



سومین کنفرانس ملی یافته‌های نوین زیست‌شناسی

3rd National Conference On New Biological Findings

۳ الی ۵ خرداد ۱۴۰۲



دانشگاه تهران و بویراتان



سومین کنفرانس ملی یافته‌های نوین زیست‌شناسی

ISC

کد اختصاصی:

۰۲۲۳۰-۵۲۶۳۲

مجموعه مقالات علوم گیاهی



سومین کنفرانس ملی یافته‌های نوین زیست‌شناسی

3rd National Conference On New Biological Findings

۳ الی ۵ خرداد ۱۴۰۲



مجموعه مقالات علوم گیاهی

چکیده مقالات

- ۱۳۸۴..... کمی سازی پیچیدگی ساختار جوامع اپی بابانت رویشگاه های چندل بندر سیریک
- ۱۳۸۶..... مطالعه تشریحی و شمارش عدد کروموزومی گونه *Stipa capensis* در ایران
- ۱۳۸۸..... تاثیر سطوح مختلف عنصر کبالت بر رشد و فیزیولوژیکی جلبک سبز تک سلولی *Dunaliella bardawil* تحت تنش شوری
- ۱۳۹۰..... بررسی تاثیر غلظت‌های مختلف منگنز بر رشد و فیزیولوژی جلبک سبز تک سلولی *Dunaliella salina* تحت تنش شوری
- ۱۳۹۲..... ارزیابی دو ترکیب فعال زیستی (پروتئین و فیبر) در سه ژنوتیپ کیوی طلایی
- ۱۳۹۴..... تغییرات فعالیت آنزیم پراکسیداز و طول گیاه زنیان تحت تیمار اکسید روی نانو و توده‌ای در شرایط کشت آبی
- ۱۳۹۶..... کاربرد محلول پاشی برگی سالیسیلیک اسید بر عملکرد و اجزای عملکرد سورگوم در مزرعه
- ۱۳۹۸..... مطالعه اثر تعدیل کنندگی کربنات کلسیم در سالیکورنیا پرسیکا تحت تنش شوری
- ۱۴۰۰..... بررسی فعالیت ضد باکتریایی *Salicornia persica* تحت تیمار نانوذرات اکسید آهن و تنش شوری
- ۱۴۰۲..... بررسی فعالیت ضد میکروبی گیاه *Salicornia persica* تحت تیمار نانوذرات دی اکسید تیتانیوم و تنش شوری
- ۱۴۰۴..... مروری بر جنبه‌های فیزیولوژیکی و بیوشیمیایی تنش شوری در گیاهان
- ۱۴۰۶..... مروری بر تاثیر نانوذرات مختلف بر ریز جلبکها
- ۱۴۰۸..... بررسی سطح بیان فاکتورهای رونویسی NFATc1 در لنفوسیت‌های بیماران مبتلا به COVID-19
- اثرات نانوذره دی اکسید تیتانیوم و طیف نور بر رشد و برخی خصوصیات مورفولوژیکی و فیزیولوژیکی در زنیان (*Carum copticum*)
- ۱۴۱۱.....
- ۱۴۱۴..... ارزیابی اثرات نانوذره اکسید روی بر برخی پارامترهای رشد کلرلا
- ۱۴۱۶..... کاربرد ریزجلبکها در تغذیه آبزیان
- ۱۴۲۰..... نقش پراکسید هیدروژن در تنظیم متابولیسم گیاه و سیگنالینگ سلولی در پاسخ به تنش های محیطی
- ۱۴۲۲..... تغییرات زیست توده تر و خشک، رنگدانه‌های کلروفیل و کاروتنوئید گیاه دارویی بابونه تحت تاثیر محلول پاشی با محرک‌های زیستی
- ۱۴۲۴..... تاثیر عصاره های آبی و الکلی میوه کاکتوس بر برخی ویژگیهای مورفولوژیکی و فیزیولوژیکی گیاه بابونه
- تاثیر فنیل آلانین و هیدروژن پراکسید بر رشد و برخی ویژگیهای بیوشیمیایی جلبک سبز تک سلولی *Dunaliella salina* تحت تنش شوری
- ۱۴۲۶.....
- بررسی تاثیر تنش نانو ذرات اکسید روی بر روی رنگیزه‌ها و برخی صفات مورفولوژیکی گیاه شاهی (*Lepidium sativum L.*) در حضور تیمار پراکسید هیدروژن
- ۱۴۲۸.....



سومین کنفرانس ملی یافته‌های نوین زیست‌شناسی

3rd National Conference On New Biological Findings

۳ الی ۵ خرداد ۱۴۰۲



- مطالعه ریخت‌شناسی هندسی برگ درسه گونه از سرده بارانک (Sorbus) در ایران ۱۴۳۰
- اثر فلز سنگین کروم بر برخی آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی گیاه شاهی ۱۴۳۲
- اثر کروم بر میزان مالون دالدئید، کلروفیل و پروکلین بر گیاه ریحان ۱۴۳۴
- اثر تنش شوری بر پارامترهای رشد گیاه شاهی در حضور فنیل آلانین ۱۴۳۶
- بررسی پارامترهای رشد و محتوای رنگیزه‌ها در تنش نانوذرات اکسید روی تحت تیمار فنیل آلانین در گیاه شاهی ۱۴۳۸
- ارزیابی تحمل شوری تعدادی از ژنوتیپ‌های گندم دوروم در شرایط درون شیشه‌ای ۱۴۴۱
- مقالات کامل
- بررسی اثرات سیتوتوکسیک شوری در گندم دوروم (*Triticum turgidum L. var. durum*) ۱۴۵۱
- جوامع اپیبایانت جنگلهای حرا در خلیج فارس ۱۴۶۰
- اثر سیستم‌های کودی و خاک‌پوش بر برخی ترکیبات بذر شبدر برسیم ۱۴۶۲
- اثر دور آبیاری و انواع خاک‌پوش بر صفات مورفولوژیک گوار در شرایط آب و هوایی اهواز ۱۴۷۴
- بررسی اشتباهات و تقلبات در عرضه گیاهان دارویی (مطالعه موردی: خانواده Asteraceae) ۱۴۸۳
- بررسی پروفایل بیانی ژن‌های درگیر در مقاومت به خشکی در گیاهچه‌های سیب زمینی ۱۴۹۰
- تحلیل اثرات نانوفناوری بر حذف رشد جلبک‌ها عامل طعم و بوی آب آشامیدنی ۱۴۹۷
- تغییرات در محتوای هیدروژن پراکسید و آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی گیاه کرچک تحت تیمار نانولوله‌های کربن چند دیواره ۱۵۱۰
- استفاده از ال-آرژنین و ژل آلونه‌ها در حفظ کمیت و کیفیت خرما پیارم ۱۵۲۳
- ملاتونین به‌عنوان یک الیسیتور مفید در حفظ کیفیت محصولات ۱۵۳۷
- گیاه‌پالایی: به‌عنوان روشی اقتصادی و دوست‌دار محیط زیست برای پالایش فلزات سنگین ۱۵۴۷
- بررسی ترکیبات اسانس جمعیت شیرازی گیاه بادرنجبویه ۱۵۵۸
- بررسی ریخت‌شناسی و تنوع ژنتیکی گیاه استبرق (*Calotropis procera*) در ایران ۱۵۶۵
- مطالعه تنوع ژنتیکی گیاه باریجه (*Ferula gummosa*) در استان خراسان شمالی ۱۵۷۷
- تعیین شاخص‌های پوشش گیاهی در جنگل‌های مانگرو با استفاده از سنجش از دور ۱۵۸۸
- بررسی تاثیر پلاسما سرد بر روی جوانه زنی و رشد کهور ایرانی (*prosopis koelziana*) تحت تنش شوری ۱۶۰۴
- مطالعه ریزریخت‌شناسی برگه در سرده‌ی (*Asteraceae*) Psychrogeton ۱۶۱۲



