاهده شد. بر اساس نتایج مطالعه حاضر غلظت ۵۰ میلی‌گرم در لیتر کیتوزان در رشد گونه *S. nemorosa* بهترین عملکرد را نشان داد که می‌تواند برای کشت و پرورش این گیاه دارویی مورد استفاده قرار گیرد.

تشکر و قدردانی

نویسندگان این مقاله از مسئولین دانشگاه خوارزمی، مرکز تحقیقات گیاهان دارویی دانشگاه شاهد و همچنین از صندوق حمایت از پژوهشگران جوان (INSF; Grant No. 98015309) بابت همکاری‌ها و حمایت مالی تشکر و قدردانی می‌کنند.

منابع

Bahadori, M.B., Asghari, B., Dinparast, L., Zengin, G., Sarikurkcu, C., Abbas-Mohammadi, M., Bahadori, S. 2017. *Salvia nemorosa* L.: A novel source of bioactive agents with functional connections. LWT. 75: 42-50.

Berliana, A.I., Kuswandari, C.D., Retmana, B.P., Putrika, A., Purbaningsih, S. 2020. Analysis of the potential application of chitosan to improve vegetative growth and reduce transpiration rate in Amaranthus hybridus. Earth and Environmental Sciences. 481: 012021.

Chizzola, R. 2012. Composition and variability of the essential oil of *Salvia nemorosa* (Lamiaceae) from the Vienna area of Austria. Nat Prod Commun. 7: 1671-1672.

Gohari, G., Bahrami, M. 2020. Effects of chitosan as growth elicitor on some growth parameters and essential oils yield of *Dracocephalium moldavica* L. under salinity condition. Journal of Agricultural Science and Sustainable Production. 30: 155-169.

Heydari, H.R., Chamani, E., Esmaielpour, B. 2020. Cell line selection through gamma irradiation combined with multi-walled carbon nanotubes elicitation enhanced phenolic compounds accumulation in *Salvia nemorosa* cell culture. Plant Cell Tissue Organ Cult. 142: 353-367.

Mahdieh, M., Talebi, S.M., Akhani, M. 2018. Infraspecific essential oil and anatomical variations of *Salvia nemorosa* L. (Labiatae) populations in Iran. Ind. Crops Prod. 123: 35-45.

Mondal, M.A., Malek, M.A., Puteh, A.B, Ismail, M.R., Ashrafuzzaman, M., Naher, L. 2012. Effect of foliar application of chitosan on growth and yield in okra. Australian Journal of Crop Science. 6 (5): 918-921.

Uthairatanakij, A., Teixeira da Silva, J.A., Obsuwan, K. 2007. Chitosan for improving orchid production and quality. Orchid Science and Biotechnology. 1: 1-5.

Vosoughi, N., Gomarian, M., Pirbalouti, A.G., Khaghani, S., Malekpoor, F. 2018. Essential oil composition and total phenolic, flavonoid contents, and antioxidant activity of sage (*Salvia officinalis* L.) extract under chitosan application and irrigation frequencies. Ind. Crops Prod. 117: 366-374.

Sopalun, K., Thammasiri, K. Ishikawa, K. 2010. Effects of Chitosan as the Growth Stimulator for Grammatophyllum speciosum in Vitro Culture. International Scholarly and Scientific Research & Innovation, 4 (11): 828-830.

Srisornkompon, P., Pichyangkura, R., Chadchawan, S. 2014. Chitosan increased phenolic compound contents in tea (*Camellia sinensis*) leaves by pre-and post-treatments. Journal of Chitin and Chitosan Science. 2: 93-98.

The Effect of Different Concentrations of Chitosan on Certain Growth Indicators in *Salvia nemorosa* L.

Marzieh Fotovvat[1]*, Farzaneh Najafi[1], Ramazan Ali Khavari-Nejad[1], Daryush Talei[2], Farhad Rejali[3]

[1] Department of Plant Sciences, Faculty of Biological Sciences, Kharazmi University, Tehran, Iran
[2] Medicinal Plants Research Center, Shahed University, Tehran, Iran
[3] Soil and Water Research Institute, Karaj, Iran

Abstract

Salvia nemorosa L. is an aromatic medicinal herb of the Lamiaceae family. The plant is extensively distributed in different regions of the world including Iran. It is an important source of secondary metabolites including phenolic compounds and is used in pharmaceutical and food industries.
This research was conducted with the aim of studying the effect of different concentrations of chitosan on some growth factors of *S. nemorosa*. For this purpose, Chitosan in concentrations of 0, 50, 100, 200 and 400 mg L^{-1} was foliar sprayed four times in the fourth month of the vegetative growth period. One week after the last foliar application, the plants were harvested to measure growth parameters (shoot length, root length, shoot fresh weight, shoot dry weight, root fresh weight and root dry weight). The results showed that chitosan has no effect on the shoot length, but it increased the root length to some extent. Also, the concentration of 50 mg L^{-1} of chitosan showed the best performance on fresh and dry weight of shoots and roots, while the opposite effect was seen at higher concentrations. The results of this research introduce the concentration of 50 mg L^{-1} chitosan in optimizing growth of *S. nemorosa*. It seems that higher concentrations of chitosan are stressful for this plant and reduce its growth.

Keywords: chitosan, dry weight, fresh weight, growth, medicinal plants, *Salvia nemorosa*.

تاثیر کاربرد کودهای آلی، شیمیایی سنتی و نانو ساختار و زیستی بر مولفه های بیوشیمیایی در گیاه داروئی بادرشبو (Dracocephalum moldavica L.)

محسن جان محمدی[1*]

گروه مهندسی تولید و ژنتیک گیاهی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه مراغه

چکیده

مدیریت مصرف کودها و عناصر غذایی تا حد قابل توجهی می‌تواند کیفیت و کمیت و خصوصیات بیوشیمیایی داخل گیاه را تحت تاثیر قرار دهند. آزمایش حاضر به منظور بررسی منابع مختلف کودی بر میزان رنگدانه های فتوسنتزی و محافظتی و همچنین بیومارکرهای بیوشیمیایی در گیاه بادرشبو کشت شده در منطقه مراغه در شرایط مطلوب آبیاری بود. تیمارهای آزمایشی شامل ۱- شاهد (بدون مصرف کود)،۲- مصرف مقادیر توصیه شده کود درشت مغذی شمیایی NPK، ۳- ۲۰ تن کود دامی پوسیده، ۴- کود نانو ساختار Fe و Zn، ۵- کود زیستی (*Azotobacter chroococcum + Azospirillum lipoferum*) بودند. نتایج آزمایش نشان داد که بیشترین محتوای کلروفیل a ، b، با کاربرد کود NPK در برگهای گیاه بادرشبو حاصل گردید. با این حال بیشترین میزان حداکثر عملکرد کوانتومی (F_v/F_m) در شرایط کاربرد کود دامی به ثبت رسید. بالاترین محتوای رنگدانه های محافظتی آنتوسیانین و کارتنوئید، بیشترین میزان پرولین و محتوای پروتئین در شرایط کود دامی مشاهده گردید. گیاهان پرورش یافته در شرایط کود NPK، کودهای ریز مغذی نانوساختار از نظر تاثیر بهبود دهنده در جایگاه بعدی قرار داشتند. به طور کلی نتایج آزمایش نشان داد که کاربرد کودهای دامی و شیمیایی می‌تواند میزان رنگدانه ها و شاخص های بیوشیمیایی تا حد قابل توجهی در مقایسه با شرایط شاهد افزایش دهد.

واژگان کلیدی: آنتوسیانین، پرولین، رنگدانه های فتوسنتزی، فلورسانس،کارتنوئید

[1] E-mail: jmohamad@ut.ac.ir

۱. مقدمه

طبق بربادرشبو گیاهی علفی و یک ساله از خانواده نعناعیان می‌باشد. این گیاه متعلق به تیره جعفریان (Lamiaceae) دارای شاخ و برگ نسبتا زیاد و متراکم و منشعب می‌باشد. ارتفاع گیاه درحدود ۸۰-۲۰ سانتی‌متر و برگهای آن متقابل می‌باشد. گلهای این گیاه درشت آبی مایل به بنفش یا سفید است (Badalzadeh et al.,2018). با وجودی که منشاء گیاه بادرشبو جنوب سیبری و دامنه های هیمالیایی گزارش شده است ولی به خوبی با برخی اقلیم های شمال غرب ایران سازگار شده است. اسانس این گیاه نسبتا زیاد، معطر، مطبوع و مشابه گیاه بادرنجبویه است. ترکیبات اصلی آن شامل ژرانیال، نرال، ژرانیل استات و ژرانیول است که مونوترپن های حقلوی اکسیژن‌دار هستند و حدود ۹۰ درصد اسانس را تشکیل می‌دهند و بیشترین میزان اسانس در مرحله گلدهی می‌باشد. اسانس بادرشبو دارای خاصیت آرام بخش و اشتهاآور ضد میکروبی و باکتریایی و التیام دهنده زخم و جراحات می‌باشد.

بررسی برخی مولفه های زیستی نظیر محتوای کلروفیل، فلورسانس کلروفیل، میزان رنگدانه های محافظتی و تنظیم کننده های اسمزی و پروتئین کل می تواند اطلاعات ارزشمندی در خصوص کارکرد سلولهای گیاهی و نمود کلی گیاه ارائه نماید. مدیریت های تغذیه ای و کودی یکی از مهمترین موارد تاثیر گذار بر کیفیت و کمیت گیاهان دارویی می‌باشد. کاربرد کودهای شیمیایی با وجود برخی تاثیرات زیست محیطی هنوز به خوبی در گیاهان دارویی و گیاه بادرشبی شناسایی نشده است. خاکهای مناطق نیمه خشک با محدودیت های مختلفی نظیر پایین بودن میزان رطوبت، بالا بودن pH مواجه می‌باشند و این امر باعث می‌شود فراهم شدن و جذب برخی از عناصر به شدت کاهش یابد که در بین این عناصر می توان آهن، فسفر، روی، منگنز، کبالت و غیره را نام برد. در برخی از مناطق با خاک آهکی مسئله کمبود عناصر ریزمغذی مطرح نیست زیرا این عناصر در خاک هستند و حتی به مقدار زیاد ولی به علت وجود آهک و یون کلسیم فراوان، رها سازی و جذب عناصر صورت نمی گیرد. از سوی دیگر بدلیل بارشهای پایین و نامنظم در مناطق نیمه خشک و پایین بودن پوشش گیاهی، خاک های این مناطق دارای ماده آلی بسیار پایین می‌باشند. رسوب آنیونهای فسفات در pH بالای ۷ بوسیله کلسیم، فسفر را برای گیاه غیر قابل دسترس می نماید. از آنجا که کمبود مواد آلی در این خاکها شایع است، لذا باید سعی شود سطح مواد آلی این خاکها بالا نگه داشته شود. بخوبی مشخص شده است که مواد آلی از طریق ذخیره کربن و عناصر غذایی، بهبود تهویه و ظرفیت نگه داری آب و در نتیجه باروری خاک نقش مهمی در اصلاح اکوسیستم های خاکی دارند. افزودن مواد آلی به خاک (بصورت طبیعی یا مصنوعی) می تواند میزان نیتروژن قابل دسترس گیاه را افزایش، میزان سایر عناصر غذایی خاک را تغییر خاکدانه سازی را بهبود و تعداد و انواع جانداران موجود در خاک را تغییر دهد(Atkinson and Christine, 2019). مواد آلی عامل حیات خاک و همچنین منبع ذخیره عناصر غذایی در نظر گرفته می‌شود. این مواد نقش مهمی در حفظ حاصلخیزی و باروری خاک دارند و به عنوان منبع ذخیره نیتروژن، فسفر و گوگرد خاک در نظر گرفته می‌شوند و از شستشوی عناصر غذایی جلوگیری می نمایند (Almasi, 2021). مواد آلی با کمپلکس کردن کلسیم محلول و کاهش غلظت آن در محلول خاک از تشکیل فسفات کلسیم جلوگیری می‌نماید. برای بالا بردن سطح مواد آلی خاکهای آهکی می‌توان از کودهای دامی استفاده نمود. کودهای دامی عناصر غذایی را به تدریج آزاد کرده و از هدررفت آنها در اثر شستشو جلوگیری می کنند و باعث می شوند جذب آنها توسط گیاه به بیشترین مقدار صورت گیرد. این کودها علاوه بر اینکه منبع خوبی از عناصر غذایی هستند خصوصیات فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیک

خاک را نیز بهبود می بخشند (Zamil et al., 2004). در بین ریزمغذیها روی (Zn) و آهن (Fe) برای رشد گیاه ضروری بوده و کوفاکتور بسیاری از آنزیمهای کلیدی برای رشد می‌باشند. در سالهای اخیر استفاده از تکنیک‌های نانوتکنولوژی منجر به تولید نسل جدیدی از کودهای ساختار شده است. در ساخت این کودها ذرات فعال غذایی با ابعاد کمتر از ۱۰۰ نانومتر بر روی عوامل کلات‌گر استفاده شده‌اند و با رهایش تدریجی می‌توانند نیاز غذایی گیاه را به خوبی تأمین نمایند با توجه به شرایط نامساعد خاکی در مناطق نیمه خشک استفاده از افشانه سازی بر روی شاخساره می‌تواند روش جایگزینی برای کاربرد کودها باشد. کودهای زیستی حاوی میکروارگانیسم‌های (قارچ‌ها و باکتری‌ها) مفیدی می‌باشند که در بسیاری از فرآیندهای اکولوژیکی نظیر تسریع و تسهیل چرخه مواد مغذی، بهبود تامین عناصر ضروری، رشد و نمو گیاهان نقش دارند (Sarkar et al., 2021) با توجه به تمایل به تولید گیاهان داروئی و معطر در جهان رو به افزایش است و کشت این گیاهان بر پایه کشاورزی پایدار، می تواند کیفیت آنها را تضمین نماید. با توجه به نقش نظامهای تغذیه ای آزمایش حاضر به منظور بررسی اثرات منابع مختلف کودی بر خصوصیات بیوشیمیایی گیاه بادرشبو در منطقه مراغه انجام گردید.

۲. مواد و روش‌ها

این مطالعه به صورت مزرعه ای در کشتزار پژوهشی دانشگاه مراغه در طی سال ۱۳۹۷ و در قالب طرح بلوک های کامل تصادفی با سه تکرار انجام گردید. تیمارهای آزمایشی شامل ۱- شاهد (بدون مصرف کود)،۲- مصرف مقادیر توصیه شده کود درشت مغذی شمیایی NPK، ۳- ۲۰ تن کود دامی پوسیده، ۴- کود نانو ساختار Fe و Zn، ۵- کود زیستی (*Azotobacter chroococcum* + *Azospirillum lipoferum*) بودند. کودهای زیستی در هنگام کاشت و از طریق تلقیح بذری بکار برده شد. خاکورزی اولیه در طی پاییز انجام گردید و پس از انجام خاکوری ثانویه و کرت بندی کود دامی در طی اسفندماه ۱۳۹۶ با خاک تا عمق ۱۰ سانتی متر با خاک مخلوط گردید. کود شیمیایی NPK در مقادیر توصیه شده بر حسب آنالیز خاک-80-150 55 کیلوگرم در هکتار مصرف گردید. تمامی کود فسفر و پتاسیم در هنگام کاشت و کود نیتروژن در طی سه مرحله کاشت، ۳۰ روز پس از کاشت و ۴۵ روز پس ازکاشت به صورت سرک مصرف گردید. کودهای نانوساختار به صورت محلول پاشی با غلظت ۱۰۰۰ پی پی ام در طی سه مرحله ۲۰، ۳۰ و ۴۰ روز بعد از کاشت مصرف گردید. بذور بادرشبو توده ارومیه از مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان آذربایجان غربی تهیه شد و در اواخر فرودین ماه به صورت جوی پشته ای کشت با فواصل ۳۰ سانتی متر بین پشته و فاصله ۱۰ سانتی متر روی ردیف انجام گردید. بلافاصله پس از کاشت مزرعه آبیاری گردید. آبیاری به صورت تحت فشار قطره ای در بازه های زمانی ۱۰-۵ روز برحسب رطوبت خاک انجام گردید. در مرحله ۵۰ درصد گلدهی از هر کرت ۳ بوته تصادفی با در نظر گرفتن حاشیه انتخاب گردید و کلروفیل a، b، کارتنوئید، محتوای پرولین، آنتوسیانین، فلورسانس کلروفیل اندازه گیری شد. برای ارزیابی غلظت کلروفیل روش پیشنهادی لیکنتالار و ویلبورن (Lichtenthaler & Wellburn, 1983) مورد استفاده قرار گرفت. بدین منظور ۰/۱ گرم نمونه برگی را در ۱۰ میلی‌لیتر استون ۸۰٪ داخل آون چینی ساییده و پس از سانتریفیوژ، نمونه‌ها توسط دستگاه اسپکتروفتومتر در طول موج‌های ۶۴۵ nm و ۶۶۳ nm قرائت گردید. با توجه به حساسیت بالای کلروفیل نسبت به نور، در تمامی مراحل انجام استخراج کلروفیل تا زمان قرائت توسط دستگاه اسپکتروفتومتر، نمونه‌ها در تاریکی نگهداری شد.

Chl a (mg g-1) = [(12.7 (OD663) – 2.59 (OD645)].[V/ (1000.W)]

Chl b (mg g-1) = [22.9 (OD645) – 4.69 (OD663)].[V/ (1000.W)]

Cart=[(1000A470-1.8Ca-85.02C*b*)]/198

برای تعیین مقدار پرولین نیز ۰/۲ گرم از نمونه برگی در ۱۰ میلی‌لیتر اسیدسولفوسالیسیلیک ۳ درصد در هاون هضم شده و عصاره حاصل بعد از قرارگیری در دستگاه سانتریفیوژ با ۱۳۰۰۰ دور در دقیقه به مدت ۱۰ دقیقه در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد سانتریفیوژ گردید. سپس ۲ میلی‌لیتر از عصاره صاف شده به همرا ۲ میلی‌لیتر معرف نین‌هیدرین و ۲ میلی‌لیتر اسید استیک گلاسیال به مدت یک ساعت در حمام بن ماری در دمای ۱۰۰ درجه سانتی‌گراد قرار گرفت. بعد از سرد شدن به هر یک از نمونه‌ها ۴ میلی‌لیتر تولوئن اضافه شد. غلظت پرولین با استفاده از دستگاه اسپکتروفتومتر در طول موج ۵۲۰ نانومتر و با توجه به منحنی استاندارد بر حسب میلی‌گرم بر گرم بافت تازه تعیین شد (Bates et al., 1973). محتوای آنتوسیانین به روش گیوستی و ورولستاد (۲۰۰۱) اندازه گیری شد. بررسی میزان فلورسانس کلروفیل و حداکثر عملکرد کوانتومی (F_v/F_m) از طریق دستگاه فلوریمتر (PAM-2500) صورت گرفت. محاسبات آماری شامل تجزیه واریانس داده ها با استفاده از نرم افزار SAS و مقایسه میانگین ها با استفاده از نرم افزار MSTAT-C بر اساس آزمون LSD در سطح احتمال ۵ درصد انجام گردید.

۳. نتایج

نتایج مقایسه میانگین بین سطوح مختلف کودی و نتایج تجزیه واریانس در جدول ۱ نشان داده شده است. نتایج آزمایش حاکی از آن بود که کاربرد کودهای مختلف تاثیر معنی داری بر محتوای انواع کلروفیل داشت به طوری که کود شیمیایی NPK در مقایسه با شاهد توانست میزان کلروفیل a را در حدود ۵۵ درصد افزایش دهد و بالاترین میزان کلروفیل a در گیاهان پرورش یافته در شرایط کاربرد کود شیمیایی NPK مشاهده گردید (جدول ۱).

جدول ۱. تاثیر تیمارهای مختلف کودی بر محتوای رنگدانه ها و مولفه های بیوشیمیایی در برگهای بالایی گیاه بادرشبو کشت شده در منطقه مراغه.

تیمارهای کودی	Chl-a	Chl-b	Anthocyanin	Carotenoids	Proline	Protein	Fv/Fm
شاهد	4.61^{de}	2.41^{d}	1.13^{e}	0.42^{e}	22.37^{cd}	14.91^{d}	0.703^{d}
NPK	7.21^{a}	3.89^{a}	1.17^{b}	1.17^{b}	29.04^{ab}	17.28^{b}	0.831^{ab}
کود دامی	6.08^{bc}	3.41^{b}	1.34^{a}	1.34^{a}	34.28^{a}	19.39^{a}	0.862^{a}
Nano-Fe+Zn	6.11^{b}	3.61^{ab}	0.78^{c}	0.78^{c}	33.69^{a}	16.44^{c}	0.782^{c}
کود زیستی	5.38^{cd}	2.94^{c}	0.62^{d}	0.62^{d}	24.14^{c}	15.30^{cd}	0.761^{c}
معنی داری آماری	*	**	**	**	*	*	**
ضریب تغییرات%	11.04	7.54	9.01	4.31	9.33	10.27	8.27

Chl-a: محتوای کلروفیل a (mg. g^{-1} FW)، Chl-b: محتوای کلروفیل b، Anthocyanin: محتوای آنتوسیانین (mg. g^{-1} FW)، Carotenoids: محتوای کارتنوئیدها (mg. g^{-1} FW)، Proline: محتوای پرولین (µg. g^{-1} FW)، Protein: محتوای پروتئین (g/100 g DW)، Fv/Fm: حداکثر علمکرد بالقوه کوانتومی فتوسیستم دو، *: معنی دار در سطح آماری ۵ درصد، **: معنی داری در سطح آماری ۵ درصد.

روند مشابهی برا محتوای کلروفیل b به ثبت رسید به طوری که کاربرد کود شیمیایی NPK در مقایسه با شاهد توانست محتوای این رنگیزه را ۶۱ درصد افزایش دهد. با وجودی که تمامی منابع کودی موجب افزایش محتوای کلروفیل گردیدند با این حال کاربرد کودهای نانو ساختار روی و آهن بعد از کود شیمیایی سنتی بیشترین تاثیر بهبود دهنده بر روی این رنگیزه ها را دار بود و کودهای دامی و زیستی در جایگاه های بعد قرار داشتند. با این حال بررسی محتوای کارتنوئید و آنتوسیانین بعنوان

مهمترین رنگیزه های محافظتی حاکی از آن بود که کاربرد کود دامی توانست میزان این رنگیزه ها را مقایسه با شاهد به ترتیب حدود ۱۳۲ و ۸۵ درصد افزایش داد و بالاترین محتوای این رنگیزه ها نیز با کاربرد کود دامی حاصل گردید. محتوای پرولین و کل پروتئین در سطح آماری ۵ درصد تحت تاثیر تیمارهای کودی قرار گرفت. برای بیومارکرهای مذکور نیز روندی مشابه رنگیزه های محافظتی به ثبت رسید. بیشترین تاثیر با کاربرد کود دامی حاصل گردید به طوریکه کاربرد کود دامی میزان پرولین و پروتئین را ۵۳ و ۲۹ درصد در مقایسه با شاهد افزایش داد و کاربرد کود شیمیایی و کودهای نانو ساختار آهن و روی به ترتیب در جایگاه دوم و سوم قرار داشتند. بررسی میزان فلورسانس متغییر و حداکثر و حداکثر کارایی بالقوه کوانتومی نیز نشان داد که میزان این مولفه در گیاهان پرورش یافته با کاربرد کود دامی و شیمیایی NPK در مقایسه با سایر تیمارها به طور معنی‌داری بالاتر بود.

٤. بحث و نتیجه‌گیری

یافته های پژوهش حاضر نشان داد که شاخص های فیزیولوژیکی و پارامترهای بیوشیمیایی به تیمارهای مدیریت تغذیه ای گیاه دارویی بادرشبی به طور معنی دار عکس العمل نشان می‌دهند. بیشترین تاثیر با کاربرد کود دامی و کود شیمیایی NPK به ثبت رسید. نتایج بدست آمده با گزارشات پیشین Badalzadeh et al. (2019) و Rahimzadeh et al. (2013) مطابقت داشت. در این راستا گزارشات حاکی از آن است که عرضه کافی عناصر نیتروژن و فسفر از طریق منابع شیمیایی و ارگانیک می‌تواند بیوسنتز رنگدانه های فتوسنتزی و محافظتی را بهبود بخشد. به نظر می‌رسد با توجه به عرضه انواع عناصر ریز و پرمصرف از طریق کودهای ارگانیک و وجود روابط هم افزایی و تشدید کننده بین عناصر غذایی تاثیر کاربرد کودهای آلی مشهود تر بود. با توجه به شرایط نامناسب خاکهای مناطق نیمه خشک، کمبود ماده آلی و بالا بودن pH از مهمترین محدودیت های موجود برای عرضه و رهاسازی عناصر برای جذب توسط ریشه به شمار می‌آیند (Mahanta et al., 2013). عدم تاثیر گذاری کودهای زیستی می‌تواند ناشی از همین امر باشد (Rahimzadeh et al., 2013). با توجه به نتایج بدست آمده از آزمایش به نظر می‌رسد خاک منطقه مورد آزمایش علاوه بر کمبود برخی عناصر غذایی با محدودیت های شدید فیزیکی و شیمیایی خاک مواجه می‌باشد و عرضه کود دامی علاوه بر عرضه عناصر مورد نیاز برای رشد از طریق بهبود pH و بالا بردن ماده آلی خاک شرایط رشد ریشه و جذب سایر عناصر را فراهم می‌سازد (Atkinson and Christine, 2019). افزایش کارایی کوانتومی و مقدار پرولین را می‌توان به تسریع واکنشهای بیوشیمیایی درگیر در فتوسنتز و تحریک فعالیتهای آنزیمهای محافظتی نسبت داد (Badalzadeh et al., 2019). به نظر می‌رسد برای بهینه شدن رشد گیاه کاربرد تلفیقی کودهای آلی و شیمیایی NPK باید مد نظر قرار گیرد.

منابع

Atkinson, D., Christine, A. (2019). The science beneath organic production. Watson, Wiley Blackwell, P 273-288. ISBN 978-1 119-55461-5.

Badalzadeh, A., Danesh, S. A., Rafieiolhossaini, M., & Ghobadinia, M. (2018). The Effects of solitary and combined application of cattle manure and chemical fertilizer on essential oil and some physiological

characteristics of Moldavian balm (*Dracocephalum moldavica* L.) under water deficit stress conditions. Journal of *Water and Soil. 28 (3):155-168.*

Bates, L. S., Waldren, R. P., Teare, I. D. (1973). Rapid determination of free proline for water-stress studies. *Plant and soil*, *39*(1), 205-207.

Sarkar, D., Singh, S., Parihar, M., Rakshit, A. (2021). Seed bio-priming with microbial inoculants: A tailored approach towards improved crop performance, nutritional security, and agricultural sustainability for smallholder farmers. Current Research in Environmental Sustainability, *3*, 100093.

Almasi, F. (2021). Organic Fertilizer Effects on Morphological and Biochemical Traits and Yield in Coriander (*Coriandrum sativum* L.) as an Industrial and Medicinal Plant. *Agrotechniques in Industrial Crops*, *1*(1), 19-23.

Mahanta, D., Bhattacharyya, R., Gopinath, K.A., Tuti, M.D., Jeevanandan, K., Chandrashekara, C., Arunkumar, R., Mina, B.L., Pandey, B.M., Mishra, P.K. and Bisht, J.K. (2013). Influence of farmyard manure application and mineral fertilization on yield sustainability, carbon sequestration potential and soil property of gardenpea–french bean cropping system in the Indian Himalayas. *Scientia Horticulturae*, *164*, 414-427.

Bates, L. S., Waldren, R. P., & Teare, I. D. (1973). Rapid determination of free proline for water-stress studies. Plant and soil, 39(1), 205-207.

Lichtenthaler, H. K., & Wellburn, A. R. (1983). Determinations of total carotenoids and chlorophylls a and b of leaf extracts in different solvents. Biochemical Society Transactions, 11: 591-592

Zamil, S., Quadir, S.Q.F., Chowdhury, M.A.H, Vahid, A.A. (2004). Effects of different animal manure on yield quality and nutrient uptake by Mustard (CV. Agrani). BRAC University Journal. 1(2): 59-66.

Rahimzadeh, S., Sohrabi, Y., Heidari, G. R., Eivazi, A. R., & Hosseini, S. (2013). Effect of biofertilizers on macro and micro nutrients uptake and essential oil content in *Dracocephalum Moldavica* L. Iranian Journal of Field crop research. 11: 179-190

The effect of using organic, traditional chemical and nano-structured and biological fertilizers on biochemical components in Moldavian dragonhead (*Dracocephalum moldavica* L.)

Mohsen Janmohammadi*[1]

Department of Genetic and Plant Production, Faculty of Agriculture University of Maragheh, Iran

Abstract

Fertilization and fertilizer management can significantly affect the quality, quantity and biochemical characteristics of the medicinal plant. The present experiment was conducted to investigate different sources of fertilizers on the amount of photosynthetic and protective pigments as well as biochemical biomarkers in Moldavian dragonhead plants grown under well irrigated conditions in Maragheh, Iran region. Experimental treatments included 1- control (without fertilizer appication), 2- consumption of recommended dose of NPK chemical fertilizer, 3- 20 t ha^{-1} of farmyard manure (FYM), 4- Fe and Zn nanostructure fertilizer, 5- biological fertilizer (*Azotobacter chroococcum* + *Azospirillum lipoferum*). The results of the experiment showed that the highest content of chlorophyll a and b in the upper leaves was obtained by application of NPK fertilizer. However, the highest amount of maximum quantum yield (Fv/Fm) was recorded under FYM applied conditions. The highest content of protective pigments; anthocyanin and carotenoid and also the highest amount of proline and protein content were observed under FYM applied conditions. Plants grown under NPK fertilization conditions, nanostructured micronutrient fertilizers ranked as next position in terms of improving effect. In general, the obtined results showed that the application of FYM and chemical fertilizers can increase the amount of pigments and biochemical indicators to a significant extent compared to the control conditions.

Keywords: anthocyanin, carotenoids, fluorescence, photosynthetic pigments, proline

[1] E-mail: jmohamad@ut.ac.ir

تاثیر کود شیمیایی اوره در مرحله گلدهی بر خصوصیات فیزیولوژیکی گل گاوزبان ایرانی (*Echium amoenum* Fisch & Mey.)

مهدی خورشیدی* و رضا نادری علمداردهی

گروه علوم گیاهی، دانشکده زیست شناسی، دانشگاه دامغان، دامغان

چکیده

به منظور تاثیر کود شیمیایی اوره در مرحله گلدهی بر خصوصیات فیزیولوژیکی گل گاوزبان ایرانی آزمایشی در قالب بلوک کامل تصادفی با سه تکرار در مزرعه تحقیقاتی دانشگاه دامغان (۱۳۹۵) اجرا شد. در این آزمایش کود اوره در چهار سطح ۰، ۲۵، ۵۰، ۱۰۰ و ۲۰۰ گیلوگرم در هکتار در نظر گرفته شد. به این منظور کرتهایی به ابعاد ۱*۲ مترمربع ایجاد و با کاشت بذر در عمق ۳ سانتی در شهریور ماه صورت گرفت. پس از جوانه زنی در مرحله دو تا سه برگی، علفهای هرز حذف و تراکم ۴ بوته در هر مترمربع در نظر گرفته شد. در فروردین ماه و آغاز مرحله گلدهی از کود اوره استفاده گردید. بعد از یک ماه از برگها نمونه برداری شد و مقدار رنگیزه های فتوسنتزی، پروتئین، قندهای محلول، پرولین و آنتوسیانین مورد سنجش قرار گرفت. نتایج نشان می‌دهد که کود اوره سبب افزایش خصوصیات فیزیولوژیکی مانند مقدار رنگیزه‌های فتوسنتزی، پروتئین، قندهای محلول و آنتوسیانین گردیده است. در بسیاری از موارد، بین تیمارها با شاهد اختلاف معنی‌دار بوده و در تیمارهای ۱۰۰ و ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار تفاوت معنی‌دار وجود ندارد. در مجموع می توان نتیجه گرفت که استفاده از کود اوره در مقدار ۵۰ تا ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار در مرحله گلدهی سبب افزایش خصوصیات فیزیولوژیکی شده و در نهایت سبب افزایش رشد و عملکرد می‌گردد و استفاده بیشتر از این مقدار تفاوت معنی‌داری را ایجاد نمی نماید.

واژگان کلیدی: گل گاوزبان ایرانی، کود اوره، خصوصیات فیزیولوژیکی، پروتئین، آنتوسیانین.

* m_khorshidi@du.ac.ir

۱. مقدمه

گل گاوزبان ایرانی(*Echium amoenum* Fisch & Mey.) از نظر خواص دارویی، گیاهی ارزشمند محسوب می شود که دارای مواد مؤثره فراوان نظیر آنتوسیانین ها، تانن، موسیلاژ، فلاونوئیدها، آلکالوئیدها و اسانس است(Shafaghi et al., 2010). در مناطق معتدل و گرمیسری دنیا پراکنده و متعلق به خانواده گل گاوزبان(Boraginaceae) است و در ایران در مناطق مختلف که رطوبت و بارندگی کافی دارند، پراکنش دارد. تحقیقات اخیر در زمینه‌ی خواص درمانی گاو زبان ایرانی نشان داده است که این گیاه سیستم ایمنی بدن را افزایش می‌دهد و دارای خواص ضد میکروبی و ضدعفونی کننده، ضدالتهابی و ضد افسردگی نیز می باشد(Mehrabani et al., 2005). در سالهای اخیر، با شناخت اهمیت تنش های اکسیداتیو در پاتوفیزیولوژی بسیاری از بیماری‌های انسانی، استفاده از این گیاه به عنوان مکمل غذایی بسیار توصیه شده است(Patocka and Navratilova, 2019). حسین زاده و همکاران به بررسی اثر محلول پاشی منابع سلنیوم و مراحل مختلف گلدهی بر خصوصیات مورفولوژیک گل گاوزبان ایرانی پرداخته و بطورکلی نتایج حاصل از این آزمایش نشان داد که غلظت ۴ میلی گرم در لیتر سلنات سدیم بطور معنی‌داری خصوصیات مورفولوژیک گیاه را افزایش داده و غلظت بالاتر آن تاثیر منفی بر شاخص های رشدی گل گاوزبان ایرانی دارد(حسین زاده و همکاران.، ۱۴۰۰). رمضانی و همکاران تغییرات مورفولوژیکی و فیزیولوژیکی گل گاوزبان ایرانی در تنش خشکی پرداخته و نشان داده که این گیاه از طریق تنظیم اسمزی تنش خشکی را تحمل می نماید(رمضانی و همکاران، ۱۳۹۴). امیر و همکاران به مقایسه‌ی کودهای آلی و شیمیایی در تراکم‌های مختلف گاو زبان ایرانی پرداخته و به‌طور کلی نتایج این پژوهش نشان داد که استفاده از کودهای آلی به ویژه کود ورمی‌کمپوست در تراکم‌های مطلوب گیاهی می‌تواند ضمن بهبود خصوصیات کمی، اثرات مخرب ناشی از مصرف کودهای شیمیایی را کاهش داده و سلامت محصول و پایداری تولید را تضمین کند(امیر و همکاران، ۱۳۹۴). حسین پور آزاد و همکاران به مروری بر گیاه دارویی گل گاوزبان ایرانی پرداخته و نتیجه آن این است که این گیاه به جهت بومی بودن و سازگاری به اکثر اقلیم های کشور از جمله پتانسیل های بالقوه در توسعه بخش گیاهان دارویی بوده که با توسعه کشت، تأمین طیف وسیعی از مواد موثره داروهای عرضه شده در داروخانه های کشور امکانپذیر بوده و خودکفایی در بخش دارویی را تسهیل خواهد نمود(حسین پور آزاد و همکاران، ۱۴۰۱).

در این تحقیق تاثیر کود شیمیایی اوره در مرحله گلدهی بر خصوصیات فیزیولوژیکی گل گاوزبان ایرانی هدف گذاری گردید تا تاثیر آن بر مقدار رنگیزه های فتوسنتزی، پروتئین، قندهای محلول، پرولین و آنتوسیانین مورد بررسی قرار گیرد.

۲. مواد و روش‌ها

۱.۲. منطقه مورد مطالعه

به منظور تاثیر کود شیمیایی اوره در مرحله گلدهی بر خصوصیات فیزیولوژیکی گل گاوزبان ایرانی آزمایشی در قالب بلوک کامل تصادفی با سه تکرار در مزرعه تحقیقاتی دانشگاه دامغان (۱۳۹۵) اجرا شد.

۲.۲. روش تحقیق

به این منظور کرتهایی به ابعاد ۱*۲ مترمربع ایجاد و با کاشت بذر در عمق ۳ سانتی در شهریور ماه صورت گرفت. پس از آبیاری و جوانه زنی بذرها در مرحله دو تا سه برگی، علفهای هرز حذف و تراکم ۴ بوته در هر مترمربع در نظر گرفته شده و بوته‌های اضافی حذف گردید. در فروردین ماه و آغاز مرحله گلدهی از کود اوره استفاده شد. در این آزمایش کود اوره در چهار سطح ۰، ۲۵، ۵۰، ۱۰۰ و ۲۰۰ گیلوگرم در هکتار در نظر گرفته شد. و متناسب با آن مقدار لازم کود اوره به کرت‌ها اضافه و آبیاری گردید. بعد از گذشت یک ماه بعد خصوصیات فیزیولوژیکی مانند مقدار رنگیزه‌های فتوسنتزی، پروتئین، قندهای محلول، پرولین و آنتوسیانین مورد بررسی قرار گرفت. برای تجزیه و تحلیل آماری داده های آزمایش، از نرم افزار SPSS استفاده شد و مقایسه میانگین ها با استفاده از آزمون دانکن در سطح احتمال ۵ درصد صورت گرفت.

۳. نتایج

نتایج حاصل از این تحقیق در جدول ۱ نشان داده شده است. همانطور که در جدول ۱ مشاهده می شود اغلب کود اوره سبب افزایش خصوصیات مورد بررسی گردیده است. رنگیزه‌های فتوسنتزی شامل کلروفیل آ، ب، کارتنوئیدها و کلروفیل کل از یک روند مشابه پیروی کرده و با افزایش کود اوره بر مقدار آنها نیز افزوده شده است که در جدول فقط اعداد کلروفیل کل نشان داده شده است بیشترین مقدار رنگیزه‌های فتوسنتزی مربوط به تیمار ۲۰۰ گیلوگرم در هکتار بوده و کمترین آن متعلق به شاهد می باشد اختلاف بین تیمارهای ۱۰۰ و ۲۰۰ گیلوگرم در هکتار معنی‌دار نیست. مقدار پروتئین و قندهای محلول نیز نشان می دهد که با افزایش کود اوره مقدار آنها نیز بالاتر رفته و با شاهد اختلاف معنی‌دار دارند. بیشترین مقدار رنگیزه‌های فتوسنتزی مربوط به تیمار ۲۰۰ گیلوگرم در هکتار بوده و کمترین آن متعلق به شاهد می‌باشد. مقدار پرولین در تیمارهای مختلف تغییراتی را نشان می‌دهد اما این تغییرات معنی‌دار نیست. مقدار آنتوسانین هم نشان می‌دهد که کود اوره اثر مثبت داشته و سبب افزایش آن شده است. بیشترین مقدار آن در تیمار ۲۰۰ گیلوگرم در هکتار و کمترین آن در تیمار شاهد وجود دارد و اختلاف بین تیمارهای ۱۰۰ و ۲۰۰ گیلوگرم در هکتار معنی‌دار نیست.

جدول ۱. تاثیر کود اوره بر خصوصیات فیزیولوژیکی گل گاوزبان ایرانی. مقایسه میانگین ها بر اساس آزمون دانکن و میانگین-های دارای حروف مختلف در هر ستون بیانگر اختلاف معنی دار در سطح ۵٪ می‌باشند.

اوره (Kg/h)	کلروفیل کل (میلی‌گرم بر گرم بافت‌تر)	پروتئین (میلی‌گرم بر گرم بافت‌تر)	قند محلول (میلی‌گرم بر گرم بافت‌تر)	پرولین (میلی‌گرم بر گرم بافت‌تر)	آنتوسیانین (میکرومول بر گرم بافت‌تر)
۰	۱/۳ ± ۰/۱ d	۰/۱۸ ± ۰/۰۱ d	۱/۱ ± ۰/۱ d	۲/۱ ± ۰/۳ a	۳۵۶ ± ۲۲ d
۲۵	۱/۶ ± ۰/۲ c	۰/۲۵ ± ۰/۰۲ c	۱/۴۵ ± ۰/۲ c	۲/۱ ± ۰/۳ a	۴۸۱ ± ۵۳ c
۵۰	۲/۳ ± ۰/۳ b	۰/۳۶ ± ۰/۰۳ b	۲/۲ ± ۰/۳ b	۲/۲ ± ۰/۴ a	۵۵۶ ± ۴۱ b
۱۰۰	۲/۹ ± ۰/۳ a	۰/۴۸ ± ۰/۰۵ a	۳/۴ ± ۰/۵ a	۲/۴ ± ۰/۴ a	۷۳۸ ± ۵۵ a
۲۰۰	۳/۱ ± ۰/۳ a	۰/۴۹ ± ۰/۰۵ a	۳/۶ ± ۰/۵ a	۲/۴ ± ۰/۴ a	۷۸۲ ± ۴۵ a

٤. بحث و نتیجه‌گیری

خصوصیات فیزیولوژیکی و بیوشیمیایی گیاه نشان دهنده تاثیر عوامل محیطی و خصوصیات ژنتیکی است که باعث می‌گردد میزان رشد گیاه را در شرایطی که در آن قرار دارد، تعیین نماید. هرکدام از عوامل فیزیولوژیکی مانند رنگیزه‌های فتوسنتزی، آنتوسیانین‌ها، قندهای محلول، مقدار پرولین و پروتئین‌ها همه نقش ویژه‌ای در گیاه داشته و در شرایط مختلف مقدار آنها می‌تواند تغییر یابد. آنتوسیانین ها از مهم‌ترین ترکیبات آنتی اکسیدانی هستند. این ترکیبات نه تنها رادیکال‌های آزاد را از بین می‌برند بلکه از تولید بیشتر آنها در گیاه نیز جلوگیری می‌کنند. از این تغییرات می‌توان بهترین حالت رشد برای گیاه را مشخص کرده و از آن در جهت تولید بیشتر استفاده نمود. برای کشت موفق هر گیاه دارویی از جمله گل گاوزبان ایرانی فراهم کردن شرایط بهینه محیطی در کنار تأمین نیازهای تغذیه‌ای گیاه در اولویت است. افزودن مواد معدنی غذایی از طریق منابع مختلف به خاک یکی از رایج ترین عملیات است. استفاده از کودهای آلی هرچند برای حفاظت از خاک و آب‌های زیر زمینی مفید داست اما در عمل استفاده از آن را در زمان‌های دلخواه به منظور تامین فوری عناصر غذایی گیاه با مشکل روبرو می‌سازد از این رو استفاده از کودهای شیمیایی به همراه آب آبیاری بهترین گزینه است. لذا بایستی از این کودها به مقدار لازم و به‌صورت محدود استفاده نمود تا مانع از آلودگی گردد. اغلب تحقیقات در این زمینه برای روشن کردن مقدار لازم برای مصرف از این کودها طراحی و اجرا می شوند. مثلا نجف پور نوایی با مطالعه تأثیر کودهای فسفر و نیتروژن را بر عملکرد بذر گل گاوزبان بیشترین عملکرد دا نه ۹۲ کیلوگرم در هکتار به ترتیب در ۶۰ و ۲۰ کیلوگرم فسفر و نیتروژن در هکتار گزارش کرد(Najafpur Navaei, 2002). امیری و همکاران نشان دادند که اگر چه استفاده از کود شیمیایی در بهبود عملکرد و اجزای عملکرد گاو زبان ایرانی بی تأثیر نبود، ولی تأثیرگذاری آن به مراتب کمتر از کودهای آلی است(امیری و همکاران، ۱۳۹۵).

منابع

امیری م. ب.، رضوانی‌مقدم پ.، جهان م.، ۱۳۹۵. مقایسه‌ی کودهای آلی و شیمیایی در تراکم‌های مختلف گاو زبان ایرانی در شرایط مشهد. نشریه علوم باغبانی (علوم و صنایع کشاورزی)، جلد ۳۰ ، شماره ۳، ص. ۵۵۵-۵۷۳.

حسین پورآزاد ن.، آراستگی مرنی ح.، بورنگا ش.،۱۴۰۱. بررسی اثر محلول پاشی منابع سلنیوم و مراحل مختلف گلدهی بر خصوصیات مورفولوژیک گل گاوزبان ایرانی. فصلنامه اکوفیزیولوژی و فیتوشیمی گیاهان دارویی و معطر، جلد: ۹، شماره: ۱، ص. ۷۱-۶۱.

حسین زاده رستم کلایی م.، عبدوسی و.، دانائی رضوانی ا.،۱۴۰۰. بررسی اثر محلول پاشی منابع سلنیوم و مراحل مختلف گلدهی بر خصوصیات مورفولوژیک گل گاوزبان ایرانی. فصلنامه گیاه و زیست فناوری ایران، دوره ۱۶، شماره ۱، ص. ۲۳-۱۱.

رضوانی‌مقدم پ.، شباهنگ ج.، لشگری ا.، اقحوانی شجری م.، ۱۳۹۹. واکنش گیاه دارویی گل گاوزبان ایرانی به کودهای آلی و تراکم بوته. نشریه بوم شناسی کشاورزی، جلد ۱۲ ، شماره ۱، ص. ۱۷۸-۱۶۱.

رمضانی ا.، قاجار سپانلو م.، نقدی بادی ح.، ۱۳۹۴، مطالعه تغییرات مورفولوژیکی و فیزیولوژیکی گیاه دارویی گل گاوزبان تحت تنش خشکی. تنش‌های محیطی در علوم زراعی، جلد: ۸، شماره: ۲، ص. ۳۴۳-۳۳۹.

Mehrabani, M., Ghassemi, N., Sajjadi, S. E., Ghannadi, A. and Shams-Ardakani, M. 2005. Main phenolic compounds of petals of Echium amoenumfisch. And C.A. Mey., a famous medicinal plant of Iran. Daru, 13, 65-69.

Najafpour Navaei, M., 2002. Effects of phosphorus and nitrogen fertilizer on seed yield of *Echium amoenum* Mey and Fisch. Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants 13: 41-50. (In Persian with English Summary)

Patocka, J. and Navratilova, Z. 2019. Bioactivity of *Echium amoenum*: A Mini Review. Biomedical Journal of Scientific & Technical Research. 20 (2): 14910-14914.

Shafaghi, B., Naderi, N., Tahmasb, L. and Kamalinejad, M. 2010. Anxiolytic effect of *Echium amoenum* L. in mice. Iranian Journal of Pharmaceutical Research, 37-41.

The effect of urea chemical fertilizer in the flowering stage on the physiological characteristics of Iranian borago (*Echium amoenum* Fisch & Mey.)

Abstract

In order to determine the effect of urea fertilizer on the physiological characteristics of Iranian borago, an experiment was conducted in the form of a randomized complete block with three replications in the research farm of Damghan University (2015). In this experiment, urea fertilizer was considered at five levels of 0, 25, 50, 100 and 200 kilograms per hectare. For this purpose, plots with dimensions of 1 x 2 square meters were created and seeds were planted at a depth of 3 cm in September. After germination in the two- to three-leaf stage, weeds were removed and the density of 4 plants per square meter was considered. Urea fertilizer was used in April and the beginning of the flowering phase. After one month, the leaves were sampled and the amount of photosynthetic pigments, protein, soluble sugars, proline and anthocyanin were measured. The results show that urea fertilizer has increased the physiological characteristics such as the amount of photosynthetic pigments, protein, soluble sugars and anthocyanin. In many cases, there is a significant difference between the treatments and the control, and there is no significant difference in the 100 and 200 kg/ha treatments. In general, it can be concluded that the use of urea fertilizer in the amount of 50 to 100 kg per hectare during the flowering stage increases the physiological characteristics and ultimately increases the growth and yield, and the use of more than this amount has a significant difference does not create.

Keywords: Iranian borago, Urea fertilizer, Physiological properties, protein, anthocyanin.

تأثیر تغییر اقلیم بر آفات مهاجم گیاهان زراعی

فاطمه رجائی*

گروه علوم محیط زیست، دانشکده علوم، دانشگاه زنجان، زنجان

چکیده

تغییرات اقلیمی اثرات متنوع و پیچیده‌ای بر آفات محصولات زراعی در سراسر جهان دارد. در این بررسی، نقش اقلیم و پارامترهای تغییرات دما و بارندگی بر روی گونه‌های آفت را به تفصیل شرح می‌دهیم. تغییرات در پارامترهای اقلیمی احتمالاً به سود یا سبب محدود کردن آفات خواهد شد. تغییرات اقلیمی گونه‌های آفات حشرات را به طرق مختلف تحت تأثیر قرار داده است، از جمله جابجایی به سمت قطب، تغییر توزیع به سمت ارتفاعات بالاتر، تغییر در فنولوژی بهاره و افزایش تعداد نسل‌های سالانه. در یک مقیاس جهانی، انتظار می‌رود تفاوت‌های اساسی در بیوم ها و گونه آفات محصولات زراعی در تغییرات اقلیمی آینده به وجود آید. به طور کلی در مناطق معتدل در مقایسه با مناطق گرمسیری، بیشتر احتمال دارد که با افزایش حملات آفات مواجه شوند؛ بنابراین، اثرات تغییرات اقلیمی را باید در چارچوب اقلیم محلی و فعل و انفعالات اکولوژیکی محلی در بیوم ها بررسی نماییم.

واژگان کلیدی: تغییر اقلیم، آفات، گیاهان زراعی

* e-mail: Rajaei_Fatemeh@znu.ac.ir

۱. مقدمه

تغییرات اقلیمی ناشی از فعالیت‌های انسانی در حال حاضر بر تمام مناطق جهان تأثیر می‌گذارد و تأثیرات مختلفی بر اکثر اکوسیستم‌ها از جمله زمین‌های زیر کشت دارد. پیش‌بینی می‌شود که تغییرات آب و هوایی با تأثیرگذاری بر گیاهان و حشرات، یکی از محرک‌های اصلی تغییر در تعاملات محصول و آفات در سراسر جهان باشد. حشرات معمولاً چرخه زندگی کوتاهی دارند و از گیاهان تحرک بیشتری دارند. در نتیجه، گونه‌های حشرات به طور بالقوه می‌توانند نسبت به گیاهان سریع‌تر به تغییرات آب و هوایی واکنش نشان دهند (Delmotte et al., 2021). به طور خاص، حشرات به خوبی شناخته شده‌اند که به دما بسیار حساس هستند؛ بنابراین، آب و هوای گرم‌تر و در حال تغییر احتمالاً باعث تحریک مصرف گیاه توسط گونه‌های آفت می‌شود و در نتیجه باعث کاهش عملکرد محصول در آینده می‌شود. با این حال، تغییر اقلیم فرآیند پیچیده‌ای است که علاوه بر افزایش کلی میانگین دما، می‌تواند شامل طیف گسترده‌ای از پارامترهای آب و هوایی دیگر باشد (Johnson and Züst, 2018). علاوه بر این، تغییرات آب و هوایی بر کل اکوسیستمی که یک گونه آفت در آن زندگی می‌کند، تأثیر می‌گذارد نه تنها بر آفت حشره گیاهخوار، بلکه بر گیاهان میزبان، شکارچیان و پارازیتوئیدهای گیاهخواران و برهمکنش بین همه موجودات تأثیر می‌گذارد. بنابراین گونه‌ها را از طریق اثرات از بالا به پایین و پایین به بالا تحت تأثیر قرار می‌دهد (Jactel et al., 2019).

افزایش میانگین دمای جهانی نشان می‌دهد که در حال حاضر میانگین کره زمین با افزایش ۱.۱ درجه سانتی‌گراد در مقایسه با دوران پیش از صنعتی شدن رسیده است. با این حال، عرض‌های جغرافیایی بالاتر و مناطق قاره‌ای سریع‌تر از این میانگین گرم می‌شوند. رویدادهای شدید مانند خشک‌سالی، بارش شدید و امواج گرما نیز از نظر فراوانی و شدت در بیشتر مناطق جهان در حال افزایش است. با توجه به تمام سناریوهای موجود، پیش‌بینی می‌شود که این روندهای اقلیمی طی دهه‌های آینده تقویت شوند و تأثیرات مهمی بر اکوسیستم‌ها از جمله اکوسیستم‌های کشاورزی داشته باشند. تغییرات اقلیمی قبلاً گونه‌های آفات حشرات را به طرق مختلف تحت تأثیر قرار داده است، از جمله: جابجایی در قطب، تغییر توزیع به سمت ارتفاعات بالاتر، تغییر در فنولوژی بهاره و افزایش تعداد نسل‌های سالانه (با تسریع توسعه و افزایش طول آن‌ها) شده است. در چندین سیستم، تغییرات آب و هوایی می‌تواند به افزایش جمعیت آفات حشرات کمک کند: به عنوان مثال، دماهای ملایم‌تر در مقایسه با دوران پیش از صنعتی شدن ممکن است نرخ بقا را در زمستان افزایش دهد، بنابراین زمستان گذرانی گونه‌ها، از جمله گونه‌های مهاجم، در مناطق معتدل را مساعد می‌کند. از سوی دیگر، تغییرات آب و هوا می‌تواند برای آفات حشرات نیز مضر باشد: به عنوان مثال، امواج گرما ممکن است یک عامل محدودکننده برای برخی از گونه‌هایی باشد که در حال حاضر نزدیک به محدودیت‌های حرارتی خود زندگی می‌کنند و بارش شدید نیز ممکن است پرواز یا جفت‌گیری را مهار کند. در مجموع، تمام کنش‌های متقابل محصول–حشره–آفت بر پارامترهای اقلیمی خاص متکی هستند و این تأثیرات می‌تواند بسته به بزرگی تغییرات اقلیمی مثبت یا منفی برای گونه‌های آفت و به نوبه خود برای محصولات باشد (Castex et al., 2018).

در این بررسی، ما اثرات متعدد و پیچیده تغییر آب و هوا بر آفات محصولات کشاورزی را ارائه می‌کنیم. به طور خاص، ما تأثیر پارامترهای آب و هوایی، یعنی دما و بارش، را بر آفات حشرات و تعاملات آفات و محصول را بررسی می‌کنیم. از آنجا که الگوهای تغییر اقلیم بسته به اقلیم کلان محلی متفاوت است، ما هم‌چنین تفاوت‌های بین مناطق معتدل و گرمسیری را توصیف می‌کنیم. در نهایت، پیش‌بینی روند آسیب آفات در اقلیم‌های آینده و راه‌های درک تأثیرات تغییر آب و هوا بر تعاملات اکولوژیکی شامل گونه‌های آفات در اکوسیستم‌های کشاورزی را مورد بحث قرار می‌دهیم.

۲. روش تحقیق

این مقاله برگرفته از مقالات مختلف مروری در زمینه تأثیرات اقلیمی در کشاورزی و اثرات آن بر حشرات آفت می‌باشد. در این تحقیق بیش از ۲۰ مقاله ISI مطالعه و مطالب مرتبط مستخرج گردید.

۳. نتایج و بحث

۱.۳. تأثیرات دما

دما نقش کلیدی در رشد حشرات دارد. این همبستگی از یک منحنی نامتقارن از آستانه کشنده سرد تا آستانه گرم و یک دمای بهینه پیروی می‌کند؛ بنابراین، میانگین دما در طول فصل رشد یک عامل تعیین‌کننده اصلی پویایی جمعیت برای بسیاری از گونه‌های آفات است. در مقابل، حداقل و حداکثر دما، محدوده جغرافیایی بالقوه و توزیع گونه‌ها را تعیین می‌کند، علاوه بر آن بر پویایی جمعیت تأثیر می‌گذارد.

۲.۳. میانگین دما

در طول فصل رشد افزایش میانگین دما منجر به تسریع تغذیه حشرات، رشد و حرکت، باروری، بقا، زمان تولید، اندازه جمعیت و توزیع محدوده جغرافیایی می‌شود و این اثرات به اکولوژی گونه، نحوه تغذیه و درجه تخصص بستگی دارد. به عنوان مثال، گونه‌های آفات پلی‌ولتین (یعنی آن‌هایی که قادر به تولید بیش از یک نسل در سال هستند) احتمالاً در طول سال‌های گرم‌تر نسل‌های بیشتری تولید می‌کنند و بنابراین، حملات متعدد در هر فصل ایجاد می‌کنند. دومین تأثیر عمده بر آفات حشرات زمانی رخ می‌دهد که میانگین دمای سالانه نزدیک به دمای مطلوب گونه باشد. در این حالت، سرعت رشد افزایش می‌یابد که منجر به مصرف بیشتر غذا می‌شود. در نهایت، افزایش دمای میانگین بالاتر از حد مطلوب حرارتی انتظار می‌رود کاهش جمعیت آفات و اگر برای گیاهان مضر نباشد، عملکرد محصول را افزایش می‌دهد (IPCC, 2021).

۳.۳. حداقل دمای دیاپوز

مقاومت در برابر دمای پایین در طول دیاپوز در بین گونه‌ها متفاوت است. در مناطق معتدل، حداقل دمای زمستان عامل کلیدی تعیین‌کننده گستره بالقوه جمعیت و پویایی جمعیت گونه‌های آفت کمتر مقاوم است؛ بنابراین افزایش حداقل دما می‌تواند منجر به وسعت پراکنش از نظر عرض جغرافیایی و/یا ارتفاع شود. زمستان‌های سردتر ممکن است طغیان برخی از گونه‌های آفات را به تأخیر بی اندازد و کاهش دهد به عنوان مثال، تأثیر منفی روزهای سرد زمستان (Tmin 5 C) بر شیوع مگس سرکه بال خالدار (*Drosophila suzukii*) در شمال غربی آمریکا مشاهده شد. به همین ترتیب، Gu و همکاران (۲۰۱۸) رویدادهای سرمای اواخر بهار (Tmin < 10C) در تغییر اقلیم فعلی، به عنوان یک عامل محدودکننده برای کرم غوزه پنبه (*Helicoverpa armigera*) در شمال غربی چین افزایش می‌یابد؛ بنابراین افزایش حداقل دمای زمستان و بهار معمولاً به نفع شیوع آفات، به ویژه در مناطق معتدل است.

۴.۳. حداکثر دمای تابستان

از آنجایی که حشرات آستانه دمای کشنده بالایی دارند، افزایش فرکانس و شدت امواج گرما احتمالاً مرگ و میر گونه‌های حساس آفات را افزایش می‌دهد. حداکثر دمای بالاتر نیز ممکن است پراکندگی بزرگ‌سالان را محدود کند. با این حال، تأثیر

کشنده دماهای بالا به شدت به مرحله زندگی حشرات و انعطاف‌پذیری فنوتیپی آن‌ها بستگی دارد. چالش اصلی دیگر پیش‌بینی تأثیر پالس‌های حرارتی در سطوح تغذیه‌ای است. به عنوان مثال، پاسخ‌های رشد و نمو بین شب‌پره پشت الماسی (*Plutella xylostella*) و آندوپارازیتوئید متخصص آن *Diadegma semiclausum* زمانی که در معرض پالس‌های حرارتی روزانه قرار می‌گرفتند، تفاوت چشمگیری داشت. پارازیتوئید نسبت به میزبان خود حساس‌تر بود که نشان می‌دهد که نوسانات شدید دما ممکن است هماهنگی میزبان-پارازیتوئید را مختل کند و در نهایت اثرات آبشاری بر روی گیاهان میزبان داشته باشد. از سوی دیگر، امواج گرما ممکن است بر کیفیت تغذیه و دفاع گیاه میزبان تأثیر بگذارد، بنابراین از طریق تأثیرات پایین به بالابر آفات تأثیر می‌گذارد، اما این تأثیرات باید در طیف وسیعی از سیستم‌ها به طور کامل مورد مطالعه قرار گیرند (Forrest, 2016).

۵.۳. اثرات بارندگی

در مقایسه با دما، ارزیابی تأثیر کلی تغییرات بارندگی بر گونه‌های آفات و گیاهان زراعی میزبان آن‌ها عمدتاً به دلیل تعداد محدودتر مطالعات، به ویژه در مناطق معتدل بسیار دشوارتر است. اثرات رویدادهای شدید، مانند بارندگی‌های شدید یا خشک‌سالی، بر روی حشرات در مناطق گرمسیری مشاهده شده است. در جنوب چین، بارش شدید در طول فصل قبل از سیل به عنوان یک عامل محدودکننده برای مهاجرت تابستانی گیاه خرچنگ پشت سفید (*Sogatella furcifera*) به سمت شرق مشاهده شده است. از سوی دیگر، فصول بسیار خشک می‌تواند به طور غیرمستقیم روی حشرات با محدود کردن دسترسی به غذا در طول دوره رشد آن‌ها تأثیر بگذارد. به عنوان مثال، فرض شده است که آلودگی پنبه توسط کرم غوزه پنبه (*Helicoverpa armigera*) در شمال بنین به میزان تنوع میزبان (پنبه، ذرت، گوجه‌فرنگی، سورگوم) در منطقه که آن نیز بستگی به الگوهای خشک‌سالی و سیل بستگی دارد. به طور مشابه، تغییرات در الگوهای بارندگی می‌تواند باعث تغییراتی در زمان رسیدن دانه‌های قهوه شود و به نوبه خود بر دوره توسعه قهوه تأثیر منفی بگذارد. بزرگی فعلی تغییرات بارندگی در مناطق معتدل (مانند خشک‌سالی شدید تابستانی در امتداد سواحل غربی ایالات متحده و تابستان‌های بسیار مرطوب در اروپای مرکزی) احتمالاً گیاهان زراعی و آفات حشرات آن‌ها را تحت تأثیر قرار می‌دهد، اما ارزیابی‌های بیشتر و وقوع رویدادهای مشابه در طول زمان و گونه‌ها در سراسر جهان برای توضیح جزئیات فرآیندها ضروری هستند. برای مثال، خشک‌سالی ممکن است بر حشرات تغذیه‌کننده مانند مگس‌های سفید یا عنکبوت‌ها تأثیر متفاوتی نسبت به ساقه‌داران لپیدوپتران بگذارد، اما چنین مطالعات مقایسه‌ای تا حد زیادی به دانش ما وجود ندارد (Vitasse et al., 2021).

۶.۳. تأثیر دما و بارندگی بر گونه‌های آفت مهاجر

چندین گونه آفت حشره محدوده پراکنش جغرافیایی مناطق گرمسیری است، اما تغییرات آب و هوایی می‌تواند باعث گسترش دامنه آن‌ها در مناطق قطبی در طول فصل مساعد شود، یا به طور دسته‌جمعی به مکان‌های موقتی مهاجرت کنند که می‌توانند آسیب‌های زیادی وارد کنند، مانند ملخ‌های مهاجر. تغییرات اقلیمی احتمالاً تأثیر عمده‌ای بر این مهاجرت‌ها خواهد داشت و دما و بارش می‌توانند پارامترهای مهمی باشند که تأثیر آفات مهاجر بر گیاهان زراعی را مدیریت می‌کنند. به طور مثال تغییر در الگوهای بارش حضور و شیوع ملخ بیابانی در شرق آفریقا پررنگ می‌کند درحالی‌که انتظار می‌رود خشک‌سالی و بیابان‌زایی حضور آن‌ها را کاهش می‌دهد. افزایش پیش‌بینی‌شده در رویدادهای شدید، از جمله بارندگی، احتمالاً باعث ایجاد طغیان‌های گسترده در مکان‌های غیرمعمول شود. این پدیده در سال ۲۰۱۸ پس از دو طوفان گرمسیری در شبه جزیره عربستان

مشاهده شد. در چین، Zeng و همکاران (۲۰۲۰) افزایش دما را با گسترش دامنه مهاجرت Agrotisipsilon مرتبط کرد که دلیل آن گسترش مناطق بالقوه زمستان گذرانی، به عنوان پاسخی به افزایش دمای زمستان بود.

۷.۳. مدل‌سازی

برخی از کلیات در مورد تأثیرات ناشی از تغییر آب و هوا بر حشرات آفات را می‌توان مدل کرد. بر اساس مدل‌های اقلیمی، افزایش جهانی خسارت آفات محصولات کشاورزی به تولید گندم، برنج و ذرت را ۱۰ تا ۲۵ درصد به ازای هر درجه گرمایش جهانی پیش‌بینی کرد. چنین تلفاتی احتمالاً مربوط به هر زیست بومی خواهد بود، اما انتظار می‌رود مناطق معتدل بیشتر از مناطق گرمسیری تحت تأثیر قرار گیرند. در واقع، طبق گفته Yan و همکاران. (۲۰۱۷) نشان داد، میانگین احتمال حضور آفت مهاجم باید در مقیاس جهانی تحت شرایط آب و هوایی آینده افزایش یابد. به طور خاص، پیش‌بینی می‌شود که افزایش غنای گونه‌های حشرات عمدتاً در مناطقی با میانگین دمای فعلی کمتر از ۲۱ درجه سانتی‌گراد و در مناطقی با بارش سالانه زیر ۱۱۰۰ میلی‌متر رخ دهد. با این حال، واکنش‌ها به تغییرات آب و هوایی در بین گونه‌های آفات و در میان مناطق به شدت متفاوت است. خسارت ایجاد شده توسط یک گونه آفت ممکن است به طور هم‌زمان در برخی مناطق افزایش و در برخی دیگر کاهش یابد (Rebaudo and Rabhi, 2018).

٤. بحث و نتیجه‌گیری

تأثیرات تغییر اقلیم بر گونه‌های آفات حشرات کشاورزی متعدد و پیچیده است. تأثیرات آن‌ها عمدتاً به دما و با تأثیرات ویژه دماهای متوسط و شدید بستگی دارند، اما احتمالاً به سایر عوامل آب و هوایی مانند بارش شدید یا خشک‌سالی نیز بستگی دارند. درحالی‌که پیامدها می‌توانند هم مثبت و هم منفی برای گونه‌های آفات باشند، اکثر سناریوهای تغییر آب و هوا به نفع تکثیر آفات در سراسر جهان هستند. این امر به ویژه در مناطق معتدل معتبر است، جایی که فصل سرد در حال حاضر یک عامل محدودکننده برای رشد آفات باقی‌مانده است. علاوه بر این، گونه‌های مهاجم پیش‌بینی می‌شود که در مناطق معتدل نسبت به مناطق گرمسیری راحت‌تر تکثیر و گسترش پیدا کنند. به طور کلی، انتظار می‌رود تأثیر فزاینده تغییر اقلیم بر آفات حشرات در آینده نیز گسترش یابد، به خصوص که پیش‌بینی می‌شود میانگین دمای جهانی طی دهه‌های آینده با توجه به تمام سناریوهای اقلیمی موجود افزایش یابد. تأثیر تغییر اقلیم بر آسیب محصولات کشاورزی در مقیاس‌های مختلف زندگی، از بیوم‌ها گرفته تا اکوسیستم‌های کشاورزی محلی، همچنان دشوار است، زیرا شامل روابط اکولوژیکی پیچیده بین گیاهان، علف‌خواران حشرات و دشمنان طبیعی آن‌ها می‌شود (Halsch et al., 2021). از دیدگاه بالا به پایین، اثرات دماهای بالاتر و خشکسالی‌های شدیدتر احتمالاً فشاری را که پارازیتوئیدها بر آفات وارد می‌کنند کاهش می‌دهد. علاوه بر این، فنولوژیک عدم تطابق بین گونه‌های آفت و گیاهان میزبان یا شکارچیان آن‌ها ممکن است رخ دهد، اگرچه ارزیابی اثرات آن‌ها دشوار است. این پدیده بیشتر شکارچیان تخصصی را تهدید می‌کند تا شکارچیان با تغذیه عمومی و می‌تواند بر اثربخشی کنترل بیولوژیکی آفات تأثیر بگذارد. از دیدگاه پایین به بالا، خشکسالی‌های شدید، به عنوان مثال، احتمالاً آسیب‌پذیری گیاه را افزایش می‌دهد که منجر به آسیب بیشتر در مورد حمله آفات می‌شود (Mech et al., 2018)، بنابراین به طور بالقوه تأثیر منفی آفات حشرات بر عملکرد محصول را تشدید می‌کند. بر اساس بررسی مقالات اخیر، توصیه می‌کنیم مدل‌سازی‌های آسیب آفات در تغییرات اقلیمی موارد زیر را در نظر بگیرند: (۱) ابعاد چندگانه تغییر آب و هوا، (۲) اثرات مستقیم تغییرات آب و هوا بر گونه‌های مختلف زراعی، (۳) تأثیر مستقیم تغییر آب و هوا بر روی گونه‌های مختلف آفات، (۴) اثرات تغییرات آب و هوایی بر سطوح تغذیه‌ای بالاتر و اثر ترکیبی همه این اثرات.

درحالی‌که چنین کار پیچیده‌ای ممکن است در ابتدا طاقت‌فرسا به نظر برسد، اما در واقع می‌توان از اکوسیستم‌های طبیعی به بخش‌های تشکیل‌دهنده آن‌ها تجزیه کرد و از این نظر می‌توانند در واقع به عنوان مطالعات موردی برای مدل‌سازی استفاده شوند (Zeng et al., 2020).

تشکر و قدردانی

این مقاله مستخرج از طرح پژوهشی شماره ۴۶۷۸۱/پ، (کد طرح ۴۰۰۳)، دانشگاه زنجان می‌باشد.

منابع

Castex, V., Beniston, M., Calanca, P., Fleury, D., Moreau, J. 2018. Pest management under climate change: The importance of understanding tritrophic relations. Science of the Total Environment. 616: 397-407.

Delmotte, P., Zhai, A., Pirani, S.L. 2021. Climate Change: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge University Press.

Forrest, J.R. 2016. Complex responses of insect phenology to climate change. Current opinion in insect science. 17: 49-54.

Gu, S., Han, P., Ye, Z., Perkins, L.E., Li, J., Wang, H., Zalucki, M.P., Lu, Z. 2018. Climate change favours a destructive agricultural pest in temperate regions: late spring cold matters. Journal of Pest Science. 91(4): 1191-1198.

Halsch, C.A., Shapiro, A.M., Fordyce, J.A., Nice, C.C., Thorne, J.H., Waetjen, D.P. and Forister, M.L. 2021. Insects and recent climate change. Proceedings of the national academy of sciences. 118(2): e2002543117.

IPCC: In Climate Change. 2021. The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Edited by Masson-Delmotte, V., Zhai, P., Pirani, A., Connors, S.L., Pe´ an, C., Berger, S., Caud, N., Chen, Y., Goldfarb, L., Gomis, M.I., Huang, M., Leitzell, K., Lonnoy, E., Matthews, J.B.R., TKM, TWtri, Yelekc¸ i O, Yu R, Zhou B. Cambridge University Press. 2021.

Johnson, S.N., Züst, T. 2018. Climate change and insect pests: resistance is not futile? Trends in Plant Science. 23: 367-369.

Jactel, H.J., Koricheva, B., Castagneyro, H. 2019. Responses of forest insect pests to climate change: not so simple. Current Opinion in Insect Science. 35: 103-108.

Mech, A.M., Tobin, P.C., Teskey, R.O. 2018. Increases in summer temperatures decrease the survival of an invasive forest insect. Biological Invasions. 365-374.

Rebaudo, F., Rabhi, V.B. 2018. Modeling temperature-dependent development rate and phenology in insects: review of major developments, challenges, and future directions. Entomologia Experimentalis et Applicata. 166: 607-617.

Vitasse, Y., Ursenbacher, S., Klein, G., Bohnenstengel, T., Chittaro, Y., Delestrade, A., Monnerat, C., Rebetez, M., Rixen, C., Strebel, N., Schmidt, B.R. 2021. Phenological and elevational shifts of plants, animals and fungi under climate change in the European Alps. Biological Reviews. 96(5): 1816-1835.

Zeng, J., Liu, Y., Zhang, H., Liu, J., Jiang, Y., Wyckhuys, K.A., Wu, K. 2020. Global warming modifies long-distance migration of an agricultural insect pest. Journal of Pest Science. 93(2): 569-581.

Yan, Y., Wang, Y.C., Feng, C.C., Wan, P.H.M., Chang, K.T.T. 2017. Potential distributional changes of invasive crop pest species associated with global climate change. Applied Geography. 82: 83-92.

The effect of climate change on invasive pests of agricultural plants

Fatemeh Rajaei*

Department of Environmental Sciences, Faculty of Sciences, Zanjan University, Zanjan

Abstract

Climate change has diverse and complex effects on crop pests worldwide. In this review, we describe the role of climate and parameters of temperature and rainfall changes on pest species in detail. Changes in climatic parameters are likely to benefit or limit pests. Climate change has affected insect pest species in a number of ways, including poleward shifts, distribution shifts to higher elevations, changes in spring phenology, and increases in the number of annual generations. On a global scale, it is expected that there will be fundamental differences in biomes and crop pest species in future climate changes. In general, in temperate regions compared to tropical regions, it is more likely to face an increase in pest attacks; Therefore, the effects of climate change should be examined in the context of local climate and local ecological interactions in biomes.

Keywords climate change, pests, crops

* e-mail: Rajaei_Fatemeh@znu.ac.ir

تأثیر کیتوزان و دی‌اکسیدتیتانیوم (بالک و نانو) بر بهبود تبادلات گازی اکوتیپ‌های ماریتیغال

سمیرا جعفری[1*]، صادق موسوی فرد[1]، عبدالحسین رضایی‌نژاد[1]، حسن مومیوند[1]، کریم سرخه[2]

[1] گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه لرستان، خرم‌آباد، ایران
[2] گروه مهندسی تولید و ژنتیک گیاهی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهید چمران اهواز، اهواز

چکیده

ماریتیغال (*Silybum marianum* L. Gaertn.) از گیاهان دارویی مهم خانواده آستراسه می‌باشد که در صنایع داروسازی جایگاه ویژه‌ای دارد. به منظور ارزیابی تأثیر الیسیتورهای کیتوزان و دی‌اکسیدتیتانیوم (بالک و نانو) بر برخی شاخص‌های تبادلات گازی، آزمایشی در دو سال زراعی انجام شد. آزمایش به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار انجام شد. تیمارهای آزمایشی شامل اکوتیپ‌های ماریتیغال در پنج سطح (اهواز، بوداکالازی، خمین، خرم‌آباد و ساری) و نوع و غلظت الیسیتور با ۹ سطح، محلول‌پاشی با آب مقطر، کیتوزان بالک با غلظت‌های ۵۰ و ۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر، نانو کیتوزان با غلظت‌های ۵۰ و ۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر، دی‌اکسیدتیتانیوم بالک با غلظت‌های ۵۰ و ۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر و نانو دی‌اکسیدتیتانیوم با غلظت‌های ۵۰ و ۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر بود. استفاده از محلول‌پاشی نانوکیتوزان در غلظت ۵۰ میلی‌گرم در لیتر سبب افزایش سرعت فتوسنتز و هدایت مزوفیلی شد که با افزایش هدایت روزنه‌ای و کاهش دی‌اکسیدکربن داخلی همراه بود؛ بنابراین، کاربرد این ماده خصوصیات فتوسنتزی گیاه را بهبود بخشید.

واژگان کلیدی: آستراسه، تبادلات گازی، کیتوزان، ماریتیغال

* e-mail: Samirajafari275@yahoo.com

مقدمه

گیاهان دارویی به‌عنوان سرمایه‌های ژنتیکی ارزشمند محسوب می‌شوند و دارای اهمیت جهانی هستند و جز منابع اصلی پزشکی و داروسازی می‌باشند. امروزه برای درمان و حفظ سلامتی انسان تأکید زیادی بر استفاده از داروهایی با منشأ طبیعی می‌شود (Rahimi et al., 2011). ماریتیغال (*Silybum marianum* (L.) Gaertn.)، گیاهی دارویی، علفی، یک یا دو ساله از خانواده Asteraceae می‌باشد (Ram et al., 2006). دانه‌های ماریتیغال دارای ترکیب‌های سیلی‌بین، سیلی کریستین و سیلی‌دیانین است که مجموعه آن‌ها تحت عنوان سیلی‌مارین شناخته می‌شوند و از عصاره متانولی میوه‌های خشک شده (دانه) آن استخراج می‌شوند (Bosisio et al., 1992). مواد نانوساختار، به موادی اطلاق می‌شوند که حداقل یکی از ابعاد آن‌ها در مقیاس زیر ۱۰۰ نانومتر باشد. در این مقیاس کوچک و اتمی، خصوصیات و رفتارهای جالب و قابل توجه دیگر مواد از جمله واکنش‌پذیری و تحرک بالا، خصوصیات خودکنترلی و هوشمندی مشاهده می‌شود که دلیل اصلی آن سطح ویژه بالا در این مقیاس می‌باشد. از جمله ویژگی‌های جالب توجه دیگر نانو مواد، سبک و کوچک بودن، استفاده در مقادیر کم، چند کاربردی بودن و صرفه در مواد مصرفی است (علی نژاد و گلی، ۱۳۸۴). کیتوزان از پلی‌ساکاریدهای نیتروژن‌دار است که با واکنش استیل‌زدایی کیتین به‌صورت طبیعی ایجاد می‌شود (Pariser and Lombardi, 1998). مطالعات نشان داد، استفاده از نانوذرات کیتوزان در گیاه پروانش باعث افزایش فعالیت هدایت روزنه‌ای و تعرق می‌شود که به دلیل افزایش جذب آب در پاسخ به از دست دادن آب است و تعادل آب را حتی در شرایط تنش غیرزیستی حفظ می‌کند (Ali et al., 2021). تیتانیوم سبب بهبود صفات مورفولوژیکی و فیزیولوژیکی گیاهان می‌شود (Berahmand et al., 2012). همچنین تیتانیوم به‌عنوان یک عنصر سودمند باعث افزایش و تحریک رشد می‌شود (Pais, 1983). استفاده از نانوذرات دی‌اکسید تیتانیوم به علت ویژگی‌های برجسته به‌شدت مورد توجه متخصصین فیزیولوژی گیاهی قرار گرفته است (Gao et al., 2013). تحقیقات پیشین پتانسیل تأثیر نانو ذرات تیتانیوم را در بهبود عملکردهای فیزیولوژی و مورفولوژی گیاهان ذرت (Berahmand et al., 2012) و اسفناج (Gao et al., 2013) تأیید کردند. پژوهش حاضر با هدف، بررسی تأثیر محلول‌پاشی کیتوزان و دی‌اکسید تیتانیوم (بالک و نانو) بر ویژگی‌های تبادلات گازی اکوتیپ‌های مختلف گیاه ماریتیغال انجام شد.

۲. مواد و روش‌ها

۱.۲. منطقه مورد مطالعه

به منظور بررسی تأثیر محلول‌پاشی کیتوزان و دی‌اکسیدتیتانیوم (بالک و نانو) بر بهبود پارامترهای تبادلات گازی، مطالعه‌ای طی دو سال زراعی ۱۳۹۹- ۱۳۹۸ و ۱۴۰۰-۱۳۹۹ در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه لرستان (طول جغرافیایی ۴۸ درجه و ۲۲ دقیقه شرقی، عرض جغرافیایی ۳۳ درجه و ۲۹ دقیقه شمالی و ارتفاع ۱۱۲۵ متر از سطح دریا) صورت گرفت.

۲.۲. روش تحقیق

در این تحقیق، جهت بررسی پارامترهای تبادلات گازی، پنج جمعیت گیاه ماریتیغال مورد استفاده قرار گرفت که شامل (اهواز، بوداکالازی، خمین، خرم آباد و ساری) بودند. بذرها از شرکت پاکان بذر اصفهان تهیه شدند. به‌منظور آماده‌سازی خاک برای کشت ماریتیغال، زمین شخم عمیق زده شد و بعد از خرد کردن کلوخه‌ها با دیسک، کودهای شیمیایی مورد نیاز به خاک اضافه شد، سپس زمین تسطیح شد. عمق کاشت حدود ۱ سانتی‌متر بود و بذرها بلافاصله پس از کاشت با خاک پوشانده شدند.

فاصله بین ردیف‌ها و بوته‌ها به ترتیب ۰/۸ و ۰/۴ متر بود. آزمایش به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار و ۴۵ تیمار اجرا گردید، فاکتور اول شامل اکوتیپ‌های ماریتیغال و فاکتور دوم شامل نوع و غلظت الیسیتور با ۹ سطح (شاهد، کیتوزان بالک (غیرساختاری) با غلظت‌های ۵۰، ۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر، نانوکیتوزان با غلظت‌های ۵۰، ۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر، دی‌اکسیدتیتانیوم با غلظت‌های ۵۰، ۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر و نانو دی اکسید تیتانیوم با غلظت‌های ۵۰، ۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر) بود. کیتوزان، دی‌اکسید تیتانیوم و نانو دی‌اکسید تیتانیوم جهت انجام آزمایش از شرکت پیشگامان نانومواد ایرانیان (مشهد) تهیه گردید. کیتوزان ساخت شرکت Sigma-Aldrich آمریکا با وزن مولکولی متوسط بود که در دانشگاه لرستان نانوذره شد. محلول‌پاشی روی اندام هوایی گیاه ماریتیغال در دو مرحله ظهور گل‌آذین و گلدهی انجام شد. مقدار فتوسنتز گیاهان، فتوسنتز (Pn) (میکرومول دی‌اکسیدکربن بر مترمربع بر ثانیه) غلظت CO_2 داخل محفظه روزنه (Ci) (میکرومول بر مول) و هدایت روزنه‌ای (میلی‌مول بر مترمربع بر ثانیه) اندازه‌گیری شدند. هدایت مزوفیلی نیز از تقسیم فتوسنتز بر غلظت CO_2 داخل محفظه روزنه (میکرومول دی‌اکسیدکربن بر مترمربع بر ثانیه) برآورد شد. تمامی اندازه‌گیری‌ها در ساعت ۹ تا ۱۱ صبح و بر روی توسعه یافته‌ترین برگ بالایی در هر تکرار انجام شد. تجزیه واریانس داده‌های حاصل از این پژوهش دوساله به‌صورت تجزیه مرکب با استفاده از نرم افزار آماری SAS انجام شد.

۳. نتایج

نتایج مقایسات میانگین پارامترهای تبادلات گازی (جدول ۱) در بین تمام اکوتیپ‌های مورد بررسی، نشان داد که کاربرد کیتوزان و دی‌اکسید تیتانیوم باعث افزایش سرعت فتوسنتز، هدایت روزنه‌ای، هدایت مزوفیلی و کاهش غلظت CO_2 زیر روزنه شد. در بین غلظت‌های مختلف محلول‌پاشی کاربرد کیتوزان و دی‌اکسید تیتانیوم در فرم نانو اثر بیشتری بر شاخص‌های تبادلات گازی نشان داد. همچنین، این اثر در غلظت‌های مختلف نانوکیتوزان بیشتر از نانو دی‌اکسید تیتانیوم بیشتر مشاهده شد.

جدول ۱. تجزیه واریانس پارامترهای تبادلات گازی در برگ گیاه ماریتیغال در پاسخ به اکوتیپ و محلول‌پاشی کیتوزان و - دی‌اکسید تیتانیوم (بالک و نانوذرات)

		میانگین مربعات			
منابع تغییرات	درجه آزادی	فتوسنتز	دی‌اکسید کربن داخلی	هدایت روزنه‌ای	هدایت مزوفیلی
سال (Y)	۱	۹۱/۸۳ *	۵۹/۳۱ ns	۰/۱۹ **	۰/۰۰۰۳۹ **
تکرار درون سال (Ea)	۴	۸/۴۵	۳۵۲/۰۷	۰/۰۰۲	۰/۰۰۰۰۹
اکوتیپ (A)	۴	۲۹۰/۵۶ **	۱۴۹۴۸/۷۲ **	۰/۰۳ **	۰/۰۰۳۲۹ **
محلول‌پاشی (B)	۸	۱۳۹۵/۴۱ **	۱۸۳۷۷۰/۴۳ **	۰/۴۵ **	۰/۰۲۱۳۱ **
A × Y	۴	۱۰/۱۱ **	۵۳۰/۳۴ ns	۰/۰۰۴ **	۰/۰۰۰۱۲ **
B × Y	۸	۷/۶۸ **	۳۳۶/۹۸ ns	۰/۰۰۳ **	۰/۰۰۰۰۶ **
A × B	۳۲	۲۲/۵۱ **	۵۱۲۰/۱۸ **	۰/۰۲ **	۰/۰۰۰۲۷ **
A × B ×Y	۳۲	۶/۷ ۱ **	۳۴۹/۵۸ *	۰/۰۰۱ **	۰/۰۰۰۰۲ ns
خطا (Eb)	۱۷۶	۲/۳۹	۲۳۰/۰۳	۰/۰۰۰۶	۰/۰۰۰۰۲

ضریب تغییرات (٪)	۶/۰۵	۳/۳۸	۴/۶۹	۷/۸۱

**، * و ns: به ترتیب نشان‌دهنده‌ی معنی‌داری در سطح احتمال ۰/۰۱، ۰/۰۵ و عدم تأثیر معنی‌دار هستند.

جدول ۲. مقایسه میانگین اثر متقابل اکوتیپ و محلول‌پاشی کیتوزان و دی‌اکسید تیتانیوم (بالک و نانوذرات) بر پارامترهای تبادلات گازی در گیاه ماریتیغال

اکوتیپ	محلول‌پاشی (میلی‌گرم در لیتر)	فتوسنتز (میکرومول دی‌اکسیدکربن بر مترمربع بر ثانیه)	دی‌اکسیدکربن داخلی (میکرومول بر مول)	هدایت روزنه‌ای (میلی‌مول بر متر مربع بر ثانیه)	هدایت مزوفیلی (میکرومول دی‌اکسیدکربن بر مترمربع بر ثانیه)
ساری	شاهد	۱۵/۵۸ n	۶۴۰/۶۱ a	۰/۳۱ v	۰/۰۲ wx
	تیتانیوم ۵۰	۲۰/۷۴ s	۵۷۵/۳۰ b	۰/۳۴ u	۰/۰۳ u
	تیتانیوم ۱۰۰	۲۲/۸۶ qr	۴۷۰/۲۸ hi	۰/۴۳ rs	۰/۰۴ n
	نانو تیتانیوم ۵۰	۲۷/۳۲ ik	۳۶۰/۲۵ no	۰/۵۱ l-n	۰/۰۷ ii
	نانو تیتانیوم ۱۰۰	۳۲/۴۵ ef	۳۶۰/۲۵ op	۰/۵۶ hi	۰/۰۹ e
	کیتوزان ۵۰	۲۳/۴۰ pq	۴۲۰/۶۶ k	۰/۴۹ pq	۰/۰۵ no
	کیتوزان ۱۰۰	۲۵/۰۶ m-p	۳۷۱/ ۷۸ no	۰/۵۰ n-p	۰/۰۶ kl
	نانو کیتوزان ۵۰	۴۰/۹۳ b	۳۳۰/۳۳ rs	۰/۸۹ b	۰/۱۲ b
	نانو کیتوزان ۱۰۰	۳۳/۸۴ de	۳۷۱/۷۸ pq	۰/۷۷ c	۰/۰۹ d
خمین	شاهد	۱۵/۶۹ n	۵۴۸/۵۳ cd	۰/۳۴ n	۰/۰۲
	تیتانیوم ۵۰	۲۲/۸۲ qr	۵۳۳/۹۸ de	۰/۴۰ st	۰/۰۴ qr
	تیتانیوم ۱۰۰	۲۳/۷ p-q	۴۶۵/۴۵ i	۰/۴۹ n	۰/۰۵ op
	نانو تیتانیوم ۵۰	۲۶/۸۳ kl	۴۲۳/۳۳ k	۰/۵۶ h-i	۰/۰۶ lm
	نانو تیتانیوم ۱۰۰	۲۹/۳۶ hi	۳۹۶/۴۱ l	۰/۵۶ g-i	۰/۰۷ i
	کیتوزان ۵۰	۲۴/۲۲ o-q	۴۴۴/۸۰ i	۰/۵۱ k-n	۰/۰۵ o
	کیتوزان ۱۰۰	۲۴/۱۳ o-q	۴۳۴/۳۳ ik	۰/۵۲ k-n	۰/۰۵ no
	نانو کیتوزان ۵۰	۳۸/۶۴ c	۳۵۰/۷۵ pq	۰/ ۶۴ e	۰/۱۰ c
	نانو کیتوزان ۱۰۰	۲۹/۹۹ gh	۳۶۹/۴۰ pq	۰/۶۰ f	۰/۰۸ f-h
خرم‌آباد	شاهد	۱۰/۸۵ v	۵۸۴/۵۶ b	۰/۳۲ uv	۰/۰۱ v
	تیتانیوم ۵۰	۱۶/۶۱ m	۵۵۳/۲۱ c	۰/۴۰ t	۰/۰۳ v
	تیتانیوم ۱۰۰	۱۷/۷۴ t	۵۴۸/۸۰ cd	۰/۴۶ o-q	۰/۰۳ uv
	نانو تیتانیوم ۵۰	۲۴/۳۸ o-q	۴۷۰/۵۰ hi	۰/۵۰ l-n	۰/۰۵ op
	نانو تیتانیوم ۱۰۰	۲۶/۴۸ k-n	۳۷۵/۰۸ m-o	۰/۵۴ i-k	۰/۰۷ ik
	کیتوزان ۵۰	۲۰/۰۱ s	۵۱۴/۶۶ f	۰/۴۹ no	۰/۰۳ r-t
	کیتوزان ۱۰۰	۲۰/۵۸ s	۴۸۴/۴۹ gh	۰/۵۰ l-m	۰/۰۴ q-r
	نانو کیتوزان ۵۰	۲۹/۶۱ h	۳۴۲/۸۴ pq	۰/۵۹ fg	۰/۰۸ ef
	نانو کیتوزان ۱۰۰	۳۰/۱۰ gh	۳۷۷/۹۱ mn	۰/۵۶ h-i	۰/۰۷ g-i
اهواز	شاهد	۱۱/۹۲ v	۵۵۴/۴۵ c	۰/۳۱ uv	۰/۰۲ xv
	تیتانیوم ۵۰	۱۶/۲۴ m	۵۰۷/۶۲ f	۰/۳۹ t	۰/۰۳ uv
	تیتانیوم ۱۰۰	۲۱/۴۷ rs	۵۰۱/۴۵ fg	۰/۴۵ qr	۰/۰۴ qr
	نانو تیتانیوم ۵۰	۲۷/۲۹ ik	۴۳۷/۶۶ ik	۰/۵۲ k-m	۰/۰۶ lm
	نانو تیتانیوم ۱۰۰	۲۸/۶۳ h-i	۴۲۹/۳۲ ik	۰/۵۵ h-i	۰/۰۶ kl
	کیتوزان ۵۰	۲۴/۹۶ n-p	۴۸۶/۶۶ gh	۰/۵۰ mn	۰/۰۵ op
	کیتوزان ۱۰۰	۲۷/۷۱ i-k	۴۴۶ i	۰/۵۳ i-l	۰/۰۶ lm
	نانو کیتوزان ۵۰	۳۵/۴۶ d	۳۶۵/۳۳ n-p	۰/۷۰ d	۰/۰۹ c
	نانو کیتوزان ۱۰۰	۳۱/۴۲ fg	۳۷۴/۸۸ m-o	۰/۶۴ e	۰/۰۸ fg
بوداکالازی	شاهد	۱۹/۸۹ s	۵۳۴/۸۶ de	۰/۳۸ t	۰/۰۳ st
	تیتانیوم ۵۰	۲۰/۷۰ s	۵۱۷/۶۶ ef	۰/۴۴ qr	۰/۰۴ r-t
	تیتانیوم ۱۰۰	۲۳/۵۸ pq	۵۰۴/۴۱ f	۰/۴۶ pq	۰/۰۴ pq
	نانو تیتانیوم ۵۰	۲۶/۷۷ k-m	۳۹۷/۶۶ l	۰/۵۵ h-i	۰/۰۶ kl
	نانو تیتانیوم ۱۰۰	۲۹/۶۰ h	۳۰۹/۹۱ lm	۰/۵۸ f-h	۰/۰۷ h-i
	کیتوزان ۵۰	۲۵/۴۹ l-o	۴۶۶/۷۷ i	۰/۵۲ k-n	۰/۰۵ no
	کیتوزان ۱۰۰	۲۶/۷۷ k-n	۴۴۴/۴۱ i	۰/۵۳ i-l	۰/۰۶ mn
	نانو کیتوزان ۵۰	۴۳/۶۲ a	۳۱۵/۲۱ s	۰/۹۳ a	۰/۱۳ a
	نانو کیتوزان ۱۰۰	۳۳/۸۳ de	۳۵۱/۰۸ pq	۰/۶۰ f	۰/۰۹ d

میانگین‌های دارای حروف مشترک در هر ستون بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال پنج درصد دارای اختلاف معنی‌داری نمی‌باشند.

بیشترین میزان فتوسنتز (۴۳/۶۲ میکرومول CO_2 سطح برگ در ثانیه) مربوط به اکوتیپ بوداکالازی و محلول‌پاشی کیتوزان با غلظت ۵۰ میلی‌گرم در لیتر بود که اثر آن با اکوتیپ ساری و محلول‌پاشی نانوکیتوزان با غلظت ۵۰ میلی‌گرم در لیتر معنی‌دار نشد. کمترین میزان فتوسنتز (۱۰/۸۵ میکرومول CO_2 سطح برگ در ثانیه) نیز مربوط به اکوتیپ‌های خرم‌آباد و اهواز در شرایط محلول‌پاشی با آب مقطر بود همچنین مقایسه میانگین برهمکنش اکوتیپ و محلول‌پاشی نشان داد که بیشترین میزان غلظت CO_2 زیر روزنه در اکوتیپ ساری و شرایط محلول‌پاشی با آب مقطر معادل ۶۴۰/۶۱ میکرومول بر مول مشاهده گردید و کمترین میزان آن (۳۱۵/۲۱) میکرومول بر مول مربوط به اکوتیپ بوداکالازی و محلول‌پاشی نانوکیتوزان با غلظت ۵۰ میلی‌گرم در لیتر بود.

مقایسه میانگین اثر متقابل اکوتیپ و محلول‌پاشی نشان داد بیشترین میزان هدایت روزنه‌ای به ترتیب (۰/۹۳) میلی‌مول بر مترمربع بر ثانیه را اکوتیپ بوداکالازی و محلول‌پاشی نانوکیتوزان با غلظت ۵۰ میلی‌گرم در لیتر داشت و کمترین میزان آن (۰/۳۱) میلی‌مول بر مترمربع بر مربوط به اکوتیپ‌های ساری و اهواز در شرایط محلول‌پاشی با آب مقطر بود. اثر متقابل اکوتیپ و محلول‌پاشی تأثیر معنی‌داری هدایت مزوفیلی داشت. بیشترین هدایت مزوفیلی به ترتیب با میانگین (۰/۰۹ میلی‌مول بر مترمربع بر ثانیه در اکوتیپ‌های بوداکالازی همراه با محلول‌پاشی نانوکیتوزان با غلظت ۵۰ میلی‌گرم در لیتر به دست آمد و کمترین هدایت مزوفیلی نیز با میانگین (۰/۰۱) میکرومول دی‌اکسیدکربن بر مترمربع بر ثانیه در اکوتیپ خرم‌آباد و شرایط محلول‌پاشی با آب مقطر مشاهده شد. (جدول ۲).

بحث و نتیجه‌گیری

نتایج پژوهش حاضر نشان داد کاربرد محلول‌پاشی کیتوزان و دی‌اکسیدتیتانیوم منجر شد گیاهان دارای برگ‌های با رنگ سبز و غلظت بالای رنگیزه‌های فتوسنتزی باشند که با افزایش میزان فتوسنتز، هدایت روزنه‌ای، هدایت مزوفیلی و کاهش میزان دی‌اکسیدکربن داخلی همراه بود. به‌طورکلی در این تحقیق مشاهده شد، اکوتیپ بوداکالازی از نظر میزان تبادلات گازی (میزان فتوسنتز، هدایت روزنه‌ای، هدایت مزوفیلی و دی‌اکسیدکربن داخلی) نسبت به دیگر اکوتیپ‌ها از وضعیت بهتری برخوردار بود. همچنین نتایج نشان داد کاربرد محلول‌پاشی نانوکیتوزان در غلظت ۵۰ میلی‌گرم در لیتر باعث افزایش میزان فتوسنتز و هدایت روزنه‌ای و مزوفیلی شد. بررسی اثر کاربرد نانوکیتوزان بر گیاه گندم در شرایط تنش خشکی نشان داد که نانوکیتوزان در غلظت ۹۰ میلی‌گرم در لیتر باعث افزایش سرعت فتوسنتز شد (Behboudi et al., 2019). Van و همکاران (۲۰۱۳) گزارش کردند کاربرد خارجی نانوکیتوزان بر گیاه قهوه روبوستا در شرایط گلخانه باعث افزایش سرعت فتوسنتز، هدایت روزنه‌ای و هدایت مزوفیلی و کاهش غلظت Co_2 زیر روزنه شد (Van et al., 2013). کاربرد نانو ذرات دی‌اکسیدتیتانیوم نیز در رتبه بعدی به‌طور مطلوبی بر روند هدایت روزنه‌ای، نرخ فتوسنتز خالص اکوتیپ‌های ماریتیغال تأثیر گذاشت. محققان تلاش می‌کنند جهت بالا بردن بهبود کارایی فتوسنتز در گیاهان از دست‌کاری‌های ژنتیکی و فناوری‌های نانو استفاده نمایند. کاربرد بیولوژیکی نانوذره دی‌اکسید تیتانیوم باعث افزایش میزان فتوسنتز خالص، هدایت آب و میزان تعرق در گیاهان می‌شود (Kiss et al., 1985). زی و همکاران (۲۰۱۶) گزارش دادند که نانوذره دی‌اکسید تیتانیوم باعث افزایش جذب نور توسط کلروپلاست‌ها می‌شود که در نتیجه آن کمپلکس برداشت کننده نوری فعال می‌گردد، این فعال شدن، ظرفیت فتوسنتزی را افزایش می‌دهد.

منابع

علی نژاد، د.، گلی، ه. ۱۳۸۴. نانوکامپوزیت‌ها و کاربردهای آن‌ها. نشر زبان تصویر.

Ali, E.F., El-Shehawi, A.M., Ibrahim, O.H.M., Abdul-Hafeez, E.Y., Moussa, M.M., Hassan, F.A.S. 2021. A vital role of chitosan nanoparticles in improvisation the drought stress tolerance in *Catharanthus roseus* (L.) through biochemical and gene expression modulation. Plant Physiology and Biochemistry. 161: 166-175.

Behboudi, F., Tahmasebi-Sarvestani, Z., Kassaee, M.Z., Modarres-Sanavy, S.A.M., Sorooshzadeh, A., Mokhtassi-Bidgoli, A. 2019. Evaluation of chitosan nanoparticles effects with two application methods on wheat under drought stress. Plant Nutrition. 42(13): 1439-1451.

Berahmand, A.A., Panahi, A.G., Sahabi, H., Feizi, H., Rezvani Moghaddam, P., Shahtahmassebi., Fotovat, A., Karimpourand, H., Gallehgir, O. 2012. Effects of silver nanoparticles and magnetic field on growth of fodder maize (*Zea mays*.). Biological Trace Element Research. 149: 419 – 424.

Berahmand, A.A., Panahi, A.G., Sahabi, H., Feizi, H., Rezvani Moghaddam, P., Shahtahmassebi, N., Fotovat, A., Karimpourand, H., Gallehgir, O. 2012. Effects of silver nanoparticles and magnetic field on growth of fodder maize (*Zea mays*.). Biological Trace Element Research. 149: 419 – 424.

Bosisio, E., Benelli, C., Pirola, O. 1992. Effect of the flavanolignans of *Silybum marianum* L. on lipid peroxidation in rat liver microsomes and freshly isolated hepatocytes. Pharmacological Research. 25(2): 147-154.

Gao, J., Xu, G., Qian, H., Liu, P., Zhao, P., Hu, Y. 2013. Efects of nano-TiO2 on photosynthetic characteristics of *Ulmus elongata* seedlings. Environmental Pollution. 176: 63-70.

Kiss, F., Deak, G., Feher, M., Balo, G.H.A. Szabolsci, L., Pais, I. 1985. The effect of titanium and gallium in photosyntetic rate of algae. Plant Nutrition. 8: 825-832.

Pais, I. 1983. The biological importance of titanium. Plant Nutrition. 6: 3-131.

Pariser E.R., Lombardi, D. 1988. A guide to the research literature chitin, Source book. Plenum Press. New York, U.S.A. 560 p.

Rahimi, S., Hasanloo, T., Najafi, F., Khavari-Nejad, R.A. 2011. Enhancement of silymarin accumulation using precursor feeding in *Silybum marianum* hairy root cultures. Plant Omics. 4: 34–39.

Ram, G., Bhan, M.K., Gupta, K.K., Thaker, B., Jamwal, U. Pal, S. 2006. Variability pattern and correlation studies in *Silybum marianum* (L.) Gaertn. Fitoterapia. 76: 143-147.

Van, S.N., Minh, H.D., Anh, D.N. 2013. Study on chitosan nanoparticles on biophysical characteristics and growth of *Robusta coffee* in green house. Biocatalysis and Agricultural Biotechnology. 2(4): 289–294.

Effect of foliar application of chitosan and titanium dioxide (bulk and nano) on chlorophyll fluorescence parameters of five ecotypes of milk thistle

Samira Jafari[1]*, Sadegh Mousavi-Fard[1], Abdolhosein Rezaei Nejad[1], Hasan Mumivand[1], Karim Sorkheh[2]

[1] Department of Horticultural Science, Faculty of Agriculture, Lorestan University, Khorramabad, Iran Khorramabad, Iran
[2] Assisstant Professor, Department of Production Engineering and Plant Genetics, Faculty of Agriculture, Shahid Chamran University of Ahvaz, Iran

Abstract

Silybum marianum L. Gaertn. is one of the important medicinal plants of Asteraceae family which has a special place in the pharmaceutical industry. To investigate the effects of different concentrations of chitosan and titanium dioxide on gas exchanges indices of milk thistle ecotypes, a farm factorial experiment was conducted in a randomized complete block design with three replications during two crop years. Experimental treatments included milk thistle ecotypes (Budakalazi, Sari, Khomein, Khorramabad, and Ahvaz) and foliar application of nine elicitors including: control, bulk chitosan (50 and 100 mg L^{-1}), nano chitosan (50 and 100 mg L^{-1}), bulk TiO2 (50 and 100 mg L^{-1}) and nano titanium dioxide (50 and 100 mg L^{-1}). The application of nano chitosan at the concentration of 50 mg L^{-1} led to increasing photosynthesis and mesophilic conductivity, which was associated with increasing of stomatal conductance and decreasing of internal carbon dioxide. Therefore, the application of nano chitosan improved the photosynthetic properties.

Keywords: Asteraceae, Chitosan, Gas exchanges, Milk thistle

* e-mail: Samirajafari275@yahoo.com

تغییرات آنزیمی حاصل از اثر نانو اکسیدروی بر گیاه نوروزک (*Salvia leriifolia* Benth.) در سطوح مختلف شوری

مهدی آخوندی*

گروه زیست شناسی، دانشگاه پیام نور، تهران، ایران

چکیده

تنش شوری یکی از اصلی‌ترین عوامل محدودکننده رشد و تولید گیاهان می‌باشد. عنصر روی از جمله عناصر ضروری در رشد و فرایندهای متابولیسمی می‌باشد که مصرف آن سبب مقاومت گیاهان به تنش‌های محیطی می‌شود. از سوی دیگر کاربرد عناصر در شکل نانو به علت سهولت جذب عناصر، امروزه مورد توجه قرارگرفته است. به منظور بررسی اثر نانواکسیدروی بر تحمل به تنش شوری در گیاه نوروزک در مرحله گلدانی عوامل آزمایشی شامل دو سطح نانواکسیدروی (۲ و ۴ میلی‌گرم بر لیتر) و ۴ سطح شوری (۵۰، ۱۰۰، ۱۵۰ و ۲۰۰ میلی‌مولار) نمک کلرید سدیم در کنار شاهد بود. نتایج حاصله نشان داد فعالیت آنزیمهای سوپراکسیددسموتاز و کاتالاز به‌ویژه در سطح شوری ۲۰۰ میلی‌مولار نسبت به شاهد کاهش معنی‌داری داشتند. از سوی دیگر، تیمار ۴ میلی‌گرم در لیتر نانواکسیدروی با تأثیر مثبت بر این پارامترها، سبب افزایش این شاخص‌ها نسبت به شاهد و سطح دیگر نانواکسیدروی گردید. به‌طورکلی می‌توان نتیجه گرفت غلظت ۴ میلی‌گرم در لیتر نانواکسیدروی بهترین کارایی را در برابر تنش شوری دارد و سبب مقاومت و تحمل به تنش شوری در گیاه نوروزک گردید.

کلمات کلیدی: آنزیمهای آنتی اکسیدانت، شوری، نانواکسیدروی، نوروزک.

* E.mail: M.akhondi@pnu.ac.ir

۱. مقدمه:

شوری از دو جهت گیاهان را تحت تأثیر قرار می‌دهد. غلظت‌های بالای نمک در خاک که ظرفیت ریشه‌ها برای جذب آب را تحت تأثیر قرار می‌دهد و دیگری، شوری زیاد داخل گیاه که سمی بوده و اثر بازدارنده بر بسیاری از فرایندهای فیزیولوژیکی و بیوشیمیایی، مانند جذب عناصر غذایی و سوخت‌وساز دارد. تنش شوری مانند دیگر تنش‌های محیطی باعث تجمع گونه‌های فعال اکسیژن مانند مولکول‌های سوپر اکسید (O^{2-})، پراکسیدهیدروژن (H_2O_2)، رادیکال هیدروکسیل (OH) و اکسیژن یکتایی (O_2) شود. این گونه‌ها بسیار سمی و بی‌نهایت واکنشگر بوده و واکنش‌های سریع و غیراختصاصی آن‌ها می‌تواند به گستره‌ی وسیعی از مولکول‌های زیستی مانند لیپیدها، پروتئین‌ها، اسیدهای نوکلئیک و رنگیزه های فتوسنتزی و غشاها آسیب جدی وارد کند و حتی منجر به مرگ سلول شود (عبدل لطیف و همکاران، ۲۰۱۸ ; خان و همکاران، ۲۰۱۷ و شارما[1] و همکاران، ۲۰۱۲). از ترکیبات دیگری که از تنش اکسیداتیو حاصل از تنش شوری در گیاه ایجاد می‌شود، رادیکال‌های فعال نیتروژن (RNS)همچون رادیکال‌های اکسید نیتریک، نیتروژن دی‌اکسید، دی نیتروژن تترا اکسید، پراکسی نیتریک و آنیون نیتروکسیل می‌باشد (ماچادو و سرالهریو،۲۰۱۷).

گیاهان دارای سیستم‌های اصلی جاروب کننده ROS می‌باشند که در مکان‌های تولید ROS قرار دارند. این سیستم‌ها عبارتند از آنزیم سوپر اکسیددسموتاز، آنزیم کاتالاز (عبدل لطیف و همکاران، ۲۰۱۸)، گایاکول پراکسیداز، پلی فنل اکسیداز (داس و رویچوردی[2]، ۲۰۱۴).

آنزیم فنیل آلانین آمونیالیاز (PAL)، یکی از مهم‌ترین آنزیم‌های حد واسط بین متابولیسم اولیه و ثانویه در گیاهان است و آغازگر مسیر فنیل پروپانوئید فنیل آلانین را به سینامیک اسید تبدیل می‌کند (کنگ[3]، ۲۰۱۵). تغییر در فعالیت آنزیم فنیل آلانین آمونیالیاز که اولین آنزیم مسیر بیوسنتز فنلهاست، نیز در بسیاری از تنش‌ها گزارش‌شده است. جهانتیغ و همکاران (۲۰۱۶) با مطالعه بر گیاه زوفا تحت تنش شوری مشاهده نمودند که بر اثر افزایش میزان شوری بر مقدار ترکیبات فنلی در برگ و ریشه این گیاه به طور معنیداری افزوده شد. این نتایج به نقش ترکیبات فنلی در مقابل تنش اکسیداتیو حاصل از تنش شوری دلالت دارند.

آنزیم پلی فنل اکسیداز نیز در دفاع علیه پاتوژنها، زخم‌ها و تنش‌های محیطی و همچنین در اکسید کردن برخی از ترکیبات فنلی به کینون هم نقش دارد، بنابراین فعالیت این آنزیم بر مقدار ترکیبات فنلی در داخل گیاه نیز مؤثر است. در تنش‌های محیطی یا زنده، تغییر فعالیت این آنزیم بر مقدار ترکیبات فنلی درون‌سلولی تأثیر می‌گذارد (احمد و همکاران، ۲۰۱۰).

کاتالاز یک آنزیم تترامر، دارای ۳۷ هم است و موجب شکسته شدن H_2O_2به آب و اکسیژن می‌شود و در کلیه یوکاریوت های هوازی یافت می‌شود (وی لیانگ و همکاران، ۲۰۱۸). گزارش‌های متعددی مبنی بر اثرات تنش بر میزان فعالیت آنزیم کاتالاز وجود دارد. تغییر فعالیت آنزیمCAT به‌صورت افزایش تحت شرایط تنش خشکی، سرما، درجه حرارت‌های بالا و شوری(دمیرال

[1] - Sharma et al.
[2] - Das & Roychoudhury
[3] - Kong

و ترکان[1]، ۲۰۰۵)، عدم‌تغییر فعالیت (بارتوز[2]، ۱۹۹۷) و کاهش فعالیت (شارما و همکاران، ۲۰۱۹) در آزمایش‌های مختلف گزارش‌شده است.