سومین کنفرانس ملی یافته‌های نوین زیست‌شناسی

3rd National Conference On New Biological Findings

۳ الی ۵ خرداد ۱۴۰۲

- ارائه الگوی غذایی با تغذیه پودر اسپیرولینا و تعیین نسبت بهینه با سنجش رشد و بقاء و استرس شوری و دمایی در *A.franciscana* در شرایط آزمایشگاهی ۱۶۲۱
- مطالعه تنوع ریخت‌شناسی گیاه باریجه (*Ferula gummosa*) در استان خراسان شمالی ۱۶۲۸
- نقش گیاهان درختی بر روی پلايش فلزات سنگین موجود در خاک ۱۶۳۷
- سنجش شاخصهای مقاومت به گرما در بذر گیاهچه های گرما دوست و سرما دوست پیش تیمار شده با محرکهای زیستی ۱۶۴۷
- مطالعه ی تشریحی برگ گونه‌های سردهی *Psychrogeton* از طایفه‌ی *Astereae* (تیره ی کاسنی) در ایران ۱۶۵۵
- اثرات کلاتورهای سیترات و اتیلن دی آمین تترا استیک اسید بر جوانه‌زنی بذر و رشد گیاهچه‌های زنیان تحت تیمار روی ۱۶۶۸
- مطالعه ی ریزریخت‌شناسی اپیدرم برخی گونه های زرشک (*Berberis*) در استان گلستان ۱۶۷۵
- مطالعه ی مولکولی برخی گونه های زرشک (*Berberis*) بر اساس نشانگر nrDNA ITS در استان گلستان ۱۶۸۶
- ارزیابی تولید نخود آبی در کشور ۱۶۹۸
- بررسی وضعیت تولید نخود در دیمزارهای کشور ۱۷۰۶
- مطالعه اثرانواع خاکپوش بر محتوای پروتئین و برخی آنزیم های آنتی اکسیدانی گیاه آفتابگردان ۱۷۱۳
- تأثیر تنش شوری (NaCl و KCl) بر جوانه زنی دانه و فعالیت آنزیمهای پراکسیداز و سوپراکسید دیسموتاز در دانه‌پرست گیاه کلزا: ۱۷۲۳
- مقایسه سمیت نمکهای سولفات دار (Na_2SO_4 و K_2SO_4) بر رشد، محتوای پراکسید هیدروژن، مالون دی آلدئید و ظرفیت آنتی اکسیدانی در دانه رست های گیاه کلزا ۱۷۳۳
- تأثیر تنش شوری (NaCl و Na_2SO_4) بر پارامترهای رشد و ترکیبات فنولیک گیاه کلزا در شرایط کشت مزرعه ای ۱۷۴۲
- محرک های رشد گیاهی ۱۷۵۲
- تأثیر آللوپاتی اوکالیپتوس کامالدولنسیس بر روی صفات فیزیولوژیک فستوکا آوینا ۱۷۶۲
- بررسی و انتخاب مناسب ترین عمق کاشت و رقم برای کاهش غده های بدشکل سیب زمینی پاییزه، مطالعه موردی؛ شهرستان بهار ۱۷۷۶
- تأثیر هیدروپرایمینگ وامواج فراصوت بر رشد گیاهچه ریحان سبز و بونفش ۱۷۸۴
- اثر برهمکنش *Trichoderma virens* و قارچ آربوسکولار میکوریزا بر رشد گیاه ذرت و نسبت K^+/Na^+ و $\text{Ca}^{2+}/\text{Na}^+$ تحت تنش شوری ۱۷۹۳
- بررسی سیستماتیک گیاهان قدیمی در زغال سنگهای کرمان و زرنده ۱۸۰۰
- مقایسه و مطالعه ی ترکیبات فنولی و فلاونوئیدی در دو گونه دارویی درمنه ایرانی (*Artemisia persica*) و درمنه کوهی (*Artemisia aucheri*) ۱۸۱۴
- مطالعه خواص آنتی‌اکسیدانی و آنتی‌رادیکالی گیاه دارویی *Nepeta glomerulose* ۱۸۲۳



سومین کنفرانس ملی یافته‌های نوین زیست‌شناسی

3rd National Conference On New Biological Findings

۳ الی ۵ خرداد ۱۴۰۲



- ۱۸۳۱ بررسی تنش خشکی بر رشد و محتوای پروتئینی در دو رقم جو
- ۱۸۴۰ اثر پرایمینگ بذر با آب فعال شده با پلاسما بر پاسخ‌های مورفولوژیکی گیاه گوار تحت تنش شوری
- ۱۸۴۹ ارزیابی برخی صفات فیزیولوژیکی و ارتباط آنها با عملکرد میوه در برخی ژنوتیپهای گوجه فرنگی
- ۱۸۵۶ تاثیر نانو اکسید روی بر میزان کلروفیل و کاروتنوئید گیاه ذرت (*Zea mays L.*) و مقایسه آن با اکسید روی معمولی
- ۱۸۶۸ بررسی ترکیبات اسانس‌های روغنی در گیاه *Silene aucheriana* Boiss. در استان همدان
- ۱۸۷۴ The Use of *Spirulina platensis* as Organic Agricultural Fertilizer
- ۱۸۷۹ Allelopathic compounds of microalgae as a safe source for bio-herbicide application
- ۱۸۸۵ A new two-byte metric for floristic assessment, with memory and no need for expert opinion
- ۱۸۹۱ Floristic zonation in southern part of the central Zagros of Iran



سومین کنفرانس ملی یافته‌های نوین زیست‌شناسی

3rd National Conference On New Biological Findings

۳ الی ۵ خرداد ۱۴۰۲



دانشگاه گیلان و بویرسازان



سومین کنفرانس ملی یافته‌های نوین زیست‌شناسی

ISC

کد اختصاصی:

۰۲۲۳۰-۵۲۶۳۲

مجموعه مقالات علوم گیاهی



سومین کنفرانس ملی یافته‌های نوین زیست‌شناسی

3rd National Conference On New Biological Findings

۳ الی ۵ خرداد ۱۴۰۲



دانشگاه گیلان و بویراحمد



سومین کنفرانس ملی یافته‌های نوین زیست‌شناسی

ISC

کد اختصاصی:

۰۲۲۳۰-۵۲۶۳۲

چکیده مقالات



کمی سازی پیچیدگی ساختار جوامع اپی‌بایانت^۱ رویشگاه‌های چندل بندر سیریک

علیرضا محلاتی^{*}، علی نصرالهی^۲

۱. دانش آموخته کارشناسی ارشد زیست‌شناسی دریا، دانشگاه شهید بهشتی

۲. دانشیار زیست‌شناسی دریا، دانشگاه شهید بهشتی

* a.mahalati@mail.sbu.ac.ir

چکیده

ساختارهای پیچیده زیست‌زاد^۲ فراوانی و غنای گونه‌ای بالایی را در زیستگاه‌های دریایی مختلف حمایت می‌کنند. ریشه‌های عسایی درختان چندل با توجه به ساختار و پیچیدگی هندسی، فراوانی و تنوع بالایی از جوامع اپی‌بایانت زیست‌زاد را در بندر سیریک حمایت کرده‌اند. در مطالعه حاضر، کلی‌های اپی‌بایانت به عنوان واحد ساختاری این جوامع در نظر گرفته شد و با استفاده از تکنولوژی اسکن سه بعدی اپتیک، مدل سه بعدی این کلی‌ها ایجاد گردید. آنالیز هندسی مدل‌های سه بعدی با استفاده از نرم افزارهای Geomagic Design، ImageJ و زبان برنامه نویسی R انجام شد. پیچیدگی ساختار کلی‌ها با برآورد سنجه‌های پیچیدگی شامل مساحت رویه^۳، روگوسیتی^۴، بعد برخال^۵، تعداد و حجم فضاهای بینابینی به صورت کمی بیان شد. روگوسیتی و بعد برخال در بین کلی‌ها تقریباً ثابت و پایین برآورد شد. میانگین روگوسیتی در بین کلی‌ها نزدیک به ۰/۶ برآورد شد که بیانگر پیچیدگی کم است. این پیچیدگی کم با میزان میانگین کم بعد برخال که حدود ۲ ارزیابی شد، تایید می‌شود. در این مطالعه به طور میانگین ۱۴/۵ فضا با میانگین حجم ۷/۶ سانتی متر مکعب در کلی‌ها برآورد شد. فضاهای بینابینی به عنوان یک پناهگاه بالقوه برای فرار از شکارچی، مکانی برای استقرار و یا مکانی برای جستجوی غذا استفاده می‌شود. فراوانی و حجم این فضاهای بینابینی می‌تواند محدودیت‌هایی برای استفاده این فضاها توسط جانداران دیگر اعمال کند. از طریق ارزیابی پیچیدگی ساختار می‌توان به ارتباط بین ساختار فیزیکی زیستگاه و گونه‌ها پی برد که متعاقباً راه مؤثری برای حفظ، بازسازی و احیا زیستگاه‌های دریایی می‌باشد.

کلمات کلیدی: پیچیدگی زیستگاه، جوامع اپی‌بایانت، ریشه‌های عسایی، چندل، خلیج عمان

^۱ epibiont

^۲ biogenic

^۳ surface area

^۴ rugosity

^۵ fractal dimension



Quantifying structural complexity of epibiont assemblages of *Rhizophora mucronata* mangrove forests in the Sirik Port

Alireza Mahalati^{*1}, Ali Nasrolahi²

1. Graduated with a master's degree in marine biology, Shahid Beheshti University

2. Associate professor of marine biology, Shahid Beheshti University

* a.mahalati@mail.sbu.ac.ir

Abstract

Complex biogenic structures have been demonstrated to promote species abundance and richness in different marine habitats. Because of their complexity and geometrical structure, *Rhizophora mucronata* mangrove prop roots have supported a high abundance and diversity of biogenic epibiont assemblages in the Sirik region. In this study, epibiont colonies were considered as the structural unit of these assemblages and by using structured-light 3D scanning technology, 3D models were generated. Geometrical analysis of 3D models was done using Geomagic Design, ImageJ and R programming language. The complexity of the colony was quantified by calculating complexity metrics including surface area, rugosity, fractal dimension, abundance and volume of interstitial spaces. Rugosity and fractal dimensions across all colonies remained consistent and low. Mean rugosity was 0.6, indicating low complexity of colonies. The low complexity is reinforced by the low mean fractal dimension (2). In this study, mean abundance and volume of spaces were 14/5 and 7/6 cm³ respectively. Interstitial spaces may serve as potential refuge, point of settlements, or foraging areas. Differences in abundance and volume of these spaces may impose limitations on the size or type of fauna able to utilize each space. Through structural complexity evaluating, the relationship between physical structure of habitat and species can be understood, which is subsequently an effective way to maintain, restore, and rehabilitate marine habitats.

Key words: Habitat complexity, Epibiont community, Prop root, *Rhizophora mucronata*, Gulf of Oman



مطالعه تشریحی و شمارش عدد کروموزومی گونه *Stipa capensis* در ایران

فاطمه سلمانی عبیات^۱، محمدرضا پریشانی فروشانی^۲

۱. دانشجوی کارشناسی ارشد سیستماتیک، دانشکده علوم، دانشگاه شهید چمران اهواز، اهواز، ایران.