جنگمو و همکاران (۲۰۱۴) در بررسی اثر تنش شوری در گیاه مریم‌گلی گزارش دادند که تنش شوری به‌طور قابل‌ملاحظه‌ای سبب کاهش فعالیت آنزیم سوپراکسیددسموتاز در برگ گیاهان تنش دیده نسبت به شاهد شد؛ اما بالعکس با افزایش شوری فعالیت آنزیم کاتالاز به‌طور چشمگیری افزایش یافت. آنان نتیجه گرفتند که آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی در پاسخ گیاه مریم‌گلی به شوری و افزایش تحمل گیاه نسبت به شوری دخیل هستند و باعث حفظ توانایی رشد گیاه در شرایط شور می‌شوند.

عنصر روی تأثیر مستقیمی بر فعالیت تعدادی از آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی ازجمله سوپراکسیددسموتاز Cu/Zn دارد و در کاهش خسارت ناشی از گونه‌های اکسیژن فعال به غشای سلولی، پروتئین‌ها، کلروفیل و اسید نوکلئیک دارای اهمیت است (کاستیلو-گونزالس و همکاران، ۲۰۱۸).

هریپریا[3] و همکاران(۲۰۱۸) با بررسی اثر محلول پاشی نانواکسیدروی بر گیاه ارزن تحت تنش شوری مشاهده کردند، نانواکسیدروی باعث کاهش میزان MDA و افزایش فعالیت آنزیم‌های پراکسیداز و کاتالاز گردید. خیری زاده آروق[4] و همکاران (۲۰۱۶) اظهار نمودند که در شرایط شوری ریزمغذی روی به دلیل افزایش فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی، تجمع پرولین و قندهای محلول و افزایش محتوای کلروفیل، ضمن تعدیل اثرات ناشی از تنش شوری، موجب حفظ محتوای نسبی آب درون گیاه و رشد بهتر ریشه و اندام‌های هوایی می‌گردد. در این آزمایش به بررسی اثر نانواکسیدروی و شوری بر آنزیم های آنتی اکسیدانت گیاه نوروزک پرداخته شده است.

۲. مواد و روشها:

این آزمایش در گلخانه دانشکده علوم دانشگاه آزاد اسلامی واحد مشهد به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی در چهار تکرار به‌منظور بررسی اثر نانواکسیدروی بر گیاه نوروزک (*Salvia lerifollia* Benth.) تحت تنش شوری اجرا شد. فاکتورهای موردبررسی شامل دو سطح محلول‌پاشی نانواکسیدروی (۲ و ۴ میلی‌گرم در لیتر) و پنج سطح شوری (صفر، ۵۰، ۱۰۰، ۱۵۰ و ۲۰۰ میلی‌مولار از نمک طعام (NaCl) بود. پس از جوانه‌زنی، دانه رست ها به لیوانهای حاوی مخلوط کوکوپیت و پرلیت منتقل شدند. پس از یک هفته، ۵ گیاهچه سالم به گلدان‌های پلاستیکی منتقل شدند.

گلدان‌هادر شرایط گلخانه و درجه حرارت ۴ ± ۲۵ درجه سانتی‌گراد، شدت روشنایی ۵۰۰۰ لوکس و دوره نوری ۱۶ ساعت روشنایی و ۸ ساعت تاریکی قرار گرفتند. تنش شوری پس از تهیه محلول‌های مختلف (۵۰، ۱۰۰، ۱۵۰ و ۲۰۰ میلی‌مولار کلریدسدیم)، در آغاز هفته سوم به همراه آبیاری گلدان‌ها اعمال شد و محلول‌پاشی نانواکسیدروی در غلظت‌های صفر، ۲، ۴ میلی‌گرم در لیتر به مدت ۸ هفته به‌صورت هفتگی به روش محلول‌پاشی بر اندام هوایی صورت گرفت. در طول مدت تنش،

1 - Demiral & Türkan
2 - Bartosz
3 - Haripriya et al.
4 - KheirizadehArough et al.

برای کاهش خطای آزمایش و نیز یکنواخت نمودن شرایط رویش برای تمامی گیاهان، گلدان‌های هر تیمار به‌طور تصادفی جابه‌جا می‌شدند.

به‌منظور استخراج پروتئین ابتدا ۰/۵ گرم برگ تازه با استفاده از نیتروژن مایع در هاون چینی پودر شد .سپس به هاون جدیدی منتقل و همراه با ۱۰ میلی‌لیتر بافر فسفات پتاسیم سرد ساییده شد تا حدی که مخلوط همگنی به دست آید. محلول حاصل به فالکون ۱۵ میلی‌لیتری منتقل و با استفاده از دستگاه سانتریفیوژ یخچال دار (ساخت شرکت Vision مدل VS-15000 CFN) در دمای چهار درجه سانتی‌گراد، با سرعت ۱۲۰۰۰ دور در دقیقه به مدت ۲۰ دقیقه سانتریفیوژ شد. پس از پایان سانتریفیوژ، محلول رویی در لوله‌های اپندروف ریخته و فریزر ۷۰- درجه سانتیگراد نگه‌داری شد. این نمونه‌ها برای سنجش پروتئین و آنزیم‌ها استفاده شد.

برای اندازه‌گیری میزان فعالیت آنزیم کاتالاز، آنزیم سوپراکسیدسموتاز و آنزیم پلی‌فنل اکسیداز به ترتیب از روش چندلی و اسکاندلیوس[1] (۱۹۸۴)، گانوپولیتیس و رایس[2] (۱۹۹۷) و کار[3] و همکاران (۱۹۷۶) استفاده شد. سنجش فعالیت آنزیم پراکسیداز با استفاده از گایاکول و اندازه‌گیری میزان جذب تتراگایاکول تشکیل‌شده از گایاکول درنتیجه فعالیت پراکسیداز، در ۴۷۰ نانومتر انجام گرفت (دیزی[4] و همکاران، ۲۰۰۸).

تجزیه‌وتحلیل داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار آماری SAS 9/3 و میانگین داده‌ها با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح آماری ۵٪ مورد مقایسه قرار گرفتند. برای رسم منحنی از نرم‌افزار Excel استفاده گردید.

۳. نتایج و بحث:

حاصل از جدول مقایسه میانگین‌ها اثرمتقابل (جدول ۱)، نشان داد بیشترین میزان فعالیت آنزیم SOD برگ در تنش شوری ۱۵۰ میلی‌مولار کلرید سدیم به همراه غلظت ۴ میلی‌گرم در لیتر نانواکسیدروی وجود داشت. در تیمار شاهد بدون حضور نانواکسیدروی، کمترین میزان فعالیت آنزیم SOD دیده شد. میزان تفاوت فعالیت آنزیم در بیش‌ترین و کمترین فعالیت، ۳/۲۵۵ واحد آنزیمی بر میلی‌گرم پروتئین بود.

[1] - Chandlee & Scandalios
[2] - Giannopolitis and Ries
[3] - Kar et al.,
[4] - Dazy et al.,

جدول ۱- مقایسه میانگین اثرمتقابل تنش شوری و نانواکسیدروی بر میزان آنزیم سوپراکسیددسموتاز و کاتالاز *Salvia leriifolia* *

شوری	نانوذره	سوپراکسیددسموتاز برگ (واحدآنزیمی‌برمیلی‌گرم پروتئین)	سوپراکسیددسموتاز ریشه (واحدآنزیمی‌برمیلی‌گرم پروتئین)	سوپراکسیددسموتاز کل (واحدآنزیمی‌برمیلی‌گرم پروتئین)	کاتالاز برگ (واحدآنزیمی‌برمیلی‌گرم پروتئین)	کاتالاز ریشه (واحدآنزیمی‌برمیلی‌گرم پروتئین)	کاتالاز کل (واحدآنزیمی‌برمیلی‌گرم پروتئین)
شاهد	صفر	۱/۴۳۵i	۰/۷۸۵i	۲/۲۲۰j	۴۲/۵h	۱۰f	۵۲/۵۰e
	۲ میلی‌گرم در لیتر	۱/۴۹۵i	۰/۸۹۵i	۲/۳۹۰j	۴۳/۷۵h	۱۳/۷۵f	۵۷/۵۰e
	۴ میلی‌گرم در لیتر	۱/۶۵۵hi	۱/۰۵۵hi	۲/۷۱۰ij	۴۰h	۱۵f	۵۵e
۵۰ میلی‌مولار	صفر	۲/۷۲۰ef	۲/۱۲۰def	۴/۸۴۰efg	۶۸/۷۵g	۳۱/۲۵e	۱۰۰d
	۲ میلی‌گرم در لیتر	۲/۹۱۰de	۲/۲۷۵de	۵/۱۸۵efg	۸۰fg	۳۷/۵۰de	۱۱۷/۵۰d
	۴ میلی‌گرم در لیتر	۳/۳۴۰cd	۲/۷۶۰cd	۶/۱۰۰cd	۹۱/۲۵ef	۵۲/۵۰cd	۱۴۳/۷۵c
۱۰۰ میلی‌مولار	صفر	۳/۳۲۵cd	۲/۶۹۰cd	۶/۰۱۵cde	۱۰۳/۷۵de	۵۷/۵۰bc	۱۶۱/۲۵bc
	۲ میلی‌گرم در لیتر	۳/۷۴۵bc	۳/۰۵۰bc	۶/۷۹۵bc	۱۰۷/۵cd	۵۲/۵۳cd	۱۶۰bc
	۴ میلی‌گرم در لیتر	۴/۲۱۵ab	۳/۶۳۵ab	۷/۸۵۰ab	۱۲۵b	۷۳/۷۵a	۱۹۸/۷۵a
۱۵۰ میلی‌مولار	صفر	۳/۴۷۵cd	۲/۴۲۰cd	۵/۸۹۵cde	۱۲۵b	۴۷/۵۰cd	۱۷۲/۵۰b
	۲ میلی‌گرم در لیتر	۴/۳۴۵a	۳/۶۲۵ab	۷/۹۷۰a	۱۲۰bc	۵۶/۲۵bc	۱۷۶/۲۵b
	۴ میلی‌گرم در لیتر	۴/۶۹۰a	۴/۱۰۵a	۸/۷۹۵a	۱۴۵a	۷۰ab	۲۱۵a
۲۰۰ میلی‌مولار	صفر	۲/۲۰۰fgh	۱/۵۹۰fgh	۳/۷۹۰ghi	۶۸/۷۵g	۴۵cde	۱۱۳/۷۵d
	۲ میلی‌گرم در لیتر	۱/۸۸۰ghi	۱/۱۷۰ghi	۳/۰۵۰hij	۶۶/۲۵g	۳۸/۷۵de	۱۰۵d
	۴ میلی‌گرم در لیتر	۲/۳۴۵efg	۱/۷۶۰efg	۴/۱۰۵fgh	۹۶/۲۵de	۵۷/۵۲bc	۱۵۳/۷۵bc

*در هر ستون اعداد دارای حروف مشترک، با یکدیگر اختلاف ندارند ($\alpha = ٪1$)

افزایش تنش شوری تا سطح ۱۰۰ میلی‌مولار باعث افزایش و بالاتر از آن سبب کاهش میزان فعالیت آنزیم کاتالاز و آنزیم PAL گردید. بیشترین میزان آنزیم PAL برگ در سطح ۱۰۰ میلی‌مولار کلرید سدیم و کمترین میزان در شاهد دیده شد که نسبت به آن به میزان ۵۲/۲۲ درصد کاهش داشت.

در بررسی اثر نانوذره بر میزان آنزیم گایاکول‌پراکسیداز ریشه مشاهده شد که در غلظت ۴ میلی‌گرم‌درلیتر بر میزان این آنزیم افزوده شد که با سایر سطوح تفاوت معنی‌داری داشت. در شاهد و غلظت ۲ میلی‌گرم‌درلیتر نانوذره از این لحاظ اختلاف معنی‌داری دیده نشد .

در این تحقیق تنش شوری سبب افزایش معنی‌دار فعالیت آنزیم SOD در ریشه و اندام هوایی گیاه نوروزک تا سطح ۱۵۰ میلی مولار کلرید سدیم بود، درحالی‌که سطوح بالاتر سبب کاهش فعالیت SOD گردید. میزان فعالیت آنزیم SOD برگ در سطح ۲۰۰ میلی مولار کلرید سدیم، ۲/۱۴۱ واحد آنزیمی بر میلی‌گرم پروتئین بود که نسبت به شاهد ۴۰/۱۲ درصد افزایش داشت. افزایش میزان فعالیت آنزیم SOD تحت تنش‌های محیطی در پژوهش‌های دیگری هم ارائه‌شده است. دشتی و همکاران(۱۳۹۳) در گیاه نوروزک تحت تنش کم‌آبی از افزایش فعالیت SOD گزارش نموده‌اند. در گیاهان دیگری همچون زوفا هم این نتایج مطابقت دارد (جهانتیغ و همکاران، ۲۰۱۶).

میزان فعالیت SOD با افزایش غلظت نانواکسیدروی نیز افزایش یافت. فراوان‌ترین ایزوزیم سوپراکسیددسموتاز در گیاهان عالی، نوع واجد روی و مس(Cu/Zn SOD) است که در آن روی نقش ساختاری و مس نقش کاتالیتیک دارد. روی به همراه مس بخش اصلی آنزیم سوپراکسیددسموتاز را به‌عنوان جاروب کننده رادیکال‌های آزاد تشکیل می‌دهد. با افزودن روی تولید اکسیژن رادیواکتیو و مراحل فتواکسیداسیون کاهش پیدا می کند، زیرا فعالیت سوپراکسیددسموتاز در حضور روی افزایش می‌یابد (لوپزمیلان[1] و همکاران، ۲۰۰۵).

گزارش‌های متعددی مبنی بر اثرات تنش بر میزان فعالیت آنزیم کاتالاز وجود دارد. تغییر فعالیت آنزیم CAT به‌صورت افزایش تحت شرایط تنش خشکی، سرما، درجه حرارت‌های بالا و شوری (دمیرال و ترکان[2]، ۲۰۰۵ و پروچاسکوا[3] و همکاران، ۲۰۰۱)، عدم‌تغییر فعالیت (بارتوز، ۱۹۹۷) و کاهش فعالیت (شارما و همکاران، ۲۰۱۹) در آزمایش‌های مختلف گزارش‌شده است. در این تحقیق بالاترین میزان فعالیت آنزیم کاتالاز در سطح ۱۵۰ میلی مولار با اعمال نانواکسیدروی در غلظت ۴ میلی‌گرم در لیتر می‌باشد. (جدول ۴-۳۱).

میزان فعالیت GPX با افزایش شوری تا سطح ۱۰۰ میلی مولار افزایش یافت ولی بعد روند نزولی یافت. انباشت GPX به نظر می‌رسد مرتبط با تنظیم اسمزی تحت تنش شوری درنتیجه کاهش میزان آب باشد و دفاع آنتی‌اکسیدان جزئی از مکانیسم‌های مقاومت در برابر تیمار نمک است (مرشد[4] و همکاران، ۲۰۱۴). جهانتیغ و همکاران (۲۰۱۶) از افزایش میزان فعالیت گایاکول با افزایش شوری در گیاه زوفا گزارش داده است.

[1] - Lopez-Milla'n et al.
[2] - Demiral & Türkan
[3] - Prochazkova et al.
[4] - Murshed et al.

با توجه به اینکه با افزایش سطح شوری، رشد گیاه کاهش می یابد و در مقابل میزان ترکیبات بیوشیمیایی و آنتی اکسیدانت زیاد شد، میتوان نتیجه گرفت که گیاه نوروزک در شرایط تنش شوری، بیشتر انرژی خود را صرف انباشت تنظیم کننده‌های اسمزی و افزایش ترکیبات بیوشیمیایی کرد تا به کمک آنها بتواند شرایط تنش را تحمل کند. همچنین فعالیت ویژه آنزیمهای کاتالاز و پراکسیداز در واکنش به شوری افزایش یافته است، اما میزان این افزایش به حدی نبود که بتواند از گیاه در مقابل مشکلات ناشی از تنش شوری محافظت نماید. البته بر اساس نتایج این تحقیق گیاه نوروزک در مرحله گیاهچه‌ای قادر است تا شوری ۱۰۰ میلی‌مولار را تحمل کند. در رابطه با تأثیر مصرف نانواکسیدروی نیز باید گفت که بر اساس نتایج این آزمایش در اغلب موارد تأثیر این ماده بر بهبود وضعیت رشد گیاه نوروزک در سطوح مختلف تنش شوری دارای تأثیر مثبت می باشد.

منابع:

Abdel Latef, A. A. H., Srivastava, A. K., El-sadek, M. S. A., Kordrostami, M., & Tran, L. S. P. 2018. Titanium dioxide nanoparticles improve growth and enhance tolerance of broad bean plants under saline soil conditions. Land degradation & development, 29(4), 1065-1073.

Khan, M. N., Mobin, M., Abbas, Z. K., AlMutairi, K. A., & Siddiqui, Z. H. 2017. Role of nanomaterials in plants under challenging environments. Plant Physiology and Biochemistry, 110, 194-209.

Sharma P, Ambuj BJ, Rama SD, Pessarakli M. 2012. Reactive Oxygen Species, Oxidative Damage, and Antioxidative Defense Mechanism in Plants under Stressful Conditions. Journal of Botany, Article ID 217037, 26-page

Machado, R. M. A., & Serralheiro, R. P. 2017. Soil salinity: effect on vegetable crop growth. Management practices to prevent and mitigate soil salinization. Horticulturae, 3(2), 30.

Das, K., & Roychoudhury, A. 2014. Reactive oxygen species (ROS) and response of antioxidants as ROS-scavengers during environmental stress in plants. Frontiers in Environmental Science, 2, 53.

Kong, J.-Q. 2015. Phenylalanine ammonia-lyase, a key component used for phenylpropanoids production by metabolic engineering. RSC Advances, 5(77), 62587-62603.

Jahantigh, O., Najafi, F., Badi, H. N., Khavari-Nejad, R. A., & Sanjarian, F. 2016. Changes in antioxidant enzymes activities and proline, total phenol and anthocyanine contents in *Hyssopus officinalis* L. plants under salt stress. Acta Biologica Hungarica, 67(2), 195-204.

Ahmad, P., Jaleel, C. A., Salem, M. A., Nabi, G., & Sharma, S. 2010. Roles of enzymatic and nonenzymatic antioxidants in plants during abiotic stress. Critical reviews in biotechnology, 30(3), 161-175.

Liang, W., Ma, X., Wan, P., & Liu, L. 2018. Plant salt-tolerance mechanism: a review. Biochemical and biophysical research communications, 495(1), 286-291.

Demiral, T., & Türkan, I. 2005. Comparative lipid peroxidation, antioxidant defense systems and proline content in roots of two rice cultivars differing in salt tolerance. Environmental and Experimental Botany, 53(3), 247-257.

Bartosz, G. 1997. Oxidative stress in plants. Acta physiologiae plantarum, 19(1), 47-64.

Haripriya, P., Stella, P., & Anusuya, S. 2018. Foliar Spray of Zinc Oxide Nanopartcles Improves Salt Tolerance in Finger Millet Crops under Glasshouse Conditon. SCIOL Biotechnol, 1, 20-29.

KheirizadehArough Y, SeyedSharifi R, Sedghi M, Barmiki M. 2016. Effect of zinc and bio fertilizers on antioxidant enzymes activity, chlorophyll content, soluble sugars and proline in Triticale under salinity condition. Not Bot Horti Agrobo, 44(1):116-124.

Chandlee, J., & Scandalios, J. 1984. Analysis of variants affecting the catalase developmental program in maize scutellum. Theoretical and applied genetics, 69(1), 71-77.

Giannopolitis, C. N., & Ries, S. K. 1977. Superoxide dismutases: I. Occurrence in higher plants. Plant Physiology, 59(2), 309-314.

Kar, M., & Mishra, D. 1976. Catalase, peroxidase, and polyphenoloxidase activities during rice leaf senescence. Plant Physiology, 57(2), 315-319.

Dazy, M., Jung, V., Férard, J.-F., & Masfaraud, J.-F. 2008. Ecological recovery of vegetation on a coke-factory soil: role of plant antioxidant enzymes and possible implications in site restoration. Chemosphere, 74(1), 57-63.

Lopez-Milla'n, A., Ellis, D.R. and Grusak, A., 2005. "Effect of zinc and manganese supply on the activities of superoxide dismutase and carbonic anhydrase in *Medicago truncatula* wild type and raz mutant plants." Plant Science 168: 1015-1022.

Prochazkova, D., Sairam, R., Srivastava, G., & Singh, D. 2001. Oxidative stress and antioxidant activity as the basis of senescence in maize leaves. Plant science, 161(4), 765-771.

Murshed, R., Lopez-Lauri, F., and Sallanon, H. 2014. Effect of water stress on antioxidant systems and oxidative parameters in fruits of tomato (*Solanum Lycopersicon* L, cv. Micro-tom). Physiol Mol Biol Plants. 20(1):15-29.

Enzymatic changes resulting from the effect of nanozinc oxide on the plant *Salvia leriifolia* Benth. at different salinity

Mahdi Akhondi

Department of Biology, Payame Noor Unvierstiy, Tehran, Iran

Abstract

Salinity stress is one of the main limiting factors for plant growth and production. Zinc is one of the essential elements in the growth and metabolic processes, the consumption of which makes plants resistant to environmental stresses.On the other hand, using of elements in the form of nano has been considered today due to absorption ease. In order to investigate the effect of ZnO nano on tolerance to salinity stress in Norozak plants at the potting stage, the experimental agents included two levels of ZnO nano (2 and 4 mg/liter) and 4 levels of salinity (50, 100, 150 and 200 mmol) of sodium chloride salt along with the control. The results showed that the activities of superoxide dismutase and catalase enzymes were significantly reduced, especially at 200 mM salinity level compared to the control. On the other hand, the treatment of 4 mg/liter of ZnO nano with a positive effect on these parameters caused an increase in these indicators compared to the control and other levels of ZnO nano. In general, it can be concluded that the concentration of 4 mg/liter of ZnO nano has the best efficiency against salinity stress and caused the resistance and tolerance to salinity stress in the Norozak plant.

Keywords: Antioxidants enzymes, *Salvia leriifolia*, Salinity, ZnO nano.

تغییرات صفات جوانه زنی و ویژگی‌های فیزیولوژیک گیاه کرچک در شرایط تنش شوری

علی غیاثی[۱]، مجید رستمی[۲*]، بهروز محمدپرست[۳]

[۱] دانش‌آموخته کارشناسی ارشد، گروه زیست شناسی، دانشکده علوم، دانشگاه ملایر

[۲] گروه تولید و ژنتیک گیاهی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ملایر

[۳] گروه زیست شناسی، دانشکده علوم، دانشگاه ملایر

چکیده

کرچک یکی از مهم‌ترین گیاهان روغنی و دارویی از تیره فرفیون است که مواد موثره آن از با ارزش‌ترین مواد مسهل و ملین در پزشکی محسوب می‌شود. به منظور بررسی اثر تنش شوری بر جوانه زنی و ویژگی‌های فیزیولوژیک گیاهچه کرچک آزمایشی با چهار تکرار و پنج تیمار شوری (صفر، ۵، ۱۰، ۱۵ و ۲۰ dS/m) انجام شد. بر اساس نتایج تنش شوری تاثیر معنی داری بر درصد جوانه‌زنی داشت. با افزایش شوری از سطح ۵ dS/m درصد جوانه‌زنی به صورت معنی‌داری کاهش یافت و در بالاترین سطح شوری جوانه‌زنی بذرها به صورت کامل متوقف شد. تنش شوری همچنین تاثیر معنی‌داری بر سرعت جوانه‌زنی داشت به صورتی- که در تیمار شوری ۱۵ dS/m سرعت جوانه‌زنی بذر بیش از ۷۷ درصد کاهش یافت. در اثر تنش شوری میزان رنگیزه‌های فتوسنتزی در گیاهچه کاهش یافت و اثرات منفی تنش بر میزان کلروفیلa و کلروفیل کل در مقایسه با کاروتنوئیدها بیشتر بود. تنش شوری موجب افزایش پرولین در ریشه و ساقه شد با این‌وجود میزان افزایش سنتز پرولین در ساقه گیاهچه کرچک بیشتر از ریشه بود. با افزایش شدت تنش شوری میزان سدیم جذب شده در بافت به صورت خطی افزایش یافت، بنابراین می‌توان نتیجه گرفت که سطوح شوری بالاتر از ۵ dS/m، علاوه بر اثرات اسمزی، از طریق بروز اثرات سمیت سدیم نیز رشد گیاهچه را دچار اختلال کرده است.

واژگان کلیدی: بذر، تنش‌های محیطی، گیاهچه، گیاهان دارویی

ایمیل نویسنده مسئول

E-mail: majidrostami7@yahoo.com

۱. مقدمه

کرچک گیاهی روغنی و دارویی از تیره فرفیون (*Euphorbiaceae*) است که مواد موثره آن از با ارزش‌ترین مواد مسهل و ملین در پزشکی محسوب می‌شود. علاوه بر این روغن این گیاه به عنوان حلال در صنایع داروسازی کاربرد وسیعی دارد. این گیاه در مناطق سردسیر به‌صورت یک‌ساله و در مناطق گرمسیر به صورت چندساله رشد می‌کند. میوه این گیاه کپسول و مهمترین ماده تشکیل دهنده دانه روغن است، که بسته به ژنوتیپ بیش از ۴۰ تا ۵۰ درصد تغییر می‌کند (Ogunniyi, 2006). تحمل کرچک به خشکی و شوری در حد متوسط بوده ولی از لحاظ سطح آستانه تحمل شوری برای سبز شدن و استقرار گیاهچه بین ارقام مختلف تفاوت وجود دارد (Zhou et al., 2010).

تنش شوری به‌طور مستقیم و غیرمستقیم بر همه فرآیندهای اصلی گیاه ازجمله فتوسنتز، تنفس، رشد، ساخت پروتئین، و متابولیسم انرژی و چربی اثر دارد و میزان تاثیر منفی این تنش به میزان مقاومت گیاه، شدت تنش، زمان مواجهه گیاه با تنش و همچنین برهمکنش تنش و سایر عوامل محیطی همچون دما و رطوبت بستگی دارد (کافی و همکاران، ۱۳۸۸). تغییر وضعیت آب سبب کاهش رشد می‌شود ولی سهم سایر فرآیندها در جلوگیری از تقسیم و رشد سلولی و تسریع مرگ سلولی به خوبی مستند سازی نشده است. اگرچه در اثر تنش شوری، کاهش رشد در همه گیاهان مشاهده می‌شود ولی سطح تحمل و میزان کاهش رشد در غلظت‌های کشنده از نمک به مقدار زیادی در میان گونه‌های مختلف گیاهی متفاوت است (رستمی وهمکاران، ۱۳۹۹). در بسیاری از گیاهان مرحله جوانه زنی بذر به شوری حساس بوده و تعیین کننده بقای گیاهان در خاک های شور است. املاح مختلف از جمله کلرید سدیم به دلیل تغییر پتانسیل اسمزی محیط باعث کاهش جذب آب توسط بذر و تاخیر در جوانه زنی می‌شوند. نتایج مطالعه‌ای که بر روی گیاه ریحان انجام شده نشان داد که شوری اثر معنی داری بر صفات جوانه‌زنی بذر دارد. در سطوح شوری بیش از ۱۰۰ میلی‌مول در لیتر درصد جوانه‌زنی نهایی، سرعت جوانه‌زنی، طول ریشه‌چه، وزن تر و خشک گیاهچه کاهش قابل ملاحظه‌ای یافت (حسنی ،۱۳۸۲).

تداوم تنش شوری می‌تواند پس از جوانه‌زنی نیز گیاه را تحت تاثیر قرار دهد با این وجود در بسیاری از گیاهان با عبور از مراحل ابتدایی رشد میزان مقاومت در برابر شوری بهبود می‌یابد. قربانلی و همکاران (۱۳۸۹) گزارش نمودند که تنش شوری موجب کاهش معنی‌دار صفات مختلف از جمله طول ساقه، وزن تر و خشک اندام هوایی ، وزن تر و خشک ریشه و تعداد گره در گیاه دارویی سیاه دانه شد. با توجه به موارد فوق این پژوهش با هدف بررسی تاثیر سطوح بالای تنش شوری بر صفات جوانه‌زنی و همچنین برخی از ویژگی‌های فیزیولوژیک گیاهچه کرچک انجام شد.

۲. مواد و روش‌ها

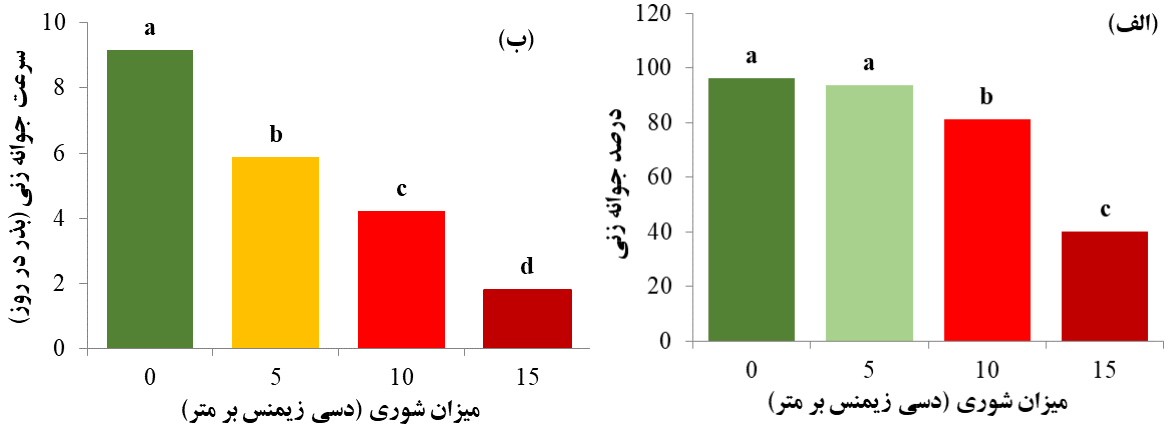
۱.۲. روش تحقیق

آزمایش به‌صورت طرح کاملاً تصادفی با پنج تیمار و چهار تکرار انجام شد. تیمارهای آزمایشی شامل چهار سطح مختلف شوری به میزان ۵، ۱۰، ۱۵ و ۲۰ دسی‌زیمنس بر متر به همراه تیمار شاهد بودند. محلول‌های شوری با استفاده از نمک کلرید سدیم

ساخته شدند و به‌منظور اطمینان از صحت کار، میزان شوری هر یک از محلول‌ها با استفاده از دستگاه سنجش هدایت الکتریکی مورد بررسی قرار گرفت. آزمون جوانه‌زنی مطابق روش‌های استاندارد انجام شد و در طول دوره آزمایش تعداد گیاهچه‌های نرمال و تعداد بذور جوانه‌زده در هر روز ثبت شد. در پایان دوره جوانه‌زنی ویژگی‌های مورفولوژیک گیاهچه ثبت شد و پس از جداسازی و توزین بخشهای مختلف گیاهچه نمونه‌ها برای انجام سنجش‌های فیزیولوژیک آماده و با استفاده از دستورالعمل‌های ثبت شده، صفاتی همچون میزان رنگیزه‌های گیاهی (Arnon, 1949)، پرولین (Bates *et al*., 1973) به روش اسپکتروفتومتری و میزان جذب سدیم (Hamada and EL-enany, 1994) با استفاده از دستگاه فلم فوتومتر مورد سنجش قرار گرفت. تجزیه و تحلیل نتایج با استفاده از نرم افزار MSTAT-C انجام شد و مقایسه میانگین‌ها در سطح احتمال ۵ درصد و با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن انجام شد. کلیه نمودارها توسط نرم افزار Excel رسم گردیدند.

۳. نتایج

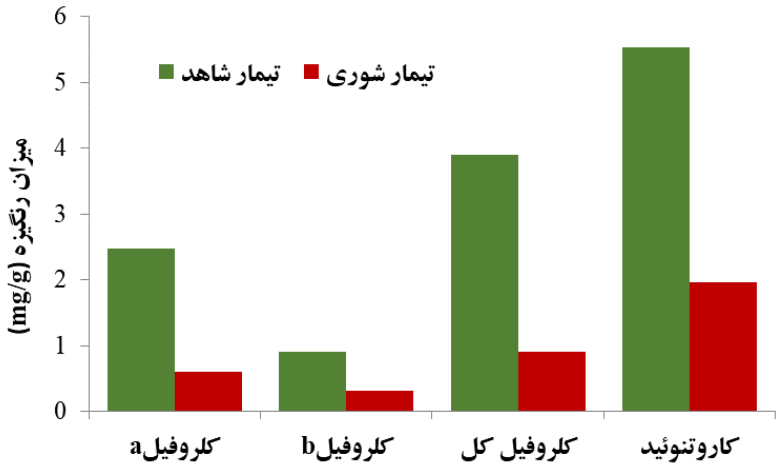
اثر تیمارهای آزمایشی بر درصد جوانه‌زنی نهایی بذر کرچک در سطح ۵ درصد معنی‌دار بود. جوانه زنی در تیمار شاهد ۹۶ درصد بود در حالی که در تیمار شوری ۱۵ دسی‌زیمنس بر متر این عدد ۴۰ درصد بود. در تیمار شوری معادل ۲۰ دسی‌زیمنس بر متر جوانه‌زنی به طور کامل متوقف شد و به صفر رسید. افزایش شوری تا سطح ۵ دسی‌زیمنس بر متر تاثیر معنی داری بر درصد جوانه زنی بذور نداشت ، ولی با گذشتن از این آستانه درصد جوانه زنی نهایی به‌طور معنی‌داری کاهش پیدا کرد (شکل ۱ الف). اثر تیمارهای آزمایشی مختلف بر میزان سرعت جوانه زنی نیز در سطح ۵ درصد معنی دار بود و با افزایش میزان شوری سرعت جوانه زنی کاهش یافت. بیشترین سرعت جوانه زنی (۹ بذر در روز) در تیمار شاهد و کمترین سرعت جوانه‌زنی (۲/۳ بذر در روز) در تیمار شوری ۱۵ دسی‌زیمنس بر متر مشاهده شد (شکل ۱ ب).



شکل ۱- اثر سطوح مختلف تنش شوری بر درصد جوانه زنی بذر کرچک (الف) و سرعت جوانه زنی بذر کرچک (ب)

بر اساس نتایج تنش شوری تاثیر معنی‌داری بر میزان کلیه رنگیزه‌های فتوسنتزی گیاهچه کرچک داشت و با اعمال تنش میزان کلروفیل a ، کلروفیل b و همچنین کاروتنوئیدها کاهش یافت. روند تغییرات برای کلیه رنگیزه‌ها مشابه بود و بیشترین میزان

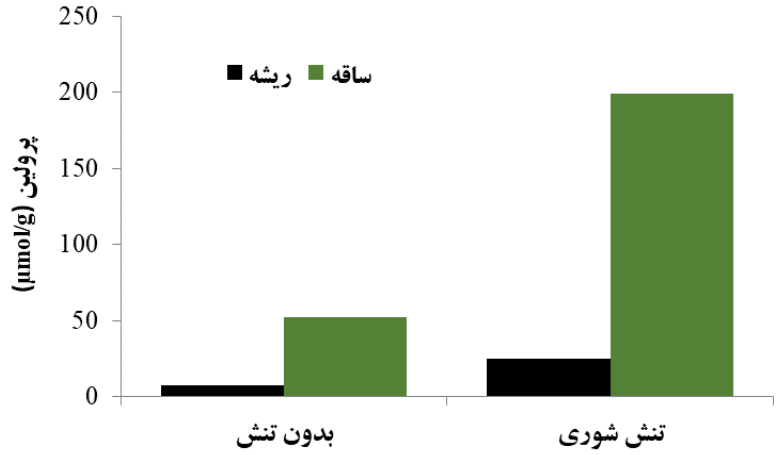
رنگیزه‌های فتوسنتزی در تیمار شاهد و کمترین میزان ان در تیمار شوری ۱۵ دسی‌زیمنس بر متر مشاهده شد. با این وجود اثر منفی تنش شوری بر میزان کلروفیل a و کلروفیل کل در مقایسه با کلروفیل b و همچنین کاروتنوئید بیشتر بود زیرا با اعمال تنش شوری میزان کلروفیلa و کلروفیل کل بیش از ۷۵ درصد کاهش یافت درحالی‌که سایر رنگیزه‌ها در حدود ۶۵ درصد کاهش یافتند (شکل۲).



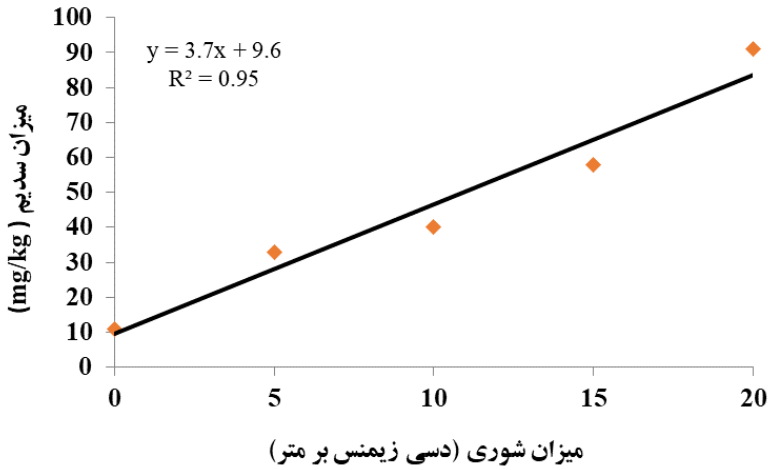
شکل۲- میزان کلروفیلa، کلروفیلb، کلروفیل کل و کارتنوئیدهای گیاهچه در شرایط تنش شوری و بدون تنش (شاهد)

براساس نتایج اثر تیمارهای آزمایشی بر میزان پرولین ساقه و ریشه در سطح ۵ درصد معنی‌دار بود و با اعمال تنش شوری میزان پرولین در هر دو بخش گیاه افزایش یافت. کمترین میزان پرولین ساقه و ریشه در شرایط بدون تنش و بیشترین میزان پرولین این اندام‌ها در بالاترین سطح تنش شوری مشاهده شد. با این حال میزان این افزایش در ساقه بیشتر بود به‌صورتی که با اعمال تنش شوری، میانگین میزان پرولین ساقه در مقایسه با تیمار شاهد بیش از ۳/۸ برابر افزایش یافت درحالی‌که در همین شرایط میزان متوسط پرولین ریشه ۳/۲ برابر شد. با توجه به نتایج این آزمایش همچنین مشاهده شد که میزان پرولین ساقه گیاه کرچک صرف‌نظر از وجود یا عدم وجودتنش شوری همواره بیشتر از میزان پرولین موجود در ریشه بود (شکل ۳).

بر اساس نتایج این آزمایش با افزایش شدت تنش شوری میزان سدیم موجود در گیاهچه‌ها و حتی بذرهایی که فقط آب جذب کرده بودند ولی جوانه نزدند به صورت معنی‌دار و خطی افزایش یافت. هرچند بین تیمارهای شوری ۵ و ۱۰ دسی زیمنس بر متر از لحاظ میزان جذب سدیم اختلاف معنی داری وجود نداشت ولی اختلاف همه تیمارها با شاهد معنی دار بود. از آنجا که نمک مورد استفاده در این آزمایش کلرید سدیم بود نتیجه به‌دست آمده کاملا طبیعی است زیرا در واقع با افزایش میزان شوری میزان سدیم در اختیار دانه نیز به صورت خطی افزایش یافته است (شکل ۴).



شکل۳- مقایسه تغییرات میزان پرولین ساقه و ریشه گیاه کرچک در شرایط تنش شوری و بدون تنش



شکل٤- همبستگی بین میزان سدیم جذب شده در گیاهچه کرچک با میزان شوری محیط رشد

٤. بحث و نتیجه‌گیری

هرچند توان جوانه‌زنی گونه‌های گیاهی در شرایط تنش شوری به خصوصیات ژنتیکی، فیزیولوژیکی و ساختاری گیاهان بستگی دارد، عوامل دیگر ازجمله ترکیب نمک‌های خاک و متغیرهای محیطی مثل درجه حرارت و بارش نیز بر مقاومت گیاه به شرایط تنش تاثیر دارند (Khan and Gulzar, 2003). دلایل متعددی برای کاهش جوانه‌زنی در شرایط تنش شوری ارائه شده‌است، از جمله این‌که افزایش شوری با تحریک تنش اکسیداتیو باعث جلوگیری از جوانه‌زنی می‌شود (Amor et al, 2005). در اغلب پژوهش‌ها کاهش محتوای کلروفیل و میزان فتوسنتز به هنگام شوری گزارش شده است. یکی از مهمترین دلایل کاهش رنگیزه‌ها، تخریب آن‌ها به وسیله اکسیژن فعال است. علت دیگر آن نیز احتمالاً به دلیل سست شدن اتصال کلروفیل با پروتئین

های کلروپلاستی، با افزایش فعالیت آنزیم کلروفیلاز در اثر افزایش غلظت یون های سمی سدیم و کلر تحت تنش شوری است. از سوی دیگر تنش شوری منجر به افزایش میزان برخی از هورمون‌های گیاهی همچون اتیلن و اسید آبسیزیک می‌شود و از آنجا که این ترکیبات تحریک کننده آنزیم کلروفیلاز هستند می‌توانند به صورت غیر مستقیم موجب کاهش انواع کلروفیل شوند (Orabi et al., 2010).

بر اساس نتایج این پژوهش اگرچه شوری بر کلیه صفات مورد مطالعه تاثیر منفی داشت ولی میزان این اثرات در سطوح مختلف شوری یکسان نبود. بر این اساس می‌توان نتیجه گرفت که بذر گیاه کرچک تا سطوح شوری نزدیک به ۵ دسی‌زیمنس بر متر می‌تواند جوانه‌زنی قابل قبولی داشته باشد ولی در سطوح بالاتر درصد و سرعت جوانه‌زنی به صورت معنی‌داری کاهش می‌یابد که این امر در شرایط مزرعه می‌تواند منجر به کاهش تراکم و استقرار دیرهنگام و غیریکنواخت گیاهچه‌ها شود.

فهرست منابع:

حسنی، ع.۱۳۸۲. اثرات تنش‌های آبی و شوری کلرور سدیم بر برخی از خصوصیات موفولوژیکی و فیزیولوژیکی ریحان. پایان نامه دکتری. دانشکده کشاورزی تربیت مدرس.

رستمی، م.، جوادی، ا.، حسینی زاده، س. م. ۱۳۹۹. القای مقاومت به تنش شوری در بذرهای بدست آمده از بوته‌های گندم محلول پاشی شده با نانو اکسید روی و آهن. مجله پژوهش‌های گیاهی ایران. ۳۳، ۵۶۵-۵۵۳.

قربانلی، م.، ادیب هاشمی، ن.، پیوندی،م. ۱۳۸۹. بررسی اثر شوری و اسید آسکوربیک در برخی پاسخ‌های فیزیولوژیکی در گیاه سیاهدانه. تحقیقات گیاهان دارویی و معطر ایران. ۲۶ (۳)، ۳۸۸-۳۷۰.

کافی، م.، برزونی، ا.، صالحی، م.، کمندی، ع.، معصومی، ع.، نباتی، ج. ۱۳۸۸. فیزیولوژی تنش‌های محیطی در گیاهان. انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد.

Amor, N.B., Hamed, K.B., Debez, A., Grignon, C., Abdelly, C. 2005. Physiological and antioxidant responses of the perennial halophyte *Crithmum maritimum* to salinity. Plant Science, 168(4): 889-899.

Arnon, D.I. 1949. Copper enzymes in isolated chloroplasts. Polyphenoloxidase in Beta vulgaris. Plant Physiology, 24(1): 1-8.

Bates, L.S., Waldren, R.A. and Teare, I.D. 1973. Rapid determination of free proline for water-stress studies. Plant and Soil, 39: 205-207.

Hamada, A.M., El-Enany, A.E. 1994. Effect of NaCl salinity on growth, pigment and mineral element contents, and gas exchange of broad bean and pea plants. Biologia Plantarum, 36: 75-81.

Khan, M.A., Gulzar, S. 2003. Light, salinity, and temperature effects on the seed germination of perennial grasses. American Journal of Botany, 90(1): 131-134.

Ogunniyi, D.S. 2006. Castor oil: a vital industrial raw material. Bioresource technology, 97(9): 1086-1091.

Orabi, S.A., Salman, S.R., Shalaby, M.A. 2010. Increasing resistance to oxidative damage in cucumber (*Cucumis sativus* L.) plants by exogenous application of salicylic acid and paclobutrazol. World Journal of Agricultural Sciences, 6(3): 252-259.

Zhou, G., Ma, B.L., Li, J., Feng, C., Lu, J. and Qin, P. 2010. Determining salinity threshold level for castor bean emergence and stand establishment. Crop science, 50(5): 2030-2036.

Changes in germination characteristics and physiological traits of castor bean under salt stress conditions

Ali Ghiasi[1], Majid Rostami[2*], Behrooz Mohammad Parast[3]

[1]Department of Biology, Faculty of Science, Malayer University, Iran
[2] Department of Plant Production and Genetics, Faculty of Agriculture, Malayer University, Iran

Abstract

Castor bean is one of the most important medicinal and oil plants of *Euphorbiaceae* family, which its active ingredients are considered to be among the most valuable laxatives in medicine. In order to investigate the effect of salinity stress on germination and physiological characteristics of seedlings, an experiment was conducted under controlled conditions with four replications and five salinity treatments (0, 5, 10, 15 and 20 dS/m). Based on the results, salt stress had a significant effect on germination percentage. With the increase of salinity from 5 dS/m, the germination percentage decreased significantly and at the highest level of salinity, seed germination was completely stopped. Salinity stress also had a significant effect on the germination rate, so that in the 15 dS/m treatment, the seed germination rate decreased by 77%. As a result of salinity stress, the amounts of photosynthetic pigments in seedlings decreased and the negative effects of stress on total chlorophyll and chlorophyll *a* were more compared to carotenoids. Salinity stress increased proline in root and shoot, however, the increase in proline synthesis was higher in the stem of the castor bean than in the root. With the increasing salinity stress, sodium uptake increased linearly, so it can be concluded that in the salinity levels higher than 5 dS/m, in addition to osmotic effect, sodium toxicity could intensify the negative effect on the growth of seedlings.

Keywords: Environmental stress, medicinal plants, seed, seedling

* majidrostami7@yahoo.com

قرص ضدعفونی کننده گیاهی هوا با فرآیند تولید بر پایه دانه ارس

پویا آروین[1*]، رعنا فیروزه[2]

۱ *[1] استادیار، گروه کشاورزی، دانشگاه پیام نور، تهران، ایران
۲ دانش آموخته دکتری فیزیولوژی گیاهی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات تهران

چکیده

همواره مواجه انسان درشرایط مختلف اقلیمی و موقعیت‌های مختلف در محیط زیست شهری، روستایی، صنعتی وغیرصنعتی با ویروس‌ها، باکتری‌ها، میکروب‌ها و قارچ‌ها اجتناب ناپذیر بوده‌است. هدف از این مقاله معرفی قرص ضدعفونی‌کننده هوا بر پایه کاملا ارگانیک و گیاهی است که بتوان از آن در محیط‌های بسته از جمله مدارس، بیمارستان ها، مساجد، فرودگاه‌ها و .... استفاده کرد. هسته اصلی محصول دانه ارس است و لایه‌های بعدی ترکیبات گیاهی شامل پودر مریم گلی، گلپر، برگ رزماری و دانه گشنیز می باشد که با استفاده از عصاره ریشه شیرین بیان به روی هم سوار می شوند. مریم‌گلی، شیرین بیان، گلپر و رزماری گیاهان دارویی هستند که خواص ضدعفونی‌کنندگی و ضدمیکروبی آن‌ها سال‌هاست که به اثبات رسیده است. دانه گشنیز نیز علاوه بر خاصیت ضدعفونی کننده، دارای خاصیت ضد حساسیت می باشد که این ویژگی کمک می‌کند اگر دود حاصل از سوختن محصول در برخی افراد حساسیت احتمالی ایجاد کند این گیاه، باعث رفع آن گردد. در نهایت پوشش و لایه آخر صمغ کندر است که علاوه بر ضدعفونی کنندگی و بوی خوش دارای خاصیت محافظتی است که به صورت پوشش نهایی استفاده شده و سبب ماندگاری محصول می شود.

واژگان کلیدی: آلودگی هوا، دانه ارس، ضدعفونی کننده هوا، عصاره شیرین بیان

ایمیل نویسنده مسئول
[1] pooya.arvin@pnu.ac.ir

۱.مقدمه

زندگی در جوامع و محیط‌های مختلف با توجه به نوع و سطح آلودگی هوا، گاها مشکلاتی برای افراد جامعه به وجود می آورد(پاینده نیک، ۱۳۹۶ و دبیری، ۱۳۸۹)، از طرفی امکان تشخیص نوع آلودگی هوا از قبیل میکروبی، ویروسی، باکتریایی، قارچی یا شدت وجود یون های مثبت به راحتی امکان پذیر نیست (خانکی بخشی،۱۳۸۵). مشکل عدم تشخیص آسان نوع آلودگی از یک سو و هزینه‌های زیاد برای برطرف کردن موثر این آلودگی ها از سویی دیگر موجب می شود افراد به وجود این آلودگی‌ها بی‌توجه شوند و با زندگی و کار در این شرایط کنار بیایند. راهکارها و یا اختراعاتی که در این زمینه ایجاد شده است که به دلیل عدم ماندگاری، ناکارآمدی در همه موقعیت‌ها و یا سادگی بیش از اندازه، ارزش سرمایه‌گذاری را ندارند. هدف از این ایده، تولید محصولی ارگانیک و گیاهی با فرآیندی جدید است که به‌طور همزمان بتواند هم خاصیت ضدمیکروبی، ضد باکتریایی، ضدقارچی و همچنین بوی خوش و مطبوعی داشته باشد، و از طرفی بتواند یون‌های مثبت هوا را خنثی کند. در این محصول از ترکیب گیاهان دارویی شامل دانه ارس، عصاره ریشه شیرین بیان، پودر اندام‌هوایی مریم‌گلی، دانه گشنیز، برگ رزماری، میوه گلپر و صمغ کندر استفاده شد که همگی آن‌ها دارای خاصیت ثابت شده ضد میکروبی و ضد عفونی‌کنندگی هستند.

در مصر باستان، دانه ارس (*Juniperus excelsa* M.Bieb) را می سوزاندند و از بوی آن استشمام کرده و برای پاکسازی بدن استفاده می‌کردند(Pirani et al, 2011). امروزه نیز مردم بسیاری از نقاط ایران از جمله مازندارن و شمال خراسان، از دود حاصل از دانه ارس به عنوان ضدعفونی‌کننده، ضد انگل و دافع برخی بیماری ها استفاده می‌کنند(آروین و فیروزه، ۱۴۰۰). استنشاق دود حاصل از دانه ارس برای درمان احتقان و عفونت نیز کاربرد دارد(Pirani et al, 2011). بوی حاصل از سوختن ارس بسیار لذت بخش و مطبوع بوده ویون‌های منفی آزاد می‌کند که به تصفیه هوا از آلاینده‌هایی مانند فرمالدئید فرش، دود سیگار، بوی حیوانات خانگی، بخار رنگ و غیره کمک می‌کند. این یون‌های منفی به آلاینده‌های موجود در هوا متصل می‌شوند و آن‌ها را مجبور می‌کند از حالت تعلیق خارج شوند.

مطالعات متعدد بسیاری از فعالیت دارویی ریشه شیرین‌بیان (*Glycyrrhiza glabra* L.) از جمله ضد ویروسی، ضد التهابی و ضد میکروبی بودن آن گزارش داده اند (آروین و فیروزه،۱۴۰۰; آروین و فیروزه،۱۴۰۱). شیرین بیان حاوی مقادیر گلیسریزین، گلابریدین، گلابرین، ریباویرین، میکوفنولیک اسید و پیرازوفورین است که دارای خواص ضدویروس، ضدمیکروبی و ضدعفونی‌کننده هستند(Xiaoying et al, 2017).عفونت های ویروسی و سایر عفونت های میکروبی نقش مهمی در شیوع بسیاری از بیماری‌ها دارند، از اینرو توسعه عوامل ضد ویروسی یا ضد میکروبی ایمن و موثر بسیار مهم است و شیرین بیان به دلیل خواصی که دارد، بسیار خوب می‌تواند در برابر بیماری های ویروسی و میکروبی عمل کند(آروین و فیروزه،۱۴۰۱).

مریم گلی (*Salvia hydrangea* DC. ex Benth.) نیز جزو گیاهان معطری است که دارای خواص ضد میکروبی و ضد عفونی کننده است. بیشترین میزان ترکیبات فرار گیاه مریم‌گلی به ترتیب کامفن، آلفاپینن، کامفور، لیمونن، سینئول ، بتاپینن و بورنیل استات است. مریم‌گلی وقتی سوزانده می‌شود مقدار زیاد یون منفی وارد هوا می‌کند که خنثی‌کننده یون مثبت در هواست(بالا بودن میزان یون مثبت در هوا باعث احساس افسردگی، سر درد و رخوت در افراد می‌شود)(Ghavam et al, 2020).

استفاده از دانه‌گشنیز (*Coriandrum sativum* L.) علاوه بر اینکه خاصیت ضدعفونی کنندگی دارد، دارای اثرات ضدحساسیتی و ضدآلرژیکی نیز می باشد، از این جهت که اگر دود حاصل از این محصول باعث سوزش چشم، آبریزش بینی و یا خارش گلو شود این گیاه آن اثر را خنثی می‌کند. ترکیب منوترپنی لینالول موجود در دانه گشنیز نقش اصلی را در فعالیت ضد التهابی و آلرژیکی آن بازی می کند. استشمام دود تخم گشنیز برای باز کردن بینی و درمان سینوزیت نیز موثر است. برای رفع سردرد و معالجه زکام تخم گشنیز را در آتش انداخته و از دود آن استفاده می کنند (Sobhani et al, 2022).

از قدیم سوزاندن رزماری (*Rosmarinus officinalis* L.) بسیار نمادین بوده است. رزماری حاوی ترکیبات مهمی نظیر اسید رزمارینیک، اسید کافئیک، اسید بوتولیک و کارنوسول است که سیستم ایمنی بدن را تقویت کرده و خاصیت ضدعفونی-کنندگی در رزماری باعث ضدعفونی شدن محیط خانه شده و از بروز بیماری‌هایی مانند سرماخوردگی و آنفولانزا جلوگیری می‌کند (European Medicines Agency Report, 2010).

گلپر(*Heracleum persicum* L.) گیاهی بسیار معطر و خوشبو است. گلپر دارای عملکرد دارویی ازجمله فعالیت‌های ضدباکتریایی و ضدقارچی است. ترکیبات فیتوشیمیایی رایج در گلپر شامل مواد فرار، ترپنوئیدها، تری ترپن‌ها، فورانوکومارین ها، فلاونوئیدها و آلکالوئیدها، هگزیل بوتیرات، اکتیل استات، هگزیل متیل بوتانوات و هگزیل ایزوبوتیرات است. دود گلپر محیط را ضدعفونی کرده و میکروب ها را از بین می برد و یک میکروب زدای قوی و طبیعی برای منزل است. همچنین سوزاندن گلپر عطر خوبی در فضا پخش می کند و به همین دلیل اغلب با اسپند همراه می شود. در فرهنگ ایرانیان باستان سوزاندن گلپر به همراه اسپند برای دفع چشم زخم و ضدعفونی کننده هوا استفاده می شده است(Alm, 2013).

در مقاله ای با عنوان مروری بر اثرات درمانی کُندر که در سال ۱۳۹۷ منتشر شد، اثرات استفاده از کندر آمده است (نوروزی و همکاران، ۱۳۹۷). کُندر به علت تأثیر بر سیستم تنفسی ارزشمند بوده و در بخور، حمام و ماساژ، درمان سرفه، سرماخوردگی و آبریزش بینی، برونشیت و آسم استفاده می‌شده است.کندر حاوی آلفا پینن و پی سی من است که خواص ضدعفونی کنندگی دارد. از سوی دیگر دود کردن کُندر گرم‌کنندهٔ مغز، تقویت حافظه و ضد آلزایمر است. استنشاق دود کندر، شادی آور و نیروزا نیز بوده و خاصیتی مانند مخدرها برای آرامش اعصاب دارد. محققان دریافته اند که سوزاندن کندر باعث فعال شدن نوعی پروتئین به نام $trpv_3$ شده و سطح اضطراب را کاهش می دهد. این پروتئین به طور طبیعی در مغز تمام پستانداران به صورت غیر فعال وجود دارد، تا زمانی که چیزی مانند کندر می آید و آن را فعال می کند.

۲.مواد و روش

در این محصول از عصاره ریشه شیرین بیان به عنوان چسب و از دانه گیاه ارس به عنوان هسته اصلی محصول استفاده شده است. برای تهیه عصاره ریشه شیرین بیان بعد از پاک سازی و جداسازی ناخالصی ها، ریشه شیرین بیان را در آسیاب مکانیکی کوبیده به طوری که بافت چوبی و محکم آن نرم و کنفی شود. سپس ریشه شیرین بیان کوبیده شده را با حلال الکلی حاوی اتانول ۶۰ ٪ (برای اینکه تمامی ترکیبات ثانویه و مواد موثره از ریشه به خوبی استخراج شود از الکل استفاده شد) مخلوط کرده و به مدت ۴۸ ساعت بر روی شیکر در دمای ۳۰ درجه سانتی گراد خیسانده که به این روش عصاره گیری ماسراسیون گفته می

شود. در مرحله بعد عصاره الکلی رقیق به دست آمده، صاف و بقایای چوبی آن جدا شده و توسط دستگاه روتاری با تنظیمات ۶۰ دور در دقیقه و در دمای ۱۰۰ درجه سانتی گراد تا رسیدن به غلظت مورد نظرتغلیظ شد.

برای تولید محصول ابتدا دانه‌های ارس در عصاره تغلیظ شده ریشه شیرین بیان آغشته شده و در ترکیب پودر مریم گلی و گشنیز غلتانده می شود. عصاره شیرین بیان بسیار چسبنده بوده و موجب چسبیدن این ترکیبات به دانه ارس می شود. محصول در خشک کن تونلی در دمای ۳۰ درجه برای مدت ۳ ساعت خشک می شود. در مرحله بعد مجددا محصول در عصاره ریشه شیرین بیان غوطه ور شده، و یکبار در پودر برگ رزماری و بار دیگر در پودر گلپرغلتانده شده و در داخل خشک کن خشک می شود. دلیل تکرار پروسه غلتاندن در عصاره ریشه شیرین بیان و پودرهای مختلف گیاهی افزایش سایز و حجم فرآورده تولیدی است (توپ ضدعفونی کننده گیاهی هوا) که این امر سبب می شود که مدت زمان سوختن این محصول افزایش یابد. در انتها محصول که توپ ضدعفونی کننده گیاهی هوا نامگذاری شده در محلول صمغ کندر نیز غوطه ور شده و به مدت ۲ ساعت در آون ۳۵ درجه قرار داده شده تا آماده استفاده شود. این قرص ضدعفونی کننده هوا می تواند درون آتش، کنار زغال و یا روی شعله گاز قرار داده شود تا شروع به سوختن کرده و دود حاصل از آن محیط را پاکسازی و ضدعفونی کند(شکل۱).

شکل۱: نمونه ای از توپ ضدعفونی‌کننده هوا بر پایه دانه ارس

۳. نتیجه‌گیری

تولید قرص ضدعفونی‌کننده گیاهی هوا کاملا طبیعی بوده و از هیچ ماده یا ترکیب مصنوعی و شیمیایی در ساخت آن استفاده نمی‌شود. هسته و پایه اصلی محصول، دانه ارس است که سایر ترکیبات گیاهی بروی آن سوار می شوند. از ویژگی های منحصر به فرد این محصول علاوه بر ضدعفونی کنندگی هوا، که این خاصیت در تمامی گیاهان به کار رفته در این قرص گیاهی وجود دارد، چسباندن تمامی اجزا آن به کمک شیره و عصاره ریشه شیرین بیان صورت می‌گیرد. همچنین برای پوشش‌دهی نهایی محصول از ترکیب طبیعی صمغ کندر استفاده شد که خود علاوه بر ایجاد بوی خوش هنگام سوختن، باعث افزایش

ماندگاری محصول تا زمان استفاده می شود. در این محصول همچنین تخم گشنیز به کار گرفته شده است که خاصیت ضد حساسیت و آلرژیکی داشته و اگر احیانا کسی نسبت به دود حاصله واکنشی چون سوزش چشم و یا گلو و یا آبریزش بینی و .... نشان دهد، حضور این ترکیب، می‌تواند این علایم را تعدیل و کاهش دهد. بوی خوش طبیعت هنگام سوختن این ترکیبات گیاهی به مشام می رسد وبه راحتی امکان استفاده آن وجود دارد و زمانی تقریبی در حدود ۲۰ دقیقه سوختن آن ادامه خواهد داشت. از این محصول می‌توان در فضاهای مختلف همچون منازل، محل کار، مراکز خرید، مطب ها، مراکز درمانی، مدارس، مساجد، زیارتگاه‌ها وکارگاه‌های صنعتی و غیرصنعتی جهت ضدعفونی کننده هوا و تولید رایحه خوش طبیعت استفاده کرد.

منابع

آروین، پ.، فیروزه، ر . ۱۴۰۱. مستندسازی علمی و بررسی اتنوبوتانیکی گیاهان دارویی منطقه مانه و سملقان خراسان شمالی. نشریه اکوفیتوشیمی گیاهان دارویی. ۳۷: ۶۳-۹۸.

آروین، پ.، فیروزه، ر . ۱۴۰۰. اتنوبوتانی گیاهان دارویی منطقه راز و جرگلان در استان خراسان شمالی. تحقیقات گیاهان دارویی و معطر. ۳۷: ۸۷۳-۹۰۷.

پاینده نیک، ع. ۱۳۹۶. بررسی تاثیرات آلودگی محیط زیست بر صحت عمومی. گزارش پژوهشی موسسه انکشاف روانی و اجتماعی فکر. کابل، افغانستان.

خانکی بخشی، غ. ۱۳۸۵. آلودگی محیط زیست. انتشارات دانشگاه پیام نور. تهران، ایران

دبیری، م. ۱۳۸۹. آلودگی محیط زیست (هوا، آب، خاک و صوت). انتشارات اتحاد.چاپ هفتم. تهران ، ایران

گودرزی، س.، جوادی، م.، عباسی، م.، خادم حقانیان، ح و نوروزی، س. ۱۳۹۷. مروری بر اثرات درمانی کندر. مجله علمی دانشگاه علوم پزشکی قزوین. ۲۲: ۷۰-۸۱.

Alm,T. 2013. Ethnobotany of Heracleum persicum Desf. ex Fisch., an invasive species in Norway, or how plant names, uses, and other traditions evolve. Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine. 9(42): 2-12.

European Medicines Agency Report. 2010. Assessment report on *Rosmarinus officinalis* L., aetheroleum and *Rosmarinus officinalis* L., folium. Committee on Herbal Medicinal Products (HMPC). 31pages.

Ghavam,M., Letizia Manca,M., 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.10:1-10.

Pirani, A., Moazzeni, H., Mirinejad, S., Naghibi, F and Mosaddegh, M. 2011. Ethnobotany of *Juniperus excelsa* M. Bieb in Iran. Ethnobotany Research & Applications. 9: 335-341.

Sobhani , Z., Mohtashami , L., Sadegh Amiri , M., Ramezani , M., Emami , A and Simal-Gandara, J. 2022. Ethnobotanical and phytochemical aspects of the edible herb *Coriandrum sativum* L. Journal of Food Science. 87(4):1386-1422.

Xiaoying, W., Han, Z and Yu,W. 2017. *Glycyrrhiza glabra* (Licorice): Ethnobotany and Health Benefits. Sustained Energy for Enhanced Human Functions and Activity.5: 231-250

Herbal air disinfectant tablets with a production process based on juniper seeds

Pooya Arvin*[1], Rana Firouzeh[2]

1*[1]- Corresponding author, Department of Agriculture, Payame Noor University, Tehran, Iran

2- Ph.D. of plant physiology, Islamic Azad University, Science and Research Branch, Tehran, Iran

Absract

It has always been unavoidable for humans to face viruses, bacteria, microbes and germs in different climatic conditions and different situations in urban, rural, industrial and non-industrial environments. The target of this article is to introduce a completely organic and plant-based air disinfectant tablet that can be used in closed environments such as schools, hospitals, mosques, airports, etc. The main nucleus of the product is juniper seeds, and the next layers of herbal ingredients include sage powder, angelica, rosemary leaves, and coriander seeds, which are combined with licorice root extract. Sage, licorice, angelica and rosemary are medicinal plants whose antiseptic and antimicrobial properties have been proven for years. Coriander seeds also have anti-allergic properties in addition to their antiseptic properties, which helps to cure them if the smoke from burning the product causes possible allergies in some people. Finally, the coating and the last layer is frankincense plant gum, which in addition to disinfecting and smelling has protective properties, and makes the product last longer. which is used as a final coating

Keywords: Air pollution, juniper seeds, air disinfectant, licorice extract

[1] -pooya.arvin@pnu.ac.ir

کاهش میزان پراکسیداسیون لیپیدی آویشن در شرایط تنش کمبود آب با کاربرد گابا

فریبرز شکاری[۱]، امین عباسی[۱]، مریم محمدزاده*[۱]، احسان نصیری[۱]

۱ گروه مهندسی تولید و ژنتیک گیاهی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه مراغه، مراغه

چکیده

این پژوهش در راستای بررسی تاثیر افشانه کردن غلظت‌های گوناگون گاما آمینو بوتیریک اسید (گابا)، بر روی سازگان دفاعی و همچنین، پراکسیداسیون لیپیدی در گیاه دارویی آویشن در تنش کمبود آب، به صورت فاکتوریل در قالب بلوک‌های کامل تصادفی در ۳ تکرار در گلخانه پژوهشی گروه مهندسی تولید و ژنتیک گیاهی دانشگاه مراغه انجام گردید. فاکتور اصلی شامل سطوح تنش کمبود آب (۹۰، ۶۰ و ۳۰ درصد ظرفیت زراعی) و فاکتور فرعی شامل کاربرد گابا (عدم کاربرد گابا، کاربرد ۲۵ میلی‌مولار، ۵۰ میلی‌مولار و ۷۵ میلی‌مولار گابا)، بود. بر پایه نتایج به دست آمده از این پژوهش میزان فعالیت آنزیم آسکوربات پراکسیداز و مالون دی‌آلدهید تحت تاثیر برهم‌کنش تنش در افشانه کردن قرار گرفت. نتایج مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد که با افزایش شدت تنش میزان فعالیت این آنزیم نخست افزایش و سپس با افزایش شدت تنش از میزان فعالیت آن کاسته شد. بیش‌ترین میزان فعالیت آنزیم آسکوربات پراکسیداز نیز مربوط به تیمار ۲۵ میلی‌مولار گابا در سطح تنش ۶۰ درصد ظرفیت زراعی بود. میزان مالون دی‌آلدهید نیز با افزایش شدت تنش افزایش یافت. افزون بر این، کمترین میزان مالون دی‌آلدهید نیز از تیمار ۲۵ میلی‌مولار گابا در ۹۰ درصد زراعی به دست آمد. کاربرد گابا در تنش ۶۰ درصد ظرفیت زراعی نسبت به عدم کاربرد آن موجب کاهش ۷۳ درصدی میزان مالون دی‌آلدهید گردید.

واژه‌های کلیدی: تنش کمبود آب، سازگان آنتی‌اکسیدانی، گاما آمینو بوتیریک اسید، مالون دی‌آلدهید

*mohammadzadeh.m73@gmail.com

۱. مقدمه

تنش خشکی از جمله مهم‌ترین عوامل تأثیرگذار بر روی گیاهان به ویژه در مناطق خشک و نیمه‌خشک به شمار می‌آید (کیانی و همکاران، ۱۳۹۹). گیاهان از راه سازوکارهای گوناگون، از جمله آنتی‌اکسیدان‌های آنزیمی (آنزیم‌های آسکوربات پراکسیداز، سوپراکسید دیسموتاز، کاتالاز و گایاکول پراکسیداز) و غیرآنزیمی (آسکوربیک اسید، گلوتاتیون، کاروتنوئید و فلاونوئیدها) با اثرات سوء برآمده از تنش‌ها برخورد می‌کنند (Kaur et al., 2019). آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی به دنبال رویارویی گیاه با شرایط تنش‌زا و در پی آن تولید انواع اکسیژن فعال، در گیاهان فعال می‌شوند (Hassibi et al., 2009). انواع اکسیژن فعال توان بالایی در زمینه نابودی ماکرومولکول‌ها داشته و موجب بروز آسیب‌هایی مانند اکسیداسیون لیپیدها، تغییر ساختمان پروتئین‌ها، تخریب DNA و غیرفعال شدن آنزیم‌ها می‌گردد. از این رو، در گیاهان برای کنترل انواع اکسیژن فعال، میزان فعالیت آنزیم‌های اکسیدانی افزایش می‌یابد (Mohanty, 2003; Mittler, 2002). آنزیم آسکوربات پراکسیداز از آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی است که نقش مهمی در حفاظت یاخته بازی می‌کند (Sayfzadeh and Rashidi, 2011). در این میان، گیاهان دارویی نیز همانند گیاهان دیگر از اثرات زیان‌آور تنش‌های محیطی، از جمله تنش خشکی مستثنی نبوده و قرار گرفتن این گیاهان در شرایط تنش، کمیت و کیفیت محصول تولیدی آن‌ها را به شدت تحت تاثیر قرار داده و موجب افت آن می‌گردد. آویشن گیاهی معطر و دارویی از خانواده نعنائیان با اثرات دارویی فراوان مانند اثرات ضد میکروبی، ضد قارچی و آنتی‌اکسیدان قوی می‌باشد که به دلیل دارا بودن بازده بالا اسانس، بسیار مورد توجه می‌باشد (Safaei-Ghomi et al., 2009). آویشن دنایی با نام علمی *Thymus daenensis* Celak از گونه‌های دارویی این خانواده می‌باشد که مصارف دارویی فراوانی در ایران دارد (Ghasemi Pirbalouti et al., 2013). امروزه، برای رویارویی با آثار زیانبار تنش‌ها از ترکیبات گوناگونی بهره‌گیری می‌شود. گاما آمینو بوتیریک اسید یا گابا از جمله این مواد می‌باشد که آثار سودمند آن در کاهش اثرات زیانبخش تنش به اثبات رسیده است. گاما آمینوبوتریک اسید یک اسید آمینه غیر پروتئینی چهار کربنه می‌باشد که در انتقال فرسته‌های (سیگنال‌های) دفاعی دارای نقش کلیدی است (زارعی و همکارن، ۱۳۹۷). این ماده افزون بر اثرات غیرمستقیم آن در افزایش گنجایش آنتی‌اکسیدانی گیاهان، به طور مستقیم نیز قادر به حذف گونه‌های فعال اکسیژن در شرایط تنش‌زا است (Liu et al., 2011). به طور معمول، سطح گاما آمینو بوتیریک اسید در بافت گیاهی کم بوده و در دامنه ۰/۳ تا ۲ میلی مول بر گرم وزن تر گیاه می‌باشد که در پاسخ به تنش‌ها میزان آن افزایش می‌یابد (Shelp et al., 1999). هدف از این پژوهش بررسی تاثیر کاربرد غلظت‌های گوناگون گابا بر فعالیت آنزیم آنتی‌اکسیدانی و پراکسیداسیون لیپیدی غشا آویشن در تنش کمبود آب می‌باشد.

۲. مواد و روش‌ها

پژوهش کنونی جهت بررسی تغییرات سازگان (سیستم) دفاعی گیاه آویشن دنایی در شرایط مختلف رطوبتی در گلخانه پژوهشی گروه مهندسی تولید و ژنتیک گیاهی در دانشگاه مراغه انجام شد. به این منظور نخست، بذور آویشن دنایی در سینی‌های کشت، کاشته شده و سپس نشاءهای تولیدی به درون لیوان‌های آزمایشگاهی و سرانجام، گلدان‌ها منتقل گردیدند. این آزمایش به صورت طرح فاکتوریل در قالب بلوک‌های کامل تصادفی در ۳ تکرار انجام گردید. فاکتورهای مورد آزمایش شامل تنش کمبود آب در سه سطح ۹۰ درصد ظرفیت زراعی، ۶۰ درصد ظرفیت زراعی و ۳۰ درصد ظرفیت زراعی. فاکتور دوم نیز شامل:

عدم مصرف گابا، ۲۵ میلی‌مولار، ۵۰ میلی‌مولار و ۷۵ میلی‌مولار گابا بود. شیوه اعمال تیمارهای کاربرد گابا به صورت افشانه کردن در سه مرحله پیش و پس از اعمال تنش کمبود آبی انجام شد. تنش کمبود آبی نیز در اواسط رشد رویشی و با استفاده از دستگاه رطوبت سنج انجام شد.

هضم و اندازه‌گیری آنزیم آسکوربات پراکسیداز به روش Sairam et al., 1998 و مالون دی‌آلدهید به روش Stewart and Bewley, 1980 انجام شد. به منظور اندازه‌گیری صفات از نمونه‌های برگی فریز شده استفاده گردید. پیش از تجزیه‌ی واریانس نرمال بودن توزیع داده‌ها و خطاها و افزایشی بودن اثر بلوک در تیمار بررسی شده و مقایسه‌ی میانگین صفات نیز توسط آزمون LSD در سطح احتمال ۵ درصد انجام پذیرفت. برای تجزیه‌ی داده‌ها و رسم نمودارها از نرم‌افزارهای Genstat و Excel بهره‌گیری شد.

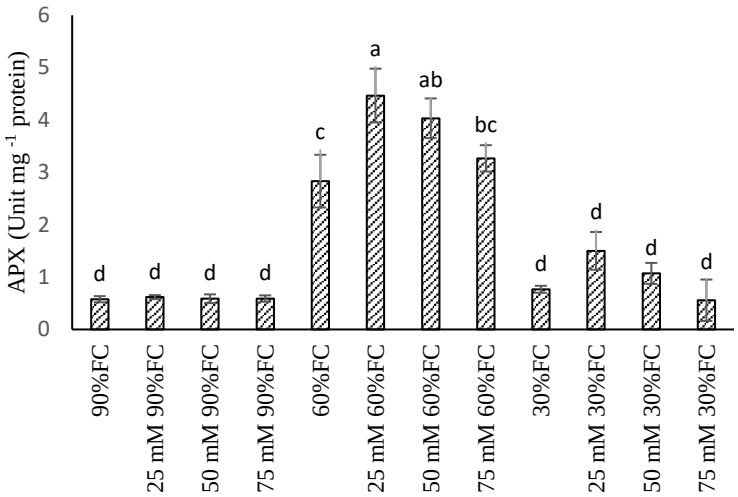
۳. نتایج

طبق نتایج به دست آمده از این پژوهش، آنزیم آسکوربات پراکسیداز و مالون دی‌آلدهید به ترتیب در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد تحت تاثیر برهم‌کنش افشانه کردن گابا در فاکتور کمبود رطوبت قرار گرفتند (جدول ۱). نتایج مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد که با افزایش شدت تنش آبی از ۹۰ درصد ظرفیت زراعی به ۶۰ درصد زراعی، میزان فعالیت آنزیم آسکوربات پراکسیداز افزایش یافته و با افزایش شدت تنش از ۶۰ درصد ظرفیت زراعی به ۳۰ درصد ظرفیت زراعی از میزان فعالیت آن کاسته شده است. همچنین، نتایج مربوط به افشانه کردن گابا در شرایط تنش نشان داد که کاربرد این ماده در شرایط تنش، به ویژه در غلظت‌های پایین (۲۵ میلی‌مولار) موجب افزایش میزان فعالیت آنزیم نسبت به حالت عدم افشانه کردن آن در شرایط تنش گردیده است. به گونه‌ای که بیش‌ترین میزان فعالیت آنزیم آسکوربات پراکسیداز از تیمار افشانه کردن ۲۵ میلی‌مولار گابا در سطح تنش ۶۰ درصد ظرفیت زراعی به دست آمد. کمترین میزان فعالیت این آنزیم نیز از تیمار عدم افشانه کردن در ۹۰ درصد ظرفیت زراعی به دست آمد (شکل ۱). همچنین، بر پایه نتایج به دست آمده از مقایسات میانگین داده‌های مربوط به مالون دی‌آلدهید، وقوع تنش خشکی به افزایش میزان مالون دی‌آلدهید انجامید و بیشترین میزان آن مربوط به تیمار عدم افشانه کردن گابا در سطح تنش ۳۰ درصد ظرفیت زراعی می‌باشد. گذشته از این، کمترین میزان پراکسیداسیون لیپیدی نیز از تیمار افشانه کردن ۲۵ میلی‌مولار گابا در ۹۰ درصد ظرفیت زراعی به حاصل گردید (شکل ۲).

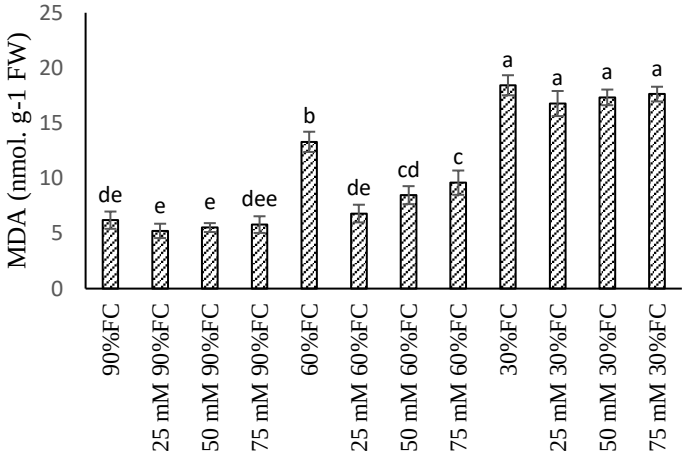
جدول ۱- میانگین مربعات حاصل از تجزیه واریانس تنش آبی و افشانه کردن در آویشن

منابع تغییرات	درجه آزادی	آسکوربات پراکسیداز	مالون دی‌آلدهید
تکرار	۲	۰/۰۲	۰/۰۹
تنش کمبود آب	۲	۳۳/۳۲**	۴۳۴/۹۶**
افشانه کردن	۳	۱/۲۷**	۱۲/۶۷**
تنش کمبود آب × افشانه کردن	۶	۰/۴۳**	۳/۸۸**
خطا	۲۲	۰/۱	۰/۷۴
ضریب تغییرات	-	۱۷/۷	۷/۸

**، * و ns: به ترتیب معنی‌داری در سطح احتمال ۱ و ۵ درصد و عدم معنی‌داری



شکل ۱: برهم‌کنش تنش آبی در افشانه کردن بر روی میزان فعالیت آسکوربات پراکسیداز



شکل ۲: برهم‌کنش تنش آبی در افشانه کردن بر روی میزان مالون دی‌آلدهید

٤. بحث و نتیجه‌گیری

آسکوربات پراکسیداز یکی از مهم‌ترین آنتی‌اکسیدان‌های گیاهی به شمار می‌آید که نقش مهمی در حذف انواع اکسیژن فعال، به ویژه در شرایط تنش بازی می‌کند (Shigeoka et al., 2002). به طور کلی در شرایط تنش خشکی به دلیل تولید انواع

اکسیژن فعال گیاه برای رویارویی با آن‌ها میزان فعالیت آنتی‌اکسیدانی را افزایش می‌دهد. ولی به طور کلی زمانی که میزان تولید انواع اکسیژن فعال با افزایش شدت تنش افزایش می‌یابد، به دلیل آسیب وارده به ساختارهای پروتئینی و یاخته‌ای گیاه، میزان فعالیت آنزیمی کاهش می‌یابد که این روند سرانجام منجر به افزایش مالون می‌آلدهید می‌شود. در ارتباط با تاثیر مثبت کاربرد گابا در افزایش سازگان دفاعی گیاه نیز می‌توان چنین بیان کرد که کاربرد این ماده می‌تواند با افزایش میزان فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی از جمله آسکوربات پراکسیداز در مهار رادیکال‌های آزاد و پسآیند آن محافظت از غشا نقش داشته باشد. به طوری که در بررسی کاربرد گابا در غلظت‌های گوناگون بر روی گیا چچم چند ساله تحت تنش خشکی، نتایج نشان داد که کاربرد گابا در غلظت ۵۰ میلی‌مولار باعث افزایش میزان فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی مانند آسکوربات پراکسیداز گردید (Krishnan *et al.*, 2013). افزون بر این، تولید انواع اکسیژن فعال به دلیل مختل شدن زنجیره انتقال الکترون باعث آسیب به غشا می‌شود. گزارش شده است که کاربرد گابا در شرایط تنش با افزایش فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی و در نتیجه کاهش انواع اکسیژن فعال، سرانجام موجب کاهش میزان مالون دی‌آلدهید می‌گردد (Song et al., 2010). در مجموع، می‌توان چنین بیان کرد که تیمار گابا به ویژه، در غلظت‌های پایین به دلیل افزایش میزان فعالیت آنزیمی، نقش مهمی را در افزایش مقاومت گیاه و همچنین، کاهش پراکسیداسیون لیپیدهای غشا در شرایط تنش ایفا می‌کند.

منابع

زارعی، ل.، کوشش صبا، م.، وفایی، ی.، و جوادی، ت. ۱۳۹۷. تأثیر محلول پاشی گاما آمینو بوتیریک اسید بر ویژگی های فیزیولوژیکی گوجه فرنگی رقم نامیب تحت تنش شوری. مجله تولیدات گیاهی. ۴۱(۱)، ۲۸-۱۵.

کیانی، ص.، مجدم، م.، لک، ش.، علوی فاضل، م.، شکوه‌فر، ع. ۱۳۹۹. بررسی اثر تراکم و محلولپاشی اسید هیومیک بر عملکرد کمی و جذب عناصر ذرت دانه‌ای (*Zea mays* L.) تحت شرایط تنش خشکی. تنش‌های محیطی در علوم زراعی. ۱۳(۴)، ۱۱۴۸-۱۱۳۵.

Ghasemi Pirbalouti, A., Hashemi, M., Taherian Ghahfarokhi, F. 2013. Essential oil and chemical compositions of wild and cultivated Thymus daenensis Celak and *Thymus vulgaris* L. Industrial Crops and Products. 48: 43-48.

Hassibi, P., Moradi, F., Nabipour, M. 2009. The effect of low temperat ures and antioxidant mechanism in susceptible and resistant genotypes of rice (*Oryza sativa* L.) seedlings in the seed stage. Iranian Journal Crop Science. 10: 262-280.

Kaur, N., Kaur, J., Grewal, S.K., Singh, I. 2019. Effect of heat stress on antioxidative defense system and its amelioration by heat acclimation and salicylic acid pre-treatments in three pigeonpea genotypes. Indian J. Agric. Biochem. 32(1): 106-110.

Krishnan, S., Laskowski, K., Shukla, V., Merewitz, E.B. 2013. Mitigation of drought stress damage by exogenous application of a non-protein amino acid γ–aminobutyric acid on perennial ryegrass. Journal of the American Society for Horticultural Science. 138(5): 358-366.

Liu, C., Zhao, L., Yu, G. 2011. The dominant glutamic acid metabolic flux to produce γ-Amino butyric acid over proline in nicotiana tabacum leaves under water stress relates to its significant role in antioxidant activity. Journal of Integrative Plant Biology. 53(8): 608-618.

Mittler, R. 2002 Oxidative stress antioxidant and stress tolerance. Trends in Plant Science. 7: 405-415.

Mohanty, N. 2003. Photosynthetic characteristics and enzymatic antioxidant capacity of flag leaf and the grain yield in two cultivars of *Triticum aestivum* (L.) exposed to warmer growth conditions. Journal of plant physiology. 160: 71-74.

Safaei-Ghomi, J., Ebrahimabadi, A.H., Jafari- Bidgoli, Z., Batooli, H. 2009. GC/MS analysis and in vitro antioxidant activity of essential oil and methanol extracts of Thymus caramanicus Jalas and its main constituent carvacrol. Food Chemistry. 115(4): 1528-1524.

Sairam, R.K., Desmukh. P.S., Saxena. D.C. 1998. Role of antioxidant systems in wheat genotypes tolerant to water stress. Biologia Plantarum. 41(1998): 387-394.

Sayfzadeh, S., Rashidi, M. 2011. Response of antioxidant enzymes activities of Sugar beets to drought stress. ARPN Journal OF Agricultural and Biological Science. 6: 27-33.

Shelp. B., Bown, A., McLean, M. 1999. Metabolism and functions of gamma-aminobutyric acid. Elsevier. Trends in plant science. 446-452.

Shigeoka, S., Ishikawa, T., Tamoi, M., Miyagawa, Y., Takeda, T., Yabuta, Y., Yoshimura, K. 2002. Regulation and function of ascorbate peroxidase isoenzymes. J. Exp. Bo. 53(372): 1305-1319.

Song, H., Xu, X., Wang, H., Tao, Y. 2010. Exogenous y-aminobutyric acid alleviates oxidative damage caused by aluminium and proton streeses on barley seedling. Science. 90: 1410-1416

Stewart, R.R.C., Bewley, J.D. 1980. Lipid peroxidation associated aging of soybean axes. Plant Physiology. 65: 245-248.

Reducing the level of lipid peroxidation of thyme under water stress conditions with the application of GABA

Fariborz Shekari[1], Amin Abbasi[1], Maryam Mohammadzadeh[*1], Ehsan Nasiri[1]

[1] Department of Plant Production and Geneteics, Agriculture College, University of Maragheh.Maragheh.

Abstract

This research was conducted to investigate the effect of different concentration of γ-_aminobutyric acid spraying on enzymatic antioxidant change on the defense system and lipid peroxidation of Thyme under water stress. This experiment was carried out as factorial experiment conducted based on a randomized complete block desing with three replication in the research greenhouse of the Department of Plant Production and Geneteics of Maraghe University. The main factor included levels of water stress (30%, 60%, 90% field capacity) and sub factors included no spraying of GABA. 25 mM GABA, 50 mM GABA and 75 mM GABA. According to the results the activity of Ascorbat peroxidas and Malondialdehid was effected by the intraction of water stress × foliar spraying. Also the results show that with increasing in stress intensity, the activity of Ascorbat peroxidas first increased and then whit increasing at the stress intensity, its activity was decreased. Also the highest level of Ascorbat peroxidas activity was obtained from the 25 mM GABA at 60 % FC. The amount of Malondialdehid was increased with increasing stress intensity. In addition, the lowest amount of malondialdehid was obtained from the 25 mM GABA at 90% FC. The use of GABA at 60 % FC compare to no spraying GABA caused by 73 % decrease in the amount of Malondialdehid.

Keywords: Water deficit stress, Antioxidant system, γ_ aminobutyric acid. Malondialdehid.

[*] Mohammadzadeh.m73@gmail.com

مروری بر اثرات درمانی گیاه همیشه بهار (Calendula officinalis) بر سوختگی‌های درجه یک

علیرضا نادری*

دانشکده داروسازی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد دامغان

چکیده

گل همیشه بهار با نام علمی Calendula officinalis گیاهی علفی و یکساله است که برگ‌هایی ساده و بیضی دارد. این گیاه دارای دو نوع گل لوله‌ای و زبانه‌ای بوده و از خانواده کاسنیان (Asteraceae) می‌باشد. برای این گیاه خواص دارویی بسیاری ذکر شده که از جمله آن‌ها می‌توان به خاصیت نرم کننده، ضد میکروب و ضد التهاب اشاره نمود. لازم به ذکر است که در رابطه با اثرات این گیاه بر بهبود سوختگی درجه یک نیاز به تحقیقات بیشتری می‌باشد. در این مقاله مروری به بررسی اثرات درمانی این گیاه بر بهبود سوختگی از نوع درجه ۱ پرداخته شده است. در این نوع سوختگی لایه بیرونی پوست تحت تأثیر قرار گرفته و موجب آسیب‌های عمیق پوستی نمی‌شود. برای دست یابی به نتایج، کلیدواژه‌ها مشخص شده و در پایگاه‌های بین المللی مقالات مانند Science Direct، PubMed، Scopus و Google Scholar جستجو شدند. مقالات مربوطه از سال ۲۰۱۰ تا ۲۰۲۳ جمع آوری، بررسی و تحلیل شدند. نتایج این پژوهش نشان می‌دهد که مصرف گل همیشه بهار در اشکال مختلف مانند دم کرده و عصاره آن می‌تواند موجب بهبود سوختگی‌های درجه یک شود.

واژگان کلیدی: گل همیشه بهار، Calendula officinalis، سوختگی درجه یک، گیاهان دارویی

* E-mail: fullofch@gmail.com.

۱. مقدمه

رابطه انسان و گیاه به قدمت تاریخ بشریت است. در دنیای گیاهان، هزاران گیاه رشد می‌کند که کاربردهای زیادی در زندگی انسان دارند. اهمیت دارویی این گیاهان به دلیل وجود مواد شیمیایی در آنهاست. برخی از ترکیبات زیست فعال مهم عبارتند از: آلکالوئیدها، رزین‌ها، گلیکوزیدها، الکل‌های تری ترپن، فلاونوئیدها، کروتنوئیدها، اسیدهای فنولیک، موسیلاژ و... . گیاهان دارویی جزء جدایی ناپذیر توسعه تحقیقات در صنعت داروسازی هستند. بر اساس گزارش سازمان بهداشت جهانی (WHO) ۸۰ درصد از جمعیت به ویژه کشورهای در حال توسعه به سیستم‌های طب سنتی که عمدتاً از گیاهان دارویی ساخته شده‌اند متکی هستند (واسم، ۲۰۱۰).

سوختگی نوعی آسیب به بدن است که در اثر گرما، الکتریسیته، مواد شیمیایی، اصطکاک یا تشعشعات ایجاد می‌شود. این حالت به سه درجه سوختگی سطحی یا درجه یک، سوختگی با درگیری بیشتر پوست یا درجه دو و سوختگی کامل یا درجه سه طبقه بندی می‌شوند. تخمین زده می‌شود سالانه حدود ۳۰۰۰۰۰ نفر بر اثر سوختگی جان خود را از دست می‌دهند.

در نیمه دوم قرن بیستم، پیشرفت‌های زیادی در زمینه درمان‌های حمایت کننده، درمان سوختگی و دارودرمانی صورت گرفته است. با این حال، درمان زخم‌های سوختگی هنوز یک چالش است.

هنوز چالش‌هایی وجود دارد که باید برای بهبود مراقبت‌های فعلی سوختگی، به ویژه تحقیقات در زمینه تسریع بهبود زخم، مورد توجه قرار گیرند.

بسیاری از داروهای گیاهی برای تسریع بهبود زخم به خصوص زخم حاصل از سوختگی گزارش شده است. Calendula officinalis متعلق به خانواده Asteraceae که معمولاً به عنوان گل همیشه شناخته می‌شود، در طب سنتی برای درمان تبخال، زخم، زخم، آسیب پوستی، تصفیه خون، جای زخم و سرمازدگی استفاده می‌شود. فعالیت‌های بیولوژیکی، مانند اثرات ضد دیابت، ضد درد، ضد التهابی و ضد زخم نیز برای درمان بسیاری از بیماری‌ها دارد.

۱.۱.روش تهیه عصاره گل همیشه بهار

استخراج و جداسازی گل C. officinalis با اتیل الکل، متیل الکل، استون، کلروفرم و آب انجام می‌شود. ۴.۰ گرم از گلهای خشک شده کامل C. officinalis در ۱۰۰ میلی لیتر از هر اتانول، متانول، استون، کلروفرم و آب به مدت ۱۰-۱۵ روز خیسانده می‌شود. سپس حلال‌ها با کاغذ صافی واتمن شماره ۱ فیلتر می‌شوند و تحت کروماتوگرافی، طیف سنجی و فعالیت ضد میکروبی قرار می‌گیرند.

۲.۱.کروماتوگرافی لایه نازک (TLC)

کروماتوگرافی لایه نازک تکنیکی است که برای جداسازی ترکیبات آلی استفاده می‌شود. به دلیل سادگی و سرعت TLC، از آن برای یافتن تعداد ترکیبات موجود در گل C. officinalis استفاده می‌شود.

۲. مواد و روش‌ها

۱.۲. روش تحقیق

در این پژوهش مروری از مقالات مرتبط با مطالعات بالینی در منابع و پایگاه‌های علمی پاب مد، اسکوپوس، ساینس دایرکت گوگل اسکالر استفاده شده است. برای دست یابی به مقالات مرتبط، از کلید واژه‌های زیر استفاده شد:

therapeutic effects, Calendula officinalis, first degree burns

سپس آن مقالاتی که دقیقاً در مورد موضوع مطالعه بودند استخراج شده و بررسی شدند. این مقالات بر اساس معیارهای زیر انتخاب شدند.

معیارهای ورود به مطالعه

۱. مقالات از سال ۲۰۱۰ تاکنون؛
۲. مقالاتی معتبری که متن کامل آن‌ها در دسترس بود؛
۳. مقالاتی که در مورد اثر گل همیشه بهار بر بهبود زخم حاصل از سوختگی بودند.

معیارهای خروج از مطالعه

۱. مقالاتی که به اثرات این گیاه به صورت عمومی پرداخته بودند.

مراحل انجام پژوهش به این صورت بود که پس از جمع آوری منابع اولیه، مقالاتی که معیار ورود به مطالعه را نداشتند، از مطالعه کنار گذاشته شده و چکیده مابقی مقالات بررسی شدند. در نهایت پس از انتخاب مقالات، متن کامل آن‌ها تجزیه و تحلیل شدند که نتایج آن در ادامه ذکر شده است. به طور کلی از میان ۵۴ مقاله تعداد ۷ مقاله بررسی و نتایج آن استخراج شد

۳. نتایج

مکانیسم اثرات موضعی این گیاه به طور دقیق مشخص نیست، اما طبق بررسی‌های انجام شده، خواص ضد التهابی این گیاه به دلیل فلاونوئیدها و کاروتنوئیدهای آن است. فلاونوئیدهای این گیاه خاصیت ضدالتهابی بالایی دارد و از ترشح آنزیم‌های مضر و هیستامین که باعث حساسیت و تورم می‌شود، جلوگیری می‌کند.

این گیاه دارای اثر محافظتی عروقی و کاهش نفوذپذیری مویرگ‌ها است و برای درمان شکنندگی مویرگ‌ها مفید است. کاروتنوئیدها به ویژه بتاکاروتن پیش سازهای بیوسنتز ویتامین A هستند که همراه با منگنز آن اثر شفابخش و ضد التهابی دارند. همچنین با توجه به اثر ضد میکروبی آن به ویژه در برابر باکتری‌های استافیلوکوکوس اورئوس و انتروکوکوس فکالیس می‌تواند از عفونت زخم نیز جلوگیری کند.

مدیریت جدید زخم سوختگی شامل هیدراتاسیون (خوراکی یا داخل وریدی) است. ضد عفونی کننده‌های موضعی، کرم‌ها یا پمادها و پانسمان‌ها و همچنین ضد درد و آنتی بیوتیک های خوراکی نیز مورد استفاده قرار می‌گیرند.

اطمینان از تعادل بین مراقبت‌های بهداشتی با کیفیت و کاهش هزینه‌ها یک کار پیچیده و چالش برانگیز برای سیاست گذاران و ارائه دهندگان مراقبت‌های بهداشتی است.

مراقبت از سوختگی گران است و نیاز به زیرکی مدیریت پیشرفته دارد تا کیفیت مطلوب را به شیوه‌ای مقرون به صرفه ارائه دهد. تقریباً ۳۲۲۰۰۰ مرگ در سال در سراسر جهان بر اثر سوختگی رخ می‌دهد. در ایالات متحده، سالانه بیش از ۱ میلیون نفر از سوختگی رنج می‌برند، در حالی که ۶۱۰۰۰ نفر به دلیل سوختگی در بیمارستان بستری می‌شوند. بین ۸۰۰۰ تا ۱۲۰۰۰ بیمار دچار سوختگی جان خود را از دست می‌دهند، در حالی که تقریباً یک میلیون بیمار ناتوانی اساسی یا دائمی ناشی از آسیب سوختگی دارند. جراحات سوختگی در شرایط حاد می‌توانند وقایع تهدید کننده زندگی باشند اما در عین حال می‌توانند ویژگی‌های مشابهی با بیماری مزمن داشته باشند و ممکن است منجر به عوارض جسمی و روانی جدی درازمدت شوند.

استفاده از طب مکمل و جایگزین برای ترمیم زخم، بر روند اصلی پزشکی تأثیر می‌گذارد. در یک بررسی سیستماتیک نقش عصاره گل Calendula officinalis به عنوان راه درمانی ارزیابی می‌شود. جستجوها در PubMed، EMBASE، Cochrane Central Register of Controlled Trials، CINAHL و Scopus (تا آوریل ۲۰۱۸) با ۱۴ مطالعه که معیارهای ورود را داشتند، شامل ۷ آزمایش حیوانی و ۷ کارآزمایی بالینی انجام شد.

یافته‌های حاصل از بررسی، بهبود زخم، بهبود سریع‌تر مرحله التهاب در گروه‌های آزمایشی تحت درمان با عصاره را نشان می‌دهد.

دو مطالعه کنترل بالینی بر روی زخم‌های وریدی کاهش سطح زخم را در مقایسه با گروه شاهد نشان داد. کارآزمایی بالینی تصادفی‌سازی‌شده دیگری هیچ بهبودی را برای گروه کالاندولا در بهبود زخم پای دیابتی نشان نداد.

دو مطالعه حیوانی یک اثر پیشگیرانه را برای تجویز عصاره گل همیشه بهار قبل از آسیب سوختگی نشان داد. یک کارآزمایی بالینی تصادفی شده بر روی بیمارانی که از سوختگی با ضخامت جزئی تا کامل رنج می‌برند، هیچ فایده‌ای برای کاربرد موضعی عصاره گل همیشه بهار در مقایسه با گروه کنترل نشان نداد.

دو کارآزمایی بالینی تصادفی‌سازی شده، پتانسیل عصاره را برای پیشگیری از درماتیت حاد پس از تشعشع ارزیابی کردند.

مطالعات حیوانی شواهد متوسطی را برای بهبود فاز التهاب در گروه‌های درمان با عصاره گل همیشه بهار ارائه می‌دهد. این بررسی شواهدی را برای اثرات مفید عصاره C. officinalis برای بهبود زخم، مطابق با نقش آن در طب سنتی شناسایی کرد. برای ارزیابی اثر گل همیشه بهار بر بهبود زخم از جمله عوارض، نیاز به کارآزمایی‌های کنترل تصادفی بزرگ‌تر و به خوبی طراحی شده وجود دارد.

در یک مطالعه تعداد ۶۰ نفر در دو گروه مجزای کنترل و گروه آزمایش تقسیم شدند. همه این افراد دچار سوختگی شده بودند. گروه آزمایش به صورت روزانه به مدت ۲ هفته هر روز ۱ کپسول همیشه بهار (۲ گرم) مصرف نمود و گروه کنترل نیز پلاسبو مصرف نمود. نتایج نشان داد که بهبود سوختگی در افراد گروه آزمایش بیشتر از گروه کنترل بود (رضایی، ۲۰۲۳).

C. officinalis ممکن است با افزایش رگ زایی زخم، گلیکوپروتئین و متابولیسم کلاژن که منجر به بهبود در تشکیل بافت گرانولاسیون موضعی و گردش خون می‌شود، بهبود زخم را تسهیل کند.

در مطالعه‌ای که توسط شوبانا و همکاران انجام شد، استفاده موضعی از پماد گیاهی حاوی C. officinalis باعث بهبود قابل توجه زخم شد و این نتیجه به بهبود سنتز کلاژن، افزایش انقباض زخم، تغییر در اینترلوکین ۶ و افزایش اپیدرم نسبت داده شد.

دی پری و همکاران مشاهده کردند که مواد فلاونوئیدی می‌توانند فعال شدن سیستم کمپلمان را در شرایط in vivo و in vitro کاهش دهند.

در مطالعه دیگری، Lonchampt و همکاران اثرات گل همیشه بهار را بر روی رادیکال‌های اکسیژن در شرایط in vitro و in vivo بررسی کردند و اثر محافظتی آن را در برابر رادیکال‌های فعال اکسیژن گزارش کردند.

مصرف خوراکی C. officinalis بر اساس ارزیابی‌های انجام شده در روزهای ۷ و ۱۴ در بهبود زخم مفید بود

نتایج یک محقق نشان داد که برخی از اجزای عصاره گل همیشه بهار در محصولات مراقبت شخصی و لوازم آرایشی بی خطر نیستند و می‌توانند پوست را تحریک کنند.

اندرسن و همکاران نشان داد که عصاره گل همیشه بهار نسبتاً غیر سمی است.

نیکیما و همکاران همچنین مشاهده شد که غلظت‌های مختلف ژل C. officinalis می‌تواند به دلیل اثرات ضد التهابی آن، تکثیر کراتینوسیت‌ها را افزایش داده و باعث بهبود زخم شود. همچنین آنها اشاره کردند که غلظت‌های مختلف این ژل در روزهای ۱۴ و ۲۱ به ویژه در روزهای ۱۴ و ۲۳ تأثیر مثبت و معنی داری بر بهبود زخم داشته است.

٤. بحث و نتیجه‌گیری

گیاه همیشه بهار (Calendula officinalis) دارای خواص متعددی همچون ضد التهابی، بهبود زخم و جای سوختگی و همچنین اثر ضددرد می‌باشد. مطالعه مقالات و منابع علمی نیز این همین مطلب را ثابت می‌کند. امروزه محصولات مختلفی به وسیله گل همیشه بهار ساخته شده‌اند. مصرف این محصولات در کارآزمایی های بالینی مختلفی مورد مطالعه قرار گرفته که نتایج برخی از آن‌ها در این پژوهش ذکر شد.

این گیاه با اثر فارماکولوژیک خود روی پروتئین‌های التهابی و همچنین هیستامین، از ایجاد التهاب و قرمزی محل سوختگی می‌کاهد. لازم به ذکر است که گل همیشه بهار می‌تواند خاصیت ضد میکروبی داشته باشد و از این طریق نیز در تسریع بهبود محل سوختگی درجه یک مؤثر می‌باشد. خاصیت آنتی میکروبیال در فراورده‌های تاپیکال ضد سوختگی از این جهت حائز اهمیت می‌باشد که این محل‌ها، جای مناسبی برای تجمع میکروب‌ها و ورود آن‌ها به درون بدن می‌باشند. بنابراین

باید به این وجه از مساله نیز دقت نمود. این گیاه می‌تواند در اشکال مختلف مانند قرص و کپسول خوراکی و همچنین اشکال موضعی (پماد یا کرم) مورد استفاده قرار گیرد.

پیشنهاد می‌شود مطالعات بیشتری از نوع کارآزمایی بالینی روی بررسی اثر این گیاه بر سوختگی درجه یک انجام پذیرد. این مطالعه می‌تواند در سطح داروخانه و اماکن ارائه خدمات دارویی و درمانی سرپایی مانند مراکز بهداشت نیز انجام گردد. از جایی که سوختگی درجه یک نیاز به بستری بیمار ندارد، این مطالعات می‌تواند توسط داروساز حاذق و آشنا به مطالعه بررسی اثرات دارویی روی بیماران مراجعه کننده با رعایت ضوابط علمی و اخلاقی انجام گیرد.

تشکر و قدردانی

این مقاله را به پدر و مادرم که همیشه حامی و پشتیبان من در طی نمودن مدارج علمی بوده‌اند، تقدیم می‌کنم.

منابع

Gunasekaran, S., Nayagam, A. A. J., & Natarajan, R. (2020). Wound healing potentials of herbal ointment containing Calendula officinalis Linn. on the alteration of immunological markers and biochemical parameters in excision wounded animals. *Clinical Phytoscience*, *6*, 1-8.

Hamad, M. N., Mohammed, H. J., & Merdaw, M. A. (2017). Antibacterial activity of Calendula officinalis flowers in vitro. *Ibn AL-Haitham Journal For Pure and Applied Science*, *24*(3).

Givol, O., Kornhaber, R., Visentin, D., Cleary, M., Haik, J., & Harats, M. (2019). A systematic review of Calendula officinalis extract for wound healing. Wound Repair and Regeneration, 27(5), 548-561.

AshwlayanVD, K. A., & Verma, M. (2018). Therapeutic potential of Calendula officinalis. Pharm Pharmacol Int J, 6(2), 149-155.

Rezai, S., Rahzani, K., Hekmatpou, D., & Rostami, A. (2023). Effect of oral Calendula officinalis on second-degree burn wound healing. *Scars, Burns & Healing*, *9*, 20595131221134053.

Safdar, W., Majeed, H., Naveed, I., Kayani, W. K., Ahmed, H., Hussain, S., & Kamal, A. (2010). Pharmacognostical study of the medicinal plant Calendula officinalis L. (family Compositae). *Int J Cell Mol Biol*, *1*(2), 108-116.

Givol, O., Kornhaber, R., Visentin, D., Cleary, M., Haik, J., & Harats, M. (2019). A systematic review of Calendula officinalis extract for wound healing. Wound Repair and Regeneration, 27(5), 548-561.

Vujanovic, S., & Vujanovic, J. (2013). Bioresources in the pharmacotherapy and healing of burns: a mini-review. Burns, 39(6), 1031-1038.

A review of herbal treatment of marigold (Calendula officinalis) on first degree burns

Alireza Naderi *

Islamic Azad university, Damghan branch, pharmacy faculty

Abstract

Marigold with scientific name Calendula officinalis is a herbaceous and annual plant with simple and oval leaves. This plant has two types of tubular and tabular flowers and belongs to the Asteraceae family. Many medicinal properties have been mentioned for this plant, among which softening, anti-microbial and anti-inflammatory properties can be mentioned. It should be noted that more research is needed regarding the effects of this plant on healing first degree burns. In this review article, the therapeutic effects of this plant on healing 1st degree burns have been investigated. In this type of burn, the outer layer of the skin is affected and does not cause deep skin damage. To get the results, keywords were identified and searched in international article databases such as Science Direct, PubMed, Scopus and Google Scholar. Relevant articles from 2010 to 2022 were collected, reviewed and analyzed. The results of this research show that the consumption of marigold in different forms such as infusion and its extract can improve first degree burns.

Keywords:

Marigold, Calendula officinalis, first degree burns, medicinal herbs

E-mail: fullofch@gmail.com. *

مطالعه فارما کولوژیکی و تغییرات اسانس ریحان تحت تاثیر نانو الیسیتور زیستی

آزاده لونی*

گروه زیست شناسی، دانشکده علوم پایه، دانشگاه پیام نور، تهران، ایران

چکیده

نانوفناوری، درک و کنترل ماده در ابعاد تقریبی ۱ تا ۱۰۰ نانومتر است. استفاده از نانوالیسیتور بتاسیکلودکسترین در غلظت موثر در بخش کشاورزی و گیاهان ، ویژگی های اسانس ها را حفظ و حتی آنها را تقویت می کند. بدین منظور. آزمایشی به صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملا تصادفی با چهار تکرار بر روی ریحان انجام شد. ویژگی های ساختار فیزیکی و شیمیایی این نانوذرات با دستگاه های عبوری (TEM) وپراکندگی نور دینامیکی(DLS) مورد بررسی قرار گرفت. غلظت مناسب CDNPs β – ، امکان انتشار به موقع و کنترل شده ترپنوئیدهای ضد سرطانی را در بدن دارند.. آنالیز اسانس با دستگاه GC-MS انجام شد و همچنین اثرات فارماکولوژیکی ترکیبات مطالعه شده است. نتایج نشان داد که میزان آلفاپینن، کامفن، بتاپینن، میرسن، کارن، سینئول، گاماترپینن، لینالول و کامفور در غلظت۵۰ppm و بتااسیمن و ترپینولن در تیمار ۱۰ppm و سابینن و ژرانیول در تیمار ۱۰۰ppm افزایش معنادار(P≤%5) خود نسبت به تیمار شاهد رسیدند. سزکوئی‌ترپن‌های کوبیبین، کوپائن،بتاالمن، ژرماکرن و بتاائودسمول در کنترل و مقدار کریوفیلن، فارنسن و موروﻻدین در تیمار ۵۰ppm و مقدار آلفاترانس برماگوتن در غلظت ۱۰۰ppm و مقدار اسانس‌های آلفا گاییئن، بیسابولن و گاماکادینن کاهش معنی‌دار (P≤%5) پیدا کردند. در مطالعه تجربی حاضر، نتایج محلول پاشی نانوذرات الیسیتور زیستی بر روی مقدار اسانس ریحان برای اولین بار گزارش می شود و یک روش نوین برای توسعه کشاورزی پایدار می‌باشد که قادر به غلبه بر محدودیت های استفاده از اسانس های فرار گیاهان دارویی می‌باشند که امکان استفاده بهتر و کارآمدتر و آسان‌تر از آن ها را فراهم می کند.