(f.salmaniabeiati@gmail.com)

۲. گروه زیست‌شناسی، دانشکده علوم، دانشگاه شهید چمران اهواز، اهواز، ایران. (mrparishani@scu.ac.ir)

چکیده

Stipa capensis Thun. گونه‌ای یکساله از جنس *Stipa* متعلق به خانواده گندمیان است. شواهد تشریحی بخش‌های رویشی گیاهان گلدار و داده‌های سیتولوژیکی برای توضیح مسائل طبقه‌بندی و تعیین حدود گونه‌ها از سده‌های پیش مورد استفاده قرار گرفته است. هدف از این مطالعه، شمارش کروموزومی و توصیف تشریحی ساقه و برگ این گونه و تعیین اهمیت کاربرد آن در رده‌بندی می‌باشد. در مطالعه پیش رو، پس از جمع‌آوری و شناسایی نمونه‌های گیاهی، از برگ و ساقه آنها به روش دستی برش عرضی تهیه و بهترین برش‌ها برای رنگ‌آمیزی و مطالعه با میکروسکوپ نوری انتخاب شدند. جهت مشاهده کروموزوم‌ها، از سلول‌های مریستمی انتهایی ریشه استفاده شد به این ترتیب که ریشه‌های بریده شده ابتدا توسط آلفابروموفتالین پیش تیمار شده و سپس در محلول اتانول و اسید استیک تثبیت گردید و سپس رنگ آمیزی ریشه‌ها به کمک اورسئین ۲ درصد انجام شد. در نهایت از گستره متافازی عکسبرداری و کروموزوم‌ها شمارش گردید. در ساختار تشریحی برگ، وجود سلول‌های حبابی فن شکل، اپیدرم تحتانی باکوتیکول ضخیم، تعداد دستجات آوندی نامتقارن در دو سمت رگبرگ میانی مشاهده گردید که از جمله صفات متمایز کننده گونه *S. capensis* از سایر گونه‌های این جنس شناخته می‌شود. شمارش کروموزوم‌های این گونه با سطح پلوئیدی $2n = 36$ ، تایید کننده سایر مطالعات انجام شده است. بر اساس داده‌های موجود، داده‌های تشریحی گونه مذکور در ایران برای اولین بار گزارش می‌گردد. کلمات کلیدی: آناتومی، شمارش کروموزومی، تاکسونومی، *Stipa*، ایران.



Anatomical study and chromosomal number counting of *Stipa capensis* in Iran

Fatemeh Salmani abeiat¹, Mohammad Reza Parishani foroushani²

1. Master's student in Systematics, Faculty of Science, Shahid Chamran University of Ahvaz, Ahvaz, Iran (f.salmaniabeiat@gmail.com)

2. Department of Biology, Faculty of Science, Shahid Chamran University of Ahvaz, Ahvaz, Iran (mrparishani@scu.ac.ir)

Abstract

Stipa capensis Thun. is an annual species of the *Stipa* genus belonging to Poaceae. Anatomical evidence of the vegetative parts of flowering plants and cytological data have been used to explain the problems of classification and delimitation of species since centuries ago. The aim of this study is chromosomal counting and anatomical description of the stem and leaf of *S. capensis* and determining the importance of its use in classification. In the leading study, after collecting and identifying the plant samples, their leaf and stem cross section were cut manually and the best sections were selected for staining and studying with a light microscope. To observe the chromosomes, the meristem cells at the end of the root were used. It was done in this way that the cut roots were first pre-treated with alphabromonaphthalene and then fixed in ethanol and acetic acid solution, and then they were stained with the help of 2% orcein. Finally, the metaphase area was photographed and chromosomes were counted. In the anatomical structure of the leaf, the presence of fan-shaped bubble cells, the lower epidermis with a thick cuticle, the number of asymmetric vascular bundles on both sides of the middle vein were observed, which are among the distinguishing features of *S. capensis* species from other species of this genus. Chromosome counting of this species with a ploidy level of $2n=36$ confirms other studies. Based on the available data, the anatomical data of the mentioned species is reported for the first time in Iran.

Keywords: anatomy, chromosomal counting, taxonomy, *Stipa*, Iran.



تاثیر سطوح مختلف عنصر کبالت بر رشد و فیزیولوژیکی جلبک سبز تک سلولی *Dunaliella bardawil* تحت تنش شوری

هاجر صیاد اربابی، علیرضا عینعلی*

گروه زیست‌شناسی، دانشکده علوم، دانشگاه سیستان و بلوچستان

*Email: aeinali@science.usb.ac.ir

چکیده

تنش شوری یکی از عوامل محیطی محدود کننده رشد و نمو گیاهان است و بر روی فرایندهای فیزیولوژیکی گیاهان اثر منفی دارد. فلزات سنگین عناصری هستند که به طور طبیعی در محیط وجود دارند و در مقادیر بسیار کمی مورد نیاز موجودات بوده و مقادیر بیش از حد این عناصر می تواند برای موجودات مضر باشد. در این پژوهش، تاثیر سطوح مختلف عنصر کبالت بر رشد، ویژگیهای بیوشیمیایی و فعالیت آنزیمهای آنتی اکسیدانی جلبک سبز تک سلولی *Dunaliella bardawil* تحت تنش شوری بررسی شده است. سوسپانسیونهای جلبکی رشد یافته در سطوح نمک ۱،۵ و ۳ مولار، به صورت فاکتوریل و در سه تکرار برای مدت زمان ۴۸ ساعت در معرض غلظتهای ۱، ۱۰، ۵۰، ۱۰۰، ۲۰۰، ۵۰۰، ۱۰۰۰ میکرومولار کبالت قرار گرفتند. تعداد سلولها در هر دو سطح شوری در پاسخ به کبالت کاهش یافت در حالیکه میزان رنگیزه ها و بتاکاروتن افزایش پیدا کرد. میزان قندهای احیایی در جلبکهای رشد یافته در شوری ۱،۵ مولار که با کبالت تیمار شده بودند افزایش داشت ولی در شوری ۳ مولار کاهش نشان داد. بر عکس، میزان قندهای غیراحیایی و نشاسته در هر دو سطح شوری در پاسخ به کبالت افزایش یافتند. میزان گلیسرول و فعالیتهای آنزیمی شامل آسکوربات پراکسیداز، گایاکول پراکسیداز، پلی فنل اکسیداز و پیروگالول پراکسیداز در هر دو سطح شوری طی تیمار با کبالت کاهش یافتند. نتایج نشان می دهد که تیمار کبالت میتواند سبب ایجاد سمیت در سلولهای جلبکی شود ولی این جلبک از طریق افزایش میزان رنگیزه ها به ویژه بتاکاروتن و نه افزایش فعالیت آنزیمهای آنتی اکسیدان میتواند این غلظتها را تحمل نماید.

کلمات کلیدی: *Dunaliella bardawil*، شوری، کبالت، بتاکاروتن



The effect of different levels of cobalt element on the growth and physiology of single-celled green algae *Dunaliella bardawil* under salinity stress

Hajar Sayad-Arbabi, Alireza Einali*

Department of Biology, Faculty of Science, University of Sistan and Baluchestan, Zahedan-Iran

*Email: aeinali@science.usb.ac.ir

Abstract

Salinity stress is one of the environmental factors limiting the growth and development of plants and has a negative effect on the physiological processes of plants. Heavy metals are elements that exist naturally in the environment and are needed by organisms in very small amounts, but excessive amounts of these elements can be harmful to organisms. In this research, the effect of different levels of cobalt (Co) element on the growth, biochemical characteristics and activity of antioxidant enzymes of the unicellular green alga *Dunaliella bardawil* under salinity stress has been investigated. Algal suspensions grown at 1.5 and 3 M NaCl were exposed to concentrations of 1, 10, 50, 100, 200, 500, 1000 μ M Co as a factorial design in three replicates for a period of 48 hours. The number of cells in both salinity levels decreased in response to Co, while the amount of pigments and Beta-carotene increased. The amount of reducing sugars in algae grown at 1.5 M salinity that were treated with Co increased, but decreased at 3 M salinity. In contrast, the amount of non-reducing sugars and starch in both salinity levels increased in response to Co. The amount of glycerol and enzyme activities including ascorbate peroxidase, guaiacol peroxidase, polyphenol oxidase and pyrogallol peroxidase decreased in both salinity levels during treatment with Co. The results show that Co treatment can cause toxicity in algal cells, but this alga can tolerate these concentrations by increasing the amount of pigments, especially Beta-carotene, and not by increasing the activity of antioxidant enzymes.

Keywords: *Dunaliella bardawil*, salinity, cobalt, Beta-carotene



بررسی تاثیر غلظت‌های مختلف منگنز بر رشد و فیزیولوژی جلبک سبز تک سلولی *Dunaliella salina* تحت تنش شوری

ندا شهرامی، علیرضا عینعلی*

گروه زیست‌شناسی، دانشکده علوم، دانشگاه سیستان و بلوچستان

*Email: aeinali@science.usb.ac.ir

چکیده

تنش‌های غیرزیستی از جمله شوری و سمیت فلزات سنگین شامل مسائل محیطی مختلفی است که بر هر مسیر فیزیولوژیکی و بیوشیمیایی در گیاهان تأثیر گذار بوده و در نهایت رشد گیاه را مختل می‌کند. در این پژوهش، تأثیر غلظت‌های مختلف منگنز می‌تواند بر رشد و ویژگی‌های بیوشیمیایی جلبک سبز تک سلولی *Dunaliella salina* مورد بررسی قرار گرفته است. سوسپانسیون‌های جلبکی حاوی دو سطح شوری ۱/۵ و ۳ مولار به صورت فاکتوریل و در سه تکرار برای مدت زمان ۴۸ ساعت با عنصر منگنز با غلظت‌های ۷، ۲۵، ۵۰، ۱۰۰، ۲۰۰، ۵۰۰ و ۱۰۰۰ میکرومولار تیمار شدند. تعداد سلولها در سطح شوری ۱،۵ در پاسخ به غلظت منگنز کاهش یافت در حالیکه در سطح شوری ۳ مولار افزایش پیدا کرد. با افزایش غلظت منگنز، میزان رنگیزه‌ها به شدت کاهش یافت و افزایش شوری نیز تأثیر منفی بر میزان رنگیزه‌ها داشت. میزان پروتئین کل، آمینو اسید و بیوماس جلبکی با افزایش غلظت منگنز در هر دو سطح شوری به صورت معناداری افزایش یافت. بر عکس، میزان نشاسته و پرولین در پاسخ به غلظت منگنز در هر دو سطح شوری روند کاهشی داشت. گلیسرول در غلظت پایین تیمارهای منگنز و شوری افزایش یافت اما با افزایش غلظت این عنصر به شدت روند کاهشی داشت. با افزایش شوری، غلظت گلیسرول در مقایسه با شوری پایین افزایش پیدا کرده و در پاسخ به غلظت‌های پایین منگنز روند افزایشی نشان داد. میزان فعالیت آنزیم‌های آنتی اکسیدان شامل پیروگالول پراکسیداز، آسکوربات پراکسیداز و گایاکول پراکسیداز در در پاسخ به غلظت‌های مختلف منگنز در هر دو سطح شوری کاهش پیدا کرد. نتایج نشان می‌دهد که این جلبک به غلظت‌های بالای منگنز و شوری مقاوم بوده و از طریق تجمع پروتئینها و آمینواسیدها می‌توانند این غلظت‌های بالای منگنز را همراه با شوری تحمل کنند.