واژگان کلیدی: نانوذرات، الیسیتور، ترپنوئیدها، اسانس

* E-mail: a.loni@pnu.ac.ir

۱. مقدمه

نام جنس ریحان (*Ocimum*) از لغت یونانی Okimon به معنی خوشبو و معطر گرفته شده است. نام گونه آن نیز از لغت Basileusیونانی به معنی پادشاه گرفته شده است (Kothari, Bhattacharya, & Ramesh, 2004). برگ های معطر ریحان به صورت تازه یا خشک به عنوان سبزی و ادویه مصرف می شسود و بذر و برگ خشک شده آن دارای مصارف دارویی است. نانوذرات مهندسی شده می توانند مسیرهای متابولیسم و مقدار متابولیت‌ها را در گیاهان تغییر دهند. نانوفناوری، درک و کنترل ماده در ابعاد تقریبی ۱ تا ۱۰۰ نانومتر است. استفاده از اصطلاح نانو به محققین اجازه پررنگ‌تر کردن این حقیقت را می‌دهد که فرآیند یا ساختار مواد به نحوی در ابعاد نانو طراحی و بهینه شوند تا برای خواص و رفتارهای ویژه قابل استفاده گردند (Pisoschi et al., 2018). فناوری نانو در هر وجه از زندگی بشر کاربرد دارد و داروهای گیاهی نیز از این دایره مستثنی نیستند. فناوری نانو روش‌های زیادی برای فرآوری داروهای گیاهی به ارمغان آورده که می‌تواند باعث بهبود و ارتقای کیفیت سیستم‌های دارورسانی شود. با توجه به اینکه بخش اعظم بارگیاهان دارویی دنیا به تولید و عرضه متابولیت‌های ثانویه مشتق از این گیاهان مربوط می‌شود. لذا متابولیت های ثانویه گیاهان از ارزش اقتصادی و همچنین ارزش افزوده بسیار بالایی برخوردارند و سنتز شیمیایی این متابولیت ها معمولاً پیچیده و پرهزینه می‌باشد. یکی از روش‌ها به منظور افزایش تولید انواع اسانس‌های ارزشمند در گیاه ریحان، روش استفاده از الیسیتورهاست. الیسیتورها ترکیباتی با منشا زیستی و یا غیر زیستی هستند که از طریق القای پاسخ‌های دفاعی باعث بیوسنتز و انباشت متابولیت‌های ثانوی می‌شوند (Zhao,2005). یکی از الیسیتورهای زیستی و ترکیبات طبیعی که درسال های اخیر کشف شده است و خواص ارزشمندی برای اهداف کشاورزی دارند، سیکلودکسترین‌ها هستند. چنین ترکیباتی ممکن است فعالیت ضد میکروبی یا حشره‌کشی هم داشته باشند و ممکن است مقاومت در برابر بیماری‌های گیاهی ایجاد کنند یا رشد گیاه را افزایش دهند. β-CD ضمن تحریک و افزایش ترکیبات فعال زیستی به عنوان یک استراتژی محافظت از اسانس در مقابل عوامل محیطی مانند اکسیژن، نور، رطوبت و اسیدیته به کار برده می‌شود. همچنین نرخ تولید متابولیت‌های ثانویه را افزایش می‌دهد . حامل‌هایی به اندازه نانو سطح بیشتری را ایجاد کرده و به راحتی حلالیت و دسترسی زیستی اسانس را افزایش داده و آزادسازی کنترل شده اسانس را بهبود می‌بخشد. مهم‌ترین خصوصیت سیکلودکسترین ها توانایی تشکیل کمپلکس‌های درهم جای جامد (کمپلکس میزبان – میهمان) با تعداد بسیار زیادی از ترکیبات جامد-مایع-گاز (آب گریز) است. بنابراین زیست دسترس پذیری و کارایی زیستی را افزایش می‌دهد. بکارگیری اسانس‌ها با کمپلکس β-CD باعث پایداری آنها شده و از فراریت این مواد مهم گیاهی جلوگیری می کند(E.-J. Lee & Facchini, 2011).

گزارشات قبلی در مورد این گونه دارویی چند عامل محدود کننده را نشان می‌دهد: ناپایداری و تخریب سریع اسانس‌ها ، مبتلا شدن سریع گیاه به بیماری‌ای قارچی و کشت محدود . در نتیجه موجب ایجاد مانع در تولید تجاری آن می‌شود. به همین منظور، در راستای این اهداف، تحقیق حاضر تاثیر غلظت های مختلف نانو بتاسیکلودکسترین بر روی مقدار اسانس و بررسی فارماکولوژی ترکیبات بدست آمده در رقم کشکنی‌لوئ‌لوئ گیاه ریحان انجام شده است.

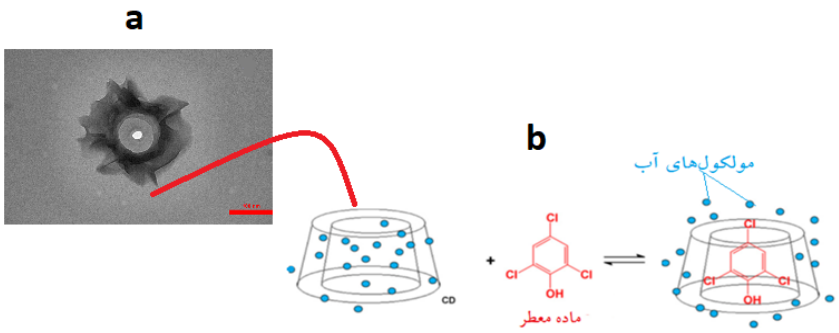
۲. مواد و روش‌ها

این پژوهش در قالب طرح کاملا تصادفی با چهار تکرار و سه تیمار اجرا شد. گیاه مورد استفاده در این تحقیق متعلق به جنس *Ocimum basillicum* L. رقم کشکنی‌لوئلوئ از مرکز تحقیقات کشاورزی ارومیه تهیه گردید. بعد از ضد عفونی کردن بذرها با هیپوکلریت‌سدیم ۵٪ به مدت ۲۴ساعت قبل از کاشت در گلدان‌ها جهت مرحله پیش تیمار، در داخل غلظت‌های مورد مطالعه قرار گرفت. سپس ۱۵ بذر در عمق یک سانتی‌متری خاک گلدان‌های پلاستیکی به قطر ۱۸سانتی‌مترو ارتفاع ۱۵سانتی‌متر، کاشته شدند. الیستور زیستی مورد استفاده شامل نانوذرات بتاسیکلودکسترین در سه غلظت ۱۰و۵۰و۱۰۰ میلی گرم بر لیتر (ppm) و غلظت صفر(آب مقطر) به عنوان کنترل در سه مرحله‌ی پیش‌تیمار، دوبرگی و مرحله ۸ تا۱۰برگی(مدت زمان رشد تا این مرحله ۸ هفته بود) به صورت اسپری کردن روی بخش هوایی و برگ‌های ریحان در گلدان‌های انتقال داده شده به گلخانه‌ی کنترل شده با شرایط محیطی یکسان و دمای روز و شب، به ترتیب در محدوده ۲±۲۵ و ۲±۲۰ درجه سانتی گراد و رطوبت شب در محدوده ۵۰تا ۶۰ درصد و روشنایی نور طبیعی خورشید صورت گرفت.

۱.۲. سنتز و بررسی مشخصات نانوذرات بتاسیکلودکسترین

نانوذرات بتا سیکلودکسترین (β–CDNPs)، به روش(Li et al., 2016) تهیه شد. محلول ساخته شده در دمای ۴۵ درجه آون خشک وبرای مطالعه ذخیره شد. مورفولوژی و اندازه نانوذرات سنتز شده توسط دستگاه میکروسکوپ عبوری (TEM) مدل (Philips EM 208S 100KV) ساخت کشور هلند و وضوح ۰/۲nm بررسی گردید.

جهت تعیین خصوصیات نانوذرات، مقدار یک میلی‌لیتر از آن بر روی جایگاه (Cell) دستگاه تعیین اندازه ذرات (VASCOPARTICLE SIZE Company: CORDOUAN) ساخت فرانسه قرار داده شد. بر اساس پراکندگی نور دینامیکی (DLS)، اندازه ذرات در طول موج ۶۵۷ نانومتر و دمای ۲۵ درجه سلسیوس به‌دست آمد. به‌طوری‌که میانگین قطر ذرات ۵۶۷/۱ :Dmen number و شاخص پراکندگی ذرات PDI:۰/۳۲۵ محاسبه شد.



شکل ۱. نانوذرات بتاسیکلودکسترین با میکروسکوپ الکترونی TEM (a). تصویر شماتیک از شکل‌گیری کمپلکس ماده معطر و بتاسیکلودکسترین(b)

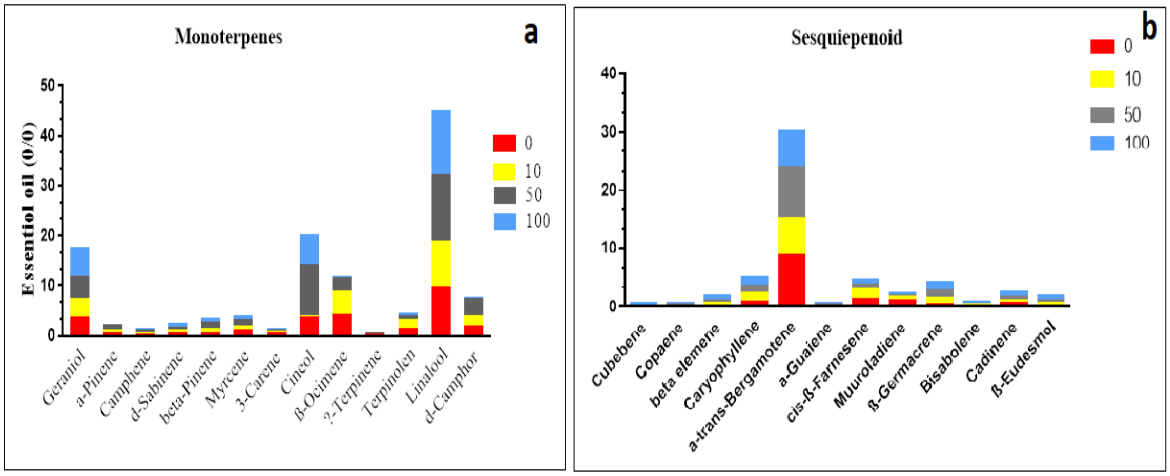
۲.۲. تهیه اسانس

پس از برداشت گیاهان و به منظور حفظ کمیت و کیفیت اسانس، گیاهان در سایه و دمای محیط خشک شدند. روش استخراج جذبی از فضای فوقانی (HS-SE)، در این پژوهش استفاده شد. برای آنالیز اسانس گیاه مورد نظر از یک دستگاه GC-MS مدل ۵۹۷۴ (امیلنت امریکا) مجهز به ستون از نوع HP-5 (30nm x 0.25nm) استفاده شد شناسایی ترکیبات با

استفاده از محاسبه ی اندیس بازداری و مقایسه طیف جرمی و ترکیب با نمونه های موجود در کتابخانه انجام شد (Adams & others, 2007) به منظور محاسبه اندیس بازداری مخلوطی از آلکان های نرمال شش تا بیست و چهار کربنی در شرایط مشابه دستگاهی به سیستم تزریق شد و اندیس کواتس هر ترکیب محاسبه شد(Grob, 2004).

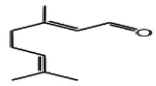
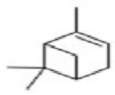
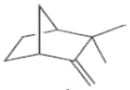
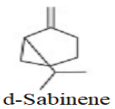
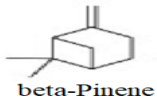
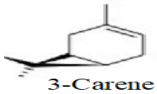
۳. نتایج

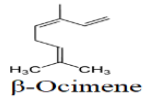
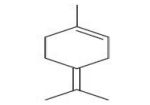
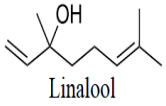
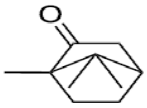
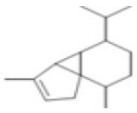
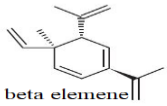
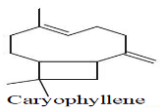
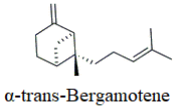
با مطالعه طیف‌های جرمی حاصل از تجزیه دستگاه(GC-MS) مهمترین مونوترپن‌ها و سزکوئی‌ترپن‌های استخراج شده تحت تاثیرغلظت‌های مختلف نانوذرات بتاسیکلودکسترین و نمونه کنترل از گیاه ریحان رقم کشکنی لوٴلوٴ که در همه تیمارها مشترک بودند و در شکل ۲ آمده است. نتایج نشان داد که میزان آلفاپینن، کامفن، بتاپینن، میرسن، کارن، سینئول، گاماترپینن، لینالول و کامفور در غلظت۵۰ppm و بتااسیمن و ترپینولن در تیمار ۱۰ppm و سابینن و ژرانیول در تیمار ۱۰۰ppm افزایش معنادار($P\leq\%5$) خود نسبت به تیمار شاهد رسیدند(شکل۲.a). از بین ترکیبات مذکور مقدار ژرانیول، کامفن و سینئول کاهش معنی‌دار ($P\leq\%5$) در غلظت ۱۰ppm و مقدار اسانس های آلفاپینن،میرسن، کارن، بتا اسیمن، ترپینولن و کامفور در غلظت ۱۰۰ppm کمتر مشاهده گردید. کاهش معنی‌دار($P\leq\%5$) اسانس‌های سابینن، گاماترپینن و لینالول در نمونه کنترل مشاهده شد. مقایسه میانگین ترکیبات روغنی کوبیبن، بتا المن، کریوفیلن، ژرماکرن، بیسابولن، گاماکادنین و بتاائودسمول افزایش معنی‌دار($P\leq\%5$) در غلظت ۱۰۰ppm و سه ترکیب کوپائن، آلفاترانس برماگوتن و آلفا گاییئن افزایش معنی‌دار($P\leq\%5$) در تیمار ۵۰ppm و همین روند افزایشی برای فارنسن و مورولادین در تیمار ۱۰ppm مشاهده گردید. سزکوئی‌ترپن‌های کوبیبین، کوپائن،بتاالمن، ژرماکرن و بتاائودسمول در کنترل و مقدار کریوفیلن، فارنسن و مورولادین در تیمار ۵۰ppm و مقدار آلفاترانس برماگوتن در غلظت ۱۰۰ppm و مقدار اسانس‌های آلفا گاییئن، بیسابولن و گاماکادینن کاهش معنی‌دار ($P\leq\%5$) پیدا کردند. اثرات فارماکولوژی و ساختار شیمیایی ترکیبات شناسایی شده مشترک در تمامی غلظت ها در گیاهان ریحان در جدول ۱ نشان داده شده است.

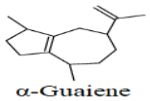
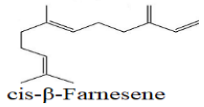
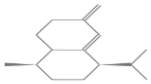
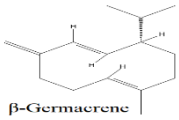
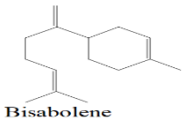
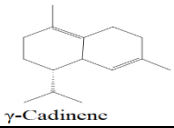
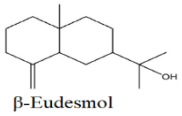


شکل۲. مقایسه میانگین داده‌ها ترپنوئیدها گیاه دارویی ریحان تحت تأثیر غلظت های مختلف (β-CDNPsمیلی گرم در لیتر) مونوترپن‌ها(a) و سزکوئی‌ترپن‌ها (b).

.

شماره	ساختمان مونوترپن ها	اثرات فارماکولوژیکی	منابع
۱	 Geraniol	فعالیت های ضد قارچ ،ضد میکروب	(Souza et al., 2016)
۲	 α-Pinene	اثر گاستروپروتکتیو ، ضد التهابی انتخابی و اثرات ضد باکتریایی ، فعالیت های ضد درد و ضد میکروبی، ضد اضطراب کاهش یا از بین بردن اختلال حافظه کوتاه مدت ، ضد تشنج، ضد سرطان ریه ، آنتی بیوتیک	(de Almeida Pinheiro et al., 2015; Felipe et al., 2019; Gaona-Colmán, Blanco, Barnes, Wiesen, & Teruel, 2017;; Patra et al., 2020; Rufino et al., 2014; Zeng et al., 2019)
۳	 Camphene	ضد باکتری، اثرات درمانی برونشیت و پوست	(Gaona-Colmán et al., 2017;)
۴	 d-Sabinene	آنتی باکتریال	(Cui et al., 2015; Gaona-Colmán et al., 2017; Zeng et al., 2019)
۵	 beta-Pinene	ضد باکتریایی ضد تشنج	(Cui et al., 2015; Felipe et al., 2019; Russo & Marcu, 2017; Zeng et al., 2019)
۶	Myrcene	ضد درد، ضد اتهاب، رفع آرتروز و آرام بخش و رفع درد عضلانی ، ضد میکروبی ، آنتی اکسیدانی ،سمیت زدایی، حشره کش ، ضد عفونی کننده	(Al-Snafi, 2015; Albonetti, Perathoner, & Quadrelli, 2019; Russo & Marcu, 2017)
۷	 3-Carene	ضد التهاب ، آنتی هیستامین ، ضد قارچ فعالیت ، ضد باکتری ، آرام بخش و مهارکننده اثرات	(Harder & Marmulla, 2020;)

۸	Cineol	تقویت مونوسیت ها، ضد ویروسی، خاصیت ضد درد ، ضد عفونی کننده عروق ، برونکودیلاتور ، فعالیت ضد التهابی ، محافظت کننده کبد ، گاسترو محافظت ، آنتی باکتریال ، فعالیت های ضد میکروبی و ضد توموری	(Bhowal & Gopal, 2015; de Almeida Pinheiro et al., 2015; Zhao, Sun, Fang, & Tang, 2014)
۹	 β-Ocimene	ضد تشنج ، ضد قارچ و ضد تومور	(Farré-Armengol, Filella, Llusià, & Peñuelas, 2017)
۱۰	γ-Terpinene	ضد میکروبی ، سمیت زدایی ، ضد التهابی فعالیت ها	(Zeng et al., 2019)
۱۱	 Terpinolen	ضد سرطان ، ضد باکتری ، آنتی اکسیدان خاصیت ضد قارچ و آرام بخش	(Aydin, Türkez, & Ta\csdemir, 2013;;, Ito & Ito, 2011; Russo & Marcu, 2017)
۱۲	 Linalool	فعالیت بی حسی موضعی ، فعالیت ضد میکروبی ، ضد التهاب ، ضد درد، فعالیت های ضد فشار خون، ضد تشنج، ضد سرطان	(Chouksey et al., 2010; H\uad\uarug\ua, H\uad\uarug\ua, Costescu, David, & Gruia, 2014;
۱۳	 d-Camphor	ضد قارچی و ضد باکتریال، فعالیت دارویی مانند ضد میکروبی ، آنتی اکسیدانی ، سمیت زدایی ، حشره کش ، ضد عفونی کننده	(Al-Snafi, 2015; H\uad\uarug\ua et al., 2014)
شماره	ساختمان سزکوئی ترپن ها	اثرات فارموکولوژی	منابع
۱	 Cubebene	ضد التهاب، نکروز تومور	(Ramos Paredes et al., 2020; Russo & Marcu, 2017)
۲	Copaene	فعالیت ضد میکروبی ، ضد تکثیر،آنتی اکسیدان ، ضد سمیت و سمیت زدایی	(Martins et al., 2015; Ramos Paredes et al., 2020; Russo & Marcu, 2017;,)
۳	 beta elemene	آنتی تومور و ضد سرطان ریه و معده و پستان، مهار سمیت سلولی ، درمان آترواسکلروز	(Russo & Marcu, 2017; S. Wang et al., 2012)
۴	 Caryophyllene	پروتئین محافظت کننده معده، ضد التهاب ، ضد سرطان ،ضد میکروبی ، آنتی کسیدانی و ضد درد	(Fidyt, Fiedorowicz, Strz\kadała, & Szumny, 2016; Russo & Marcu, 2017)
۵	 α-trans-Bergamotene	جاذب و کشنده حشرات و آفات	(Russo & Marcu, 2017)

۶	 α-Guaiene	تهیه عطر،آنتی اکسیدانت	(Huang, Sefton, Sumby, Tiekink, & Taylor, 2015; Huang, Sefton, & Taylor, 2015)
۷	 cis-β-Farnesene	تهیه عطر،آنتی اکسیدانت	(Haouas, Cioni, Flamini, Ben Halima-Kamel, & Ben Hamouda, 2016)
۸	 Muuroladiene	فعالیت ضد قارچی	(Prosser et al., 2006)
۹	 β-Germacrene	خاصیت ضد باکتریایی ، سمیت زدایی ، فعال کننده نورون گیرنده بویایی	(C. Essien, Cheng, Via, Loewenstein, & Wang, 2016; E. E. Essien, Thomas, Ascrizzi, Setzer, & Flamini, 2019; Yan, 2002)
۱۰	 Bisabolene	فعالیت ضد تشنج ، ماده طعم دهنده	(Orellana-Paucar et al., 2012; Wei et al., 2014)
۱۱	 γ-Cadinene	فعالیت ضد سرطانی	(Hui, Zhao, & Zhao, 2015; Singh et al., 2006)
۱۲	 β-Eudesmol	ضد سرطان، ضد دیابت	(Tsuneki et al., 2005; J.-Y. Zhou, Yuan, Li, Ning, & Dai, 2016)

شکل۳. اثرات فارماکولوژی و ساختار شیمیایی ترکیبات شناسایی شده مشترک در اثر غلظت های مختلف β-CDNPs در *Ocimum basillicum L*

٤. بحث و نتیجه‌گیری

برای تولید تجاری متابولیت‌های ثانویه، باید بکارگیری غلظت مناسب از نانوذرات β – CD مشخص شود. اثر بخشی نانوذرات بتاسیکلودکسترین وابسته به غلظت آن است. چرا که تأثیر غلظت مناسب خود فاکتور مهمی برای تولید گیاه سالم با بیشترین درصد اسانس و بالا بردن درصد سایر متابولیت‌های مفید است و این مطلوب باعث رشد بهینه در اقتصاد کشور می‌شود. محلول‌پاشی نانوبتاسیکلودکسترین بر روی ریحان، موجب تغییرات میزان مونوترپن‌ها و سزکوئی‌ترپن‌های آن شد. طوریکه که میزان لینالول و میرسن در غلظت ۵۰ppm و کادنین در غلظت۱۰ppm و میزان ژرانیول در تیمار ۱۰۰ppm به بیشترین مقدار خود نسبت به تیمار شاهد رسیدند.روند تغییرات در تمامی اسانس‌های مشترک در سه سطح ۱۰۰و۵۰ و ۱۰ میلی‌گرم برلیتر متفاوت نشان داده شد. در پژوهشی که توسط (D. I. H\uad\uarug\ua, H\uad\uarug\ua, Costescu, David, & Gruia, 2014) انجام شد، نشان داد که غلظت نسبی ترکیبات اصلی اسانس *O.basilicum* L. در مجتمع های β-CD بسیار متفاوت با نمونه های خام گزارش شده است. بهترین روش درمانی، در مقابل باکتری های مقاوم به بیماری و مالاریای پلاسمودیوم فالسی

پاریوم (Weathers, Simkin, Lovett, & Lindberg, 2006)پکلیتاکول (pclitakel) یک دی ترپن تولید شده توسط Taxus brevifolia است و گونه های دیگر Taxus، یک عامل ضد سرطان مهم است (Lenka et al., 2012) خانواده دی ترپنوئیدها، یک ساختار منحصر به فردی برای گیرنده فاکتور فعال کننده پلاکت بسیار خاص هستند(Strømgaard & Nakanishi, 2004). با این حال، تجاری شدن ترپنوئیدهای دارویی به دلیل اینکه بسیاری از گیاهان دارویی با سرعت کم رشد می کنند و عملکرد پایین دارند، محدود است(Misawa & Takahashi, 2011). علاوه بر آن ترپنوئیدها به علت فراریت بالا معمولا نوسانات زیادی را نشان می‌دهند. به همین دلیل برای استخراج، کیفیت مناسب خود را از دست می‌دهند. ولی با توجه به نتایج حاضر، محلول پاشی β-CDNPs این مشکل را حل کرده است. گزارش می‌شود که β-CD به همراه متیل جاسمونات باعث افزایش بیان ژن رزوترال در محیط کشت شد(T. Yang et al., 2015) . β-CD می‌تواند از غشاهای لیپوزومی محافظت کند و مانع یخ زدگی می‌شود. β-CD ها، متابولیت‌های ثانویه سیترال(افزایش ۲۶برابری) و منتول(افزایش ۸۶ برابری) را بهبود بخشید (Reineccius, Reineccius, & Peppard, 2004)و همچنین باعث پایداری اسانس ریحان و و ترخون در برابر اشعه ماورابنفش شد (Kfoury et al., 2015) ژرانیول دی فسفات به عنوان یک پیش ماده تحت فعالیت‌های آنزیمی به ترکیب‌های مختلفی تبدیل می‌شود. ژرانیول دی فسفات می تواند توسط آنزیم لینالول سنتاز به لینالول و در حضور آنزیم ژرانیول سنتاز به ژرانیول تبدیل شود(Lücker et al., 2001). لینالول بیشتر نشان دهنده‌ی فعال بودن آنزیم لینالول سنتاز و در بعضی غلظت ژرانیول بیشتر که نشان دهنده‌ی فعالیت آنزیم ژرانیول سنتاز می‌باشد. به طور کلی می توان گفت که تنوع در ترکیب های اسانس به دلیل تنوع در فعالیت‌های آنزیمی می‌باشد. زیرا فعالیت‌های آنزیمی تعیین کننده نهایی در تولید ترکیب‌های فعال هستند. از آنجا که خود آنزیم متاثر از ژنتیک گیاه است و عوامل محیطی نیز روی فعالیت آن‌ها تاثیرگذار می‌باشد می توان نتیجه گرفت که نوع الیسیتور القاء کننده، نیز علاوه بر ژنومیک، بر روی اسانس ریحان کشت شده در این پژوهش تاثیر گذار بوده واثر الیستور زیستی نانو ذرات β-CD بر روی ریحان نشان داد که مقدار کل مونوترپن‌های مشترک استخراج شده در غلظت های ۰، ۱۰، ۵۰، ۱۰۰ میلی‌گرم بر لیتر به ترتیب ۲۲/۲۸، ۱۹/۹۱، ۳۹/۶۳، ۱۳/۴۹ درصد ومقدار کل سزکوئی‌ترپن‌های مشترک در تیمارهای مذکور،به ترتیب ۱۴/۴۴، ۱۳/۷۳، ۱۴/۶۳، ۱۶/۷۸درصد می باشد.

در مطالعه تجربی حاضر، اسپری کردن β – CDNPs، یک روش نوین برای توسعه صنعت کشاورزی پایدار می‌باشد و قادر به غلبه بر محدودیت های استفاده از اسانس‌های فرار و اساسی گیاهان دارویی می‌باشند و باعث افزایش پایداری شیمیایی آنها در حضور نور، اکسیژن، رطوبت و گرما می شوند. نکته قابل توجه اینکه β – CDNPs می‌توانند اسانس‌های فرار را هم به صورت محلول و هم به صورت خشک در بربگیرند و علاوه بر نوع شکل‌گیری در گیاه، امکان استفاده بهتر و کارامدتر و آسان‌تر از اسانس‌های گیاهی را فراهم می‌کند. غلظت مناسب β – CDNPs امکان انتشار به موضع و با تاخیر و کنترل شده را در بدن دارند. استفاده از نانوذرات β – CDNPs در غلظت مناسب در بخش کشاورزی و گیاهان در شرایط حاضر با رطوبت و دمای مناسب، ویژگی‌های اسانس‌ها را حفظ و حتی آنها را تقویت می‌کند. اسپری کردن نانوذرات β–CD، به دلیل اندازه نانومتری، باعث نفوذ به قسمت عمیق بافت‌های گیاهی شده و جذب سلولی می‌شود(Kfoury et al., 2015). پلی ساکارید

سیکلودکسترین به دلیل داشتن ساختار بیشتری از جنس دیواره‌ها، به عنوان ترکیبی در دیواره سلولی گیاهی استفاده می‌شود. در نتیجه باعث پایداری و ایمنی طبیعی در گیاهان می‌شود و غیرسمی بودن آن باعث زیست سازگارپذیری این ترکیب شده است. علاوه برآن، این پلی‌ساکاریدها به وفوردر طبیعت وجود دارند و برای استفاده هزینه کمتری مصرف می‌شود و اسانس‌ها، ظرفیت آنتی‌اکسیدانی بالاتری پیدا می‌کنند(Gupta & Variyar, 2016).

سیستم‌های نانو ذرات مبتنی بر پلی‌ساکاریدهای طبیعی کاربردی است و اثر اضافه کردن نانوذرات β-CD به گیاهان به منظور بهبود تولید متابولیت‌های ثانویه پیشنهاد می‌گردد.

منابع

Adams, Robert P, and others. 2007. 456 *Identification of Essential Oil Components by Gas Chromatography/Mass Spectrometry*. Allured publishing corporation Carol Stream, IL.

Al-Snafi, Ali Esmail. 2015. "The Pharmacological Importance of Artemisia Campestris-A Review." *Asian Journal of Pharmaceutical Research* 5(2): 88–92.

Albonetti, Stefania, Siglinda Perathoner, and Elsje Alessandra Quadrelli. 2019. *Horizons in Sustainable Industrial Chemistry and Catalysis*. Elsevier.

de Almeida Pinheiro, Marcelo et al. 2015. "Gastroprotective Effect of Alpha-Pinene and Its Correlation with Antiulcerogenic Activity of Essential Oils Obtained from Hyptis Species." *Pharmacognosy Magazine* 11(41): 123.

Aydin, Elanur, Hasan Türkez, and \cSener Ta\csdemir. 2013. "Anticancer and Antioxidant Properties of Terpinolene in Rat Brain Cells." *Archives of Industrial Hygiene and Toxicology* 64(3): 415–24.

Bhowal, Mridul, and Murugananthan Gopal. 2015. "Eucalyptol: Safety and Pharmacological Profile." *J. Pharm. Sci* 5: 125–31.

Choi, Young-Whan et al. 2009. "Inhibition of Endothelial Cell Adhesion by the New Anti-Inflammatory Agent $α$-Iso-Cubebene." *Vascular pharmacology* 51(4): 215–24.

Chouksey, D, Preeti Sharma, and R S Pawar. 2010. "Biological Activities and Chemical Constituents of Illicium Verum Hook Fruits (Chinese Star Anise)." *Der Pharmacia Sinica* 1(3): 1–10.

Cui, Haiying et al. 2015. "Antibacterial Properties of Nutmeg Oil in Pork and Its Possible Mechanism." *Journal of Food Safety* 35(3): 370–77.

Eftekhar, Fereshteh et al. 2005. "Essential Oil Composition and Antimicrobial Activity of Diplotaenia Damavandica." *Zeitschrift für Naturforschung C* 60(11–12): 821–25.

Essien, Charles et al. 2016. "An Acoustics Operations Study for Loblolly Pine (Pinus Taeda) Standing Saw Timber with Different Thinning History." *BioResources* 11(3): 7512–21.

Essien, Emmanuel E et al. 2019. "Senna Occidentalis (L.) Link and Senna Hirsuta (L.) HS Irwin & Barneby: Constituents of Fruit Essential Oils and Antimicrobial Activity." *Natural product research* 33(11): 1637–40.

Farré-Armengol, Gerard, Iolanda Filella, Joan Llusià, and Josep Peñuelas. 2017. "$β$-Ocimene, a Key Floral and Foliar Volatile Involved in Multiple Interactions between Plants and Other Organisms." *Molecules* 22(7): 1148.

Felipe, C\'\icero Francisco Bezerra et al. 2019. "Comparative Study of Alpha-and Beta-Pinene Effect on PTZ-Induced Convulsions in Mice." *Fundamental & clinical pharmacology* 33(2): 181–90.

Fidyt, Klaudyna, Anna Fiedorowicz, Leon Strz\kadała, and Antoni Szumny. 2016. "$β$-Caryophyllene and $β$-Caryophyllene Oxide—Natural Compounds of Anticancer and Analgesic Properties." *Cancer medicine* 5(10): 3007–17.

Gaona-Colmán, Elizabeth et al. 2017. "OH-and O 3-Initiated Atmospheric Degradation of Camphene: Temperature Dependent Rate Coefficients, Product Yields and Mechanisms." *RSC advances* 7(5): 2733–44.

Grassmann, J, S Hippeli, R Spitzenberger, and E F Elstner. 2005. "The Monoterpene Terpinolene from the Oil of Pinus Mugo L. in Concert with $α$-Tocopherol and $β$-Carotene Effectively Prevents Oxidation of LDL." *Phytomedicine* 12(6–7): 416–23.

Grob, Robert L. 2004. "Theory of Gas Chromatography." *Modern Practice of Gas Chromatography*: 23–63.

Gupta, Sumit, and Prasad S Variyar. 2016. "OF ESSENTIAL OILS FOR SUSTAINED RELEASE: APPLICATION AS THERAPEUTICS AND ANTIMICROBIALS."

H\uad\uarug\ua, Daniel I et al. 2014. "Thermal and Oxidative Stability of the Ocimum Basilicum L. Essential Oil/$β$-Cyclodextrin Supramolecular System." *Beilstein journal of organic chemistry* 10(1): 2809–20.

Haouas, Dalila et al. 2016. "Variation of Chemical Composition in Flowers and Leaves Essential Oils Among Natural Population of Tunisian Glebionis Coronaria (L.) Tzvelev (Asteraceae)." *Chemistry & Biodiversity* 13(10): 1251–61.

Harder, Jens, and Robert Marmulla. 2020. "Catabolic Pathways and Enzymes Involved in the Anaerobic Degradation of Terpenes." *Anaerobic Utilization of Hydrocarbons, Oils, and Lipids*: 151–64.

Him, Aydin, Hanefi Ozbek, Idris Turel, and Ahmet Cihat Oner. 2008. "Antinociceptive Activity of Alpha-Pinene and Fenchone." *Pharmacologyonline* 3: 363–69.

Huang, An-Cheng et al. 2015. "Mechanistic Studies on the Autoxidation of $α$-Guaiene: Structural Diversity of the Sesquiterpenoid Downstream Products." *Journal of natural products* 78(1): 131–45.

Huang, An-Cheng, Mark A Sefton, and Dennis K Taylor. 2015. "Comparison of the Formation of Peppery and Woody Sesquiterpenes Derived from $α$-Guaiene and $α$-Bulnesene under Aerial Oxidative Conditions." *Journal of agricultural and food chemistry* 63(7): 1932–38.

Hui, Li-Mei, Guo-Dong Zhao, and Jian-Jun Zhao. 2015. "$δ$-Cadinene Inhibits the Growth of Ovarian Cancer Cells via Caspase-Dependent Apoptosis and Cell Cycle Arrest." *International journal of clinical and experimental pathology* 8(6): 6046.

Ito, Ken, and Michiho Ito. 2011. "Sedative Effects of Vapor Inhalation of the Essential Oil of Microtoena Patchoulii and Its Related Compounds." *Journal of natural medicines* 65(2): 336–43.

Juergens, Uwe R et al. 2004. "Inhibitory Activity of 1, 8-Cineol (Eucalyptol) on Cytokine Production in Cultured Human Lymphocytes and Monocytes." *Pulmonary pharmacology & therapeutics* 17(5): 281–87.

Kfoury, Miriana et al. 2015. "Investigation of the Complexation of Essential Oil Components with Cyclodextrins." *Supramolecular Chemistry* 27(9): 620–28.

Kothari, S K, A K Bhattacharya, and S Ramesh. 2004. "Essential Oil Yield and Quality of Methyl Eugenol Rich Ocimum Tenuiflorum Lf (Syn. O. Sanctum L.) Grown in South India as Influenced by Method of Harvest." *Journal of Chromatography A* 1054(1–2): 67–72.

Lenka, Sangram K et al. 2012. "Identification and Expression Analysis of Methyl Jasmonate Responsive ESTs in Paclitaxel Producing Taxus Cuspidata Suspension Culture Cells." *BMC genomics* 13(1): 148.

Li, Zhuo et al. 2016. "Sodium Dodecyl Sulfate/$β$-Cyclodextrin Vesicles Embedded in Chitosan Gel for Insulin Delivery with PH-Selective Release." *Acta Pharmaceutica Sinica B* 6(4): 344–51.

Lücker, Joost et al. 2001. "Expression of Clarkia S-Linalool Synthase in Transgenic Petunia Plants Results in the Accumulation of S-Linalyl-$β$-d-Glucopyranoside." *The Plant Journal* 27(4): 315–24.

Martins, Carla de M et al. 2015. "Chemical Constituents and Evaluation of Antimicrobial and Cytotoxic Activities of Kielmeyera Coriacea Mart. & Zucc. Essential Oils." *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine* 2015.

Misawa, Masaki, and Junko Takahashi. 2011. "Generation of Reactive Oxygen Species Induced by Gold Nanoparticles under X-Ray and UV Irradiations." *Nanomedicine: Nanotechnology, Biology and Medicine* 7(5): 604–14.

Ocete, M A, S Risco, A Zarzuelo, and J Jimenez. 1989. "Pharmacological Activity of the Essential Oil of Bupleurum Gibraltaricum: Anti-Inflammatory Activity and Effects on Isolated Rat Uteri." *Journal of ethnopharmacology* 25(3): 305–13.

Orellana-Paucar, Adriana Monserrath et al. 2012. "Anticonvulsant Activity of Bisabolene Sesquiterpenoids of Curcuma Longa in Zebrafish and Mouse Seizure Models." *Epilepsy & behavior* 24(1): 14–22.

Patra, Jayanta Kumar et al. 2020. "Star Anise (Illicium Verum): Chemical Compounds, Antiviral Properties, and Clinical Relevance." *Phytotherapy Research* 34(6): 1248–67.

Peana, Alessandra T, Mario D L Moretti, R Watson, and V Preedy. 2008. "Linalool in Essential Plant Oils: Pharmacological Effects." *Botanical medicine in clinical practice* 10(55): 716–24.

Pisoschi, Aurelia Magdalena et al. 2018. "Nanoencapsulation Techniques for Compounds and Products with Antioxidant and Antimicrobial Activity-A Critical View." *European journal of medicinal chemistry*.

Prosser, Ian M et al. 2006. "Cloning and Functional Characterisation of a Cis-Muuroladiene Synthase from Black Peppermint (Mentha$\times$ Piperita) and Direct Evidence for a Chemotype Unable to Synthesise Farnesene." *Phytochemistry* 67(15): 1564–71.

Ramos Paredes, Silvia E et al. 2020. "Análisis Comparativo de Caracterización de Aceites Esenciales de Cinco Especies Del Género Baccharis, Colectadas En Tres Condados de La Paz, Bolivia." *Revista Boliviana de Qu{\'\i}mica* 37(1): 1–11.

Reineccius, T A, Gary A Reineccius, and T L Peppard. 2004. "Utilization of $β$-Cyclodextrin for Improved Flavor Retention in Thermally Processed Foods." *Journal of food science* 69(1): FCT58--FCT62.

Rufino, Ana T et al. 2014. "Anti-Inflammatory and Chondroprotective Activity of (+)-$α$-Pinene: Structural and Enantiomeric Selectivity." *Journal of natural products* 77(2): 264–69.

Russo, Ethan B, and Jahan Marcu. 2017. "Cannabis Pharmacology: The Usual Suspects and a Few Promising Leads." In *Advances in Pharmacology*, Elsevier, 67–134.

Schäfer, D, and W Schäfer. 1981. "Pharmacological Studies with an Ointment Containing Menthol, Camphene and Essential Oils for Broncholytic and Secretolytic Effects." *Arzneimittel-forschung* 31(1): 82–86.

Singh, Gurdip, Sumitra Maurya, M P DeLampasona, and Cesar Catalan. 2006. "Chemical Constituents, Antimicrobial Investigations and Antioxidative Potential of Volatile Oil and Acetone Extract of Star Anise Fruits." *Journal of the Science of Food and Agriculture* 86(1): 111–21.

Soukoulis, S, and R Hirsch. 2004. "The Effects of a Tea Tree Oil-Containing Gel on Plaque and Chronic Gingivitis." *Australian dental journal* 49(2): 78–83.

Souza, Caio Marcelo Cury et al. 2016. "Antifungal Activity of Plant-Derived Essential Oils on Candida Tropicalis Planktonic and Biofilms Cells." *Sabouraudia* 54(5): 515–23.

Strømgaard, Kristian, and Koji Nakanishi. 2004. "Chemistry and Biology of Terpene Trilactones from Ginkgo Biloba." *Angewandte Chemie International Edition* 43(13): 1640–58.

Tsuneki, Hiroshi et al. 2005. "Antiangiogenic Activity of $β$-Eudesmol in Vitro and in Vivo." *European journal of pharmacology* 512(2–3): 105–15.

Turkez, Hasan et al. 2014. "Cytotoxic and Cytogenetic Effects of $α$-Copaene on Rat Neuron and N2a Neuroblastoma Cell Lines." *Biologia* 69(7): 936–42.

Wang, Shengpeng et al. 2012. "Emodin Loaded Solid Lipid Nanoparticles: Preparation, Characterization and Antitumor Activity Studies." *International journal of pharmaceutics* 430(1–2): 238–46.

Weathers, Kathleen C, Samuel M Simkin, Gary M Lovett, and Steven E Lindberg. 2006. "Empirical Modeling of Atmospheric Deposition in Mountainous Landscapes." *Ecological Applications* 16(4): 1590–1607.

Wei, Lanjing et al. 2014. "Molecular Detection of Dirofilaria Immitis, Hepatozoon Canis, Babesia Spp., Anaplasma Platys and Ehrlichia Canis in Dogs on Costa Rica." *Acta parasitologica* 60(1): 21–25.

Yan, Weikai. 2002. "Singular-Value Partitioning in Biplot Analysis of Multienvironment Trial Data." *Agronomy Journal* 94(5): 990–96.

Yang, Tianhong et al. 2015. "Enhanced Production of Resveratrol, Piceatannol, Arachidin-1, and Arachidin-3 in Hairy Root Cultures of Peanut Co-Treated with Methyl Jasmonate and Cyclodextrin." *Journal of agricultural and food chemistry* 63(15): 3942–50.

Zeng, Yi-Ying et al. 2019. “The Preparation, Determination of a Flexible Complex Liposome Co-Loaded with Cabazitaxel and $β$-Elemene, and Animal Pharmacodynamics on Paclitaxel-Resistant Lung Adenocarcinoma.” *Molecules* 24(9): 1697.

Zhao, Chunzhen, Jianbo Sun, Chunyan Fang, and Fadi Tang. 2014. “1, 8-Cineol Attenuates LPS-Induced Acute Pulmonary Inflammation in Mice.” *Inflammation* 37(2): 566–72.

Zhao, Jian, Lawrence C Davis, and Robert Verpoorte. 2005. “Elicitor Signal Transduction Leading to Production of Plant Secondary Metabolites.” *Biotechnology advances* 23(4): 283–333.

Zhou, Jia-Yu et al. 2016. “Endophytic Bacterium-Triggered Reactive Oxygen Species Directly Increase Oxygenous Sesquiterpenoid Content and Diversity in Atractylodes Lancea.” *Applied and environmental microbiology* 82(5): 1577–85.

Pharmacological study and changes of basil essential oil under the effect of biological nano- elicitor

Azadeh Loni*

Department Biology, Faculty Science, University Payame Noor, Tehran, Iran.

Abstract

Nanotechnology is the understanding and control of matter in the approximate dimensions of 1 to 100 nanometers. The use of beta-cyclodextrin nano-elicitors in an effective concentration in agriculture and plants preserves the properties of essential oils and even strengthens them. For this purpose. A factorial experiment was conducted in the form of a completely randomized design with four replications on basil. The characteristics of the physical and chemical structure of these nanoparticles were investigated with transmission electron microscopy (TEM) and dynamic light scattering (DLS). The appropriate concentration of β-CDNP$_S$ has the possibility of timely and controlled release of anti-cancer terpenoids in the body. Essential oil analysis was performed with GC-MS device and the pharmacological effects of the compounds were also studied. The results showed that the amount of alphapinene, camphene, betapinene, myrcene, carne, cineol, gammaterpinene, linalool and camphor in 50ppm concentration and beta-ocimene and terpinolene in 10ppm treatment and sabinene and geraniol in 100ppm treatment increased significantly (P≤5%) compared to the treatment. The witnesses arrived. Sesquiterpenes cobibin, cupine, beta-elmene, germacrene and beta edesmol in the control and the amount of cryophyllene, farnesen and moroladin in the treatment of 50 ppm and the amount of alphatrans bergamotene in the concentration of 100 ppm and the amount of essential oils alpha gyane, bisabolene and gamacadinen decreased significantly (P≤5%). In this experimental study, the results of foliar spraying of bio-elicitor nanoparticles on the amount of basil essential oil are reported for the first time, and it is a new method for the development of sustainable agriculture, which is able to overcome the limitations of using volatile essential oils of medicinal plants, which can be used better. and provides them more efficiently and easily

Keywords: Nanoparticles, Elicitor, Terpenoids, Essential oil.

* E-mail corresponding author: a.loni@pnu.ac.ir.

مطالعه تغییرات فیزیولوژیکی و عملکرد روغن خرفه تحت شرایط کم‌آبی در واکنش به سالیسیلیک اسید و ابسیزیک اسید

مهدی پناهیان*

استادیار دانشگاه گروه کشاورزی دانشگاه پیام نور

چکیده

آزمایش مزرعه‌ای به‌صورت اسپلیت‌پلات بر پایه طرح بلوک کامل تصادفی با سه تکرار در سال ۱۳۹۷ در اردبیل اجرا گردید تا شاخص‌های فیزیولوژیکی و عملکرد روغن خرفه در واکنش به محلول‌پاشی سالیسیلیک اسید و ابسیزیک اسید و محدودیت آب ارزیابی شوند. فاکتورهای آزمایش شامل چهار سطح آبیاری (آبیاری بعد از ۷۰، ۱۰۰، ۱۳۰ و ۱۶۰ میلی‌متر تبخیر از تشتک کلاس A) و سه سطح محلول‌پاشی شامل شاهد (محلول‌پاشی با آب)، محلول‌پاشی با سالیسیلیک اسید (یک میلی‌مولار) و محلول‌پاشی با ابسیزیک اسید (۵۰ میکرومولار) در مراحل پنج برگی و گل‌دهی کامل بودند. تیمارهای آبیاری و محلول‌پاشی به ترتیب در کرت‌های اصلی و فرعی قرار گرفتند. کاهش فراهمی آب به افت شاخص کلروفیل برگ منجر شد. با این حال، محتوای پرولین برگ تحت شرایط آبیاری محدود افزایش یافت. میانگین شاخص کلروفیل برگ به‌طور معنی‌داری نسبت به شاهد با کاربرد سالیسیلیک اسید افزایش و با کاربرد ابسیزیک اسید کاهش یافت. کاهش دسترسی به آب به افزایش فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدان کاتالاز، پراکسیداز، آسکوربات پراکسیداز و پلی‌فنل اکسیداز منجر گردید. محلول‌پاشی با سالیسیلیک اسید و ابسیزیک اسید موجب افزایش معنی‌دار فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدان شد. درصد روغن دانه خرفه تحت تنش خشکی افزایش یافت، ولی عملکرد روغن در نتیجه تنش کم‌آبی کاهش پیدا کرد. عملکرد روغن با کاربرد سالیسیلیک اسید و ابسیزیک اسید افزایش معنی‌داری یافت. محلول‌پاشی با سالیسیلیک اسید و ابسیزیک اسید در مناطق با آب و هوا و خاک مشابه محل اجرای طرح برای بهبود تولید عملکرد دانه و روغن خرفه تأکید می شود. این امر در شرایط محدودیت آب دارای اهمیت بیشتری می‌باشد.

واژگان کلیدی: آنزیم‌های آنتی‌اکسیدان، تنش خشکی، خرفه، سالیسیلیک اسید، عملکرد روغن

* panahyan@pnu.ac.ir

۱. مقدمه

خرفه با نام انگلیسی Common Purslane (همچنین Little Hogweed) و نام علمی *Portulaca oleracea* L. یکی از گیاهان دارویی با ارزش از خانواده Portulacaceae است (Chan *et al*., 2000). این گیاه برای تثبیت CO_2 از مکانیسم فتوسنتزی C_4، که قابل تبدیل به CAM نیز هست، استفاده می‌کند. از دیدگاه گیاه شناسی خرفه گیاهی است یک‌ساله، گرما دوست، علفی، دارای شاخه‌های فرعی با ساقه‌های شیره‌دار که در انتهای قاعده گیاه حالت خوابیده و در راس وضعیتی افراشته دارند (Chan *et al*., 2000). از خرفه به عنوان سبزی برگی در تهیه انواع سالاد و به صورت پخته مانند اسفناج استفاده می‌کنند. شاخ و برگ خرفه حاوی ۱۸ تا ۲۷ درصد پروتئین، ۲۳/۶ درصد کربوهیدرات، حدود ۶ درصد چربی و ۲۰/۳ درصد فیبر خام می‌باشد (Brabosa-Filho *et al*., 2008). خرفه حاوی ویتامین‌های مهمی مانند A، B_1، B_2، C، نیاسین آمید، اسید نیکوتینیک، آلفاتوکوفرول و بتاکاروتن و برخی مواد معدنی همچون پتاسیم، کلسیم، منیزیم، مس، سدیم و آهن می‌باشد. تعداد ۲۷ نوع اسید چرب در روغن دانه خرفه مشاهده شده است که اسید پالمتیک، اسید لینولئیک یا امگا-۶ و اسید لینولنیک یا امگا-۳ بیشترین اسیدهای چرب خرفه را تشکیل می‌دهند (Rinaldi *et al*., 2010). در زمینه کاربردهای دارویی خرفه می‌توان به‌طور خلاصه اثر ضد اضطرابی و خواب‌آوری، اثر شل‌کنندگی عضلانی، افزاینده کلسترول HDL و کاهنده کلسترول تام و کلسترول LDL و در نتیجه کاهش خطر بیماری‌های قلبی و عروقی را نام برد (Karimi *et al*., 2008).

رشد و قدرت تولید گیاه تحت تأثیر عوامل تنش‌زای زیستی و غیرزیستی مختلف قرار می‌گیرند. کمبود آب یکی از تنش‌های غیرزیستی عمده است که اثرات نامطلوبی بر رشد و عملکرد گیاهان دارد و تقریباً تولید ۲۵ درصد اراضی جهان را محدود ساخته است (Jaleel *et al*., 2009). عمده مساحت ایران نیز در منطقه خشک و نیمه‌خشک قرار دارد (Azarakhshi *et al*., 2013). تنش کم‌آبی زمانی در گیاه رخ می‌دهد که میزان تعرق از سطح برگ‌ها از ظرفیت و توانایی ریشه برای جذب آب از خاک فراتر رفته و شرایط جوی موجب اتلاف مداوم آب از طریق تعرق و تبخیر شود (Jaleel *et al*., 2009)، بنابراین، رقابت بین گیاهان برای کسب آب (به دلیل فشار منفی) شروع می‌شود. واکنش گیاهان به تنش خشکی به شدت و مدت تنش، گونه گیاهی و مرحله رشد بستگی دارد (Wang *et al*., 2016).

خشکی به عنوان یک تنش چند بعدی، اثرات متنوعی روی گیاهان دارد و بسیاری از ویژگی‌های مورفولوژیکی و فرایندهای فیزیولوژیکی مرتبط با رشد و توسعه گیاه را تحت تأثیر قرار می‌دهد. این تنش با کاهش پتانسیل آب سلول و آماس در گیاهان، باعث افزایش غلظت املاح در سیتوسول و ماتریس‌های برون سلولی می‌شود. تحت تنش، توسعه سلول کند شده و یا متوقف می‌شود و رشد گیاه به تأخیر می‌افتد. در خشکی طولانی مدت، بسیاری از گیاهان آب خود را از دست داده و از بین می‌روند (Lisar *et al*., 2012). خشکی نه تنها روابط آبی گیاه را از طریق کاهش محتوای آب و آماس تحت تأثیر قرار می‌دهد، بلکه ضمن محدود ساختن تبادلات گازی، تعرق را کاهش داده و از جذب و تثبیت کربن جلوگیری می‌کند (Lisar *et al*., 2012). تنش خشکی به بسته شدن روزنه‌ها، کاهش شدت تعرق، کاهش پتانسیل آب بافت‌های گیاه، کاهش فتوسنتز و مهار رشد، سنتز پروتئین‌ها و mRNA جدید، تشکیل ترکیبات مهارکننده رادیکال (آسکوربات، گلوتاتیون و آلفا توکوفرول) و تجمع املاح

منجر شده و بیان ژن‌های ویژه تنش را القا می‌کند. تولید بیش از حد گونه‌های فعال اکسیژن و تشکیل ترکیبات مهارکننده رادیکال، اثرات منفی کم‌آبی را تشدید می‌کند (Lisar *et al*., 2012). کاهش معنی‌دار پارامترهای مختلف رشد تحت تنش کمبود آب در گیاهان دارویی گشنیز (Nourzad *et al*., 2014) و شوید (Setayesh-mehr *et al*., 2013) گزارش شده است. افزایش مقاومت گیاهان به تنش خشکی از راه‌های مختلف شامل به‌نژادی و استفاده از تنظیم‌کننده‌های رشد عملی است. در مقایسه با روش‌های به‌نژادی که اغلب بلند مدت و هزینه‌بر هستند، استفاده از مواد شیمیایی مانند اسید سالیسیلیک و اسید آبسیزیک آسان‌تر و ارزان‌تر است (Abaspor & Rezaei, 2014).

اسید سالیسیلیک یا اسید اورتوهیدروکسی بنزوئیک یک ترکیب فنلی گیاهی است که به عنوان یک تنظیم کننده هورمونی مورد توجه است و در راهبردهای دفاعی برای مقابله با اثرات منفی تنش‌های زیستی و محیطی نقش دارد. کاربرد سالیسیلات خارجی موجب افزایش مقاومت گیاهان نسبت به تنش خشکی و شوری می‌شود (Tari *et al*., 2002). اسید سالیسیلیک موجب افزایش صفات رشدی در گیاهان دارویی مرزنجوش و ریحان تحت تنش خشکی شده است (El-Lateef-Gharib, 2006). سالیسیلات اثرات کلیدی در گیاهان متأثر از تنش از جمله اثر بر جذب عناصر معدنی، پایداری غشا و روابط آبی، عملکرد روزنه‌ها و بازدارندگی سنتز اتیلن و بهبود رشد دارد (Rahbarian & Salehi-Sardoei, 2014). سالیسیلیک اسید بسیاری از فرایندهای فیزیولوژیکی و رشد گیاهان را تنظیم و سبب سازگاری گیاهان به تنش‌های محیطی می‌شود. در مطالعه‌ای محلول‌پاشی اسید سالیسیلیک و اسید جاسمونیک موجب افزایش مقاومت به خشکی و افزایش کلروفیل‌های a و b در بادرشبو شده است (Abaspor & Rezaeei, 2014).