کلمات کلیدی: منگنز، شوری، *Dunaliella salina*، پروتئین کل



The effect of different concentrations of manganese on the growth and physiology of the unicellular green alga *Dunaliella salina* under salinity stress

Neda Shahrami, Alireza Einali*

Department of Biology, Faculty of Science, University of Sistan and Baluchestan, Zahedan-Iran

*Email: aeinali@science.usb.ac.ir

Abstract

Abiotic stresses, including salinity and heavy metal toxicity, include various environmental issues that affect every physiological and biochemical pathway in plants and ultimately disrupt plant growth. In this research, the effect of different concentrations of manganese on the growth and biochemical characteristics of the unicellular green algae *Dunaliella salina* has been investigated. Algal suspensions containing two salinity levels (1.5 and 3 M NaCl) were treated in three replicates as factorial design for a period of 48 hours with manganese (Mn) element with concentrations of 7, 25, 50, 100, 200, 500 and 1000 μ M. The number of cells at 1.5 salinity level decreased in response to Mn concentration, while it increased at 3 M salinity level. With the increase of Mn concentration, the amount of pigments decreased drastically and the increase of salinity also had a negative effect on the amount of pigments. Total protein, amino acid and algal biomass increased significantly with increasing Mn concentration in both salinity levels. In contrast, the amount of starch and proline decreased in response to Mn concentration in both salinity levels. Glycerol increased in the low concentration of Mn and salinity treatments, but with the increase in the concentration of this element, it decreased sharply. With increasing salinity, the concentration of glycerol increased compared to low salinity and showed an increasing trend in response to low concentrations of Mn. The activity level of antioxidant enzymes including pyrogallol peroxidase, ascorbate peroxidase and guaiacol peroxidase decreased in response to different concentrations of manganese in both salinity levels. The results show that this alga is resistant to high concentrations of Mn and salinity, so that through the accumulation of proteins and amino acids they can tolerate these high concentrations of Mn along with salinity.

Keywords: manganese, salinity, *Dunaliella salina*, total protein



ارزیابی دو ترکیب فعال زیستی (پروتئین و فیبر) در سه ژنوتیپ کیوی طلایی

امیررضا رضایی ندامانی^{۱*}، منصور افشار محمدیان^۲، محمود قاسم نژاد^۳

۱. دانشجوی کارشناسی ارشد فیزیولوژی گیاهی، دانشکده علوم پایه، دانشگاه گیلان، رشت، ایران
 ۲. دانشیار گروه زیست‌شناسی، دانشکده علوم پایه، دانشگاه گیلان، رشت، ایران
 ۳. استادیار علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه گیلان، رشت، ایران
- ایمیل نویسنده مسئول: R7alirezaenedamani76@gmail.com

چکیده

کیوی طلایی (*Actinidia chinensis*) میوه‌ی بومی چین است که گیاهی دارویی از خانواده Actinidiaceae می‌باشد و به دلیل خواص اقتصادی، تغذیه‌ای و دارویی، محبوبیت زیادی دارد. این میوه بسیار مغذی و منبع غنی از مواد غذایی مختلف شامل ویتامین‌ها، کربوهیدرات‌ها، قند، مواد معدنی، پروتئین، فیبر و کاروتنوئیدها است که در عملکرد متابولیکی و تغذیه‌ای نقش دارند و این موارد باعث شده‌است تا کیوی در سیستم ایمنی، سلامت پوست و سلامت دستگاه گوارش نقش بسیار مهمی ایفا کند. در این تحقیق به منظور تهیه پروفایل تغذیه‌ای برای ژنوتیپ‌های مورد بررسی، محتوای پروتئین کل و فیبر کل سه ژنوتیپ کیوی طلایی (G1، G2 و G3) از رقم Hort 16A موجود در کلکسیون باغ کیوی دانشگاه گیلان ارزیابی شد. میزان پروتئین کل ژنوتیپ‌های مذکور با استفاده از دستگاه Kjeldahl و میزان فیبر کل نمونه‌ها به روش Enzymatic-Gravimetric در سه تکرار بررسی شد. نتایج نشان داد که مقدار پروتئین کل ژنوتیپ G1 بیشتر از دو ژنوتیپ دیگر بود (g/100 g ۲/۰۲) و ژنوتیپ G3 کمترین مقدار را نشان داد (g/100 g ۱/۰۵). بیشترین میزان فیبر کل نیز در نمونه‌های مورد بررسی، متعلق به ژنوتیپ G1 بود (g/100 g ۳/۲۳) و ژنوتیپ G3 نسبت به دو ژنوتیپ دیگر مقدار فیبر کمتری نشان داد (g/100 g ۱/۷۴). با توجه به نتایج این تحقیق می‌توان گفت هر ۳ ژنوتیپ بررسی شده از نظر اهمیت تغذیه‌ای، دارای ارزش غذایی نویدبخشی هستند و بر اساس فاکتورهای ارزیابی شده، ژنوتیپ G1 نسبت به دو ژنوتیپ دیگر، از نظر اهمیت غذایی، در جایگاه بهتری قرار می‌گیرد.

کلمات کلیدی: کیوی طلایی، اهمیت غذایی، پروتئین کل، فیبر کل



Evaluation of two bioactive compounds (protein and fiber) in three golden kiwifruit genotypes

Amirreza Rezaee Nedamani^{1*}, Mansour Afshar Mohammadian², Mahmoud Ghasemnezhad³

^{1*}MSc student of Plant Physiology, Faculty of Sciences, University of Guilan, Rasht, Iran

²Associate Professor, Department of Biology, Faculty of Sciences, University of Guilan, Rasht, Iran

³Assistant Professor, Department of Horticultural Science, University of Guilan, Rasht, Iran
Corresponding author Email: R7alirezaenedamani76@gmail.com

Abstract

Golden kiwifruit (*Actinidia chinensis*) is a fruit native to China, a medicinal plant of the family Actinidiaceae and is popular due to its economic, nutritional and medicinal properties. This fruit is very nutritious and a rich source of various foods including vitamins, carbohydrates, sugars, minerals, proteins, fiber and carotenoids that play a role in metabolic and nutritional function, which has made kiwifruit play a very important role in the immune system, skin health and digestive health. In this study, in order to prepare nutritional profiles for the studied genotypes, total protein and total fiber content of three golden kiwifruit genotypes (G1, G2 and G3) from Hort 16A cultivar in Kiwifruit garden collection of University of Guilan were evaluated. The total protein content of these genotypes was evaluated using Kjeldahl device and total fiber content of the samples was determined by Enzymatic-Gravimetric method in three replications. The results showed that total protein content of G1 genotype was higher than the other two genotypes (2.02 g/100 g) and G3 genotype showed the lowest (1.05 g/100 g). The highest amount of total fiber in the studied samples was related to G1 genotype and G3 genotype showed less fiber content than the other two genotypes (1.74 g/100 g). According to the results of this study, it can be said that all three genotypes have promising nutritional value in terms of nutritional importance, and based on the evaluated factors, genotype G1 is in a better position than the other two genotypes in terms of nutritional importance.

Keywords: Golden kiwifruit, Nutritional value, Total protein, Total fiber



تغییرات فعالیت آنزیم پراکسیداز و طول گیاه زنیان تحت تیمار اکسید روی نانو و توده‌ای در شرایط کشت آبی

مریم مظاهری تیرانی^{۱*}؛ سلیمان دینانی^۲

۱- استادیار، گروه زیست‌شناسی، دانشکده علوم پایه، دانشگاه جیرفت، جیرفت

۲- گروه بیوتکنولوژی، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه بین‌المللی امام خمینی (ره)، قزوین

Email: mazaheri@ujiroft.ac.ir; mtmb_83@yahoo.com

چکیده

عنصر روی مهم و ضروری در فرایند رشد و نمو در گیاهان است. هر تغییر در مقدار آن سبب اختلال بسیاری از فرآیندهای حیاتی گیاه می‌شود. از سوی دیگر، با پیشرفت نانو تکنولوژی در آینده‌ای نه چندان دور نانوذرات بخش مهمی از بیشتر محصولات مصرفی زندگی روزمره را شامل می‌شود. در آزمون حاضر، اثرات غلظت‌های ۰/۱، ۰/۲، ۱، ۵ و ۲۵ میکرومولار نانو اکسید روی (۲۵ نانومتر) و ۰/۲، ۱، ۵ و ۲۵ میکرومولار اکسید روی توده‌ای (اندازه > ۱۰۰۰ نانومتر) نسبت به ۰/۲ میکرومولار سولفات روی بر فعالیت آنزیم پراکسیداز و طول گیاه زنیان بررسی شد. آزمون در یک طرح کامل تصادفی با ۳ تکرار در شرایط هیدروپونیک انجام شد. فعالیت آنزیم پراکسیداز تنها در تیمارهای ۲۵ میکرومولار نانو و ۰/۲ میکرومولار اکسید روی به ترتیب ۴۹/۶ و ۵۸/۲ درصد نسبت به شاهد افزایش نشان داد. سایر سطوح اکسید روی بر فعالیت آنزیم پراکسیداز تفاوت معناداری با شاهد نشان نداد. تیمار ۱ میکرومولار توده‌ای منجر به افزایش ۵۴ درصد در ساقه و ۲۵ درصد در طول ریشه شد، در حالی که تنها ۰/۱ و ۱ میکرومولار نانوذرات اکسید روی به ترتیب ۲۲ و ۲۴ درصد طول ساقه افزایش دادند. افزایش طول ساقه تحت تیمارهای اکسید روی توده‌ای نسبت به طول ریشه بیشتر بود. اما قطر ساقه‌های گیاهان کاهش یافته و شکننده بودند. شدت آسیب در غلظت‌های ۲۵ میکرومولار اکسید روی شدیدتر بود. آنزیم پراکسیداز قادر به مقابله با تنش اکسیداتیو ناشی از اکسید روی توده‌ای / نانوذرات نبود.

کلمات کلیدی: آجوا، اکسیدروی، سمیت، فلز سنگین، نانوذرات



Changes in peroxidase enzyme and length of *Carum copticum* plant under nano and bulk zinc oxide treatment in water-based culture

Maryam Mazaheri-Tirani^{1*}, Soleyman Dayani²

¹Department of Biology, Faculty of Science, University of Jiroft, Jiroft 78671-61167, Iran.

²Department of Agricultural Biotechnology, Payame Noor University (PNU), P.O. Box 19395-4697 Tehran, Iran

*Corresponding author: mazaheri@ujiroft.ac.ir; mtmb_83@yahoo.com

Abstract:

Zinc is an important and necessary element in the process of growth and development in plants. Any change in its amount causes disruption of many vital plant processes. On the other hand, with the advancement of nanotechnology in the not-so-distant future, nanoparticles will include an important part of most consumer products in daily life. In this study, the effects of concentrations of 0.1, 0.2, 1, 5 and 25 μM zinc oxide nanoparticles (NPs: 25 nm) and 0.2, 1, 5 and 25 μM bulk zinc oxide (size <1000 nm) ratio 0.2 μM zinc sulfate was investigated on peroxidase enzyme activity and Ajwain plant length. The test was conducted in a completely randomized design with three replications under hydroponic conditions. The POX enzyme activity showed an increase only at 0.2 μM ZnO bulk and 25 μM nanoparticle treatments by 49.6 and 58.2% compared with the control, respectively. The others levels of bulk and/or NPs didn't change the POX enzyme activity compared to the control. The 1 μM bulk ZnO treatment increased 54% in stem and 25% in root length, while only 0.1 and 1 μM ZnO NPs increased 22 and 24% in stem length, respectively. Shoot length was increased much sharper than root length by ZnO treatments especially in bulk ZnO. But the diameter of the stems was reduced and they were fragile. The damage intensity was stronger at concentrations of 25 μM ZnO. The peroxidase was not able to cope with the oxidative stress caused by ZnO bulk/NPs.

Key words: heavy metal, zinc oxide, nanoparticles, toxicity, ajwain



کاربرد محلول پاشی برگی سالیسیلیک اسید بر عملکرد و اجزای عملکرد سورگوم در مزرعه

مریم مظاهری تیرانی^۱؛ سلیمان دیانی^۲

۱- استادیار، گروه زیست‌شناسی، دانشکده علوم پایه، دانشگاه جیرفت، جیرفت

۲- گروه بیوتکنولوژی، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه بین‌المللی امام خمینی (ره)، قزوین

Email: mazaheri@ujiroft.ac.ir; mtmb_83@yahoo.com

چکیده

سالیسیلیک اسید (SA) یک گروه از تنظیم‌کننده‌های رشد گیاهی است، نقش محوری در تنظیم بسیاری از فرایندهای فیزیولوژیکی نظیر رشد، تکامل، القا سیستم آنتی‌اکسیدان، فتوسنتز و جوانه‌زنی ایفا می‌کند. SA یک ترکیب فنلی است، بنابراین مقادیر بالای آن بر روی رشد و نمو گیاهان اثر مهاری دارد. هدف از این تحقیق بهبود عملکرد و اجزاء عملکرد در گیاه سورگوم (*Sorghum bicolor* L.) تحت تیمار محلول پاشی برگی SA است. آزمایش در سال زراعی ۱۳۹۶-۱۳۹۵ در مزرعه تحقیقاتی در اصفهان در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار انجام گردید. تیمار SA در شش سطح (شاهد، ۰/۲، ۰/۴، ۰/۶، ۰/۸، و ۱ میلی‌مولار) در مرحله ۴ برگی اعمال گردید. به دلیل نوسانات pH در بین گروه‌های تیماری، تمام محلول‌ها با KOH یک مولار در حدود ۵/۵ تنظیم گردید. سپس طول خوشه، وزن تر/خشک خوشه و وزن هزار دانه اندازه‌گیری شد. نتایج نشان داد سالیسیلیک اسید در تمام سطوح به جزء ۰/۴ میلی‌مولار طول، وزن تر/خشک خوشه‌های سورگوم را بهبود بخشید. بیشترین طول و وزن تر خوشه به ترتیب ۲۸/۴ و ۶۸/۶ درصد افزایش نسبت به شاهد در تیمار ۱ میلی‌مولار SA مشاهده شد، درحالی‌که بیشترین وزن خشک خوشه و وزن هزار دانه به ترتیب ۲۸/۴ و ۶۸/۶ درصد افزایش نسبت به شاهد در تیمار ۰/۲ میلی‌مولار SA تعلق داشت. غلظت ۰/۴ میلی‌مولار SA اثر مهاری بر طول خوشه، وزن تر/خشک خوشه و وزن هزار دانه داشت. با توجه به یافته‌های این پژوهش غلظت ۰/۲ میلی‌مولار سالیسیلیک اسید برای بهبود عملکرد گیاه سورگوم در مزرعه پیشنهاد می‌گردد.

کلمات کلیدی: اسیدسالیسیلیک، تنظیم‌کننده رشد گیاهی، ذرت خوشه‌ای، وزن هزار دانه



Foliar application of salicylic acid on yield and yield components of sorghum in the field

Maryam Mazaheri-Tirani^{1*}, Soleyman Dayani²

¹Department of Biology, Faculty of Science, University of Jiroft, Jiroft 78671-61167, Iran.

²Department of Agricultural Biotechnology, Payame Noor University (PNU), P.O. Box 19395-4697 Tehran, Iran

*Corresponding author: mazaheri@ujiroft.ac.ir; mtmb_83@yahoo.com

Abstract:

Salicylic acid (SA) is a group of plant growth regulations, it plays important roles in regulating many physiological processes such as growth, development, induction of antioxidant system, photosynthesis and germination. SA is phenolic compounds, so its high amounts have an inhibitory effect on the growth and development of plants. The aim of this study is to improve yield and yield components in sorghum plant (*Sorghum bicolor* L.) under Foliar application of SA treatment. The experiment was conducted in the crop year 2015-2016 in a research farm in Isfahan in the form of a randomized complete block design with three replications. SA treatments were applied at six levels (control, 0.2, 0.4, 0.6, 0.8 and 1 mM) at the 4-leaf stage. Due to pH fluctuations among the treatment groups, the pH of all solutions was adjusted to about 5.5 with 1 M KOH. Then the panicle length, fresh/dry panicle weight and 1000 seeds weight were measured. The results showed that salicylic acid improved the fresh/dry weight of sorghum panicle at all levels except for the 0.4 mM component. The maximum length and fresh weight of the panicle were belonged with 28.4 and 68.6% increase compared to the control group in the treatment of 1 mM SA, respectively. While the maximum dry weight panicle and the 1000 seeds weight were 28.4 and 68.6% increase compared to the control group, respectively. The 0.4 mM SA had an inhibitory effect on length, fresh/dry weight of panicle and 1000 seeds weight. According to the findings of this study, the level of 0.2 mM salicylic acid is suggested to improve the performance of sorghum plant in the field.