اسید ابسیزیک یکی از بازدارنده‌های طبیعی است که از سایر بازدارنده‌های طبیعی گیاهان یک‌صد مرتبه قوی‌تر می‌باشد و فرآیندهایی مانند رکود بذرها، جوانه‌ها و نیز ریزش اندام‌ها را کنترل می‌کند. اسید ابسیزیک با تأثیر بر جذب و توزیع یون‌ها در بافت‌های گیاهی، تحریک سنتز آنزیم‌های آنتی‌اکسیدان و سنتز اسمولیت‌های سازگار در القای مقاومت به تنش خشکی در گیاهان نقش دارد (Kang *et a*l., 2005). Ghassemi-Golezani *et al*. (2018) گزارش کردند که محلول‌پاشی زنیان با ابسیزیک اسید و سالیسیلیک اسید فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدان مانند آسکوربات پراکسیداز، کاتالاز، پراکسیداز و پلی‌فنل اکسیداز، محتوای قند و آنتوسیانین را بالا برد و تحمل این گیاه را به سطوح پایین دسترسی به آب افزایش داد. استفاده از تنظیم‌کننده‌های رشد مانند سالیسیلیک اسید و ابسیزیک اسید سبب افزایش مقاومت گیاهان به تنش‌های زیستی و غیرزیستی می‌شود و به‌عنوان یک راهبرد برای جلوگیری از اثرات مخرب تنش‌های محیطی است (Singh & Usha, 2003). با توجه به مشکلات کم‌آبی در کشور و کاربرد گسترده خرفه در صنایع دارویی، آرایشی، بهداشتی و غذایی به منظور بررسی اثرات اسید سالیسیلیک و اسید ابسیزیک بر برخی از صفات فیزیولوژیکی مرتبط با تحمل به تنش خشکی و عملکرد روغن، به اجرا درآمد.

۲. مواد و روش‌ها

۱.۲. مشخصات محل اجرای آزمایش مزرعه‌ای

این پژوهش در سال ۱۳۹۷ در مزرعه تحقیقاتی دانشگاه پیام نور اردبیل اجرا گردید. این محل با ارتفاع ۱۳۵۰ متر از سطح دریای آزاد، دارای زمستان‌های خیلی سرد و بهار و تابستان‌های معتدل است. میانگین حداقل و حداکثر دمای سالانه در طی یک دوره ۱۵ ساله به‌ترتیب ۱/۷ و ۴/۸ درجه سانتی گراد و میانگین بارش سالیانه حدود ۴۰۰ میلی متر می باشد (Azarakhshi *et al.*, 2013).

۲.۲. خصوصیات خاک مزرعه

به‌منظور بررسی وضعیت خاک قطعه زمین مورد نظر در مزرعه، نمونه خاکی از عمق صفر تا ۳۰ سانتی‌متری تهیه شد. نتایج حاصل از تجزیه خاک در جدول ۱ درج شده است.

جدول ۱- نتایج تجزیه فیزیکی و شیمیایی خاک مزرعه محل انجام آزمایش

Table 1- Physical and chemical analysis of the site experiment soil

Fe (mg/kg)	Zn (mg/kg)	K (mg/kg)	P (mg/kg)	N (%)	EC (dS/m)	Soil Texture	Sand (%)	Silt (%)	Clay (%)	pH	Depth (cm)
8.6	0.92	318	17.7	0.06	1.18	Sandy loam	61	25	14	7.76	0-30

۳.۲. عملیات مزرعه‌ای

شخم زمین محل اجرای آزمایش در پاییز سال ۱۳۹۶ صورت گرفت. عملیات تکمیلی تهیه زمین (دیسک) و کرت‌بندی نیز در بهار سال ۱۳۹۷ انجام شد. هر واحد آزمایشی دارای هشت ردیف کاشت سه متری بود. فاصله بین ردیف‌های کاشت ۲۵ سانتی‌متر و فاصله بوته‌ها روی ردیف ۱۶ سانتی‌متر (تراکم ۲۵ بوته در مترمربع) و فاصله دو کرت مجاور از هم یک متر و فاصله تکرارها از یکدیگر ۱/۵ متر در نظر گرفته شد. دو ردیف کناری و ۵۰ سانتی‌متر از ابتدا و انتهای هر کرت، به عنوان حاشیه لحاظ گردید. بذر خرفه مورد استفاده در این تحقیق از فروشگاه نهاده کشاورزی شهرستان همدان تهیه شد که توده بومی و مورد کشت منطقه است. بذرها در در تاریخ ۱۵ اردیبهشت ماه با تراکم بالا در شیارهایی به عمق یک سانتی‌متر کشت شدند و سپس در مرحله ۴ تا ۶ برگی جهت رسیدن به تراکم مطلوب (۴۰ بوته در مترمربع) تنک شدند.

آزمایش به صورت کرت‌های خرد شده بر پایه طرح بلوک کامل تصادفی با سه تکرار به اجرا در آمد. فواصل آبیاری (I_1، I_2، I_3 و I_4: به ترتیب آبیاری پس از ۷۰، ۱۰۰، ۱۳۰ و ۱۶۰ میلی‌متر تبخیر از تشتک کلاس A) به عنوان عامل اصلی (سطح آبیاری I_1 به‌عنوان آبیاری مطلوب (بدون تنش کمبود آب) و سایر سطوح آبیاری به‌عنوان تیمارهای تنش کمبود آب در نظر گرفته شدند (Rahimi and Kafi, 2009) و محلول‌پاشی با سالیسیلیک اسید (یک میلی‌مولار) و ابسیزیک اسید (۵۰ میکرومولار) و شاهد (محلول‌پاشی با آب) به عنوان عامل فرعی در نظر گرفته شدند. پس از استقرار کامل گیاهچه‌ها، بوته‌ها تنک گردیده و پس از آن، آبیاری‌ها بر اساس تیمارهای مورد نظر و میزان تبخیر از تشتک صورت گرفت. محلول‌پاشی در دو نوبت (پنج برگی و

گل‌دهی کامل به‌منظور اطمینان از اثر بخشی کامل تیمار محلول‌پاشی سالیسیلیک اسید و ابسیزیک اسید Ghassemi-Golezani (*et al*, 2018) و هر بار صبح زود و قبل از طلوع آفتاب و در زمان‌هایی که وزش باد وجود نداشت، با سم‌پاش دستی انجام گرفت. وجین علف‌های هرز همه کرت‌های آزمایشی، به‌صورت دستی و در چندین نوبت انجام شد. برداشت خرفه در ۱۶ مرداد ماه سال ۱۳۹۷، زمانی که ۷۰ درصد کپسول‌ها کاملاً رسیده بودند و رنگ آن‌ها به زرد تغییر یافته بود، به صورت دستی صورت گرفت.

٤.۲. صفات مورد بررسی

پرولین

برای استخراج پرولین برگ از روش Bates *et al*. (1973) استفاده شد. ۱/۲۵ گرم نین‌هیدرین با ۳۰ میلی‌لیتر اسید استیک گلاسیال و ۲۰ میلی‌لیتر اسید فسفریک شش مولار به‌طور کامل و در حرارت ملایم حل شد. در مرحله گلدهی، ۵۰۰ میلی‌گرم از بافت تر گیاه با نیتروژن مایع به‌طور کامل پودر شده و سپس با ۱۰ میلی‌لیتر اسید سولفوسالیسیلیک سه درصد به خوبی ساییده شد. این محلول به مدت ۱۵ دقیقه در سانتریفیوژ با سرعت ۴۰۰۰ دور در دقیقه قرار گرفت. ۲ میلی‌لیتر از عصاره حاصل از سانتریفیوژ با ۲ میلی‌لیتر محلول نین‌هیدرین و ۲ میلی‌لیتر اسید استیک گلاسیال مخلوط شد و به مدت یک ساعت در حمام آب گرم (۱۰۰ درجه سانتی‌گراد) قرار گرفت. پس از آن، برای متوقف نمودن واکنش، لوله‌های آزمایش به مدت ۱۰ دقیقه در حمام یخ قرار گرفتند. سپس ۴ میلی‌لیتر تولوئن به محتویات هر لوله اضافه گردید و به مدت ۱۵ تا ۲۰ ثانیه به شدت به هم زده شد و ۲۰ دقیقه به حال سکون رها گردید. در نهایت قسمت رویی قرمز رنگ که شامل تولوئن و پرولین بود جدا شد و جذب آن به وسیله دستگاه اسپکتروفتومتر مدل SPEKOL 1500 در طول موج ۵۲۰ نانومتر تعیین گردید. در شروع کار با اسپکتروفتومتر، تولوئن به عنوان شاهد استفاده شد و محلول‌های استاندارد پرولین قرائت شدند و معادله رگرسیون بین اعداد قرائت شده و غلظت محلول‌های استاندارد تعیین گردید. غلظت پرولین در هر نمونه بر اساس جذب و غلظت‌های معین موجود در منحنی استاندارد بر اساس میلی‌گرم در گرم وزن تر محاسبه شد.

٥.۲. شاخص کلروفیل برگ

بدین منظور از کلروفیل سنج قابل حمل SPAD-502 (SPAD-502- Minolta, Co. Japan) که شاخص کلروفیل برگی را نشان می‌دهد، استفاده شد. اندازه‌گیری‌ها قبل از آبیاری و در ابتدای گلدهی خرفه انجام شد و محتوای کلروفیل برگ‌های بالغ و سالم بالایی، میانی و پایینی پنج گیاه از هر کرت ثبت گردید. در نهایت، میانگین ۱۵ عدد به دست آمده به عنوان شاخص کلروفیل برگ هر کرت در نظر گرفته شد.

٦.۲. سنجش فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدان

یک گرم از بافت برگی در هاون چینی با نیتروژن مایع پودر و سپس با ۱۰ میلی‌لیتر بافر فسفات سدیم با غلظت ۵۰ میلی‌مولار و pH برابر ۶/۸ استخراج شد و مخلوط حاصل به مدت ۲۰ دقیقه با ۱۲۰۰۰ دور در دقیقه در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد سانتریفیوژ گردید. از روشناور حاصل برای سنجش آنزیم‌ها استفاده شد (Bradford, 1976).

۷.۲. کاتالاز

محلول واکنش حاوی بافر فسفات ۵۰ میلی‌مولار (pH=۷)، H_2O_2 ۱۰ میلی‌مولار و ۱۰۰ میکرولیتر عصاره آنزیمی بود. تجزیه آب اکسیژنه با کاهش جذب طی مدت ۷۰ ثانیه در طول موج ۲۴۰ نانومتر پیگیری و به ازای هر میلی‌گرم پروتئین در عصاره آنزیمی بیان شد (Chance & Maechly, 1995).

۸.۲. پراکسیداز

فعالیت پراکسیداز با استفاده از آزمون گایاکول سنجش شد. تتراگایاکول تشکیل شده در این واکنش بیشینه جذبی را در طول موج ۴۷۰ نانومتر نشان می‌دهد. محلول واکنشی شامل ۱۰۰۰ میکرولیتر بافر فسفات پتاسیم ۱۰۰ میلی‌مولار با pH برابر ۷، ۳۰۰ میکرولیتر پراکسید هیدروژن ۱۰ میلی‌مولار و ۵۰۰ میکرولیتر محلول گایاکول ۲۰ میلی‌مولار بود. واکنش با اضافه کردن ۲۰۰ میکرولیتر عصاره آنزیمی در دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد آغاز شد. تغییرات جذب در طول موج ۴۷۰ نانومتر به مدت ۹۰ ثانیه توسط دستگاه اسپکتروفتومتر ثبت شد و واحد فعالیت آنزیم با استفاده از ضریب خاموشی تتراگایاکول ($۲۶/۶\ mM^{-1}cm^{-1}$) بر حسب واحد $mmol\ tetra\ guaicol\ mg^{-1}\ protein\ min^{-1}$ محاسبه گردید (Chance & Maechly, 1995).

۹.۲. آسکوربات پراکسیداز

۲۰ میکرولیتر از عصاره آنزیمی به محلول واکنش حاوی ۶۸۰ میکرولیتر از بافر فسفات پتاسیم ۱۰۰ میلی‌مولار، ۱۰۰ میکرولیتر EDTA ۱۰ میلی‌مولار و ۱۰۰ میکرولیتر آسکوربیک اسید ۱۰ میلی‌مولار اضافه شد. واکنش با افزودن ۱۰۰ میکرولیتر پراکسیدهیدروژن ۱۰۰ میلی‌مولار آغاز گردید. اکسیداسیون آسکوربیک اسید با کاهش جذب در ۲۹۰ نانومتر دنبال شد. فعالیت آنزیم با استفاده از ضریب خاموشی آسکوربیک اسید ($۲/۸\ mM^{-1}cm^{-1}$) بر حسب $mmol\ ascorbic\ acid\ mg^{-1}\ protein\ min^{-1}$ محاسبه شد (Nakano & Asada, 1981).

۱۰.۲. پلی‌فنل اکسیداز

برای سنجش فعالیت آنزیم پلی‌فنل اکسیداز ۲/۸ میلی‌لیتر بافر فسفات سدیم (pH=۶/۸)، ۱۰۰ میکرولیتر عصاره آنزیمی و ۱۰۰ میکرولیتر پیروگالول اضافه گردید. تغییرات جذب نور در طول موج ۴۲۰ نانومتر اندازه‌گیری شد. تعیین فعالیت آنزیم پلی‌فنل اکسیداز بر اساس تولید پورپوروگالین محاسبه می‌شود که ضریب خاموشی این تبدیل برابر ۲/۴۷ لیتر بر میلی‌مول بر سانتی‌متر است (Kar & Mishra, 1976).

۱۱.۲. قندهای محلول

میزان قندهای محلول گیاه با استفاده از روش فنل سولفوریک اسید (Kochert, 1978) اندازه‌گیری شد. در این روش به ۰/۱ گرم از بافت تازه گیاه ۱۰ میلی‌لیتر اتانول ۷۰ درصد اضافه شد و به مدت یک هفته در یخچال نگهداری گردید. سپس یک میلی‌لیتر از محلول نمونه‌ها برداشته و حجم آن با آب مقطر به دو میلی‌لیتر رسانده شد. پس از اضافه کردن یک میلی‌لیتر فنل پنج

درصد و پنج میلی‌لیتر سولفوریک اسید غلیظ میزان جذب به وسیله اسپکتروفتومتر در طول موج ۴۸۵ نانومتر خوانده شد و در انتها میزان قندهای محلول در هر نمونه با استفاده از منحنی استاندارد گلوکز محاسبه گردید.

۱۲.۲. آنتوسیانین

برای سنجش آنتوسیانین، ۰/۲ گرم از نمونه گیاهی در ۳ میلی‌لیتر متانول اسیدی (متانول و اسید کلریدریک به نسبت ۹۹ به ۱) خوب ساییده و سپس عصاره حاصل به مدت ۱۵ دقیقه با سرعت ۱۲۰۰۰ دور در دقیقه سانتریفیوژ شد. محلول رویی به مدت ۱۲ ساعت در تاریکی داخل دسیکاتور جهت حذف حلال قرار داده شد و بعد به مدت ۱۰ دقیقه با سرعت ۴۰۰۰ دور در دقیقه سانتریفیوژ گردید و جذب محلول رویی آن در طول موج ۵۵۰ نانومتر با دستگاه اسپکتروفتومتر قرائت شد. برای محاسبه آنتوسیانین از ضریب خاموشی $cm^{-2}mol^{-6}$ ۳۳۰۰۰ استفاده شد (Wagner, 1979).

۱۳.۲. عملکرد دانه

همچنین برای تعیین عملکرد دانه در واحد سطح، بوته‌های موجود در یک متر مربع از خطوط میانی هر کرت به روش دستی، کف‌بر و برداشت گردیدند و پس از خشک شدن در سایه و هوای آزاد، در گونی‌هایی کوبیده شدند تا دانه آن‌ها جدا شود.

۱۴.۲. درصد و عملکرد روغن

تعیین درصد روغن خرفه با روش AOAC (1990)[۱] و با استفاده از دستگاه سوکسله انجام شد. عملکرد روغن نیز از حاصل‌ضرب درصد روغن در عملکرد دانه به‌دست آمد.

۱۵.۲. تجزیه‌های آماری

پیش از تجزیه واریانس، آزمون نرمال بودن و یکنواختی واریانس خطای داده‌ها با آزمون کولموگروف - اسمیرنوف انجام گرفت تا در صورت نیاز، تبدیل داده مناسب صورت گیرد. از نرم‌افزار MSTAT-C و SPSS Ver.۲۱ برای انجام تجزیه‌های آماری استفاده شد. میانگین داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار MSTAT-C و بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال خطای پنج درصد مقایسه گردید.

۳. نتایج و بحث

بر اساس نتایج مندرج در جدول ۲، اثر سطوح آبیاری و محلول‌پاشی و نیز اثر متقابل آبیاری × محلول‌پاشی بر غلظت پرولین برگ معنی‌دار بودند. تنش شدید خشکی موجب افزایش معنی‌دار محتوای پرولین برگ گردید. بیشترین محتوای پرولین برگ در سطح آبیاری I_4 و تیمار محلول‌پاشی با ابسیزیک اسید به دست آمد. به‌طور کلی، محلول‌پاشی با سالیسیلیک اسید و ابسیزیک اسید در همه سطوح آبیاری منجر به افزایش محتوای پرولین برگ شد، ولی اثر این سطوح محلول‌پاشی در افزایش محتوای پرولین برگ در سطوح آبیاری I_3 و I_4 بارزتر بود (شکل ۱). بر اساس نظر Wang *et al.* (2016) تجمع پرولین، پاسخ

۱- Association of Official Analytical Chemists

متابولیکی گیاهان عالی به کمبود آب است. غلظت‌های بالای پرولین تحت تنش خشکی برای گیاهان مفید می‌باشد، زیرا پرولین در پتانسیل اسمزی و در نتیجه تنظیم اسمزی برگ شرکت می‌کند. همچنین پرولین می‌تواند از پروتئین‌ها و آنزیم‌ها محافظت کرده و نیز پایداری غشا را تحت شرایط گوناگون افزایش دهد. افزایش تجمع پرولین تحت تنش خشکی ناشی از افزایش فعالیت آنزیم پرولین‌سنتتاز یا کاهش اکسیداسیون گلوتامات و یا کاهش دخالت آن در سنتز پروتئین است. تجمع پرولین در واکنش به افت پتانسیل آب سلول، یکی از مهم‌ترین فرایندهای زیستی سازگاری درون سلولی است (Seki *et al*., 2007). در گیاه ریحان نیز با افزایش غلظت اسید سالیسیلیک میزان پرولین افزایش معنی‌داری نسبت به شاهد داشته است (Ramrodi & Khamr, 2013). Yeganehpoor *et al*. (2017) نیز گزارش کردند که کاربرد سالیسیلیک اسید موجب افزایش محتوای پرولین برگ گشنیز تحت شرایط آبیاری مطلوب و محدود شد که این واکنش فیزیولوژیکی را یکی از مکانیزم‌های افزایش مقاومت به تنش خشکی در این گیاه عنوان کردند.

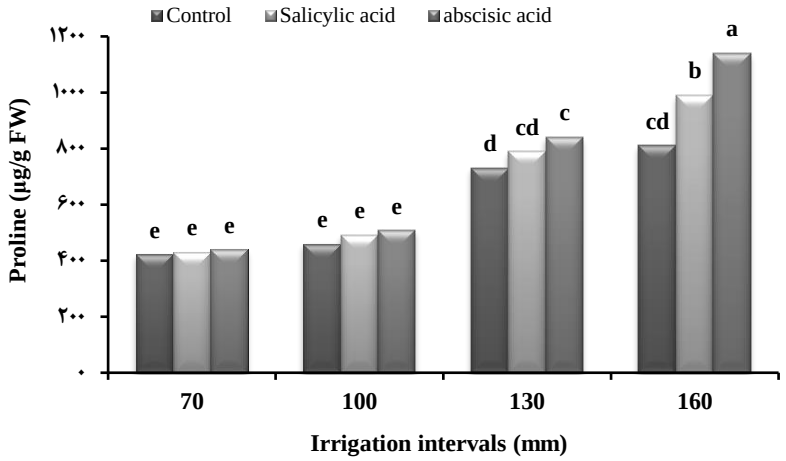
– تجزیه واریانس صفات فیزیولوژیکی، عملکرد دانه و روغن خرفه تحت سطوح مختلف آبیاری و محلول‌پاشی تنظیم‌کننده‌های رشد

Table 2. Analysis of variance for physiological traits, grain and oil yield of purslane under drought stress and growth r

		Mean of squares									
SOV	df	Proline	Chlorophyll content	Catalase	Peroxidase	Ascorbate peroxidase	Polyphenol oxidase	Soluble carbohydrates	Anthocyanin	Grain yield	Oil percentage
Replication	2	134.6	1.803	0.008	0.009	0.003	0.008	0.007	0.003	0.885	0.054
Irrigation (I)	3	603544.9 **	413.8 **	7.701 **	0.776 **	6.028 **	28.49 **	15.007 **	7.13 **	4353.9 **	7.968 **
Error (a)	6	1754.5	7.344	0.003	0.001	0.001	0.001	0.005	0.004	5.98	0.032
Regulator (R)	2	47650.1 **	89.19 **	0.193 **	0.085 **	0.198 **	0.309 **	0.424 **	0.357 **	185.7 **	0.014
R × I	6	14873.6 **	7.933	0.014	0.003	0.003	0.004	0.02	0.019	1.278	0.105
Error (b)	16	2719.1	10.582	0.013	0.004	0.002	0.004	0.011	0.009	11.835	0.256
C.V (%)		7.78	8.98	4.43	6.89	1.54	1.62	2.11	1.53	6.89	4.29

* و **: به‌ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال پنج و یک درصد

* and **: Significant at 5% and 1% probability level, respectively.



شکل ۱– محتوای پرولین برگ خرفه تحت سطوح مختلف آبیاری در واکنش به تنظیم‌کننده‌های رشد

Figure 1. Proline content of leaves of purslane under different irrigation intervals in response to growth regulators

بر اساس نتایج تجزیه واریانس داده‌های مربوط به شاخص کلروفیل برگ (جدول ۲)، اثر آبیاری و محلول‌پاشی بر این صفت معنی‌دار به‌دست آمد. اثر متقابل تیمارها بر شاخص کلروفیل برگ خرفه غیرمعنی‌دار شد. با کاهش آب قابل دسترس برای گیاه، شاخص کلروفیل برگ خرفه کاهش یافت. میانگین این شاخص در سطح اول (I_1) آبیاری بیشتر از سایر سطوح تیمار آبیاری بود (جدول ۳). محلول‌پاشی با سالیسیلیک اسید، شاخص کلروفیل را نسبت به شاهد ۹/۶ درصد افزایش داد. کاربرد ابسیزیک اسید، موجب افت شاخص کلروفیل برگ خرفه شد، ولی تفاوت معنی‌دار با شاهد نداشت (جدول ۳). یکی از عوامل کاهش کلروفیل، رقابت آنزیم گلوتامیل کیناز (آنزیم کاتالیزکننده پرولین) و آنزیم گلوتامات لیگاز (اولین آنزیم مسیر بیوسنتز کلروفیل) در شرایط تنش خشکی است (Hafeez *et al.*, 2013). به دلیل این‌که در خرفه تجمع پرولین مکانیزم دفاعی مهمی تحت تیمارهای آبیاری محدود است (جدول ۳)، پیش‌ماده گلوتامات در بیوسنتز کلروفیل با محدودیت مواجه شده است. کاهش کلروفیل ناشی از تنش خشکی، استفاده از تابش نور را پایین می‌آورد. به دلیل این‌که جذب انرژی مازاد توسط دستگاه فتوسنتزی، اغلب تولید گونه‌های فعال اکسیژن را تحریک می‌کند که این وضعیت با تخریب رنگیزه‌های جذب کننده نور تا حدودی قابل کنترل است (Mafakheri *et al.*, 2010). کاهش میزان کلروفیل در خرفه تحت تنش خشکی با نتایج حاصل در گشنیز (Yeganehpoor *et al.*, 2017) مطابقت دارد. افزایش محتوای کلروفیل برگ خرفه با مصرف اسید سالیسیلیک نیز به دلیل اثرات مثبت این هورمون بر متابولیسم، بیوسنتز، فعالیت‌های اکسیداتیو و فعالیت‌های بیولوژیکی نظیر رشد و نمو، فتوسنتز، جذب و انتقال یون‌ها، تغییر فعالیت برخی آنزیم‌های مهم و ساختار کلروپلاست است (Nematollahi *et al.*, 2012). محلول‌پاشی اسید سالیسیلیک در ارقام زراعی آفتابگردان نیز محتوای کلروفیل برگ را تحت شرایط تنش خشکی افزایش داده و خسارت ناشی از خشکی را کاهش داده است (Nematollahi *et al.*, 2012). Ghassemi-Golezani *et al.* (2018) گزارش کردند که آبسیزیک اسید موجب کاهش سرعت فتوسنتز و مقدار کلروفیل برگ زنیان می‌گردد که از دلایل اصلی اثر این هورمون بر زوال و پیری برگ است.

جدول ۳- میانگین صفات فیزیولوژیکی و عملکرد دانه و روغن خرفه تحت تیمارهای مختلف آبیاری و هورمونی

Table 3- Means of physiological traits, grain and oil yield of purslane for irrigation and hormone

	Chlorophyll content (spad)	Catalase (unit mg protein^{-1} min^{-1})	Peroxidase (unit mg protein^{-1} min^{-1})	Ascorbate peroxidase (mmol ascorbate oxidized mg^{-1} min^{-1})	Polyphenol oxidase (unit mg protein^{-1} min^{-1})	Soluble carbohydrates (mg.g^{-1}dw^{-1})	Anthocyanin (µmol g^{-1} fw)	Grain yield (g m^{-2})	Oil percentage (%)
Irrigation									
I_1	43.51 a	0.91 d	0.64 c	1.71 d	2.01 d	3.77 d	5.25 d	72.7 a	12.6 a
I_2	40.01 b	1.02 c	0.71 c	3.07 c	2.92 c	4.05 c	5.54 c	63.8 b	12.3 a
I_3	32.65 c	1.64 b	1.05 b	3.58 a	4.65 b	5.44 b	6.7 b	37.2 c	11.3 b
I_4	28.62 d	2.84 a	1.26 a	3.23 b	5.99 a	5.99 a	7.1 a	25.9 d	10.5 c
Regulator									
Control	35.7 b	1.46 b	0.82 b	2.75 b	3.71 c	4.74 b	5.96 c	45.4 b	11.71 a
abscisic acid	33.75 b	1.69 a	0.95 a	2.99 a	4.02 a	5.1 a	6.17 b	51.5 a	11.7 a
salicylic acid	39.14 a	1.65 a	0.98 a	2.95 a	3.94 b	5.01 a	6.31 a	52.7 a	11.65 a

Different letters in each column indicate significant difference at $P \leq 0.05$ (Duncan multiple range test).
I_1, I_2, I_3, I_4: irrigation after 70, 100, 130 and 160 mm evaporation, respectively.

۱.۳. فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدان

تجزیه واریانس داده‌ها نشان می‌دهد که فعالیت آنزیم‌های کاتالاز، پراکسیداز، آسکوربات پراکسیداز و پلی‌فنل‌اکسیداز برگ‌های خرفه به‌طور معنی‌داری تحت تأثیر آبیاری و محلول‌پاشی هورمونی قرار گرفت (جدول ۲). با افزایش تنش کم‌آبی، فعالیت آنزیم‌های کاتالاز، آسکوربات پراکسیداز و پلی‌فنل‌اکسیداز افزایش یافت. کاربرد سالیسیلیک اسید و ابسیزیک اسید به‌طور معنی‌داری فعالیت این آنزیم‌ها را افزایش داد (جدول ۳). تنش خشکی مانند سایر تنش‌های محیطی موجب تجمع گونه‌های فعال اکسیژن در سلول می‌شود. گیاهان برای مقابله با تنش اکسیداتیو ایجاد شده، دارای سیستم دفاعی کارآمد شامل آنزیم‌های آنتی‌اکسیدان هستند. آنزیم‌های آنتی‌اکسیدان از غشاها، پروتئین‌ها و ماکرومولکول‌ها در مقابل خسارت‌های گونه‌های فعال اکسیژن محافظت می‌کنند و موجب مقاومت و پایداری گیاهان در برابر تنش‌های محیطی مانند خشکی می‌شوند (Ghassemi-Golezani *et al*., 2018). بنابراین، ظرفیت آنتی‌اکسیدانی گیاهان با تحمّل تنش رابطه مستقیم دارد (Mittler, 2002). Ghassemi-Golezani *et al.* (2018) نیز افزایش فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدان مانند آسکوربات‌پراکسیداز را تحت تنش گزارش کردند.فعالیت آنزیم پراکسیداز در گیاهان به‌طور معنی‌داری با کاهش دسترسی به آب، افزایش یافت. محلول‌پاشی هورمونی فعالیت این آنزیم را افزایش داد. بین تیمارهای سالیسیلیک اسید و ابسیزیک اسید از این نظر اختلاف معنی‌داری وجود نداشت (جدول ۳). بسیاری از پژوهشگران افزایش فعالیت آنزیم پراکسیداز را به عنوان یک عامل کلیدی برای حفاظت گیاهان در مواجهه با تنش‌های محیطی عنوان نموده‌اند (Ghassemi-Golezani *et al*., 2018)، زیرا پراکسیداز موجب حذف پراکسیدهیدروژن در کلروپلاست شده و از اثرات مخرب آن بر فتوسنتز و کلروپلاست جلوگیری می‌کند (Shen *et al*., 1997). سالیسیلیک اسید یک مولکول پیام‌رسان مهم در شرایط تنش‌های محیطی است و فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدان مستقیم یا غیرمستقیم توسط آن سازماندهی می‌شود. سالیسیلیک اسید موجب افزایش فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدان شده و از این طریق صدمات اکسیداتیو در گیاه را کاهش می‌دهد (Senaratna *et al*., 2000).

محتوای قند و آنتوسیانین

اثر آبیاری و محلول‌پاشی هورمونی بر محتوای قندهای محلول و آنتوسیانین معنی‌دار گردید، ولی اثر متقابل آبیاری × هورمون معنی‌دار نشد (جدول ۲). محتوای قندهای محلول و آنتوسیانین با افزایش شدت تنش، افزایش یافت. محلول‌پاشی هورمونی سبب افزایش معنی‌دار این صفات گردید. بیشترین مقدار آنتوسیانین به تیمار سالیسیلیک اسید اختصاص داشت. از نظر آماری محتوای قندهای محلول برای تیمار سالیسیلیک اسید و ابسیزیک اسید مشابه بود (جدول ۳).

Rechinger (1982) عنوان نمود که قندهای محلول در تمام بافت‌های گیاهان تحت شرایط نامساعد محیطی تجمع می‌یابد که میزان تجمع آن‌ها در برگ‌ها بیش از سایر اندام‌ها است. تجمع قندهای محلول در گیاهان تحت تنش با نقش آن‌ها در تنظیم اسمزی و حفظ آماس سلولی و همچنین با پایدار کردن غشاهای سلولی و پروتئین‌ها در ارتباط می‌باشد. قندهای محلول عمدتاً با دو روش به ایجاد تحمّل در گیاهان تحت تنش کمک می‌کنند: ۱- به عنوان یک عامل اسمزی با کاهش پتانسیل آب سلول، ضمن حفظ آماس سلولی، امکان جذب و نگهداری بیشتر آب را فراهم می‌کنند. ۲- با ایجاد لایه‌های حفاظتی اسمزی به عنوان

جانشینی برای آب عمل کرده و با دنباله‌های قطبی پپتیدها و گروه‌های فسفات فسفولیپیدها از ساختار پروتئین‌ها و غشاهای سلولی محافظت می‌کنند (Mundree *et al*., 2002).

محتوای قند محلول بالاتر گیاهان محلول‌پاشی شده با سالیسیلیک اسید به دلیل دارا بودن محتوای کلروفیل بیشتر (جدول ۳) و در نتیجه فتوسنتز بالاتر می‌باشد. Khodary (2004) عنوان نمود که سالیسیلیک اسید به علت حفظ مقدار رنگیزه‌های فتوسنتزی و احتمالاً ساختار و فعالیت آنزیم روبیسکو باعث افزایش مقدار قندها در شرایط تنش می‌گردد. سالیسیلیک اسید از طریق کنترل تبادلات منبع به مخزن سبب افزایش قندهای محلول می‌شود (Amin *et al*., 2007). به نظر می‌رسد سالیسیلیک اسید از طریق فعال کردن سوخت و ساز قندهای محلول سبب تشکیل ترکیبات جدید سلولی به عنوان مکانیسمی برای تحریک رشد گیاهان می‌شود. همچنین ممکن است از یک سو سیستم آنزیمی پلی‌ساکارید-هیدرولیز و از سوی دیگر سرعت تبدیل قندهای محلول به پلی‌ساکاریدها را برای حفظ قندهای محلول در شرایط تنش محدود کند (Khodary, 2004). افزیش قندهای محلول در گندم پس از محلول‌پاشی سالیسیلیک اسید در شرایط تنش و بدون تنش گزارش شده است (El-Tayeb & Ahmad, 2010).

در مطالعه ای Pattanagul (2011) گزارش نمود که کاربرد ابسیزیک اسید افزایش تجمع قندها را از طریق کاهش محتوای نشاسته سبب می‌شود. تجمع قند بر اثر محلول‌پاشی با ابسیزیک اسید ممکن است تا حدی تنظیم اسمزی را افزایش دهد و از آنزیم‌ها و غشاهای سلولی در برابر اثرات یون‌های مخرب محافظت نماید (Farooq et al., 2009). گزارش شده است که ابسیزیک اسید در متابولیسم و تنظیم انتقال قند محلول نیز نقش دارد (Pattanagul, 2011). تنش کم‌آبی تولید آنتوسیانین را افزایش داد، به‌طوری که کمترین مقدار آن در شرایط بدون تنش مشاهده گردید (جدول ۳). افزایش محتوای آنتوسیانین در شرایط تنش توسط Palliotti *et al*. (2011) نیز گزارش شده است. آنتوسیانین‌ها مهم‌ترین گروه از رنگیزه‌های محلول در گیاهان هستند که اثرات مفیدی به‌عنوان یک آنتی اکسیدان و عامل ضد التهاب دارند. آنتوسیانین دارای برخی اثرات مثبت درمانی است که عمدتاً با فعالیت آنتی اکسیدانی آن همراه است (Palliotti *et al*., 2011). افزایش محتوای آنتوسیانین با تشدید تنش (جدول ۳) حاکی از آن است که خرفه نسبت به افزایش تنش، تحمل نشان می‌دهد. استفاده از سالیسیلیک اسید در مسیر بیوسنتز آنتوسیانین اثر می‌گذارد (Chae *et al*., 2003) و این رنگیزه را افزایش می‌دهد (جدول۳). در زنجبیل نیز سالیسیلیک اسید باعث القای سنتز آنتوسیانین می‌شود (Ghasemzadeh & Jaafar, 2012). گیاهان تیمار شده کاهو با ابسیزیک اسید، محتوای آنتوسیانین بالایی نسبت به گیاهان شاهد داشتند (Li *et al*., 2010). کاربرد ابسیزیک اسید نیز سبب تحریک سنتز آنتوسیانین (جدول ۳) و فنل‌ها می‌شود و افزایش فعالیت آنتی‌اکسیدانی در انگور را به دنبال دارد (Wojdyto *et al*., 2007). استفاده از تنظیم کننده‌های رشد گیاهی به‌طور قابل توجهی فعالیت PAL[1] (فنیل‌آلانین آمونیالیاز) را بهبود می‌بخشد و سبب افزایش تولید آنتوسیانین می‌شود (Ghasemzadeh *et al*., 2016). Hung & Kao (2004) نیز گزارش نمودند که ابسیزیک اسید فعالیت PAL را به عنوان یک آنزیم کلیدی در بیوسنتز آنتوسیانین افزایش می‌دهد.

[1] phenylalanine ammonia-lyase

۳.۲. عملکرد دانه

بر اساس نتایج مندرج در جدول ۲، بین سطوح آبیاری و محلول‌پاشی از نظر محصول دانه اختلاف معنی‌داری وجود داشت. اثر متقابل آبیاری × محلول‌پاشی برای محصول دانه خرفه غیرمعنی‌دار به‌دست آمد. تحت تنش کم‌آبی ملایم (I_2)، متوسط (I_3) و شدید (I_4)، محصول دانه به‌ترتیب ۱۲/۲، ۴۸/۸ و ۶۴/۳ درصد کمتر از آبیاری مطلوب (I_1) بود (جدول ۳). محلول‌پاشی با سالسیلیک اسید بیشترین محصول دانه را تولید کرد که نسبت به شاهد ۱۶/۱ درصد افزایش را در این صفت ایجاد نمود. بین سطوح محلول‌پاشی با سلیسیلیک اسید و ابسیزیک اسید تفاوت معنی‌داری از نظر آماری مشاهده نشد (جدول ۳). در شرایط کم‌آبی، روزنه‌های گیاه نیمه بسته یا بسته می‌شوند که این امر موجب کاهش جذب CO_2 می‌شود. از طرفی گیاه برای جذب آب، انرژی زیادی مصرف می‌کند و تحت تنش، تعداد برگ خود را کاهش می‌دهد که این امر به کاهش تولید مواد فتوسنتزی و در نتیجه افت انتقال مواد به دانه‌ها منجر می‌شود (Belin *et al*., 2010) که نتیجه آن کاهش وزن هزار دانه، تعداد دانه و در نهایت محصول دانه (شکل ۸a) است. افت محصول دانه با افزایش فواصل آبیاری در گیاهان دارویی سیاه‌دانه (Rezapor *et al*., 2011) و زیره سیاه (Laribi *et al*., 2009) نیز گزارش شده است. Arfan *et al*. (2007) دریافتند که در تیمار ۰/۲۵ میلی‌مولار سالیسیلیک اسید، افزایش محصول دانه با افزایش وزن صد دانه همراه بوده است. اثر مفید سالیسیلیک اسید بر وزن دانه ممکن است با انتقال بیشتر مواد پرورده به دانه‌ها در طی پر شدن مرتبط باشد. این یافته با نتایج Zhou *et al*. (1999) مرتبط است. آن‌ها گزارش نمودند که استفاده از سالیسیلیک اسید در ذرت وزن هزار دانه را نسبت به تیمار شاهد ۹ درصد افزایش داد. هورمون ابسیزیک اسید از طریق تسهیل نفوذ ریشه در خاک، نقش مهمی در تحمل کم‌آبی دارد (Hartung *et al*., 1994) که در نهایت از طریق بهبود تنظیم اسمزی در گیاهان باعث افزایش تولید مواد پرورده و محصول می‌شود (Hussain *et al*., 2010). ارقام مقاوم به خشکی سطح بالاتری از هورمون ابسیزیک اسید را دارا می‌باشند و می‌توان از طریق کاربرد این هورمون ارقام حساس به خشکی را تا حدودی مقاوم کرد و تولید را افزایش داد (Cellier *et al*., 1998).

۳.۳. درصد روغن دانه

بر اساس نتایج مندرج در جدول تجزیه واریانس (جدول ۲) درصد روغن دانه خرفه به‌طور معنی‌داری تحت تأثیر سطوح آبیاری قرار گرفت. بین سطوح مختلف تیمار محلول‌پاشی از این نظر اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد. اثر متقابل آبیاری × محلول‌پاشی بر این صفت غیرمعنی‌دار به‌دست آمد. درصد روغن دانه خرفه با افزایش فواصل آبیاری تا تنش ملایم (I_2) کاهش معنی‌داری نداشت، ولی تحت تنش متوسط (I_3) و شدید خشکی (I_4) افت پیدا کرد (جدول ۳). میانگین درصد روغن دانه خرفه در این بررسی ۱۲-۱۰ درصد بود (جدول ۳). تحت تنش خشکی، دوره پر شدن دانه کاهش می‌یابد و در نتیجه از مقدار انتقال فراورده‌های فتوسنتزی به دانه کاسته می‌شود. به دلیل همبستگی منفی که بین درصد روغن و پروتئین دانه وجود دارد، با افزایش درصد پروتئین دانه تحت شرایط کمبود آب، از میزان روغن دانه کاسته می‌شود. چون در شرایط تنش، به واسطه کاهش فتوسنتز خالص و کاهش انتقال مواد فتوسنتزی به دانه‌ها، از وزن دانه کاسته می‌شود و نسبت پروتئین دانه به روغن افزایش می‌یابد، در نتیجه درصد روغن دانه کاهش پیدا می‌کند (Fanaei *et al*., 2015). کاهش درصد روغن دانه با تشدید کم‌آبی در گلرنگ (Fanaei *et al*., 2015) و آفتابگردان (Alahdadi *et al*., 2011) نیز گزارش شده است.

٤.٣. عملکرد روغن دانه

بر اساس نتایج مندرج در جدول ۳، بین سطوح آبیاری و محلول‌پاشی از نظر عملکرد روغن در واحد سطح اختلاف معنی‌داری وجود داشت. اثر متقابل آبیاری × محلول‌پاشی برای عملکرد روغن غیرمعنی‌دار بود. بیشترین عملکرد روغن دانه خرفه (۹۱/۵ کیلوگرم در هکتار) از دانه گیاهان آبیاری شده با فواصل ۷۰ میلی‌متر تبخیر (I_1) به‌دست آمد و با تشدید کم‌آبی میانگین عملکرد روغن گشنیز کاهش نشان داد، به‌طوری که تحت تیمار I_4 به ۲۷/۳ کیلوگرم در هکتار رسید (جدول ۳). بیشترین محصول روغن از تیمار محلول‌پاشی با سلیسیلیک اسید حاصل شد که نسبت به شاهد ۱۴/۳ درصد افزایش نشان داد. بین سطوح محلول‌پاشی با سالیسیلیک اسید و ابسیزیک اسید تفاوت معنی‌داری از نظر آماری مشاهده نشد .محصول روغن دانه تابعی از درصد روغن و عملکرد دانه می‌باشد. در این پژوهش، درصد روغن دانه و عملکرد دانه تحت تنش خشکی افت پیدا کردند و در نتیجه محصول روغن کاهش پیدا کرد. چون عملکرد روغن از حاصل‌ضرب درصد روغن در عملکرد دانه به دست می‌آید، به دلیل این‌که کاربرد سالیسیلیک اسید و ابسیزیک اسید موجب افزایش محصول دانه شده بود (جدول ۳)، بنابراین محلول‌پاشی با سالیسیلیک اسید و ابسیزیک اسید سبب افزایش عملکرد روغن در واحد سطح گردید. Shubhra *et al*. (2004) دریافتند که محصول دانه و روغن در همیشه بهار در شرایط تنش خشکی به شدت کاهش یافته است. به گزارش Yeganehpoor et al. (2017) تنش خشکی به دلیل کاهش میزان آب خاک و فعال نمودن فرایندهای مختلف در گیاه، که با مصرف انرژی همراه می‌باشد، بر صفات کیفی گشنیز اثر گذاشته و سبب کاهش عملکرد روغن این گیاه شده است. Fanaei *et al*. (2015) طی تحقیقی روی گلرنگ دریافتند که تنش خشکی عملکرد دانه و روغن این گیاه را کاهش می‌دهد، زیرا همبستگی مثبت و معنی‌داری بین این دو صفت وجود دارد. نتایج تحقیق Sibi *et al*. (2012) نیز مؤید افزایش درصد روغن در دانه گلرنگ با مصرف اسید سالیسیلیک می‌باشد. این چنین به نظر می‌رسد در گیاهانی که بذرشان با اسید سالیسیلیک پیش‌تیمار شده باشند، افزایش سطح برگ و استفاده بهینه از تابش‌های خورشیدی و افزایش سرعت فتوسنتز خالص ناشی از مصرف اسید سالیسیلیک (Ghassemi-Golezani *et al*., 2018) باعث افزایش عملکرد دانه، درصد روغن و شاخص برداشت دانه و روغن در این گیاهان گردیده است.

٤. نتیجه‌گیری

بر اساس نتایج بدست آمده از این تحقیق، محلول‌پاشی اسید سالیسیلیک و اسید ابسیزیک در رفع اثرات منفی تنش کم‌آبی نقش داشته و کاربرد آن به‌طور مؤثری موجب بهبود فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدان و نیز عملکرد دانه خرفه گردید. می‌توان اظهار داشت که خرفه گیاهی حساس به کم‌آبی است و افزایش فواصل آبیاری، رشد، عملکرد دانه و تولید روغن این گیاه دارویی را محدود ساخت. تفاوت معنی‌داری از لحاظ آماری بین سطوح محلول‌پاشی اسید سالیسیلیک و اسید ابسیزیک وجود نداشت. بنابراین، محلول‌پاشی با این دو تنظیم کننده رشد، می‌تواند رشد، عملکرد دانه و تولید روغن خرفه را در شرایط آبیاری مطلوب و محدود بهبود بخشد.

References

Abaspor, H. & Rezaei, H. (2014). Effects of salicylic acid and jasmonic acid on hill reaction and photosynthetic pigment (*Dracocephalum moldavica* L.) in different levels of drought stress. *International Journal of Advanced Biological and Biomedical Research*, 2, 2850-2859.

Alahdadi, I., Oraki, H. & Parhizkar-Khajani, F. (2011). Effect of water stress on yield and yield components of sunflower hybrids. *African Journal of Biotechnology*, 10(34), 6504-6509.

Amin, A. A., Rashad, M. & El-Abagy, H. M. H. (2007). Physiological effect of indole-3-butyric acid and salicylic acid on growth, yield and chemical constituents of onion plants. *Journal of Applied Science Research*, 3, 1554-1563.

AOAC. (1990). Fatty acids in oil and fats. In: Helrich K. (Ed), *Official methods of analysis*. 15th edition, (pp. 963-964.) USA.

Arfan, M. H., Athar, R. & Ashraf, M. (2007). Does exogenous application of salicylic acid through the rooting medium modulate growth and photosynthetic capacity in two differently adapted spring wheat cultivars under salt stress? *Journal of Plant Physiology*, 6, 685-694.

Azarakhshi, M., Farzadmehr, L., Eslah, M. & Sahabi, H. (2013). An investigation on trends of annual and seasonal rainfall and temperature in different climatologically regions of Iran. *Journal of Range and Watershed Management*, 66, 1-16. (In Farsi)

Barbosa-Filho, J. M., Alencar, A. A., Nunes-Tomaz, A. C., Sena-Filho, J. G. & Athayde-Filho, P.F. (2008). Sources of alpha, beta, gamma, delta and epsiloncarotenes: A twentieth century review. *Revista Brasileria Farmacognosia*, 18, 135-154.

Bates, L. S., Waldren, R. P. & Teare, I. D. (1973). Rapid determination of free proline for water-stress studies. *Plant and Soil*, 39, 205-207.

Belin, C., Thomine, S. & Schroeder, J. I. (2010). Water balance and the regulation of stomatal movements. In: Pareek A., Sopory S.K., Bohnert H.J. and Govindjee (Ed). *Abiotic stress adaptation in plants*. (pp. 283-305.) Springer, Dordrecht, Netherlands.

Bradford, M. M. (1976). Arapid and sensitive method for the quantitation of microgram quantities of protein utilizing the principle of protein-dye binding. *Annual Biochemistry*, 72, 248-254.

Cellier, F., Conejero, G., Breitler, J. C. & Casse, F. (1998). Molecular and physiological responses to water deficit in drought sensitive lines of sunflower. *Plant Physiology*, 116, 319-328.

Chae, H. S., Faure, F. & Kieber, J. J. (2003). The *eto*1, *eto*2, and *eto*3 mutations and cytokinin treatment increase ethyl- ene biosynthesis in arabidopsis by increasing the stabil- ity of ACS protein. *Plant and Cell*, 15, 545-559.

Chan, K., Islam, M. W., Kamil, M., Radhakrishna, R., Zakaria M. N. & Habibullah, M. (2000). The analgesic and anti-inflammatory effects of *Portulaca oleracea* L. Journal of Ethnopharmacology, 73, 445-451.

Chance, B. & Maechly, A. C. (1995). Assay of catalases and peroxidase. *Methods in enzyme*, 2, 764-775.

El-Lateef-Gharib, F. (2006). Effect of salicylic acid on the growth, metabolic activities and oil content of basil and marjoram. *International Journal of Agriculture and Biology*, 8(4), 485-492.

El-Tayeb, M. A. & Ahmed, N. L. (2010). Response of wheat cultivars to drought and salicylic acid. *American-Eurasian Journal of Agronomy*, 3, 1-7.

Fanaei, H., Keikha, H. & Piri, I. (2015). Effect of seed priming on grain and oil yield of safflower under water deficit conditions. *Iranian Journal of Seed Science and Research*, 2(2), 49-59. (In Farsi)

Farooq, M., Basra, S. M. A., Wahid, A., Ahmad, N. & Saleem, B. A. (2009). Improving the salt tolerance in rice (*Oryza sativa* L.) by exogenous application of salicylic acid. *Journal of Agronomy and Crop Science*, 195, 237-246.

Ghasemzadeh, A. & Jaafar, H. Z. (2012). Effect of salicylic acid application on biochemical changes in ginger (*Zingiber officinale* Roscoe). *Journal of Medicinal Plant Research*, 6, 790-795.

Ghasemzadeh, A., Talei, D., Jaafar, H. Z. E., Juraimi, A. S., Muda-Mohamed, M. T., Puteh, A. & Halim, M. R. A. (2016). Plant-growth regulators alter phytochemical constituents and pharmaceutical quality in Sweet potato (*Ipomoea batatas* L.). *BMC Complementary and Alternative Medicine*, 16, 152-166.

Ghassemi-Golezani, K., Ghassemi, S. & Zehtab-Salmasi, S. (2018). Changes in essential oil-content and composition of ajowan (*Carum copticum* L.) seeds in response to growth regulators under water stress. *Scientia Horticulturae*, 231, 219-226.

Hafeez, B., Khanif, Y. M. & Saleem, M. (2013). Role of zinc in plant nutrition - a review. *American Journal of Experimental Agriculture*, 3, 374-391.

Hartung, W., Zhang, J. & Davies, W. J. (1994). Does abscisic acid play a stress physiological role in maize plants growing in heavily compacted soil? *Journal of Experimental Botany*, 45, 221-226.

Hung, K. T. & Kao, C. H. (2004). Hydrogen peroxide is necessary for abscisic acid induced senescence of rice leaves. *Journal of Plant Physiology*, 161, 1347-1357.

Hussain, S., Saleem, M. F., Ashraf, M. Y., Cheema, M. A. & Haq, M. A. (2010). Abscisic acid, a stress hormone helps in improving water relations and yield of sunflower (*Helianthus annuus* L.) hybrids under drought. *Pakistan Journal of Botany*, 42, 2177-2189.

Jaleel, C. A., Manivannan, P., Wahid, A., Farooq, M., Al-Juburi, H. J., Somasundaram, R. & Panneerselvam, R. (2009). Drought stress in plants: a review on morphological characteristics and pigments composition. *International Journal of Agriculture and Biology*, 11, 100-105.

Kang, D. J., Seo, Y. J., Ishii, R., Kim, K. U., Shin, D. H., Park, S. K., Jang, S. W. & Lee, I. J. (2005). Jasmonic acid differentially affects growth, ion uptake and abscisic acid concentration in salt-tolerant and salt-sensitive rice cultivars. *Journal of Agronomy and Crop Science*, 191, 273-282.

Kar, M., & Mishra, D. (1976). Catalase, peroxidase, polyphenol oxidase activities during rice leaf senescence. *Plant Physiology*, 57, 315-319.

Karimi, G., Ziaee, T. & Nazari, A. (2008). Effect of *Portulaca oleraceae* L. extracts on the morphine dependence in mice. *Iranian Journal of Basic Medical Science*, 10, 229-232.

Khodary, S. E. A. (2004). Effect of salicylic acid on the growth, photosynthesis and carbohydrate metabolism in salt-stressed maize plants. *International Journal of Agriculture and Biology*, 6: 5–8.

Kochert, G. (1978). Carbohydrate determination by the phenol sulfuric acid method. In: Hellebust JA, Craigie JS, (Ed) *Handbook of Phycological Methods*, Physiological and Biochemical Methods, pp.95-97.

Laribi, B., Bettaieb, I., Kouki, K., Sahli, A., Mougou, A. & Mazrouk, B. (2009). Water deficit effects on caraway (*Carum carvi* L.) growth, essential oil and fatty acid composition. *Industrial Crops and Products*, 30, 372-379.

Li, Z., Zhao, X., Sandhu, A. K. & Gu, L. (2010). Effects of exogenous abscisic acid on yield, antioxidant capacities, and phytochemical contents of greenhouse grown lettuces. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 58, 6503-6509.

Lisar, S. Y. S., Motafakkerazad, R., Hossain, M. M. & Rahman, I. M. M. (2012). Water Stress in Plants: causes, effects and responses. In: Rahman I.M.M. (Ed). *Water Stress*. (pp. 1-14.) In Tech Publications.

Mafakheri, A., Siosemardeh, A., Bahramnejad, B., Struik, P.C. & Sohrabi, Y. (2010). Effect of drought stress on yield, proline and chlorophyll content in three Chickpea cultivars. *Australian Journal of Crop Science*, 4, 580-585.

Mittler, R. (2002). Oxidative stress, antioxidant and stress tolerance. *Annual Review of Plant Biology*, 7, 405-415.

Mundree, S. G., Baker, B., Mowla, S.H., Peters, S, Marais, S., Willigen, C. V., Govender, K., Maredza, A., Muyanga, S., Farrant, J. M. & Thomson, J. A. (2002). Physiological and molecular insights into drought tolerance. *African Journal* of *Biotechnology*, 1, 28-38.

Nakano, Y. & Asada, K. (1981). Hydrogen peroxide is scavenged by ascorbate-specific peroxidase in Spinach chloroplasts. *Plant Cell Physiology*, 22, 867-280.

Nematollahi, E., Jafari, A. & Bagheri, A. (2012). Effect of drought stress and salicylic acid on photosynthesis pigments and macronutrients absorption in two sunflower (*Helianthus annuus* L.) cultivars. *Journal of Plant Ecophysiology*, 5, 37-51. (In Farsi)

Nourzad, S., Ahmadian, A., Moghaddam, M. & Daneshfar, E. (2014). Effect of drought stress on yield, yield components and essential oil in coriander (*Coriandrum sativum* L.) treated with organic and inorganic fertilizers. *Journal of Crops Improvement*, 2, 289-302. (In Farsi)

Palliotti, A., Poni, S., Silvestroni, O., Tombesi, S. & Bernizzoni, F. (2011). Morpho-structural and physiological performance of *Sangiovese* and *Montepulciano* (*Vitis vinifera*) under non-limiting water supply conditions. *Functional Plant Biology*, 38, 888-898.