Key words: plant growth regulation, SA, *Sorghum bicolor*, 1000 seeds weight



مطالعه اثر تعدیل‌کنندگی کربنات کلسیم در سالیکورنیا پرسیکا تحت تنش شوری

نوشین کلهری^۱، معصومه ملکی^{۲*}، زهرا موحدی^۳

^۱ دانشجوی ارشد فیزیولوژی گیاهی، دانشگاه ملایر، ایران

^۲ استادیار گروه زیست‌شناسی، دانشکده علوم پایه، دانشگاه ملایر، ملایر، ایران

^۳ استادیار گروه تولید و ژنتیک گیاهی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ملایر، ملایر، ایران

*Corresponding author, Email: masoumemaleki@gmail.com

چکیده

شور بودن خاک‌های زراعی و آب‌آبیاری را می‌توان جزء یکی از عمده‌ترین عوامل محدودکننده‌ی رشد گیاهان در اغلب نقاط جهان همچنین ایران دانست. امروزه با استفاده از تعدیل‌کننده‌های تنش شوری، میزان آسیب تنش را کاهش می‌دهند. استفاده از تعدیل‌کننده‌هایی با قیمت مقرون به صرفه در این موارد بسیار مهم می‌باشد. در این تحقیق بذرهای گیاه یوهالوفیت سالیکورنیا پرسیکا مورد استفاده قرار گرفت. بذرها در شرایط یکسان کشت شدند. تحقیق حاضر در قالب طرح آزمایشی به صورت فاکتوریل و در قالب طرح کاملاً تصادفی با ۳ تکرار انجام شد. در این پژوهش اثر سه سطح کربنات کلسیم (۰، ۱۰ و ۵۰)، سه سطح شوری (۰، ۱۰۰ و ۴۰۰ پی پی ام) و چهار مرحله برداشت (روز ۱، ۷، ۱۴ و ۲۱) مورد ارزیابی قرار گرفت. نتایج نشان داد که با افزایش شوری روند رشد گیاه کاهش می‌یابد، اما در شوری ۱۰۰، روند رشدی کمی افزایش می‌یابد. همچنین نتایج نشان داد که تیمار هر دو غلظت کربنات کلسیم اثر تعدیل‌کنندگی شوری دارد. با افزایش تنش شوری و تیمار کربنات کلسیم آنتوسیانین روند افزایشی نشان می‌دهد. در ضمن مالون دی‌الدهید در حین تنش در شوری ۱۰۰ کاهش و در شوری ۴۰۰ افزایش داشت، اما تیمار کربنات کلسیم بویژه غلظت ۱۰ کاهش مالون دی‌الدهید را در شوری ۱۰۰ و ۴۰۰ نشان داد. در کل می‌توان نتیجه گرفت که تیمار کربنات کلسیم اثر تعدیل‌کنندگی دارد و موجب افزایش تحمل به شوری در سالیکورنیا پرسیکا می‌شود.

واژگان کلیدی: تنش شوری، سالیکورنیا پرسیکا، کربنات کلسیم



The study of moderating effect of calcium carbonate in *Salicornia persica* during salinity stress

Noushin Kalhori¹, Masoume Maleki^{2*}, Zahra Movahedi³

¹ Senior student of plant physiology, Malayer University

² Assistant Professor, Department of Biology, Faculty of Basic Sciences, Malayer University, Malayer, Iran

³ Assistant Professor, Department of Plant Production and Genetics, Faculty of Agriculture, Malayer University, Malayer, Iran

*Corresponding author, Email: masoumemaleki@gmail.com

Abstract

Salinity of agricultural soils and irrigation waters can be considered as a plant growth limiting factor in most parts of the world as well as Iran. Nowadays, by using moderators, they reduce stress damage. It is very important to use modifiers with right price in this case. *Salicornia persica* seeds (euhalophyte) were used in this research. A factorial experiment was carried out in the form of a completely randomized design, in order to investigate the effect of calcium carbonate on reducing the oxidative stress of *Salicornia Persica*, under salt stress, with three repetitions. In this research, the effect of three levels of calcium carbonate (0, 10 and 50), three levels of salinity (0, 100, 400 microgram/ml sodium chloride) and four stages of harvest (1, 7, 14 and 21 day) were evaluated. The results showed that the growth decreased with increasing salinity. The exception was an increase in salinity of 100. Also the results showed that the treatment of both concentrations of calcium carbonates has a salinity modulating effect. Anthocyanin increased with increasing salinity stress and calcium carbonate treatment. Malondialdehyde decreased during 100 salinities and increased 400 salinities, but calcium carbonate treatment especially concentration 10, showed malondialdehyd reduction in 100 and 400 salinities. In general, it can be concluded that the treatment of calcium carbonate can increase *Salicornia Persica* Salinity tolerance.

Keywords: *Salicornia persica*, salinity stress, carbonate calcium



بررسی فعالیت ضد باکتریایی *Salicornia persica* تحت تیمار نانوذرات اکسید آهن و تنش شوری

مائه خرمی^۱، حدیث طوافی^{۲*}، معصومه ملکی^۳، زهرا موحدی^۴

۱. دانشجوی کارشناسی ارشد فیزیولوژی گیاهی، دانشکده علوم، دانشگاه ملایر، ملایر، ایران.

۲. استادیار، گروه زیست‌شناسی، دانشکده علوم، دانشگاه ملایر، ملایر، ایران.

۳. استادیار، گروه زیست‌شناسی، دانشکده علوم، دانشگاه ملایر، ملایر، ایران.

۴. استادیار، گروه تولیدات گیاهی و ژنتیک، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ملایر، ملایر، ایران.

*نویسنده مسئول: حدیث طوافی، استادیار، دکترای میکروبی‌شناسی، دانشگاه ملایر .

hadistavafai@yahoo.com

چکیده

سالیکورنیا پرسیکا، یک گیاه هالوفیت است. این گیاه دارای خاصیت ضد باکتریایی است. پژوهش حاضر در طرح سطوح کاملاً تصادفی با تیمار شوری در چهار سطح (۰، ۱۰۰، ۲۰۰ و ۴۰۰ پی پی ام نمک طعام) و نانوذرات اکسید آهن (۰، ۲ و ۱۵ میلی گرم بر میلی لیتر) با سه تکرار می‌باشد. بررسی آنتی‌باکتریایی گیاه تحت تیمار با تعیین MIC و MBC در برابر باکتری‌های بیماری‌زا به روش میکرودیولوشن برآورد انجام شد. نتایج نشان داد که اثر متقابل شوری و نانوذرات بر میزان مالون دی‌آلدئید معنی‌دار بود و بیشترین مقدار مربوط به شوری ۴۰۰ ppm و نانوذرات ۱۵ میلی گرم در میلی لیتر و کمترین مقدار مربوط به گیاه شاهد بود. تحت تیمار ۲ میلی گرم بر میلی لیتر نانوذره، اثر ضدباکتریایی عصاره گیاه شاهد تحت تیمار نانوذره ۲ میلی گرم بر میلی لیتر، بیشترین فعالیت ضدباکتریایی را نسبت به سایر تیمارها نشان داد. نتایج MIC عصاره گیاه مذکور بر روی *E. coli*، *S. aureus*، *P. aeruginosa* و *S. pyogenes* به ترتیب ۰/۷۸، ۰/۱۹، ۰/۷۸ و ۰/۳۹ میلی گرم در میلی لیتر گزارش شد. همچنین نتیجه MBC عصاره گیاهی روی باکتری‌های مذکور به ترتیب ۱/۵۶، ۰/۳۸، ۰/۷۸ و ۱/۵۶ میلی گرم بر میلی لیتر است. بر اساس نتایج به دست آمده، می‌توان نتیجه گرفت که تنش نمک و نانوذرات آهن باعث افزایش فعالیت ضدباکتریایی گیاه شدند. همچنین تنش شوری و نانوذرات آهن باعث افزایش مالون دی‌آلدئید، فنل کل و آنتوسیانین شد.

کلمات کلیدی: سالیکورنیا پرسیکا، فعالیت ضد باکتریایی، نانوذرات اکسید آهن



Antibacterial activity study of the *Salicornia persica* under the treatment of iron oxide nanoparticles and salt stress

Maedeh Khorrami¹, Hadis Tavafi^{2,*}, Masoume Maleki³, Zahra Movahedi⁴

1. Master's student of plant physiology, Faculty of Sciences, Malayer University, Malayer, Iran
2. Assistant Professor, Department of Biology, Faculty of Sciences, Malayer University, Malayer, Iran
3. Assistant Professor, Department of Biology, Faculty of Sciences, Malayer University, Malayer, Iran
4. Assistant Professor, Department of plant production and genetics, Faculty of agriculture, Malayer University, Malayer, Iran

*Corresponding author: Hadis Tavafi, Assistant Professor, PhD in Microbiology, Malayer University. hadistavafai@yahoo.com

Abstract

Salicornia persica is a halophyte plant. This plant has antibacterial properties. The present research is in the design of completely random levels with salinity treatment at four levels (0, 100, 200 and 400 ppm of NaCl) and iron oxide nanoparticles (0, 2 and 15 mg/ml) with three repetitions. The antibacterial investigation of the plant under treatment was done by determining the MIC and MBC against pathogenic bacteria using broth microdilution method. The results showed that the interaction effects of salinity and nanoparticles on the amount of malondialdehyde was significant, and the highest amount was related to the salinity of 400 ppm and the nanoparticle of 15 mg/ml, and the lowest value was related to the control plant under the treatment of 2 mg/ml nanoparticle, the antibacterial effect of control plant extract under the treatment of nanoparticle of 2 mg/ml showed the highest antibacterial activity compared to other treatments. The MIC results of the mentioned plant extract on *E. coli*, *S. aureus*, *P. aeruginosa* and *S. pyogenes* were reported as 0.78, 0.19, 0.78 and 0.39 mg/ml, respectively. Also, the result of MBC of plant extract on mentioned bacteria is 1.56, 0.38, 0.78 and 1.56 mg/ml, respectively. Based on the obtained results, it can be concluded that salt stress and iron nanoparticles increased the antibacterial activity of the plant. Also salinity stress and iron nanoparticles increased malondialdehyde, total phenol and anthocyanins.

Keywords: *Salicornia persica*, Antibacterial activity, Iron oxide nanoparticles



بررسی فعالیت ضد میکروبی گیاه *Salicornia persica* تحت تیمار نانوذرات دی اکسید تیتانیوم و

تنش شوری

فائزه خرمی^۱، حدیث طوافی^{۲*}، معصومه ملکی^۳، زهرا موحدی^۴

۱. دانشجوی کارشناسی ارشد فیزیولوژی گیاهی، دانشکده علوم، دانشگاه ملایر، ملایر، ایران.

۲. استادیار، گروه زیست‌شناسی، دانشکده علوم، دانشگاه ملایر، ملایر، ایران.

۳. استادیار، گروه زیست‌شناسی، دانشکده علوم، دانشگاه ملایر، ملایر، ایران.