Pattanagul, W. (2011). Exogenous abscisic acid enhances sugar accumulation in rice (*Oryza sativa* L.) under drought stress. *Asian Journal of Plant Science*, 10, 212-219.

Rahbarian, P. & Salehi Sardoei, A. (2014). Effects of drought stress and manure on herb yield and essential oil of dragonhead (*Dracocephalum moldavica*). *2*th congress of Organic Agriculture, Ardabi, pp.212-217.

Rahimi, Z. & Kafi, M. (2009). Effects of drought stress on germination characteristics of purslane (*Portulaca oleracea* L.). *Environmental Stresses in Agricultural Sciences*, 2(1), 87-91.

Rahmani, N., Valadabadi, S. A. R., Daneshian, J. & Bigdeli, M. (2008). The effects of water deficit stress and nitrogen on oil yield of *Calendula officinalis* L. *Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants*, 24(1), 101-108. (In Farsi)

Ramrodi, M. & Khamr, R. (2013). Interaction effects of salicylic acid spraying and different irrigation intervals on some quantity and quality traits and osmoregulators in basil (*Ocimum basilicum*). *Journal of Applied Research of Plant Ecophysiology*, 1(1), 19-31. (In Farsi)

Rechinger, K. (1982). *Flora Iranica*. N150, Academishe Druk. U Verlag Sustalt Gratz, pp. 439.

Rezapor, A. R., Heidari, M. R., Galavi, M. & Ramrod, M. (2011). Effect of water stress and different amounts of sulfur fertilizer on grain yield, yield components and osmotic adjustment in Nigella sativa. *Iranian Journal of Medical and Aromatic Plants*, 3(53), 384-396. (In Farsi)

Rinaldi, R., Amodio, M. L. & Colelli, G. (2010). Effect of temperature and exogenous ethylene on the physiological and quality traits of purslane (*Portulaca oleracea* L.) leaves during storage. *Postharvest Biology and Technology*, 58, 147-156.

Seki, M., Umezawa, T., Urano, K. & Shinozaki, K. (2007). Regulatory metabolic networks in drought stress responses. *Current Opinion in Plant Biology*, 10, 296-302.

Senaratna, T., Touchell, D., Bunn, E. & Dixon, K. (2000). Acetyl salicylic acid (Aspirin) and salicylic acid induce multiple stress tolerance in bean and tomato plant. *Plant Growth Regulation*, 30, 157-161.

Setayesh-mehr, Z. & Ganjali, A. (2013). Effects of drought stress on growth and physiological characteristics of *Anethum graveolens* L. *Iranian Journal of Horticultural Science*, 27(1), 27-35.

Shen, B., Jensen R. G. & Bohnert, H.J. (1997). Mannitol protects against oxidation by hydroxyl radicals. *Plant Physiology*, 115, 527-532.

Shubhra, K., Dayal, J., Goswami, C. L. & Munjal, R. (2004). Effects of water-deficit on oil of *Calendula* aerial parts. *Biologia Plantarum*, 48(3), 445-448.

Sibi, M., Mirzakhani, M. & Gomarian, M. (2012). Response of physiological characteristics to water stress, application of salicylic acid and zeolite in Safflower. *International Journal of Agriculture and Crop Sciences*, 4(4), 151-156.

Singh, B. & Usha, K. (2003). Salicylic acid induced physiological and biochemical changes in wheat seedling under water stress. *Plant Growth Regulation*, 39, 137-14.

Tari, I., Csiszar, J., Szalai, G., Horvath, F., Pecsvaradi, A., Kiss, G., Szepesi, A., Szabo, M. & Redei, L. (2002). Acclimation of tomato plants to salinity stress after a salicylic acid pretreatment. *Acta Biomaterialia*, 46, 55-56.

Wagner, G. J. (1979). Content and vacuole/extra vacuole distribution of neutral sugars, free amino acids, and anthocyanin in protoplast. *Plant Physiology*, 64, 88-93.

Wang, X., Cai, X, Xu, C., Wang, Q. & Dai, S. (2016). Drought-responsive mechanisms in plant leaves revealed by proteomics. *International Journal of Molecular Sciences*, 17, 1-30.

Wojdylo, A., Oszmianski, J. & Czemerys, R. (2007). Antioxidant activity and phenolic compounds in 32 selected herbs. *Food Chemistry*, 105: 940–949.

Yeganehpoor, F., Zehtab-Salmasi, S., Shafagh-Kolvanagh, J., Ghassemi-Golezani, K. & Dastborhan, S. (2017). Effect of some morphological traits and oil content of coriander seeds in response to bio-fertilizer and salicylic acid under water stress. *Journal of Biodiversity and Environmental Sciences*, 10(1), 140-149.

Zhou, X. M., Mackenzie, A. F., Madramootoo, C. A. & Smith, D. L. (1999). Effects of stem-injected plant growth regulator, with or without sucrose, on grain production, biomass and photosynthetic activity of field-grown corn plants. *Journal of Agronomy and Crop Science*, 183, 103-110.

Some physiological changes and oil yield of common purslane under water deficit in response to salicylic acid and abscisic acid

Mehdi Panahian

Assistant Professor of Agriculture Department of Payam Noor University

Abstract

Field experiment was carried out as split-plot based on randomized complete block design with three replications in 2018, to evaluate physiological performance and oil yield of common purslane, in response to water limitation and foliar application of salicylic acid and abscisic acid. Treatments were four levels of water supply (irrigation after 70, 100, 130 and 160 mm evaporation from class A pan) and three levels of foliar application (control (foliar application of water), foliar application of salicylic acid (1 µmolar) and foliar application of abscisic acid (50 µmolar). Irrigation and foliar application treatments were allocated to main and sub plots, respectively. Decreasing water availability resulted in decreasing chlorophyll content. However, proline content of leaves enhanced under limited irrigation conditions. Mean leaf chlorophyll content significantly enhanced by exogenous spray of salicylic acid and decreased with foliar application of abscisic acid, compared with control. Decreasing water supply led to reduction in anti-oxidant enzymes activity and grain yield. Foliar application of salicylic acid and abscisic acid caused significant increase in anti-oxidant enzymes activity and grain yield. Oil percentage in the grains of purslane increased as a result of water deficit, but grain oil yield decreased with increasing irrigation intervals. Oil yield significantly enhanced by foliar application of salicylic acid and abscisic acid. There was no significant difference between salicylic acid and abscisic acid foliar application. Therefore, regarding to beneficial effects of salicylic acid and abscisic acid on grain and oil yield of pursalane, foliar application of salicylic acid and abscisic acid recommended for the study area and the similar regions. This would become more important under conditions where water availability is limited.

Keywords: anti-oxidant enzymes, drought stress, oil yield, pursalne, salicylic acid

تأثیر آنتی اکسیدانت کارواکرول بر افزایش توانایی باروری مردان

فاطمه حاجی عظیمی[1*]، ابراهیم چراغی[2]، سیدمحمدعلی شریعت زاده[1]

[1] گروه زیست شناسی،دانشکده علوم پایه،دانشگاه اراک،شهر اراک

[2] گروه زیست شناسی،دانشکده علوم پایه،دانشگاه قم،شهرقم

چکیده

سابقه و هدف: آنتی کسیدانت ها نقش حیاتی درسیستم ایمنی و در نتیجه سلامتی کل بدن دارند. نقص آنتی اکسیدانت ها می تواند بدن را در برابر رادیکال های آزاد بی دفاع گذاشته ، زمینه ابتلا به بیماری های مختلفی را فراهم کند. افزودن آنتی اکسیدانت هایی که بدن به طورطبیعی آن ها را تولید نمی کند و باید از بیرون (اگزوژن) و از طریق غذا و یا مکمل ها دریافت کنیم، اثرات مهمی در سلامتی انسان دارد. کارواکرول یک آنتی اکسیدانت اگزوژن و گیاهی است که از گیاهان معطر مثل آویشن، پونه کوهی و...استخراج می گردد و علاوه بر خواص آنتی اکسیدانتی، خواص فراوانی از جمله خواص آنتی میکروبی، آنتی ویروسی، ضد قارچی و ضد سرطانی دارد. هدف از این مطالعه بررسی اثر آنتی اکسیدانتی کارواکرول بر بهبود پارامترهای اسپرم و افزایش شانس باروری می باشد.

روش بررسی: مقالات منتشر شده در پایگاه اطلاعاتی Pubmed، Magiran و Google scholar طی سال ۱۹۹۰ تا ۲۰۲۲ بر اساس واژگان کلیدی جمع آوری و پس از جداسازی وحذف مقالات تکراری و یا فاقد محتوای کافی بررسی شدند.

یافته ها: کارواکرول به عنوان ترکیب اصلی گیاه آویشن، نقش حفاظتی و آنتی‌اکسیدانتی بر سیستم‌های مختلف بیولوژیک دارد. آنتی‌اکسیدانت‌ها می‌توانند نقش بسیار مهمی در بهبود پارامترهای اسپرمی و حذف رادیکال‌های آزاد ایفا کنند. اثر حفاظتی کارواکرول بر DNA و همچنین بر سلول های جنسی اسپرم و تخمک و بهبود باروری نیز قابل توجه می‌باشد.

نتیجه گیری: یافته‌ها نشان می‌دهد که کارواکرول به عنوان یک آنتی اکسیدانت قوی می‌تواند باعث بهبود پارامترهای اسپرمی و فاکتورهای بیوشیمیایی شود و از این طریق توانایی باروری را افزایش دهد.

واژگان کلیدی: گیاهان دارویی، آنتی اکسیدانت ها، Thymus vulgaris ، باروری مردان، اسپرم، کارواکرول

* f.azimi29471@gmail.com

۱. مقدمه

امروزه استفاده از گیاهان دارویی به علت عوارض کمتر آن‌ها بر بدن در میان مردم رواج زیادی یافته است. گیاهان دارویی به گستره وسیعی از گیاهان اطلاق می شود (بوته، درختچه و درخت) که در درمان بیماری‌ها و یا در پیشگیری از بروز آن مورد استفاده قرار می‌گیرد. اکثر این گیاهان در سه گروه عطری، ادویه ای و طبی قرار می‌گیرند. گیاهان دارویی و معطر عمدتاً به فرم-های زیر مصرف می‌شوند: ۱. گیاه تازه ۲. گیاه خشک شده یا کنسرو شده ۳. بصورت فرآوری شده توسط حرارت ۴. استحصال مواد مؤثر در صنعت.

گیاهان دارویی گیاهانی هستند که یک یا برخی از اندام‌های آنها حاوی ماده ی مؤثره‌است. این ماده که کمتر از۱٪ وزن خشک گیاه را تشکیل می‌دهد، دارای خواص دارویی مؤثر بر موجودات زنده‌است.

آویشن (Thymus vulgaris L.) یکی از گیاهان تیره نعناعیان (Lamiaceae) است که در نواحی مختلف مدیترانه و برخی نواحی آسیا می‌روید و امروزه در مناطق مختلف جهان و از جمله در ایران کشت و تولید می‌شود. آویشن محتوی ۰/۸تا ۲/۶ درصد (معمولاً ۱ درصد) اسانس است که قسمت اعظم آن‌را فنل‌ها، هیدروکربن‌های مونوترپنی و الکل‌ها تشکیل می‌دهند. تیمول جزء اصلی ترکیبات فنلی در گیاه آویشن است و کارواکرول نیز یک جزء فرعی است(Leung AY and Foster S.,1996). از برگ آویشن در فرآورده‌های غذایی و همچنین از اسانس گیاه در نوشیدنی‌ها و صنایع دارویی، بهداشتی و آرایشی استفاده متنوعی می‌شود. روغن آویشن دارای خواصی نظیر ضداسپاسم، بادشکن، ضدقارچی، ضدباکتریایی، ضدعفونی کننده، ضدکرم، ضدرماتیسم، خلط‌آور، آنتی‌اکسیدان، نگهدارنده طبیعی غذا و تاخیردهنده پیری پستانداران می‌باشد. اسانس آویشن از جمله ده اسانس معروف می‌باشد که جایگاه خاصی در تجارت جهانی دارد(James TK et al.,1992). به هرحال سرشاخه های آویشن حاوی اسانس، تانن ها، مواد اصلی تلخ، ساپونین‌ها و ضدعفونی کننده های گیاهی می باشند. آنچه که مهم است اینکه روغن آویشن حاصل از T. Vulgaris که در مناطق مختلف کشت می‌شود، از نظر رنگ، طعم، ویسکوزیته و ترکیبات شیمیایی متفاوت می‌باشد، از طرف دیگر تنوع فصلی یک اثر معنی‌داری روی عملکرد و ترکیبات روغنی نیز دارد (McGimpsey JA.,1994). در مناطق گرم با ارتفاع کم و در اقلیم‌های مدیترانه‌ای خشک، جمعیت‌های تشکیل شده از گیاهان فنولیک (تیمول و کارواکرول) از همه غالب‌تر بودند (کامبیز بقالیان و حسنعلی نقدیبادی,.۱۳۷۹).

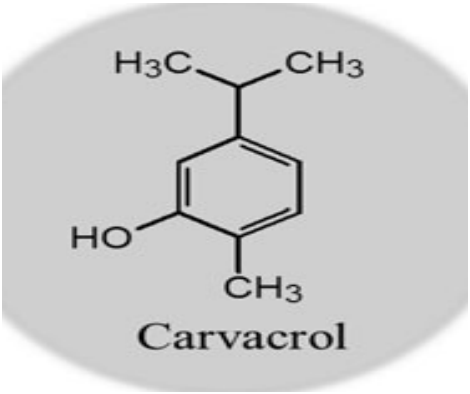
کارواکرول یک آنتی اکسیدانت با فرمول شیمیایی: C10H14O، که ساختار آن به صورت ۵-ایزوپروپیل-۲-متیل فنول است. دمای جوش کارواکرول حدود ۲۳۸ درجه سانتی گراد می‌باشد (Kaeidi, A et al.,2020). دارای چگالی ۰/۹۷۵ گرم بر سانتی مترمکعب در دمای اتاق (۲۵ درجه)، در آب نامحلول بوده ولی در الکل،استون و دی اتیل اتر حل می‌شودمنابع رایج آن، عصاره آویشن، پونه کوهی، نعناع، ترنج وحشی و گیاهانمعطر دیگر می‌باشد (Alagawany, M et al.,2015).

کارواکرول به عنوان یک آنتی اکسیدانت قوی برکیفیت مایع منی و پارامترهای اسپرمی، اثر مثبت دارد و بدین صورت موجب افزایش شانس باروری می‌شود.

تولید مثل و زاد آوری فرآیندی است که ازمهمترین بخش های زندگی هر موجود زنده به ویژه انسان بوده و عدم توانایی در تولید مثل همواره از عمده ترین مشکلات اجتماعی و پزشکی بوده است. در تعریف سازمان بهداشت جهانی هر گاه زن و مردی در سن باروری پس از دو سال مقاربت جنسی منظم بدون استفاده از روش های پیشگیری یا وجود دلایلی مانند شیردهی مادر، بچه دار نشوند یکی از آنها دچار ناباروری است (WHO/infertility.,2010). ناباروری یکی از دغدغه های مهم بهداشت جهانی می باشد .ناباروری با علت مردان حدود ۵۰ درصد از علل ناباروری را در زوج ها تشکیل می دهد (Agharezaee et al.,2018). کیفیت پارامترهای اسپرم که شامل تعداد، تحرک (پیشرونده و درجا) و مورفولوژی می باشد، جهت انجام لقاح، ضروری است. در ناباروری مردانه سه فاکتور عمده شامل تعداد کم اسپرم ، مورفولوژی غیرطبیعی و تحرک پیشرونده ی ضعیف، دخیل اند (Vahidi AR et al.,2011).

۳۰ تا ۵۰ درصد از زوج هایی که تحت درمان (IVF In Vitro Fertilization) قرار می گیرند ، حداقل در یکی از این پارامترها مشکل دارند.

آنتی‌اکسیدانت‌ها می‌توانند نقش بسیار مهمی در بهبود پارامترهای اسپرمی و حذف رادیکال‌های آزاد ایفا کنند. پژوهشگران از آنتی‌اکسیدانت کارواکرول به منظور بهبود پارامترهای اسپرم حیوانات و همچنین انسان، تحت شرایط لقاح آزمایشگاهی استفاده کرده‌اند.



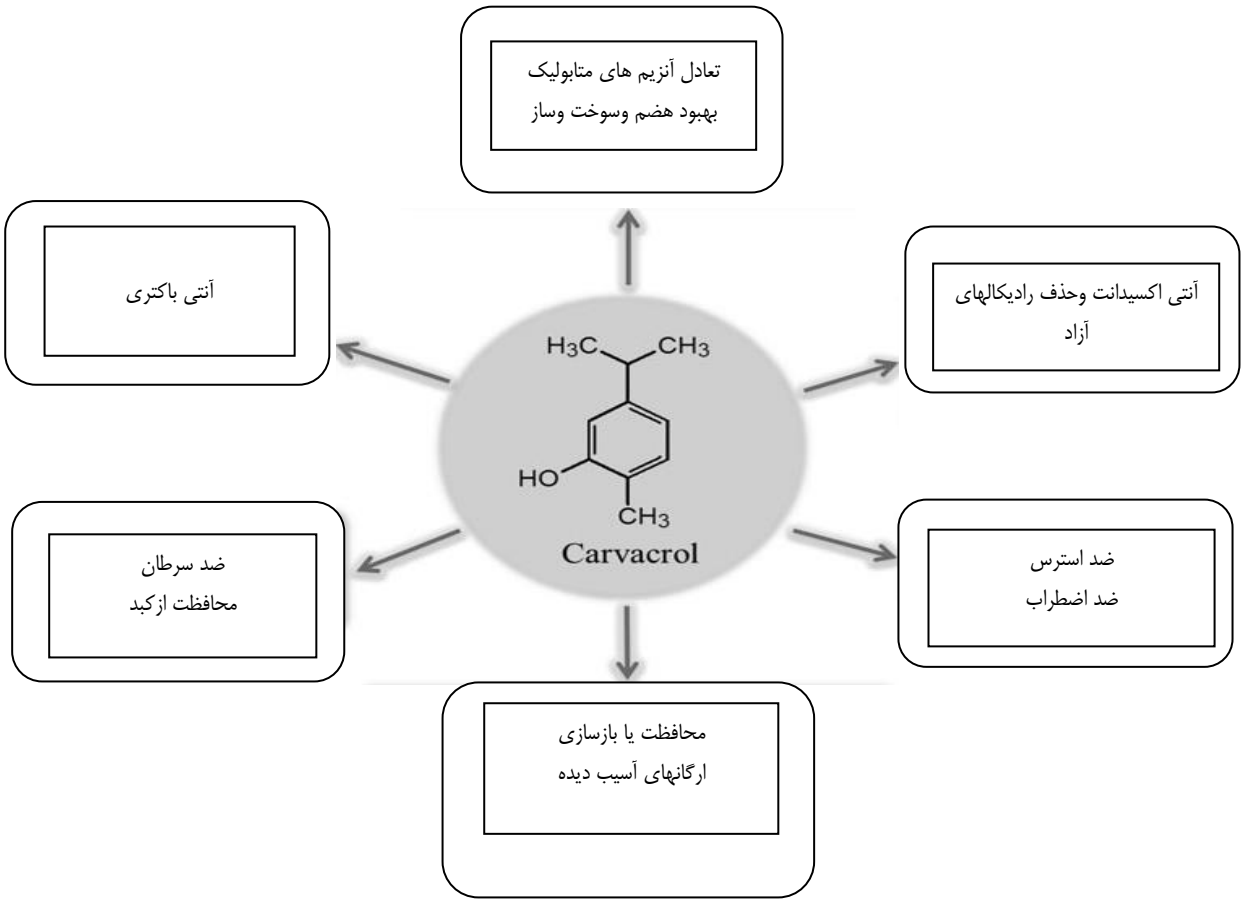
شکل۱- ساختار شیمیایی کارواکرول (Shoorei, H et al.,2019)

۲. مواد و روش‌ها

در این راستا ، تعداد ۱۰۰ مقاله از پایگاه‌های اطلاعاتی مختلف شامل Google scholar، Pubmed و Magiranکه در طی سال های ۱۹۹۰ تا ۲۰۲۲ منتشر شده بودند با استفاده از کلید واژه‌های گیاهان دارویی، آنتی اکسیدانت، vulgaris Thymus ، آویشن و کارواکرول جمع آوری شدند. تعداد ۵۰ مقاله در رابطه با آنتی اکسیدانت‌ها و کارواکرول مورد بررسی قرار گرفت و در پایان ۲۶ مقاله در نگارش مطالعه حاضر مورد استفاده قرار گرفتند.

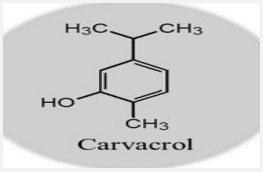
۳. نتایج

Thymus Vulgaris یا آویشن، به سبب وجود ترکیبات فنولیک دارای خواص آنتی‌اکسیدانتی است. رادیکال‌های آزاد توسط سلول‌ها درطی متابولیسم طبیعی تولید می‌شوند. وقتی رادیکال‌های آزاد مثل H2O2،o2 وOH متراکم شوند، منجر به آسیب در بافت و ازبین رفتن عملکرد تعداد زیادی ازسلول‌ها می شوند. کارواکرول به عنوان یک آنتی اکسیدانت، از سلول‌ها درمقابل رادیکال‌های آزاد محافظت می‌کند (Alagawany, M et al.,2015). در سال ۲۰۱۷ اثر این ترکیب برروی کیفیت اسپرم ram درمرحله ی post-thawed توسط واحدی و همکارانش مطالعه شده است. نتایج حاصله ازاین آزمایش نشان داد که آویشن استخراج شده، کیفیت اسپرم ram را بعد ازفریز و ذوب بهبود می‌بخشد (Vahedi, V et al.,2018). کارواکرول به صورت تجارتی نیز، با روش‌های شیمیایی و بیوتکنولوژی سنتز می‌شود (Raboy, V.,1997).



شکل ۲- خواص کارواکرول(Shoorei, H et al.,2019)

جدول ۱- خصوصیات کارواکرول(حسنعلی نقدیبادی و همکاران.,۱۳۸۲)

اسامی	کارول، ۲ -پارا- سمینول، ۲ -هیدروکسی -پارا- سمین-ایزوپروپیل - اکتا- کرزول، ایزوتیمول ۲ -متیل-۵ - ایزوپروپیل فنل
فرمول عمومی	C10H14O
ساختمان مولکولی	
حالت خالص	مایع بی‌رنگ یا مایل به زرد
وزن مولکولی	۱۵۰/۲۲
نقطه ذوب وجوش	صفر تا یک درجه سانتیگراد و ۲۳۶ تا ۲۳۷ درجه سانتیگراد
وزن مخصوص	۰/۹۷۴۳ در ۲۱ درجه سانتیگراد و ۰/۹۷۴ تا ۰/۹۷۹ در ۲۵ درجه سانتیگراد
ضریب شکست نور	۱/۵۲۰۹ در ۲۱ درجه سانتیگراد و ۱/۵۲۱۰ تا ۱/۵۲۶۰ در ۲۰ درجه سانتیگراد
حلالیت	غیرمحلول در آب و محول در الکل و اتر

پژوهشگران زیادی در گذشته، مطالعات بسیاری در مورد خواص مختلف کارواکرول داشته‌اند.

درسال ۲۰۱۷، Sutili و همکاران، ۱۲ گرم کارواکرول را به رژیم غذایی ماهی‌ها اضافه کرد که نتایج حاصل از آن، مقاومت جانور در برابر بیماری‌ها، بهبود رشد و افزایش فعالیت آنتی‌اکسیدانتی بود (Sutili, F et al.,2018). درسال ۲۰۱۹، Shoorei و همکاران تأثیر کارواکرول را بر روی بیضه رت‌های نر مبتلا به دیابت بررسی کردند و مشاهده کردند که کارواکرول باعث تخفیف اثرات مخرب ناشی از دیابت مانند تخریب بیضه ای، اختلال در لوله‌های منی ساز و آپاپتوز سلول‌های اسپرماتوگونی می‌شود (Shoorei, H et al.,2019).

Arkali و همکاران درسال ۲۰۲۰، اثر درمانی کارواکرول را در رت‌های مبتلا به دیابت بررسی کردند. تعادل در میزان گلوکز خون، در متعادل نگه داشتن فعالیت‌هایی مثل اسپرماتوژنزیز، تحرک و باروری در اسپرم بالغ و فعالیت‌های اساسی سلول ضروری است. این موضوع در مردان نابارور مبتلا به دیابت نیز گزارش شده بود. این مطالعه نشان داد کارواکرول باعث کاهش اثرات منفی ناشی از دیابت بر سیستم تناسلی جنس نر، کاهش استرس اکسیداتیو و به دنبال آن کاهش سطح MDA، افزایش تحرک اسپرم و افزایش سطح آنزیم‌های آن ازجمله کاتالاز و گلوتاتیون پراکسیداز می‌شود (Arkali, G et al.,2021).

در مطالعه ای که Shoorei و همکاران درسال ۲۰۲۰، به منظور ارزیابی عملکرد کارواکرول برروی غده هیپوفیز، هورمون‌های جنسی و گیرنده های آنها دربیضه ی رت های نر مبتلا به دیابت انجام دادند، مشاهده شد استفاده از کارواکرول از اثرات زیان آور دیابت بر روی سلول‌های جنسی اولیه جلوگیری می کند و باعث افزایش سطح هورمون‌ها و بیان بعضی ژن‌های ضروری را که در فرآیند تولید اسپرم دخیل هستند، می‌شود (Shoorei, H et al.,2020).

در سال ۲۰۱۹، Aline Lukasievicz Chenetو همکاران نشان دادند کارواکرول اثرمحافظتی دارد و از آسیب‌های میتوکندریایی سلول‌های عصبی جنینی که درحال مبارزه و رویارویی با پراکسیدانت‌ها هستند، جلوگیری می‌کند(Chenet, A. L et al.,2019) . درسال ۲۰۱۹، Mahmoodi و همکاران مطالعه ای انجام دادند و در آن به بررسی نقش حفاظتی و آنتی-اکسیدانتی کارواکرول به عنوان ترکیب اصلی گیاه آویشن بر سیستم‌های مختلف بیولوژیک در مدل بیماری، پرداختند و مشاهده کردند کارواکرول ضد استرس اکسیداتیو و ضد التهاب است و باعث حفاظت نورونی، کبدی و کلیوی می‌شود و تجمع پلاکتی را مهار می‌کند. همچنین در سیستم گوارش،تنفس و غدد هم نقش محافظتی دارد (Mahmoodi, M et al.,2019). B Aristatile و همکاران نیز در سال ۲۰۰۹، اثر حفاظتی کارواکرول بر DNA را مورد بررسی قرار دادند (B Aristatile et al.,2009). پژوهشی که در سال ۲۰۱۷ توسط Baranauskaite و همکاران انجام گردید، نشان داد فعالیت آنتی اکسیدانتی کارواکرول منجر به اثرات ضدسرطانی آن در بدن می‌شود (Baranauskaite, J et al.,2017).

درسال ۲۰۱۲،Giannenas و همکاران و در سال ۲۰۱۳، Hashemipour مشاهده کردند کارواکرول باعث افزایش دفاع آنتی-اکسیدانتی و بهبود پاسخ سیستم ایمنی بدن می‌شود (Hashemipour, H et al.,2013). در پژوهشی که توسط Samarghandian درسال۲۰۱۶ انجام شد، اثرآنتی اکسیدانتی کارواکرول بررسی شد و نتایج آن نشان داد کارواکرول باعث کاهش آسیب‌های استرس اکسیداتیو در مغز، کبد وکلیه رت‌ها می‌شود (Samarghandian, S et al.,2016). درسال ۲۰۱۷، Wei and Pengl مطالعه ای بر روی خوک‌ها انجام دادند که در آن‌ها به علت استرس اکسیداتیو، فعالیت روده ای دچار اختلال شده بود و نتایج نشان داد تیمار با کارواکرول باعث بهبود فعالیت روده ای گردید (Wei, H.-K et al.,2017).

در مطالعه ای که درسال ۲۰۱۶ توسط Sridhar و همکاران بر رژیم غذایی جوجه‌ها انجام شد، مشاهده گردید کارواکرول باعث بهبود پارامترهای درگیر با سمیت مایکوتوکسین ازجمله بهبود عملکرد رشدی، کاهش مالون دی آلدهید، افزایش سطح آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانتی و ظرفیت آنتی‌اکسیدانتی کل می‌شود (Sridhar, M et al.,2016). در مطالعه ای که Lambert و همکاران در سال ۲۰۰۱ انجام دادند، به اثر آنتی‌میکروبی کارواکرول در برابر staphylococcous aureus و oseudomonas areuginoa پرداختند. نتیجه این مطالعه نشان داد که از ترکیبات خاصی که در عصاره‌های گیاهی موجود هستند می‌توان به عنوان مواد نگهدارنده طبیعی در غذاها استفاده کرد (Lambert, R et al.,2001).

درسال ۲۰۱۶ ، Aksu Emrah higazi اثر کارواکرول را برسمیت القا شده توسط cis platin بررسی کردند. Cisplatin باعث استرس اکسیداتیو،آپوپتوز و تخریب بیضه ای و در نتیجه اختلال در پارامترهای اسپرم مانند تحرک، قابلیت حیات و شکل اسپرم می شود. این مطالعه نشان داد درمان با کارواکرول باعث تخفیف و کاهش اثرات مخرب cisplatin و بهبود پارامترهای اسپرم می شود (Aksu, E. H et al.,2016). در پژوهشی که K.Husnu Can Baser ، درسال ۲۰۰۸ انجام داد، به فعالیت های بیولوژیکی و دارویی کارواکرول پرداخت. کارواکرول عملکردهای زیاد و متنوعی دارد از جمله فعالیت آنتی‌اکسیدانتی، آنتی میکروبی، ضدسرطانی، ضد موتاسیون، ضدمسمومیت، ضددرد، ضداسپاسم و انقباض، ضدآپاپتوز، ضدانگل، ضدانعقاد، مهاردرد، ضد الاستاز، ضدمسمومیت کبدی، عروق ساز و بهبوددهنده دردهای معده ای و روده ای. همچنین به عنوان دافع حشرات وحشره

کش استفاده می‌شود. در پرورش زنبورعسل و نیز در صنایع غذایی به عنوان افزودنی غذاها نیزکاربرد دارد (Can Baser, K.,2008).

درسال۲۰۱۵، Alagawany و همکاران مطالعه ای انجام دادند و به بررسی نقش کارواکرول به عنوان مکمل غذایی در پرورش و سلامت حیوانات و به خصوص ماکیان پرداختند و نشان دادند کارواکرول دارای قابلیت ضدمیکروبی، ضد قارچی،آنتی اکسیدانتی، ایمنی زایی و ضد سرطانی می‌باشد و باعث سودمندی غذاها، بهبود هضم، جذب ترکیبات غذایی ، حفاظت و سلامت دام و کاهش آسیب‌های بیماری‌های جانوری وسرطان می‌شود(Alagawany, M et al.,2015). در مطالعه‌ای که Frydrychovas درسال ۲۰۱۲ انجام داد، اثر دوزهای مختلف یک ماده طبیعی یعنی کارواکرول را به عنوان یک عامل جایگزین برای آنتی بیوتیک‌ها در مایع منی گرازوحشی و برای افزایش زمان بقای مایع منی بررسی کرد و نشان داد کارواکرول بر تحرک اسپرم اثر مثبت دارد. در پژوهشی که Guvence و همکاران در سال ۲۰۱۸ انجام دادند، به بررسی اثر دوزهای مختلف کارواکرول بر کیفیت اسپرم و تعادل بین اکسیدانت و آنتی اکسیدانت در رت‌ها پرداختند.نتایج نشان داد کارواکرول باعث کاهش استرس اکسیداتیو، بهبود پارامترهای کیفی اسپرم و افزایش سطح آنتی اکسیدانی اسپرم می گردد (Güvenç, M et al.,2019). در سال ۲۰۱۷، Vahedi و همکاران اثرات آنتی‌اکسیدانتی Thyme (عصاره آویشن) که حاوی کارواکرول است را بر کیفیت اسپرم Ram در طول فرآیند انجماد بررسی کردند. درطول عمل انجماد-ذوب، استرس اکسیداتیو رخ می‌دهد و باعث کاهش تحرک، کاهش قابلیت حیات، اختلال درعملکرد غشاء و کاهش ظرفیت آنتی اکسیدانتی اسپرم می شود. در این مطالعه از دوزهای مختلف کارواکرول در نمونه مایع منی رت‌ها استفاده شد و سپس فریز انجام گرفت. پس از این‌که نمونه‌ها ذوب شدند، پارامترهای تحرک و شتاب اسپرم، قابلیت حیات و یکپارچگی غشاء ارزیابی شدند و نتایج نشان داد میزان درصد تحرک کل و پیشرونده، قابلیت حیات و یکپارچگی غشاء نسبت به گروه کنترل افزایش یافت (Raboy, V.,1997).

Amirouche Chikhoune و همکاران درسال ۲۰۱۵ مطالعه ای انجام دادند و در آن به بررسی اثر دوزهای مختلف (۱۰۰ میکروگرم/میلی لیتر و بالاتر (تا ۱۰۰۰)) کارواکرول بر مایع منی انسان پرداختند و مشاهده کردند افزودن کارواکرول به مایع منی انسان در دوزهای بالا اثرسمی دارد اما در دوزهای پایین، بر تعداد، مورفولوژی و قابلیت حیات اسپرم اثرمثبت دارد (Vahedi, V et al.,2018).

٤. بحث و نتیجه‌گیری

در پایان نتیجه گیری می‌شود که آنتی اکسیدانت کارواکرول به عنوان یک آنتی اکسیدانت قوی و منحصر به فرد، اخیرا در درمان بسیاری از بیماری‌ها مورد استفاده قرار گرفته است. در زمینه ناباروری نیز اخیرا مورد توجه بیشتری واقع شده و مشخص شده است که می‌تواند منجر به بهبود پارامترهای اسپرمی، سلامت کروماتین اسپرم و کاهش سطح لیپیدپرکسیداسیون اسپرم شود. با این حال هنوز مطالعات بیشتری در این زمینه نیاز است که اثرات مثبت آن را در درمان ناباروری در مردان ثابت کند. به طور کلی کارواکرول یک آنتی‌اکسیدانت بسیار قوی است که در برابر رادیکال‌های آزاد دفاع مؤثری داشته و از این طریق سبب بهبود پارامترهای اسپرمی و افزایش توانایی باروری مردان می‌گردد.

منابع

بقالیان کامبیز، نقدیبادی حسنعلی. گیاهان اسانسدار. چاپ اول، انتشارات اندرز. ۱۳۷۹ . ۱۰۵، ۱۰۴، ۱۰۳، ۲۳، ۲۰ صفحات۵; pp: 272, 273, 756.

حسنعلی نقدی بادی و همکاران.فصلنامه گیاهان دارویی.شماره هفتم(۱۳۸۲)

Leung AY and Foster S. Encyclopedia of common natural ingredients: used in food, drugs, and cosmetics. A Wiley Interscience Publication - John Wiley & Sons, Inc. 1996; p. 649.

Furia TE and Bellance N. Fenaroli's Handbook of Ingredients. Vol 1, 3rd Edition, CRC Press.

James TK, Rahman A, and Douglas JA. Control of weeds in five herb crops. Hort. Absts. 1992; 62: abst: 9369 .

McGimpsey JA, Douglas MH, van Klink JW, Beauregard DA and Perry NB. Seasonal variation in essential oil yield and composition from naturalized Thymus Vulgais L. in Newzealand. Flavour and Fragrance J. 1994; 9: 347-52.

Kaeidi, A., et al. (2020). "The protective effect of carvacrol and thymol as main polyphenolic compounds of thyme on some biologic systems in disease condition: A narrative review." Journal of Rafsanjan University of Medical Sciences 19(1): 81-96.

Alagawany, M., et al. (2015). "Biological effects and modes of action of carvacrol in animal and poultry pro-duction and health-a review." Adv Anim Vet Sci 3(2s): 73-84.

World Health Organization 2010. WHO laboratory manual for the examination of human semen and sperm-cervical mucus interaction. 5th edn. Cambridge: Cambridge UniversityPress .

Agharezaee, N., et al. (2018). "Male infertility, precision medicine and systems proteomics." Journal of reproduction & infertility 19(4): 185.

Vahidi, A., et al. (2011). "EFFECTS OF DIFFERENT DOSES OF ADENOSINE ON SPERM MOTILITY IN INFERTILE MEN".

Shoorei, H., et al. (2019). "The ameliorative effect of carvacrol on oxidative stress and germ cell apoptosis in testicular tissue of adult diabetic rats." Biomedicine & Pharmacotherapy 111: 568-578.

Sharifi-Rad, M., et al. (2018). "Carvacrol and human health: A comprehensive review." Phytotherapy Research 32(9): 1675-1687.

Vahedi, V., et al. (2018). "Antioxidant effects of thyme (Thymus vulgaris) extract on ram sperm quality during cryopreservation." Iranian Journal of Applied Animal Science 8(2): 263-269.

Raboy, V. (1997). Accumulation and storage of phosphate and minerals. Cellular and molecular biology of plant seed development, Springer: 441-477.

Sutili, F. J., et al. (2018). "Plant essential oils as fish diet additives: benefits on fish health and stability in feed." Reviews in Aquaculture 10(3): 716-726.

Arkali, G., et al. (2021). "Protective effects of carvacrol against diabetes-induced reproductive damage in male rats: Modulation of Nrf2/HO-1 signalling pathway and inhibition of Nf-kB-mediated testicular apoptosis and inflammation." Andrologia 53(2): e13899.

Shoorei, H., et al. (2020). "Evaluation of carvacrol on pituitary and sexual hormones and their receptors in the testicle of male diabetic rats." Human & experimental toxicology 39(8): 1019-1030.

Chenet, A. L., et al. (2019). "Carvacrol depends on heme oxygenase-1 (HO-1) to exert antioxidant, anti-inflammatory, and mitochondria-related protection in the human neuroblastoma SH-SY5Y cells line exposed to hydrogen peroxide." Neurochemical research 44(4): 884-896.

Mahmoodi, M., et al. (2019). "Carvacrol ameliorates experimental autoimmune encephalomyelitis through modulating pro-and anti-inflammatory cytokines." Life sciences 219: 257-263.

Baranauskaite, J., et al. (2017). "The influence of different oregano species on the antioxidant activity determined using HPLC postcolumn DPPH method and anticancer activity of carvacrol and rosmarinic acid." BioMed research international 2017.

Hashemipour, H., et al. (2013). "Effect of thymol and carvacrol feed supplementation on performance, antioxidant enzyme activities, fatty acid composition, digestive enzyme activities, and immune response in broiler chickens." Poultry science 92(8): 2059-2069.

Samarghandian, S., et al. (2016). "Protective effects of carvacrol against oxidative stress induced by chronic stress in rat's brain, liver, and kidney." Biochemistry research international 2016.

Wei, H.-K., et al. (2017). "A carvacrol–thymol blend decreased intestinal oxidative stress and influenced selected microbes without changing the messenger RNA levels of tight junction proteins in jejunal mucosa of weaning piglets." Animal 11(2): 193-201.

Sridhar, M., et al. (2016). "Evaluation of carvacrol in ameliorating aflatoxin induced changes with reference to growth and oxidative stress in broiler chickens." Animal Nutrition and Feed Technology 16(2): 283-296.

Lambert, R., et al. (2001). "A study of the minimum inhibitory concentration and mode of action of oregano essential oil, thymol and carvacrol." Journal of applied microbiology 91(3): 453-462.

Aksu, E. H., et al. (2016). "Ameliorative effect of carvacrol on cisplatin-Induced reproductive damage in male rats." Journal of biochemical and molecular toxicology 30(10): 513-520.

Can Baser, K. (2008). "Biological and pharmacological activities of carvacrol and carvacrol bearing essential oils." Current pharmaceutical design 14(29): 3106-3119.

Güvenç, M., et al. (2019). "Effects of thymol and carvacrol on sperm quality and oxidant/antioxidant balance in rats." Archives of physiology and biochemistry 125(5): 396-403.

The effect of carvacrol antioxidant on increasing male fertility

Fatemeh Haji Azimi [1*], Ebrahim Cheraghi [2], Seyyed Mohammad Ali Shariatzadeh[1]

[1] Department of Biology, Faculty of Basic Sciences, Arak University, Arak city
[2] Department of Biology, Faculty of Basic Sciences, Qom University, Qom city

Abstract

Background and purpose: Antioxidants play a vital role in the immune system and thus the health of the whole body. Deficiency of antioxidants can leave the body defenseless against free radicals and can lead to various diseases. The addition of antioxidants that the body does not produce naturally and must be obtained from outside (exogenously) through food or supplements has important effects on human health. Carvacrol is an exogenous and herbal antioxidant that is extracted from aromatic plants such as thyme, oregano, etc., and in addition to antioxidant properties, it has many properties such as antimicrobial, antiviral, antifungal and anticancer properties. The purpose of this study is to investigate the antioxidant effect of carvacrol on improving sperm parameters and increasing fertility chances.Research method: The articles published in Pubmed, Magiran and Google scholar database during 1990 to 2022 were collected based on keywords and after separating and removing duplicate articles or lacking sufficient content, they were reviewed.Carvacrol, as the main composition of thyme plant, has a protective and antioxidant role on various biological systems. Antioxidants can play a very important role in improving sperm parameters and removing free radicals. The protective effect of carvacrol on DNA as well as sperm and egg sex cells and improving fertility is also significant.The findings show that carvacrol as a strong antioxidant can improve sperm parameters and biochemical factors, thereby increasing fertility.

Keywords: medicinal plants, antioxidants, Thymus vulgaris, male fertility, sperm, carvacrol

* f.azimi29471@gmail.com

واکنش مورفوفیزیولوژیک گیاه دارویی آویشن باغی به تنش شوری

حمید محمدی[1] *

[1] گروه زراعت و گیاهان داروئی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهید مدنی آذربایجان، شهر تبریز

چکیده

تنش شوری یکی از مهمترین عامل محدود کننده رشد و عملکرد گیاهان در سرتاسر دنیا می‌باشد. بدین منظور آزمایشی به صورت طرح کاملا تصادفی با ۳ تکرار در گلخانه تحقیقاتی بر روی گیاه داروئی آویشن باغی انجام گرفت. تیمارهای آزمایشی شامل شوری در سه سطح (شاهد، ۱۰۰ و ۲۰۰ میلی‌مولار) بود. نتایج نشان داد شوری ۲۰۰ میلی‌مولار باعث کاهش رشد، وزن خشک، محتوای رنگیزه‌های قتوسنتزی و محتوای پتاسیم اندام هوایی گردید. در صورتیکه محتوای سدیم را افزایش داد. بیشترین وزن خشک اندام هوایی و محتوای رنگیزه‌های فتوسنتزی تحت شرایط عدم تنش و تنش شوری ۱۰۰ میلی‌مولار مشاهده شد. بالاترین عملکرد اسانس در شرایط تنش شوری ۱۰۰ میلی‌مولار مشاهده شد. بنابراین، گیاه داروئی آویشن باغی در شرایط تنش شوری ۱۰۰ میلی‌مولار توانسته وزن خشک را حفظ کند و حتی منجر به بهبود عملکرد اسانس گیاه داروئی آویشن باغی شود.

واژگان کلیدی: آویشن باغی، تحمل به تنش شوری، توزیع یونی، اسانس

E-mail: hamidmohammadi78280@yahoo.com

۱. مقدمه

شوری یکی از فاکتورهای محیطی محدود کننده عملکرد گیاهان زراعی و داروئی نواحی خشک و نیمه خشک است که سبب اختلال در رشد و نمو طبیعی گیاهان در مناطق وسیعی از سطح زمین می‌شود (Munns, 2002). افزایش شوری خاک منجر به پتانسیل اسمزی بالای خاک و در نتیجه کاهش آب در گیاهان می‌شود. بعلاوه، غلظت‌های بالای یون سدیم و کلر باعث بهم خوردن توازن یونی، در نتیجه افزایش تولید انواع اکسیژن فعال (ROS) می‌شود. ROS مثل رادیکال سوپراکسید، پراکسید هیدروژن و رادیکال هیدروکسیل باعث پراکسیداسیون لیپیدها (Imlay, 2003)، آسیب به غشا، کاهش رشد و بیوماس گیاه (Xie et al., 2015) و نهایتا مرگ سلولی می‌شود (Jones, 2000; Vranová, et al., 2002). با در معرض قرارگیری شوری خاک، گیاهان غلظت‌های سمی از یون سدیم را در برگ‌ها تجمع می‌دهند که از طریق کاهش طول مدت فتوسنتزی بافت‌ها باعث محدودیت اضافی در رشد می‌شود (Munns, 2002). کنترل انتقال یون سدیم و دفع موثر آن از سلول‌های مزوفیل برگ‌ها یک ضرورت مهم برای تحمل به شوری به حساب می‌آید. مطالعات نشان می‌دهد مولفه‌های اصلی که تحمل به شوری را اداره می‌کنند شامل کاهش جذب نمک یا دفع نمک، افزایش نسبت یون پتاسیم به سدیم، تحمل بافت، بسته شدن روزنه‌ها، تنظیم بالای سیستم آنتی‌اکسیدانتی برای محافظت در برابر ROS، سنتز اسمولیت‌ها، راندمان مصرف آب بالا، گلدهی زود هنگام و رشد بیشتر جهت رقیق‌سازی غلظت نمک در بافت گیاهی می‌باشند (Colmer et al., 2005). Majnoon Hosseini و Davazdahemami (۲۰۰۸) گزارش کردند در کشت بهاره گیاه زنیان، شوری بر درصد اسانس بذر و ارتفاع گیاه تأثیر معنی‌دار نداشت، اما تأثیر آن بر کاهش عملکرد بیولوژیک، عملکرد بذر و عملکرد اسانس اندام هوایی معنی‌دار بود و باعث کاهش ۳۰ درصدی جوانه‌زنی آن نیز گردید. نتایج بررسی‌های Piri و همکاران (۲۰۱۷) نشان داد تنش شوری باعث کاهش صفات وزن خشک، وزن تر برگ، نسبت برگ به ساقه و درصد اسانس روزماری شد.

با توجه به وجود شرایط تنش شوری بویژه در مناطق خشک و نیمه خشک و همچنین اهمیت کشت گیاه داروئی آویشن باغی در آن منطقه و نقش آن در صنایع غذایی و داروئی، آزمایشی طراحی شد که هدف از آن، بررسی برخی واکنش‌های مورفوفیزیولوژیک گیاه داروئی آویشن باغی به تنش شوری بود.

۲. مواد و روش‌ها

۱.۲. منطقه مورد مطالعه

این آزمایش به صورت گلخانه‌ای و در جهت بررسی تنش شوری بر گیاه داروئی آویشن باغی انجام شد. در این آزمایش اثر شوری (NaCl) بر روی آویش باغی به صورت طرح کاملا تصادفی در سه تکرار انجام شد. تیمارهای آزمایشی شامل شوری در سه سطح (شاهد، ۱۰۰ و ۲۰۰ میلی‌مولار) بود.

۲.۲. روش تحقیق

بعد از کشت بذور در سینی‌های کشت و آماده‌سازی نشاء، نشاءها به گلدان‌ها انتقال و بلافاصله آبیاری شدند. در مرحله رویشی اولیه، آبیاری با محلول کلرید سدیم انجام شد. برای حفظ شرایط نرمال رشد و جلوگیری از اعمال ناگهانی تنش گیاهان به تدریج در معرض تیمار محلول نمک قرار گرفتند و در چند روز اول آبیاری با آب شور محتوی غلظت کم نمک با ۲۰

میلی‌مولار شروع شده و سپس در حدود ۲۱ روز تا حد پیش بینی شده افزایش یافت به این ترتیب ۳ تیمار شوری یعنی سطوح شاهد، ۱۰۰ و ۲۰۰ میلی‌مولار از طریق آبیاری با آب شور بر روی گیاه داروئی آویشن باغی اعمال شد و سپس در هر نوبت حدود ۳۵۰ میلی لیتر آب معمولی برای هر گلدان اضافه شد و آب خارج شده از گلدانها از طریق قرار دادن زیر گلدانی در زیر آنها مجدداً مورد استفاده قرار گرفت. از طرف دیگر هر ۱۰ روز یکبار EC عصاره اشباع خاک در گلدان‌های آزمایش به همراه هدایت الکتریکی آب خارج شده از گلدان‌ها اندازه گیری شد. زمانی که هدایت الکتریکی گلدانها تمایل به افزایش نمود در این حالت زیر گلدانی‌ها را برداشته و حجم آب آبیاری افزایش داده شد، تا اینکه نمک اضافی با آب از زیز گلدان‌ها خارج و زهکش شود. با این کار میزان EC گلدانها ثابت ماند و روند افزایش شوری کنترل گردید. پس از اینکه گیاهان در معرض تیمارهای شوری پیش بینی شده قرار گرفتند، آبیاری با آب شور متوقف خواهد شد جهت حفظ شوری مورد نظر اقدام به آبیاری با آب معمولی خواهد شد. در این آزمایش در ابتدای گلدهی نمونه‌برداری انجام، و صفات وزن خشک بخش‌های هوایی، محتوای سدیم و پتاسیم (Houba, 1988)، محتوای رنگیزه‌های فتوسنتزی (Lichtenthaler and Wellburn, 1983) و محتوای اسانس با دستگاه کلونجر اندازه‌گیری شد.

۳. نتایج

نتایج حاصل از تجزیه آماری نشان می‌دهد که وزن خشک اندام‌های هوایی، با افزایش سطح شوری کاهش یافت (جدول۱). کاهش در وزن خشک احتمالاً به تفاوت‌ها در بازدارندگی فتوسنتز توسط شوری در میان گونه‌ها یا کاهش فعالیت RUBP کربوکسیلاز یا کاهش تولید مجدد RUBP یا حساسیت فتوسیستم II به کلرید سدیم می‌باشد (Ball and Anderon, 1986) که منجر به کاهش وزن خشک می‌شود. همچنین شوری ۱۰۰ میلی‌مولار تاثیر معنی‌داری بر وزن خشک بوته‌ها داشت به طوریکه توانست وزن خشک بوته‌ها را در این سطح شوری نسبه به شاهد حفظ کند (جدول ۲).

جدول ۱. تجزیه واریانس صفات مورد مطالعه بر روی گیاه داروئی آویشن باغی تحت تنش شوری

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات			
		محتوای سدیم	محتوای پتاسیم	K/Na	وزن خشک بوته
تنش شوری	۲	۰/۳۹۹ **	۳۵/۶۰ **	۱۲۲/۷۷ **	۰/۷۴۱ **
اشتباه آزمایشی	۶	۰/۰۰۰۷	۰/۲۰۵	۰/۲۶۴	۰/۰۰۳

جدول ۲. مقایسه میانگین صفات مورد مطالعه بر روی گیاه داروئی آویشن باغی تحت تنش شوری

تنش شوری	محتوای سدیم	محتوای پتاسیم	K/Na	وزن خشک بوته
شاهد	۱/۰۵ b	۲۱/۹۶ a	۲۰/۹۲ b	۲/۹۶ a
۱۰۰ میلی‌مولار	۱/۱۰ b	۲۱/۹۵ a	۱۹/۹۵ b	۲/۹۴ a
۲۰۰ میلی‌مولار	۱/۷۰ a	۱۶/۰۰ b	۹/۴۱ a	۲/۰۹ b

شوری تاثیر معنی‌دار بر غلظت سدیم و پتاسیم اندامهای هوایی گذاشت (جدول۱). افزایش کلرید سدیم به محیط رشد موجب افزایش تجمع سدیم و کاهش پتاسیم در اندامهای هوایی شد. هر چند که گیاه آویشن باغی در شرایط تنش شوری ۱۰۰ میلی‌مولار توانست توزیع یون‌های سدیم و پتاسیم را بهبود بخشد (جدول ۲). تحمل به تنش احتمالا مکانیزمی است که در نقطه شاخساره متمرکز شده است. کاهش غلظت پتاسیم احتمالا ناشی از اثر آنتاگونیستی سدیم برای نقاط جذب پتاسیم در ریشه ها و یا اثر سدیم روی انتقال پتاسیم در آوندهای چوبی گیاه (Marschner, 1995) یا اختلال در فرایندهای جذب پتاسیم توسط این یون سمی باشد (Bayuelo-Jimens et al., 2003). حفظ سطوح بالای پتاسیم در ژنوتیپ های متحمل به شوری یکی از مکانیسم های مهم تحمل به شوری در گیاهان معرفی شده است (Esechie and Rodriguez, 1999). همچنین کمبود نسبی و ناکافی بودن انتقال مجدد پتاسیم یک فاکتور موثر در شوری است. انتقال پتاسیم به بافتهای در حال رشد تحت شرایط شوری کاهش می یابد و از آنجائیکه بافتهای در حال رشد ذخیره غذایشان را از آوند آبکش می گیرند (که حتی تحت شرایط شور، پتاسیم کاتیون غالب در شیره آبکشی است)، کاهش دسترسی به پتاسیم در شرایط شور نتیجه کاهش در انتقال آبکشی است و از آنجائیکه تصور می شود که تحت شرایط تنش شوری، فتوسنتز محدود کننده رشد نمی باشد لذا به نظر می رسد که اساس کاهش در انتقال آبکشی باید محدود شدن بارگیری در آوند آبکش باشد که می تواند بواسطه پتاسیم کم یا سدیم زیاد در آپوپلاست برگهای رسیده یا از طریق ممانعت بواسطه ABA اعمال شود، زیرا میزان ABA در شرایط تنش شوری افزایش می یابد (Jeschke, 1979).

جدول ۳. تجزیه واریانس صفات مورد مطالعه بر روی گیاه داروئی آویشن باغی تحت تنش شوری

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات				
		محتوای کلروفیل a	محتوای کلروفیل b	محتوای کلروفیل کل	محتوای کاروتنوئید	محتوای اسانس
تنش شوری	۲	۰/۲۹۸ **	۰/۰۳۲ **	۰/۰۲۰ **	۰/۰۴۵ **	۰/۴۳۵ **
اشتباه آزمایشی	۶	۰/۰۰۷	۰/۴۸۷	۱/۵۴	۰/۰۰۲	۰/۰۰۱

جدول ٤. مقایسه میانگین صفات مورد مطالعه بر روی گیاه داروئی آویشن باغی تحت تنش شوری

تنش شوری	محتوای کلروفیل a	محتوای کلروفیل b	محتوای کلروفیل کل	محتوای کاروتنوئید	محتوای اسانس
شاهد	۱/۵۲ a	۱/۸۹ a	۳/۴۲ b	۰/۲۳ c	۲/۰۴ b
۱۰۰ میلی‌مولار	۱/۶۵ a	۲/۰۹ a	۳/۷۵ a	۰/۴۸ a	۲/۵۸ a
۲۰۰ میلی‌مولار	۱/۰۵ b	۱/۳۲ b	۲/۳۷ c	۰/۳۸ b	۱/۸۴ c

نتایج نشان داد که اثر شوری بر محتوی کلروفیل a، b، کل و کاروتنوئید معنی دار است (جدول ۳). مقایسه میانگین‌ها نشان داد که سطح شوری ۱۰۰ میلی‌مولار منجر به بهبود محتوی کلروفیلa ، b، کل و محتوای کاروتنوئید، و ۲۰۰ میلی‌مولار باعث کاهش محتوی کلروفیل a، b، کل و افزایش محتوای کاروتنوئید می‌شود (جدول ۴). نتایج این تحقیق موافق با نتایج Maiti و همکاران (1995) می‌باشد که گزارش کردند کاهش میزان کلروفیل در شرایط تنش شوری به دلیل فعالیت بیشتر آنزیم کلروفیلاز و یا به دلیل تغییر متابولیسم نیتروزن در رابطه با ساخت ترکیبهای نظیر پرولین باشد که در تنظیم اسمزی بکار می‌رود. همچنین Khan و همکاران (1998) در مطالعات خود بر روی یونجه اعلام کردند که میزان کلروفیلa و b و کلروفیل کل با افزایش شوری در ارقام یونجه کاهش نشان می‌دهند. Strogonov و همکاران (1970) اعلام کردند که اثرات بازدارندگی نمک روی کلروفیل می‌تواند به علت جلوگیری از فعالیت آنزیمهای ویژه مسئول برای سنتز رنگدانه های سبز باشد. آنها عنوان کردند که کاهش میزان کلروفیل در گیاهان حساس احتمالا به دلیل تخریب کلروفیل a است. در حالیکه در گیاهان متحمل به شوری افزایش میزان کلروفیل در واحد سطح برگ احتمالا به دلیل تجمع کلروفیل a و b باشد. همچنین نتایج نشان داد که تنش شوری ۱۰۰ میلی‌مولار باعث حفظ محتوای رنگیزه‌های فتوسنتزی شد (جدول ۲).

نتایج نشان داد که اثر شوری بر محتوی اسانس معنی دار است. مقایسه میانگین‌ها نشان داد که سطح شوری ۱۰۰ میلی‌مولار منجر به محتوای اسانس، و ۲۰۰ میلی‌مولار باعث کاهش محتوای اسانس شد (جدول ۴). مطالعات نشان داده که تنش شوری می‌تواند به عنوان بازدارنده رشد گیاه در برخی از گیاهان دارویی مثل *Matricaria necati* و *Thymus vulgris* باشد (Said-Al Ahl and Omer 2011; Aziz et al. 2008). مطالعات نشان می‌دهد که تنش شوری در برخی از گونه‌های گیاهی مثل نعناع (Aziz et al. 2008)، basil (Ashraf and Orroj 2006) باعث کاهش در محتوای اسانس‌ها بویژه مونوترین‌ها می‌شود. همچنین برعکس در برخی از گونه‌های گیاهی دیگر مثل مرزنجوش تنش شوری باعث افزایش چندین ترکیب اسانس شد (Baghalian et al. 2008). افزایش در درصد اسانس در مریم گلی و آویشن تحت تنش شوری مشاهده شد (Hendawy and Khalid 2005; Ezz El-Din et al. 2009).

٤. بحث و نتیجه‌گیری

نتایج مطالعه حاضر نشان داد که تنش شوری ۲۰۰ میلی‌مولار از طریق کاهش محتوای رنگیزه‌های فتوسنتزی و کاهش نسبت K/Na باعث کاهش وزن خشک گیاه گردید، در حالی‌که تنش شوری ۱۰۰ میلی‌مولار از طریق حفظ محتوای رنگیزه‌های فتوسنتزی و نسبت K/Na احتمالا باعث بهبود ظرفیت فتوسنتزی و وزن خشک گیاه گردید. تنش شوری ۱۰۰ میلی‌مولار همچنین توانست باعث افزایش عملکرد اسانس گیاه داروئی آویشن باغی شود. بنابراین، برای برنامه‌های تحقیقات کاربردی بعدی، آویشن باغی احتمالا می‌تواند به عنوان کشت جایگزین در برابر محدودیت‌های تنش‌های غیرزیستی بویژه شوری متوسط با پتانسیل عملکرد و ماده موثره بالا در نظر گرفته شود.

منابع

Ashraf, M., Orooj, A. 2006. Salt stress effects on growth, ion accumulation and seed oil concentration in an arid zone traditional medicinal plant ajwain (*Trachyspermum ammi* [L.] Sprague). Journal of Arid Environments 64(2): 209–220.

Aziz, E.E., Al-Amier, H., Craker, L.E. 2008. Influence of salt stress on growth and essential oil production in peppermint, pennyroyal, and apple mint. Journal of Herbs, Spices & Medicinal Plants 14:77–87.

Baghalian, K., Haghiry, A., Naghavi, M.R., Mohammadi, A. 2008. Effect of saline irrigation water on agronomical and phytochemical characters of chamomile (*Matricaria recutita* L.). Scientia Horticulturae 116:437–441

Ball, M.C., Anderon, J.M. 1986. Sensitivity of photosystem II to NaCl in relation to salinity tolerance. Comparative studies with thylakoids of the salt-tolerant mangrove, *Avicennia marina*, and the salt-sensitive pea, *Pisum sativum*. Australian Journal Plant Physiology 13: 689-698.

Bayuelo-Jimens, J.S., Debouk, D.G., Plynch, J. 2003. Growth, gas exchange, water relations and ion composition of *Phaseolus vulgaris* L. under saline conditions. Field Crop Research 80: 207-222.

Colmer, T.D., Munns, R., Flowers, T.J. 2005. Improving salt tolerance of wheat and barley: future prospects. Australian Journal of Experimental Agriculture 45: 1425-1443.

Esechie, H.A., Rodriguez, V. 1999. Does salinity inhibit Alfalfa leaf growth by reducing tissue concentration of essential mineral nutrition?. Journal of Agronomy & crop Science 182: 273-278.

Ezz El-Din, A.A, Aziz, EE, Hendawy, S.F., Omer, E.A. 2009. Response of *Thymus vulgaris* L. to salt stress and alar (B9) in newly reclaimed soil. *Journal of Applied Sciences Research* 5: 2165–2170.

Hendawy, S.F., Khalid, K.A. 2005. Response of sage (*Salvia officinalis* L.) plants to zinc applicationunder different salinity levels. *Journal of Applied Sciences Research* 1: 147–155

Houba, V.J.G. 1988. Soil and plant analysis: a series of syllabi. Wageningen Agricultural University, Department of Soil Science and Plant Nutrition.

Imlay, J.A. 2003. Pathways of oxidative damage. Annual Review of Microbiology 57: 395-418.

Jeschke, W.D. 1979. Univalent cation selectivity and compartmentation in cereals, in: Recnt advanced in biochemistry of cereals," Laidman. E. D. L, R. G. wyn jones, Academic press Inc. pp. 37-61.

Jones, A. 2000. Does the plant mitochondrion integrate cellular stress and regulate programmed cell death? Trend Plant Science 5: 225-230.

Khan, M.G., Silberbush, M., Lips, S.H. 1998. Physiological studies on salinity and nitrogen interaction in alfalfa. II. Photosynthesis and transpiration. Journal of Plant nutrition 17(4): 669-682.

Lichtenthaler, H.K., Wellburn, A.R. 1983. Determinations of total carotenoids and chlorophylls a and b of leaf extracts in different solvents. *Biochemical Society* Transactions 11: 591-592.

Maiti, R.K., Rosa, M., Gutierrez, L.A.A., De La Roza, M. 1994. Evaluation of several sorghum genotypes for salinity tolerance. International Sorghum Millerts Newsletter 35: 121.

Majnoon Hosseini, H., Davazdahemami, S. 2008. Agriculture and generate some herbs and spice. Tehran University Press, Page. 300.

Marschner, H. 1995. Mineral nutrition of higher plants. Academic Press. pp. 200-255.

Munns, R. 2002. Comparative physiology of salt and water stress. Plant Cell Environent 25(2): 239-250.

Piri, E., Harati, A., Tavassoli, A., Babaeian, M. 2017. Effect of using different levels manure on quality and quantity of Rosemary (*Rosmarinus officinalis* L.) under salt stress condition. Journal of Crop Ecophysiology, 10(4): 959-974.

Razghandi, J. 2014. Effect of salinity stress on morphological and physiological characteristics of five Summer savory populations. Thesis in Ferdosi Mashhad University, Mashhad, Iran.

Strogonov, B.P., Kabanov, V.V, Shevajakova, N., Lapine, L.P., Kamizerko, E., Popov, B.A., Dostonova, R.K., Prykhodko, L.S. 1970. Structure and function of plant cells in saline habitats. John Wily and Sons, New York.

Vranová, E., Inzé, D., Van Breusegem, F. 2002. Signal transduction during oxidative stress. Journal of Experimental Botany 53: 1227-1236.

Xie, Z., Song, R., Shao, H., Song, F., Xu, H., Lu, Y. 2015. Silicon improves maize photosynthesis in saline-alkaline soils. Sci. World J. Article ID., 245072.

Morphophysiological response of Thyme medicinal plant to salinity stress

Hamid Mohammadi[1*]

[1] Department of Agronomy and Medicinal Plants, Faculty of Agriculture, Azarbaijan Shahid Madani University, Tabriz, Iran

Abstract

Salinity stress is one of the most important factors limiting the growth and performance of plants all over the world. An experiment was conducted in the form of a completely randomized design with 3 replications in a research greenhouse on Thyme medicinal plant. Experimental treatments included salinity at three levels (control, 100 and 200 mM). The results showed that 200 mM salinity decreased growth, dry weight, content of photosynthetic pigments and potassium content of shoot, but increased sodium content. The highest shoot dry weight and photosynthetic pigments content were observed under 100 mM salinity stress and non-salt stress conditions. The highest essential oil content was observed with 100 mM salinity stress. Therefore, thyme medicinal plant was able to maintain the dry weight and even lead to the improvement of the essential oil content under 100 mM salinity stress conditions.

Keywords: *Thymus vulgaris*, Salinity stress tolerance, Ion status, Essential oils.

[*] hamidmohammadi78280@gmail.com

واکنش مورفوفیزیولوژیکی و بیوشیمیایی گشنیز به کاربرد نانو سلنیوم و سالیسیلیک اسید تحت تنش کم آبی

مرضیه گنجه‌ای[۱]، حسن مهدوی کیا[1*]، اسماعیل رضایی چیانه[۲]، آریا دولت آبادیان[۳]، Kadambot H. M. Siddique[۳]

[۱]گروه گیاهان دارویی و باغبانی، مرکز آموزش عالی شهید باکری میاندوآب، دانشگاه ارومیه، ارومیه
[۲]گروه تولید و ژنتیک گیاهی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ارومیه، ارومیه
[۳]دانشکده علوم زیستی، دانشگاه استرالیای غربی-پرث-استرالیا

چکیده

این آزمایش به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در سال زراعی ۱۴۰۰ در مزرعه تحقیقاتی مرکز آموزش عالی شهید باکری میاندوآب اجرا گردید. تیمارهای آزمایشی شامل سطوح مختلف تنش خشکی در سه سطح آبیاری در ۱۰۰ درصد ظرفیت زراعی به عنوان عدم تنش، آبیاری در ۷۵ درصد ظرفیت به عنوان تنش متوسط و آبیاری در ۵۰ درصد ظرفیت زراعی به عنوان تنش شدید به عنوان عامل اول و محلول پاشی شامل شاهد (آب مقطر)، محلول پاشی نانو ذرات سلنیوم با غلظت یک میلی‌مولار و سالیسیلیک اسید با غلظت یک میلی مولار به عنوان عامل دوم بودند. با تاخیر در آبیاری، ارتفاع بوته، تعداد شاخه جانبی و عملکرد بذر گشنیز کاهش یافت. همچنین بیشترین ارتفاع بوته (۷۵/۴۱ سانتیمتر)، تعداد شاخه جانبی (۹/۶۳ عدد) و عملکرد بذر گشنیز تحت مصرف سالیسیلیک اسید بود. تنش کم‌آبی باعث کاهش میزان کلروفیل a و کلروفیل b شد. بر اساس نتایج این پژوهش می‌توان بیان کرد که در سطوح تنش کم‌آبی محلول‌پاشی با سالیسیلیک اسید از کارایی بیش‌تری در بهبود ویژگی‌های مورفولوژیکی و بیوشیمیایی گیاه گشنیز با هدف کاهش هزینه نهادهای مصرفی و آلودگی زیست محیطی در راستای نیل به کشاورزی پایدار برخودار است.

واژگان کلیدی: اسید سالیسیلیک، تنش خشکی، سلنیوم، کشاورزی پایدار

* E-mail: h.mahdavikia@urmia.ac.ir

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، اشتغال زایی و صادرات غیرنفتی داشته باشند. گشنیز با نام علمی (*Coriandrum sativum* L.) از خانواده (Apiaceae)، گیاهی یکساله و علفی به ارتفاع ۳۰ تا ۶۰ سانتی‌مترمی‌باشد. (مجنون حسینی و دوازده امامی، ۱۳۸۶). از آنجا که گیاهان طی دوره رشد با تنش‌های متعدد محیطی از جمله تنش خشکی مواجه می‌شوند، مطالعه آثار تنش خشکی بر ویژگی‌های فیزیولوژیکی گیاه در انتخاب ارقام مقاوم به خشکی و همچنین ذخیرهٔ و مصرف کارآمد آب، مؤثر خواهد بود. (Mohammadi *et al*., 2019). تنش خشکی در حقیقت کاهش پتانسیل آب خاک است. در چنین شرایطی گیاه به‌منظور ادامه جذب آب و بقای خود، از طریق تجمع ترکیبات اسمزی از جمله پرولین و کربوهیدرات های محلول، پتانسیل اسمزی خود را کاهش می‌دهد و یا به عبارت دیگر، تنظیم اسمزی انجام می‌دهد (Rezaei-Chiyaneh *et al*., 2021). طی تنش خشکی، فعالیت آنزیم‌هایی چون کلروفیلاز و پراکسیداز، افزایش یافته و در فعالیت آنزیم‌های مسئول سنتز کلروفیل اختلال ایجاد می‌شود و باعث کاهش کلروفیل و به دنبال آن سبب تقلیل فتوسنتز می‌گردد (Hussain *et al*., 2021). نظر به اینکه بسیاری از اراضی در ایران با محدودیت آب مواجه هستند، بررسی و ارزیابی راهکارهای مطلوب جهت کاهش اثرات نامطلوب تنش خشکی بر گیاهان و افزایش مقدار محصولات در واحد سطح بسیار ضروری و مهم تلقی می‌شود. در این بین، استفاده از ترکیبات تعدیل کننده تنش از قبیل اسید سالیسیلیک و سلنیوم نقش مهمی را در افزایش مقاومت گیاهان به تنش‌های محیطی و کاهش اثرات منفی ناشی از آن‌ها در گیاهان ایفا می‌نماید. سلنیم به عنوان یک عنصر شبه فلز و جزو عناصر مفید در رشد گیاهان طبقه‌بندی می‌شود (Skrypnik *et al*., 2021). از سوی دیگر، این عنصر می‌تواند موجب پیشگیری از انحطاط کلروفیل گردد. یکی از پارامترهای بسیار مهم در مورد سلنیوم که مستقیماً بر میزان رشد گیاهان اثرگذار است، غلظت آن‌ها می‌باشد به نحوی که غلظت‌های کم این عنصر از طریق افزایش سنتز رنگدانه‌های فتوسنتزی و تثبیت کربن و سنتز نمودن ساکارز و هیدرولیز نشاسته به رشد بیشتر گیاه منجر می‌شود.(Félix *et al*., 2019). سالیسیلیک اسید یکی از مواد پرمصرفی می‌باشد که به منظور محلول‌پاشی گیاهان مختلف از آن استفاده می‌گردد و مقاومت گیاهان را در شرایط نامساعد بهبود می‌دهد (Kadam *et al*., 2021). سالیسیلیک اسید در پاسخ به تنش‌های گوناگون محیطی و رشد و نمو گیاهان نیز مؤثر است (Colak *et al*., 2021).

۲. مواد و روش‌ها

۱.۲. منطقه مورد مطالعه

این آزمایش در سال زراعی ۱۴۰۰ به صورت طرح فاکتوریل در قالب بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار طراحی و در مزرعه تحقیقاتی مرکز آموزش عالی شهید باکری میاندوآب اجرا گردید.

۲.۲. روش تحقیق

عامل‌های مورد بررسی شامل سطوح مختلف تنش خشکی در سه سطح آبیاری در ۱۰۰ درصد ظرفیت زراعی به عنوان عدم تنش، آبیاری در ۷۵ درصد ظرفیت به عنوان تنش متوسط و آبیاری در ۵۰ درصد ظرفیت زراعی به عنوان تنش شدید و محلول پاشی(شاهد (آب مقطر)، محلول پاشی نانو ذرات سلنیم با غلظت یک میلی‌مولار و اسید سالیسلیک با غلظت یک میلی مولار) بود. ابعاد کرت ۳.۵ در ۳ متر و فاصله بین ردیف کشت و روی ردیف به ترتیب ۴۰ و ۲۰ سانتی متر در نظر گرفته شد. جهت اندازه‌گیری ویژگی‌های مورفوفیزیولوژیکی و بیوشیمیایی گشنیز، در دو مرحله ۵۰ درصد گلدهی و رسیدن بذر، از هر کرت پنج بوته به طور تصادفی نمونه برداری و ارتفاع بوته، تعداد شاخه جانبی، کلروفیل(a و b) و عملکرد بذر مورد بررسی قرار گرفت.

۳.۲.تجزیه و تحلیل داده‌ها

بعد از اندازه‌گیری پارامترها، آنالیز داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SAS 9.1 صورت گرفت. برای مقایسه میانگین‌ها از روش دانکن استفاده گردید.

۳. نتایج

طبق نتایج آنالیز واریانس، اثرساده تیمارهای آزمایشی (شرایط آبیاری و محرک‌های زیستی تعدیل کننده تنش) بر ارتفاع بوته، تعداد شاخه جانبی و عملکرد بذر در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار بود. همچنین اثر متقابل تیمارهای آزمایشی بر کلروفیل a و b در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار شد (جدول۱).

جدول۱. آنالیز واریانس صفات مورفوفیزیولوژیکی گشنیز تحت تاثیر محرک‌های زیستی تعدیل کننده تنش و شرایط آبیاری

منابع تغییر	درجه آزادی	ارتفاع بوته (سانتی متر)	تعداد شاخه جانبی	عملکرد بذر (گرم)	کلروفیل a (میلی‌گرم بر گرم وزن تر)	کلروفیل b (میلی‌گرم بر گرم وزن تر)
بلوک	۲	۸/۸۸	۰/۱۰	۰/۱۳	۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۰۰۰۵
آبیاری	۲	۱۰۸/۵۱**	۹/۶۱**	۱۷/۹۴**	۰/۰۰۲**	۰/۰۰۰۵**
تعدیل کننده تنش	۲	۱۵۰/۲۷**	۲/۷۸**	۳/۳۰**	۰/۰۰۱**	۰/۰۰۰۵**
آبیاری × تعدیل کننده	۴	۱/۹۲^{ns}	۰/۱۰^{ns}	۰/۲۵^{ns}	۰/۰۰۰۲*	۰/۰۰۰۰۷**
خطای آزمایش	۲۶	۹	۰/۱۹	۰/۲۲	۰/۰۰۰۰۴	۰/۰۰۰۰۰۲
ضریب تغییرات (٪)		۴/۱۴	۴/۸۰	۶/۴۲	۴/۳۹	۲/۷۱

۳.۱. ارتفاع بوته

براساس نتایج حاصل، طویل‌ترین ارتفاع بوته گشنیز با ۷۵/۴۴ سانتی‌متر با اختلاف معنی‌داری در شرایط آبیاری ۱۰۰ درصد ظرفیت زراعی بدست آمد. تحت تیمار محرک‌های زیستی تعدیل کننده تنش، طویل‌ترین ارتفاع بوته با ۷۵/۴۱ سانتی‌متر تحت

مصرف سالیسیلیک اسید بدست آمد. به طوری که، مصرف سالیسیلیک اسید و نانو سلنیوم اختلاف معنی‌داری در افزایش ارتفاع بوته گشنیز نداشتند. کوتاه‌ترین ارتفاع بوته با ۶۷/۷ سانتی‌متر در شرایط بدون مصرف محرک زیستی تعدیل‌کننده تنش مشاهده شد (جدول ۲).

جدول ۲. مقایسات میانگین اثرات ساده رژیم‌های مختلف آبیاری و محرک‌های زیستی تعدیل کننده تنش بر صفات مورفوفیزیولوژیکی گشنیز

تیمارها	سطوح تیمارها	ارتفاع بوته (سانتی متر)	تعداد شاخه جانبی	عملکرد بذر (گرم)
سطوح آبیاری	100% FC	75.44 a	10.11 a	8.86 a
	70% FC	72.97 a	9.11 b	7.19 b
	50% FC	68.58 b	8.04 c	6.05 c
محرک‌های زیستی تعدیل کننده تنش	شاهد	67.7 b	8.52 c	6.69 b
	سالیسلیک اسید	75.41 a	9.63 a	7.86 a
	نانوسلنیوم	73.9 a	9.11 b	7.55 a

میانگین‌های دارای حروف مشترک، اختلاف معنی‌داری بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال پنج درصد ندارند.

۲.۳. تعداد شاخه جانبی

طبق نتایج بدست آمده، بیشترین تعداد شاخه جانبی گشنیز با ۱۰/۱۱ عدد در شرایط آبیاری ۱۰۰ درصد ظرفیت زراعی با اختلاف معنی‌داری حاصل شد . تحت تیمار محرک‌های زیستی تعدیل کننده تنش، بیشترین تعداد شاخه جانبی با ۹/۶۳ عدد تحت مصرف سالیسیلیک اسید بود. اما کمترین تعداد شاخه جانبی با ۸/۵۲ عدد در تیمار شاده مشاهده شد (جدول ۲).

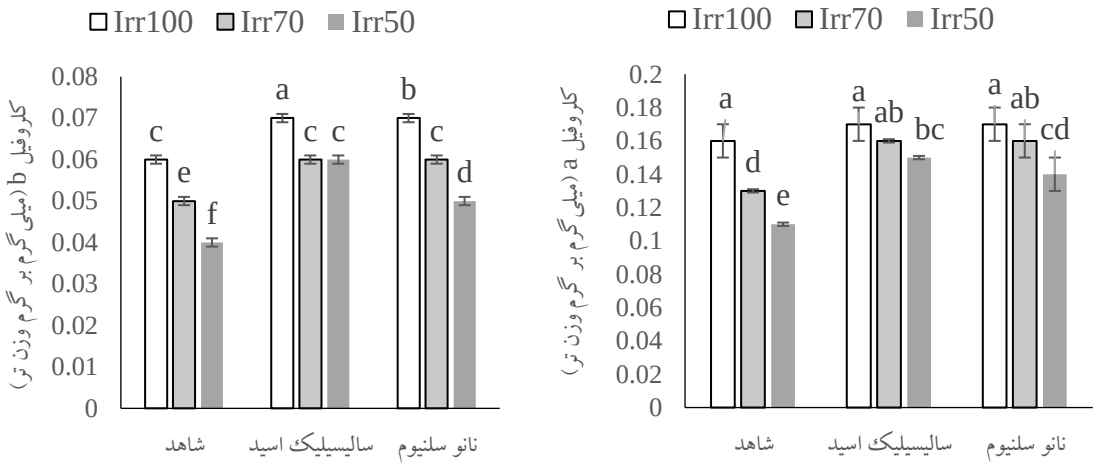
۳.۳. عملکرد بذر

طبق نتایج مقایسه میانگین داده‌ها، عملکرد بذر در بوته گشنیز با اختلاف معنی‌داری نسبت به سایر تیمارهای آبیاری، در شرایط آبیاری ۱۰۰ درصد ظرفیت زراعی با مقدار ۸/۸۶ گرم در بوته بدست آمد. همچنین بیشترین عملکرد بذر در بوته گشنیز با ۷/۸۶ گرم در بوته در اثر مصرف سالیسیلیک اسید مشاهده شد که اختلاف معنی‌داری از نظر آماری با مصرف نانو سلنیوم نداشتند. در حالی که کمترین مقدار آن با ۶/۶۹ گرم در بوته از تیمار بدون مصرف محرک‌های زیستی تعدیل کننده تنش (شاهد) بدست آمد(جدول ۲).

۴.۳. کلروفیل a و b

با تاخیر در آبیاری، میزان کلروفیلa و b گشنیز به طور معنی‌دار کاهش یافت. بیشترین میزان کلروفیل a گشنیز با ۰/۱۷ میلی‌گرم بر گرم وزن تر در اثر مصرف سالیسیلیک اسید و نانو سلنیوم در شرایط آبیاری ۱۰۰ درصد ظرفیت زراعی بدست آمد که اختلاف معنی‌داری با تیمار شاهد در این شرایط آبیاری نشان ندادند. بیشترین میزان کلروفیل b گشنیز با ۰/۰۷ میلی‌گرم بر

گرم وزن تر در اثر مصرف سالیسیلیک اسید در شرایط آبیاری ۱۰۰ درصد ظرفیت زراعی بود. مصرف محرک‌های زیستی تعدیل کننده تنش در هر یک از شرایط آبیاری، موجب افزایش میزان کلروفیل a و b گشنیز نسبت به تیمار شاهد شد. در حالی که کمترین میزان کلروفیل a و b گشنیز در شرایط آبیاری ۵۰ درصد ظرفیت زراعی و بدون مصرف محرک‌های زیستی تعدیل کننده تنش، حاصل شد (شکل ۱).



شکل ۱. مقایسه میانگین اثر متقابل محرک زیستی تعدیل کننده تنش و شرایط متفاوت آبیاری بر کلروفیل a و b گشنیز. Irr50، Irr70 و Irr100 به ترتیب شرایط آبیاری در حد ۵۰، ۷۰ و ۱۰۰ درصد ظرفیت زراعی می‌باشد. میانگین‌های دارای حروف مشترک در هر ستون، اختلاف معنی‌داری بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال پنج درصد ندارند.

٤. بحث و نتیجه‌گیری

استفاده از ترکیبات تعدیل کننده تنش بویژه در مناطقی که با تنش خشکی مواجه هستند، نقش ویژه‌ای در افزایش مقاومت گیاهان در برابر اثرات منفی ناشی از تنش خشکی ایفا می‌نماید. مطالعات قبلی بیانگر تاثیر مثبت کاربرد سلنیوم و اسید سالیسیلیک در کاهش اثرات منفی ناشی از تنش خشکی در گیاهان می‌باشد (Sajedi, 2023). کاربرد سالیسیلیک اسید سبب افزایش محتوای رنگدانه‌های گیاهی و محتوای کارتنوئید گیاه گشنیز شده و همین امر موجب افزایش کارآیی فتوسنتز گیاه باشد. گزارش شده است که در شرایط کم آبی محلول‌پاشی با سالیسیلیک اسید، غلظت کارتنوئیدها، کلرفیل آ و ب در ارقام نخود به طور معنی‌داری افزایش یافت (Salek Mearaji and Hatami, 2020). افزایش غلظت رنگدانه‌های فتوسنتزی در گیاهان تیمار شده با سالیسیلیک اسید در شرایط تنش کم آبی می‌تواند به دلیل افزایش فعالیت آنزیم‌های ریبولوزبی‌فسفات کربوکسیلاز و فسفوانول پیروات کربولسیلاز باشد (Doddagoudar *et al.*, 2021). در شرایط تنش کم آبی، کاربرد سلینیم خسارت کلروپلاست را کاهش می‌دهد و به حفظ رنگدانه‌های فتوسنتزی کمک می‌نماید (Amerian *et al.*, 2022). تأخیر آبیاری به واسطه کمبود در فراهم کردن سازوکارهای فتوسنتزی منجر به کاهش وزن خشک گیاه می‌شود. گزارش شده است که افزایش وزن تر و خشک بوته و به دنبال آن عملکرد دانه گشنیز در شرایط تنش کم آبی در واکنش به محلول‌پاشی سالیسیلیک اسید می‌تواند مربوط به القاء نقش حفاظتی غشاها باشد که از طریق تحمل گیاهان به خسارت را افزایش می‌دهد (Salek Mearaji and Hatami, 2020). در گیاه گشنیز تحت تأثیر محلول‌پاشی با سالیسیلیک اسید و سلنیوم در مقایسه با شاهد مشخص شد که محلول‌پاشی با سالیسیلیک اسید و سلنیوم باعث بهبود خصوصیات گیاهی ارتفاع بوته، تعداد شاخه جانبی و عملکرد بذر

گیاه نسبت به شاهد شد که این مسئله می‌تواند به دلیل فراهمی عناصر غذایی و تعدیل اثرات تنش کم آبی به دلیل محلول‌پاشی با سالیسیلیک اسید و سلنیوم باشد (Sajedi, 2023). در ارزیابی گیاه گشنیز در محلول‌پاشی با سالیسیلیک اسید و سلنیوم به دلیل فراهمی مطلوب رطوبتی و عناصر غذایی برای بوته‌ها بوده که در نتیجه باعث افزایش تولید مواد فتوسنتزی برای دانه‌ها شده است (Yeganehpoor *et al*., 2019).

منابع

مجنون حسینی، ن. و دوازده امامی، س. ۱۳۸۶. زراعت و تولید برخی گیاهان دارویی و ادویه‌ای. انتشارات دانشگاه تهران. ۳۰۰صفحه

Amerian, M., Zebarjadi, A. and Mehrabi, J.A., 2022. The effect of drought stress and selenium on some morphophysiological characteristics of Dragons head (*Lallemantia iberica* L.). *Journal of Plant Ecophysiological Research*, *16*(64), pp.55-74.

Colak, N., Kurt-Celebi, A., Fauzan, R., Torun, H. and Ayaz, F.A., 2021. The protective effect of exogenous salicylic and gallic acids ameliorates the adverse effects of ionizing radiation stress in wheat seedlings by modulating the antioxidant defence system. *Plant Physiology and Biochemistry*, 168, pp.526-545.

Doddagoudar, S.R., Shakuntala, N.M. and Meena, M.K., 2021. Mitigation of moisture stress through foliar spray of thiourea, salicylic acid and homobrassinolide in chickpea (*Cicer arietinum* L.). *Legume Research-An International Journal*, *44*(9), pp.1032-1037.

Félix, D., Serna-Saldivar, S. O., Gutiérrez-Uribe, J. A. and Chuck-Hernández, C. 2019. Selenium in germinated chickpea (*Cicer arietinum* L.) increases the stability of its oil fraction. *Plants*, *8*(5): 113-123.

Hussain, I., Rasheed, R., Ashraf, M.A., Mohsin, M., Shah, S.M.A., Rashid, D.A., Akram, M., Nisar, J. and Riaz, M., 2020. Foliar applied acetylsalicylic acid induced growth and key-biochemical changes in chickpea (*Cicer arietinum* L.) under drought stress. *Dose-Response*, *18*(4), p.1559325820956801.

Kadam, P.M., Prajapati, D., Kumaraswamy, R.V., Kumari, S., Devi, K.A., Pal, A., Sharma, S.K. and Saharan, V., 2021. Physio-biochemical responses of wheat plant towards salicylic acid-chitosan nanoparticles. *Plant Physiology and Biochemistry*, *162*, pp.699-705.

Mohammadi, H., Amirikia, F., Ghorbanpour, M., Fatehi, F. & Hashempour, H. 2019. Salicylic acid induced changes in physiological traits and essential oil constituents in different ecotypes of *Thymus kotschyanus* and *Thymus vulgaris* under well-watered and water stress conditions. *Industrial Crops and Products*, 129, pp. 561-574.

Rezaei-Chiyaneh, E., Mahdavikia, H., Hadi, H., Alipour, H., Kulak, M., Caruso, G. and Siddique, K.H.M. 2021. The effect of exogenously applied plant growth regulators and zinc on some physiological characteristics and essential oil constituents of moldavian balm (*Dracocephalum moldavica* L.) under water stress. *Physiology and Molecular Biology of Plants*, 27, pp. 2201-2214.

Sajedi, N., 2023. Evaluation of selenium and salicylic acid effect on physiological and qualitative characteristics of dry-land wheat cultivars. *Agricultural Research*, *36*(2), pp.91-100.

Salek Mearaji, H. and Hatami, A., 2020. Effects of glycine betaine and salicylic acid foliar application on yield and yield components of two chickpeas (*Cicer arietinum* L.) cultivars under rainfed conditions. *Journal of Crop Ecophysiology*, *14*(53 (1)), pp.1-20.

Skrypnik, L., Styran, T., Savina, T. and Golubkina, N. 2021. Effect of selenium application and growth stage at harvest on hydrophilic and lipophilic antioxidants in lamb's lettuce (*Valerianella locusta* L. Laterr.). *Plants*, *10*(12), pp. 2733-2745.

Yeganehpoor, F., Shafagh-Kolvanagh, J., Ghassemi-Golezani, K. and Dastborhan, S., 2019. Can application of nitrogen fertilizers and salicylic acid improve growth and fruit yield of coriander under water deficit?. *Acta Scientiarum Polonorum Hortorum Cultus*, *18*(3), pp.87-97.

The morpho-physiological and biochemical response of coriander to the application of Nano selenium and salicylic acid under water stress conditions

Marzieh Ganjei[1], Hassan Mahdavikia[1*], Esmaeil Rezaei-Chiyaneh[2], Aria Dolatabadian[3], Kadambot H M Siddique[3]

[1]Department of Medicinal Plants, Shahid Bakeri Higher Education Center of Miandoab, Urmia University,Urmia

[2]Department of Plant Production and Genetics, Faculty of Agriculture, Urmia University, Urmia

[3]School of Biological Sciences, The University of Western Australia

Abstract

This experiment was carried out in a factorial form in the form of a randomized complete block design with three replications in the crop year 2022 in the research farm of Shahid Bakri Higher Education Center of Miandoab. Experimental treatments including different levels of drought stress in three levels of irrigation at 100% of field capacity as no stress, irrigation at 75% of field capacity as moderate stress and irrigation at 50% of field capacity as severe stress as the first factor and foliar spraying as control (sprayed water), foliar spraying of selenium nanoparticles and salicylic acid were used as the second factor. With delay in irrigation, plant height, number of lateral branches and seed yield decreased. Also, the highest plant height (75.41 cm), the number of branches (9.63) and Seed yield (7.86 g/plant) of coriander were under the use of salicylic acid. The water stress decreased the amount of chlorophyll a, chlorophyll b. Based on the results of this research, it can be stated that foliar spraying with salicylic acid is more effective in improving the morphological and biochemical characteristics of coriander plants with the aim of reducing the cost of consumer institutions and environmental pollution in order to achieve sustainable agriculture.

Keywords: Drought stress, Salicylic acid, Selenium, Sustainable agriculture

* E-mail: h.mahdavikia@urmia.ac.ir

وزن حجمی و ارتباط آن با عملکرد دانه در سیاهدانه کشت شده در تاریخ‌های مختلف

مهدی جودی[1*]

دانشکده کشاورزی مشگین شهر، دانشگاه محقق اردبیلی

چکیده

هدف تحقیق حاضر بررسی اثر تاریخ کاشت بر روی وزن حجمی و نحوه ارتباط آن با عملکرد دانه در سیاهدانه بود. بذور سیاهدانه در ۴ تاریخ کاشت (آخر مهر، اول دی، اواسط اسفند و اواخر مهر ماه) در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی مشگین‌شهر تحت شرایط فاریاب در سال زراعی ۱۴۰۱-۱۴۰۰ کاشته شدند. نتایج نشان داد که بیشترین عملکرد دانه در بوته مربوط به تاریخ کاشت اول و کمترین آن مربوط به تاریخ کاشت چهارم بود. تاریخ کاشت اثر معنی‌داری بر روی وزن صد دانه و وزن حجمی دانه نداشت. همبستگی بین عملکرد دانه در بوته و وزن حجمی دانه معنی‌دار نبود. این موارد پیشنهاد می‌کند که تاخیر در تاریخ کاشت از طریق تاثیر بر روی تعداد دانه باعث کاهش عملکرد دانه در بوته می‌شود.

واژگان کلیدی: تاریخ کاشت، سیاهدانه، وزن صد دانه، وزن حجمی دانه

ایمیل نویسنده مسئول

E-mail: mehdijoudi@gmail.com

۱.مقدمه

سیاهدانه (*Nigella sativa* L) از گیاهان مهم دارویی بوده که در نقاط مختلف جهان مورد استفاده قرار می‌گیرد. طیف سازگاری این گیاه وسیع بوده و در شرایط مختلف اکولوژیکی توان رشد و تولید عملکرد دارد. رویشگاه‌های طبیعی این گیاه در مناطق مرکزی ایران مانند اصفهان و اراک قابل مشاهده است. همچنین زراعت این گیاه در بسیاری از استانهای کشور با آب و هوای متنوع در حال انجام می‌باشد.

عملکرد گیاهان زراعی و از جمله گیاهان دارویی نتیجه اجزای مختلفی است که منجر به تولید مشخصی دانه یا بذر در واحد سطح می‌شود. به عبارتی دیگر عملکرد می‌تواند به اجزای کوچک‌تر آن تفکیک شود. اجزای عملکرد دانه در سیاهدانه شامل تعداد کپسول در واحد سطح، تعداد دانه در هر کپسول و وزن تک دانه (یا هزار دانه) می‌باشد. تعداد کپسول توسط تعداد گیاه در واحد سطح و انشعابات هر گیاه تعیین می‌شود. جزء دوم عملکرد یعنی تعداد دانه در هر کپسول نیز توسط اندازه آن و تعداد فولیکول مشخص می‌گردد. وزن هزار دانه نیز بستگی به طول دوره پر شدن دانه و سرعت پر شدن آن دارد (واثقی و همکاران، ۱۳۹۲).

اندازه دانه در گیاه سیاهدانه بسیار کوچک بوده و به همین دلیل وزن دانه‌ها بسیار اندک می‌باشد. جوادی هدایت‌آباد و همکاران (۱۳۹۳) متوسط وزن هزار دانه اکوتیپ‌های مختلف سیاهدانه را ۲۲۹۵ میلی‌گرم گزارش کردند. این بدین معنی است که متوسط وزن هر دانه در این گیاه ۲/۲۹ میلی‌گرم می‌باشد.کوچک بودن اندازه دانه و بنابراین وزن تک دانه در سیاهدانه باعث ایجاد محدودیت‌هایی می‌گردد. مثلا شمارش بذور ریز توسط محققان بسیار سخت می‌باشد. همچنین در صورتیکه اندازه‌گیری وزن تک‌دانه مد نظر باشد نیاز به ترازوهای آزمایشگاهی با دقت هزارم میلی‌گرم (ترازوی سه صفر) می‌باشد. در برخی موارد، اثر تیمارهای اعمال شده بر روی وزن تک دانه یا هزار دانه به دلیل کوچکی آنها قابل مشاهده و اندازه‌گیری نمی‌باشد.

وزن حجمی (وزن بذور در یک حجم مشخص) در برخی از گیاهان زراعی مورد اندازه‌گیری قرار می‌گیرد. در گیاهانی مانند گندم، جو، ذرت و غیره وزن هکتولیتر (وزن یک صد لیتر دانه) به طور گسترده مورد استفاده قرار گرفته و بالا بودن آن معیاری از تو پر بودن دانه‌ها و بالا بودن کیفیت دانه‌ها جهت استفاده می باشد. تعدادی از گزارشات به همبستگی مثبت و معنی‌دار بین وزن حجمی و عملکرد دانه اشاره کرده‌اند. در این راستا محمدی و همکاران (۲۰۱۲) گزراش کردند که وزن حجمی به عنوان یک شاخص مهم گزینش برای عملکرد بالا در شرایط نیمه‌دیم می‌تواند مورد استفاده قرار بگیرد.

به نظر می‌رسد اندازه‌گیری وزن حجمی در گیاهان با اندازه دانه کوچک (مانند سیاهدانه)، ساده‌تر از شمارش و اندازه‌گیری وزن هزار دانه باشد. همچنین با عنایت به اینکه تعداد دانه استفاده شده در اندازه‌گیری وزن حجمی به مراتب بیشتر از تعداد دانه استفاده شده در اندازه‌گیری وزن هزار دانه است، لذا احتمالا اثر تیمارهای اعمال شده بر روی گیاه، در صفت وزن حجمی (در قیاس با وزن هزار دانه) مشخص‌تر و قابل مشاهده باشد. با توجه به موارد مذکور، هدف تحقیق حاضر اندازه‌گیری وزن حجمی و

وزن هزار دانه در گیاه سیاهدانه با تاریخ‌های مختلف کاشت در منطقه با زمستان سرد (شهرستان مشگین‌شهر استان اردبیل)، مقایسه تغییرات این صفات در پاسخ به زمان‌های مختلف کاشت، و نیز بررسی ارتباط آنها با عملکرد دانه بود.

۲. مواد و روش‌ها

تحقیق حاضر به صورت آزمایش مزرعه‌ای در سال زراعی ۱۴۰۱-۱۴۰۰ در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی مشگین-شهر- دانشگاه محقق اردبیلی (با موقعیت ۴۷ درجه و ۴۰ دقیقه طول‌جغرافیایی و ۳۸ درجه و ۲۳ دقیقه عرض‌جغرافیایی و ارتفاع از سطح دریا ۱۱۵۰ متر) اجرا شد. این منطقه جزء مناطق نیمه‌خشک محسوب شده و دارای زمستان سرد و تابستان نسبتا گرم می‌باشد.

پژوهش در شرایط فاریاب و در قالب طرح بلوکهای کامل تصادفی با ۳ تکرار اجرا شد. زمین مزرعه آزمایشی، چمن بوده و در سال‌های قبل هیچ نوع زراعتی در آن انجام نشده بود. زمین مذکور در اواسط مهر ماه سال ۱۴۰۰ توسط کارگر و با استفاده از بیل شخم زده شد. تسطیح لازم با استفاده از شن‌کش انجام و سپس مزرعه کرت‌بندی شد. با توجه به حاصلخیز بودن خاک، هیچ نوع کود دامی یا شیمیایی مورد استفاده قرار نگرفت.

بذور سیاهدانه (اکوتیپ سمیرم و مناسب برای کاشت در مناطق با زمستان سرد) از شرکت پاکان بذر اصفهان تهیه گردید. بذور در ۴ تاریخ مختلف شامل اواخر مهر ماه (۲۵ مهر ۱۴۰۰)، اوایل دی (اول دی ۱۴۰۰)، اواسط اسفند (۱۲ اسفند ۱۴۰۰) و اواخر فروردین (۲۶ فروردین ۱۴۰۱) کاشته شدند.

در ابتدا، شیاری با عمق حدود ۳-۲ سانتیمتر در کرت‌های آزمایشی ایجاد و بذور آمیخته با ماسه ریز (به دلیل کوچکی بذر) در آنها ریخته و سپس شیارها با خاک پوشیده شدند. هر کرت (تکرار) شامل ۴ ردیف کاشت با فواصل بین ردیف ۲۰ سانتی‌متر و به طول ردیف حدود ۳ متر بود. پس از کاشت، کرتها توسط آب‌پاش آبیاری شدند (به استثاء تاریخ کاشت دوم که بلافاصله قبل از بارش برف انجام شد). آبیاری‌های بعدی (توسط شلنگ و آب نهر)، مطابق با عرف منطقه انجام گردید. گیاهان بعد از استقرار کامل، طی ۳-۲ مرحله تنک شده تا تراکم مطلوب حاصل شد. علف‌های هرز بصورت دستی کنترل شده و هیچ آفت‌کش یا قارچ‌کشی مورد استفاده قرار نگرفت.

در اواسط مرداد و با رسیدن کل گیاهان، تعداد ۳ بوته بطور تصادفی در هر تکرار انتخاب و کف‌بر شدند. در هر بوته کپسول‌ها جدا و دانه آنها خارج گردید. دانه‌ها با ترازوی دقیق (با دقت هزارم گرم) توزین شده و سپس میانگین سه بوته، محاسبه شد (عملکرد دانه در بوته). در مرحله بعدی، دو نمونه صدتایی بذر در هر تکرار شمارش شده و سپس توزین گردید. جهت اندازه‌گیری وزن حجمی، بذور در ظرفی با حجم مشخص ریخته شده و سپس توزین شد.

تجزیه و تحلیل داده‌ها با استفاده از نرم افزار SAS انجام شد. مقایسه میانگین تیمارها با استفاده از روش دانکن در سطح احتمال ۵ درصد انجام گردید. از نرم افزار SPSS برای تجزیه همبستگی استفاده شد.

۳. نتایج و بحث

جدول ۱ نتایج تجزیه واریانس صفات عملکرد دانه در بوته، وزن صد دانه و وزن حجمی بذور سیاهدانه کاشته شده در تاریخ‌های مختلف کاشت را نشان می‌دهد. اثر تاریخ کاشت بر روی عملکرد دانه در بوته در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار بود. بیشترین عملکرد دانه در بوته مربوط به تاریخ کاشت مهر ماه با مقدار ۷/۴۴ گرم دانه در بوته بود. مقدار عملکرد دانه در تاریخ‌های کاشت دی و اسفند به ترتیب ۷/۱۲ و ۶/۵۱ گرم در بوته بود، که اختلاف معنی‌دار آماری با مقدار عملکرد در تاریخ کاشت اول نداشتند (جدول ۲).

جدول ۱- تجزیه واریانس صفات اندازه‌گیری شده در گیاه سیاهدانه کاشته شده در تاریخ‌های مختلف در شهرستان مشگین-شهر در سال زراعی ۱۴۰۱-۱۴۰۰

منابع تغییر	عملکرد دانه در بوته	وزن صد دانه	وزن حجمی دانه
تکرار	۱/۴۶^{ns}	۰/۰۰۰۰۷^{ns}	۸۰^{ns}
تیمار	۸/۲۰ **	۰/۰۰۰۲۲^{ns}	۱۵۳^{ns}
اشتباه	۰/۵۰۶	۰/۰۰۰۱	۲۶

جدول ۲- مقایسه میانگین صفات ارزیابی شده در گیاه سیاهدانه کاشته شده در تاریخ‌های مختلف در شهرستان مشگین‌شهر در سال زراعی ۱۴۰۱-۱۴۰۰

تاریخ‌های کاشت	عملکرد دانه در بوته (گرم)	وزن صد دانه (گرم)	وزن حجمی دانه (گرم در لیتر)
مهر ماه	۷/۴۴ ^{a}	۰/۲۳۰ ^{a}	۵۲۸ ^{a}
دی	۷/۱۲ ^{a}	۰/۲۱۸ ^{a}	۵۳۱ ^{a}
اسفند	۶/۵۱ ^{a}	۰/۲۱۰ ^{a}	۵۱۶ ^{a}
فروردین	۳/۸۱ ^{b}	۰/۲۲۵ ^{a}	۵۲۱ ^{a}
میانگین	۶/۲۲	۰/۲۲۰	۵۲۴

بذور کاشته شده در تاریخ کاشت اول (اواخر مهر) قبل از فرا رسیدن سرمای زمستان سبز شده و استقرار یافته بودند. این گیاهچه‌ها در زمان بارش اولین برف زمستانه (در اوایل دی ماه)، دارای چند برگ اولیه بودند. این احتمال وجود داشت که گیاهچه‌های سیاهدانه در طی سرمای زمستان از بین روند، اما سرما و یخبندان زمستان نه تنها اثری بر روی آنها نداشت، بلکه همین گیاهچه‌ها در سال بعد بیشترین عملکرد دانه را تولید کردند. این موارد نشان می‌دهد که گیاهچه‌های سیاهدانه مقاوم به یخبندان زمستانه هستند. از طرفی بذور کشت شده در تاریخ کاشت دوم (اوایل دی ماه) به دلیل بارش برف زمستانه جوانه نزدند. به همین دلیل این تاریخ کاشت می تواند به عنوان کشت انتظاری محسوب شود. این بذور پس از کاشت در انتظار افزایش دما مانده و با مناسب شدن شرایط محیطی در اواخر زمستان جوانه می‌زنند. در تحقیق حاضر کمترین عملکرد دانه در بوته مربوط به تاریخ کاشت فروردین ماه بود که به طور معنی‌داری کمتر از بقیه تاریخ‌های کاشت بود. مقدار عملکرد دانه در این تاریخ کاشت ۳/۸۱ گرم در بوته بود که حدود ۵۰ درصد کمتر از تاریخ کاشت مهر ماه بود. کوتاه بودن طول دوره رشد و مصادف شدن پر شدن دانه با دماهای بالای اواخر بهار و اوایل تابستان از عوامل احتمالی پایین بودن عملکرد دانه می توانند محسوب شوند.

میانگین وزن صد دانه سیاهدانه در تاریخ‌های کاشت ۰/۲۲۰ گرم بود که معادل ۲/۲ گرم برای هزار دانه این گیاه می باشد. در تحقیق جوادی هدایت آباد و همکاران (۱۳۹۳) مقدار وزن هزار دانه در اکوتیپ‌های مختلف سیاهدانه بین ۱/۹ تا ۲/۶ گرم گزارش شده است. کشت سیاهدانه در تاریخ‌های مختلف اثر معنی‌داری بر روی وزن صد دانه آن نداشت (جداول ۱ و ۲). این احتمال وجود داشت که شمارش ۱۰۰ عدد دانه و سپس توزین آنها تغییرات اندازه دانه در پاسخ به تاریخ کاشت را نشان ندهد. با عنایت به اینکه شمارش تعداد دانه‌های بیشتر و توزین آنها (مثلا وزن هزار دانه) در سیاهدانه بسیار سخت می-باشد، لذا مقادیر زیادی بذر در یک حجم مشخصی ریخته و سپس توزین گردید (وزن حجمی). میانگین وزن حجمی سیاهدانه در تحقیق حاضر ۵۲۴ گرم در لیتر و یا به عبارتی ۵۲/۴ کیلوگرم در هکتولیتر بود (جدول ۳) که به مراتب پایین تر از وزن هکتولیتر در گیاهی مانند گندم (بین ۶۵ تا ۸۰ کیلوگرم در هکتولیتر) می‌باشد. همانند وزن صد دانه، وزن حجمی سیاهدانه نیز تحت تاثیر تاریخ‌های کاشت قرار نگرفت و هیچ تفاوت معنی‌داری بین وزن حجمی بذر در گیاهان با کاشت پاییزه، زمستانه و بهاره دیده نشد (جداول ۱ و ۲). این نتایج نشان می‌دهد که اندازه دانه در سیاهدانه کمتر دستخوش طول دوره رشد و شرایط محیطی قرار گرفته و بنابراین تغییرات عملکرد دانه در گیاه از طریق کاهش یا افزایش تعداد دانه (تعداد کپسول و تعداد دانه در کپسول) اعمال می‌شود.

تجزیه همبستگی نشان داد عملکرد دانه در بوته ارتباط مشخصی با وزن صد دانه و نیز وزن حجمی دانه نداشت (جدول ۳). عدم ارتباط معنی‌دار بین عملکرد دانه در بوته و اندازه دانه (وزن صد دانه یا وزن حجمی) نشان می‌دهد احتمالا افزایش یا کاهش اندازه دانه تاثیر معنی‌داری بر روی عملکرد دانه نخواهد داشت. در این راستا بیشتر محققان اعتقاد دارند که عملکرد دانه بیشتر تحت تاثیر تعداد دانه قرار داشته و اندازه دانه اثر جزئی بر روی تغییرات عملکرد دانه دارد (جودی و همکاران، ۲۰۱۴).

جدول ۳- رابطه همبستگی بین عملکرد دانه در گیاه، وزن صد دانه و وزن حجمی دانه در گیاه سیاهدانه کاشته شده در تاریخ-های مختلف در شهرستان مشگین‌شهر در سال زراعی ۱۴۰۱-۱۴۰۰

تاریخ‌های کاشت	عملکرد دانه در بوته	وزن صد دانه	وزن حجمی دانه
عملکرد دانه در بوته	۱		
وزن صد دانه	-۰/۱۳ ns	۱	
وزن حجمی دانه	۰/۱۴ ns	۰/۳۸ ns	۱

منابع

۱. واثقی، آزاده.، قنبری، ا.، حیدری، م.، دوازده امامی، س. ۱۳۹۲. اثر تاریخ کاشت بر خصوصیات کمی و کیفی دو توده سیاهدانه (Nigella sativa L). اکوفیزیولوژی گیاهان زراعی. ۲۸ (۴)، ۲۹۲-۲۷۳.

۲. جوادی هدایت‌آباد، ف.، نظامی، ا.، کافی، م.، شباهنگ، ج. ۱۳۹۳. واکنش عملکرد اکوتیپ های سیاهدانه (Nigella sativa L) به زمان های کاشت در شرایط مشهد. پژوهشهای زراعی ایران. ۱۲ (۴)، ۶۴۰-۶۳۲.

Mohammadi, M., Sharifi, P., Karimzadeh, R., Sharifzadeh, M.K. 2012. Relationships between grain yield and yield components in bread wheat under different water availability. Notulae Botanicae Horti Agrobotanici. 2012: 40(1):195–200.

Joudi, M., Ahmadi, A., Mohamadi, V., Abbasi, A. Mohammadi, H. 2014. Genetic changes in agronomical and phenologic traits of Iranian wheat cultivars grown in different environmental conditions. Euphytica, 196: 237–249.

Test weight (grain volume weight) and its effect on grain yield in black cumin sowed in different time

Mehdi Joudi

Meshgin-Shahr Faculty of Agriculture, University of Mohaghegh Ardabili

Abstract

The aim of this research was to study the effects of sowing times on test weight of black cumin and its possible association with grain yield. Seed was sown in four sowing dates (mid October, late December, early March, and mid April) at research farm of Meshgin-Shar College of Agriculture under well-watered conditions during 2022-2023 growing season. Results showed that the highest and lowest grain yield were obtained in the first and in the last sowing dates, respectively. Sowing date did not affect 100-grain weight and test weight (grain volume weight) significantly. Correlation between grain yield and test weight was not significant. Obtained results suggest that late sowing date decreased grain yield via grain number.

Keywords: Sowing date, black cumin, 100-grain weight, test weight.

[i] *E-mail: shokouhiana@yahoo.com