۴. استادیار، گروه تولیدات گیاهی و ژنتیک، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ملایر، ملایر، ایران.

*نویسنده مسئول: حدیث طوافی، استادیار، دکترای میکروبی‌شناسی، دانشگاه ملایر .

hadistavafai@yahoo.com

چکیده

Salicornia persica گیاهی نمک دوست است. این گیاه دارای خاصیت ضد میکروبی است. این مطالعه در قالب طرح کاملاً تصادفی با تیمار شوری در ۴ سطح ۰، ۱۰۰، ۲۰۰ و ۴۰۰ ppm نانوذرات NaCl و دی‌اکسید تیتانیوم در غلظت‌های ۰، ۵ و ۵۰ میلی‌گرم بر میلی‌لیتر، با ۳ تکرار انجام شد. بررسی ضد باکتریایی گیاه تحت تنش و تیمار با تعیین MIC و MBC آن در برابر باکتری با استفاده از روش Microdilution برآورد انجام شد. نتایج نشان داد که اثر متقابل شوری و نانوذره بر میزان آنتوسیانین معنی‌دار بوده و بیشترین میزان آنتوسیانین مربوط به شوری ۴۰۰ ppm و نانوذره ۵۰ میلی‌گرم بر میلی‌لیتر و کمترین مقدار مربوط به شوری ۲۰۰ است. و نانوذرات ۵ میلی‌گرم بر میلی‌لیتر، اثر ضدباکتریایی عصاره گیاه تحت شوری ۲۰۰ و نانوذره ۵ میلی‌گرم بر میلی‌لیتر، بیشترین فعالیت ضدباکتریایی را نسبت به سایر تیمارها نشان دادند. نتایج MIC عصاره گیاهی بر روی *S. aureus*، *E. coli*، *P. aeruginosa* و *S. pyogenes* به ترتیب ۰/۷۸، ۰/۷۸، ۰/۳۹، ۰/۷۸ میلی‌گرم در میلی‌لیتر گزارش شد. همچنین نتایج MBC های عصاره گیاهی بر روی باکتری های مذکور به ترتیب ۱/۵۶، ۰/۷۸، ۰/۷۸ و ۱/۵۶ میلی‌گرم بر میلی‌لیتر گزارش شد. بر اساس نتایج به دست آمده، می‌توان نتیجه گرفت که تنش شوری و نانوذرات دی‌اکسید تیتانیوم باعث افزایش فعالیت ضدباکتریایی گیاه شدند. همچنین تنش شوری و نانوذرات دی‌اکسید تیتانیوم باعث افزایش مالون دی‌آلدهید، فنل کل و فلاونوئیدها شد.



کلمات کلیدی: *سالیکورنیا پرسیکا*، فعالیت ضد میکروبی، نانوذرات دی اکسید تیتانیوم

Investigation of antimicrobial activity of the *Salicornia persica* under the treatment of titanium dioxide nanoparticles and salinity stress

Faezeh Khorrami¹, Hadis Tavafi^{2,*}, Masoume Maleki³, Zahra Movahedi⁴

1. Master's student of plant physiology, Faculty of Sciences, Malayer University, Malayer, Iran
2. Assistant Professor, Department of Biology, Faculty of Sciences, Malayer University, Malayer, Iran
3. Assistant Professor, Department of Biology, Faculty of Sciences, Malayer University, Malayer, Iran
4. Assistant Professor, Department of plant production and genetics, Faculty of agriculture, Malayer University, Malayer, Iran

*Corresponding author: Hadis Tavafi, Assistant Professor, PhD in Microbiology, Malayer University. hadistavafai@yahoo.com

Abstract

Salicornia persica is a salt-loving plant. This plant has antimicrobial properties. This study performed in the design of completely random with salinity treatment at 4 levels of 0, 100, 200 and 400 ppm of NaCl and Titanium dioxide nanoparticles at concentrations of 0, 5 and 50 mg/ml, with 3 repetitions. The antibacterial investigation of the plant under stress and treatment was done by determining its MIC and MBC against bacteria using broth Microdilution method. The results showed that the interaction effects of salinity and nanoparticle on the amount of anthocyanin was significant, and the highest amount of anthocyanin was related to salinity of 400 ppm and nanoparticle of 50 mg/ml, and the lowest amount was related to salinity of 200 and nanoparticle of 5 mg/ml, the antibacterial effect of the plant extract under salinity of 200 and nanoparticle of 5 mg/ml showed the highest antibacterial activity compared to other treatments. The MIC results of the plant extract on *E. coli*, *S. aureus*, *P. aeruginosa* and *S. pyogenes* was reported as 0.78, 0.78, 0.39, 0.78 mg/ml respectively. Also, the results of MBCs of plant extract on mentioned bacteria were reported as 1.56, 0.78, 0.78 and 1.56 mg/ml respectively. Based on the obtained results, it can be concluded that salt stress and titanium dioxide nanoparticles increased the antibacterial activity of the plant. Also salinity stress and titanium dioxide nanoparticles increased malondyaldehyde, total phenol and flavonoids.

Keywords: *Salicornia persica*, Antimicrobial activity, Titanium dioxide nanoparticles



مروری بر جنبه‌های فیزیولوژیکی و بیوشیمیایی تنش شوری در گیاهان

سمیرا جهانتیغ

گروه زیست‌شناسی، دانشکده علوم، دانشگاه سیستان و بلوچستان

Email: sm.jahantigh1991@gmail.com

چکیده

یکی از رایج‌ترین عوامل غیرزیستی است که بهره‌وری گیاهان زراعی را محدود می‌کند تنش شوری است. شوری گیاهان را تحت تأثیر قرار می‌دهد که منجر به اختلال در فرآیندهای فیزیولوژیکی و بیوشیمیایی به دلیل عدم تعادل تغذیه‌ای، تنش اسمزی، اثرات یونی خاص، کمبود آب و استرس اکسیداتیو می‌شود. شدت شوری به میزان نمک آب آبیاری، شیمی و فیزیک خاک، نوع گیاهان، مراحل رشد گیاه و برنامه آبیاری بستگی دارد. در شرایط شور، جذب Na^+ و Cl^- با جذب عناصر غذایی مانند K^+ ، N ، P و Ca^{2+} توسط گیاهان رقابت می‌کند که باعث ایجاد اختلالات تغذیه‌ای در نتیجه کاهش کمیت و کیفیت عملکرد می‌شود. شوری موجب کاهش در بسیاری از عوامل مورفولوژیکی گیاه از جمله وزن تر و خشک اندام هوایی، رشد اندام هوایی و ریشه، طول و پهنای برگ و میزان نسبی آب برگ می‌گردد. پاسخ‌های بیوشیمیایی گیاهان به تنش شوری متفاوت است پروتئین و اسیدهای آمینه به عنوان یک مخزن انرژی و تنظیم‌کننده پتانسیل اسمزی در گیاهانی که در معرض شوری هستند جمع می‌شوند، و در مواجهه با تنش شوری تحمل ایجاد کنند. تجمع کربوهیدرات‌ها و تغییر در انواع آن‌ها یکی دیگر از واکنش‌های بیوشیمیایی گیاهان به تنش شوری است، در حالی که هر یک نقش عمده‌ای در حفاظت اسمزی، تنظیم اسمزی، ذخیره کربن و مهار رادیکال ایفا می‌کند. کاهش فنل و فلاونوئید هم در غلظت‌های بالای نمک مشاهده شد. افزایش در فعالیت آنزیم‌های مختلف هم یکی دیگر از واکنش‌های گیاهان به تنش شوری است.

کلمات کلیدی: تنش شوری، اسمز، گیاهان، تغذیه



A review of the physiological and biochemical aspects of salinity stress in plants

Samira Jahantigh

Department of Biology, Faculty of Science, University of Sistan and Baluchestan

Email: sm.jahantigh1991@gmail.com

Abstract

One of the most common abiotic factors that limit the productivity of agricultural plants is salt stress. Salinity affects plants, leading to disturbances in physiological and biochemical processes due to nutritional imbalance, osmotic stress, specific ionic effects, water deficit and oxidative stress. The intensity of salinity depends on the amount of salt in the irrigation water, the chemistry and physics of the soil, the type of plants, the growth stages of the plant and the irrigation schedule. In saline conditions, the absorption of Na⁺ and Cl⁻ competes with the absorption of nutrients such as K⁺, N, P and Ca²⁺ by plants, which causes nutritional disorders as a result of reducing the quantity and quality of yield. Salinity causes a decrease in many morphological factors of the plant, including fresh and dry weight of shoot, shoot and root growth, leaf length and width, and the relative amount of leaf water. Biochemical responses of plants to salinity stress are different. Protein and amino acids are accumulated as an energy reservoir and regulator of osmotic potential in plants that are exposed to salinity, and to develop tolerance in the face of salinity stress. Accumulation of carbohydrates and change in their types is another biochemical reaction of plants to salinity stress, while each one plays a major role in osmotic protection, osmotic regulation, carbon storage and radical scavenging. A decrease in phenol and flavonoid was observed in high salt concentrations. Increase in the activity of different enzymes is another reaction of plants to salt stress.

Keywords: salinity stress, osmosis, plants, nutrition



مروری بر تاثیر نانوذرات مختلف بر ریز جلبکها

طاهره جهانتیغ^{۱*}، محمد جهانتیغ^۲

گروه زیست‌شناسی، دانشکده علوم، دانشگاه زابل، ایران

ایمیل نویسنده مسئول: taherehzjehantigh@gmail.com

چکیده

با توسعه سریع فناوری نانو و استفاده گسترده از محصولات نانو، سمیت زیست محیطی نانوذرات (NPs) و خطرات بالقوه آنها برای محیط زیست نگرانی‌های زیادی را برانگیخته است. نانوذرات به طور فزاینده‌ای از طرق مختلف در محیط‌های آبی رها می‌شوند و از طریق زنجیره‌های غذایی در موجودات آبی تجمع می‌یابند و منجر به اثرات سمی بر موجودات آبی می‌شوند. در اکوسیستم‌های اکولوژیکی، ریزجلبک‌ها تولیدکنندگان اولیه هستند و نقش حیاتی در زنجیره‌های غذایی دارند. بنابراین، اثرات بد آلاینده‌ها بر روی گونه‌های ریزجلبک ممکن است تعادل کل اکوسیستم‌ها را به هم بزند. اثرات سمی و رفتار نانومواد در اکوسیستم‌ها بر روی ریزجلبک‌ها اخیراً بررسی شده است. در محیط آبی، جلبک‌های سبز و دیاتومه‌ها نه تنها تولیدکنندگان اولیه سطوح گرمسیری بالاتر هستند، بلکه نقش مهمی برای عملکرد طبیعی اکوسیستم‌های آبی دارند. مطالعات متعدد نشان داده‌اند که نانوذرات اثرات نامطلوبی بر گونه‌های ریزجلبک‌های آب شیرین و دریایی ایجاد می‌کنند. هنگامی که نانوذرات وارد سلول‌های جلبکی می‌شوند، می‌توانند دیواره سلولی و غشای سلولی را از بین ببرند و در فضای بین دیواره سلولی و غشای پلازما رسوب کنند. نانوذرات با وارد به سلول‌ها به ساختار کلروپلاست آسیب می‌رساند. نانوذرات همچنین می‌توانند باعث اختلال در عملکرد میتوکندری شوند که ممکن است بر روند متابولیک سلول‌های جلبکی تأثیر بگذارد. علاوه بر این، نانوذرات می‌توانند وارد هسته شوند که منجر به اثرات غیر طبیعی هسته‌ای می‌شود. مشخص شد که کروماتین هسته‌ای در برابر غشای هسته‌ای جمع شده و متراکم شده است. این می‌تواند باعث آسیب DNA شود و در نتیجه روند تقسیم سلولی را مهار کند. نتایج مربوط به یافته‌های مختلف نشان داد نانوذرات به دلیل خواص منحصر به فرد خود مانند اندازه کوچک و در نتیجه سطح بالا و تحرک خود می‌توانند بر مورفولوژی، اندازه سلول‌های جلبک، رشد جلبکها، شاخص عملکرد کلروفیل و رنگدانه‌های فتوسنتزی اثر بازدارندگی بسیاری داشته باشند.

کلمات کلیدی: نانوذرات، ریزجلبکها، اکوسیستم، تنش



A review of the effect of different nanoparticles on microalgae

Tahereh Jahantigh*¹, Mohammad Jahantigh²

Department of Biology, Faculty of Science, Zabol University, Iran

*Email: taherehzjahantigh@gmail.com

Abstract

With the rapid development of nanotechnology and the widespread use of nanoproducts, the environmental toxicity of nanoparticles (NPs) and their potential risks to the environment have raised many concerns. Nanoparticles are increasingly released into aquatic environments in various ways and accumulate in aquatic organisms through food chains and lead to toxic effects on aquatic organisms. In ecological ecosystems, microalgae are primary producers and play a vital role in food chains. Therefore, the adverse effects of pollutants on microalgae species may disturb the balance of entire ecosystems. The toxic effects and behavior of nanomaterials in ecosystems on microalgae have been investigated recently. In the aquatic environment, green algae and diatoms are not only primary producers of higher trophic levels, but also play an important role in the normal functioning of aquatic ecosystems. Several studies have shown that nanoparticles cause adverse effects on freshwater and marine microalgae species. When nanoparticles enter algal cells, they can destroy the cell wall and the cell membrane and deposit in the space between the cell wall and the plasma membrane. Nanoparticles damage the chloroplast structure by entering the cells. Nanoparticles can also cause mitochondrial dysfunction, which may affect the metabolic processes of algal cells. In addition, nanoparticles can enter the nucleus, leading to abnormal nuclear effects. It was found that the nuclear chromatin was packed and condensed against the nuclear membrane. This can cause DNA damage and thus inhibit the process of cell division. The results related to various findings showed that nanoparticles, due to their unique properties such as small size and as a result, their high surface area and mobility, can have many inhibitory effects on the morphology, size of algae cells, algae growth, chlorophyll function index and photosynthetic pigments.

Keywords: nanoparticles, microalgae, ecosystem, stress



بررسی سطح بیان فاکتورهای رونویسی NFATc1 در لنفوسیت‌های بیماران مبتلا به COVID-19

امید خمر، نیما سندگل، محمد حدادی*

گروه زیست‌شناسی، دانشکده علوم پایه، دانشگاه زابل، زابل

چکیده

زمینه و هدف: کروناویروس سها خانواده بزرگی از ویروسها هستند که در انسان و حیوان منجر به بیماری میشوند. بیماران مبتلا به بیماری کروناویروس ۲۰۱۹ (طیفی از علائم با شدت متفاوت از جمله تب، سرفه، گلودرد و غیره را نشان می‌دهند و در اکثر افراد خفیف است. اولین واکنش سیستم ایمنی در برابر ویروس را نوتروفیل‌ها تشکیل داده و ماکروفاژها و دندرتیک سل‌ها فرایند بیگانه‌خواری را انجام می‌دهند. در ادامه سیستم ایمنی تطبیقی (لنفوسیت B و T) وارد عمل می‌شود. لنفوسیت‌های T کمک‌کننده، به واکنش قوی‌تر سیستم ایمنی بدن در برابر ویروس و هدایت لنفوسیت‌های T کشنده به سوی سلول‌های آلوده به ویروس کمک می‌کنند. فاکتورهای هسته‌ای سلول‌های T فعال (NFAT: Nuclear factor of activated T cells) از پنج ایزوفرم (NFAT5، NFATc1-c4) تشکیل شده است. این پروتئین‌ها نوعی فاکتور رونویسی هستند که هم در سیتوپلاسم و هم در هسته انواع سلول‌های بدن وجود دارند. NFATها در توسعه و فعال سازی سلول‌های ایمنی، به ویژه لنفوسیت‌های T و ماکروفاژها نقش دارند. هدف از این مطالعه بررسی میزان بیان فاکتور NFATc1 را در زمان تشخیص بیماری کرونا (قبل از درمان) و پس از پایان بیماری بود.

مواد و روش‌ها: تعداد ۱۰۰ نمونه خون از افراد مراجعه کننده به بیمارستان بوعلی زاهدان با کسب رضایت- نامه در ابتدای بیماری (قبل از شروع درمان) جمع آوری شد که ۵۰ نفر تایید شده مبتلا به کووید ۱۹ و ۵۰ نفر سالم به عنوان کنترل منفی در نظر گرفته شد. با استفاده از محلول ترايزول می‌توان RNA با کیفیت بالا را جداسازی کرد. سنتز cDNA این فرایند با استفاده از کیت شرکت سیناکلون انجام شده در نهایت میزان تفاوت بیان ژن با استفاده از فرمول $2^{-\Delta\Delta CT}$ حاصل می‌شود و با کمک نرم افزارهای آماری نظیر SPSS و آزمون‌هایی نظیر آزمون χ^2 سطح اختلاف بیان ژن مورد نظر در ابتدا و انتهای بیماری کووید ۱۹ تجزیه و تحلیل شد.

یافته‌ها: سیستم ایمنی اکتسابی شامل لنفوسیت‌های T و B با از بین بردن مستقی سلول‌های آلوده، ترشح سایتوکاین‌های تقویت‌کننده پاسخ‌ها و ترشح آنتی‌بادی‌های خنثی‌کننده در جهت ریشه کن کردن ویروس در بدن فعالیت می‌کنند ولی انحراف این پاسخ‌ها به سمت T helper نیز می‌تواند زمینه ساز التهاب غیرقابل کنترل و آسیب بافتی شود. درمان‌های ضدالتهابی، ضدویروسی، سرم درمانی و حمایتی برای بیماران بدحال مورد استفاده اند. فاکتورهای هسته‌ای سلول‌های T فعال (NFAT) نقش ویژه‌ای در



سومین کنفرانس ملی یافته‌های نوین زیست‌شناسی

3rd National Conference On New Biological Findings

۳ الی ۵ خرداد ۱۴۰۲



تشخیص و درمان این بیماری دارند. از بین بیماران مبتلا شده پس از تایید به روش PCR تعداد ۵۸٪ زن NFATc1 را بیان کردند.

نتیجه گیری: از آنجا که NFATها در توسعه و فعال سازی سلول‌های ایمنی، به ویژه لنفوسیت‌های T و ماکروفاژها نقش بسزایی دارند میتوان نتیجه گرفت که میزان بیان NFAT1 در این بیماری در جهت درمان و تشخیص کمک شایانی خواهد نمود.

کلید واژه‌ها: کوید ۱۹، qRT PCR، لنفوسیت T، NFATc1



Investigating the expression level of NFATc1 transcription factor in lymphocytes of patients with COVID-19

Omid Khammar, Nima Sanadgol, Mohammad Haddadi*

Department of Biology, Faculty of Basic Sciences, University of Zabol, Zabol.

Abstract

Background: Coronaviruses are a large family of viruses that cause disease in humans and animals. Patients with the 2019 coronavirus disease (show a range of symptoms of varying severity, including fever, cough, sore throat, etc., and it is mild in most people. The first reaction of the immune system against the virus is formed by neutrophils, and macrophages and Dendritic cells carry out the process of xenophagy. Next, the adaptive immune system (B and T lymphocytes) comes into action. T lymphocytes contribute to a stronger reaction of the body's immune system against the virus and direct killer T lymphocytes to the cells. infected with the virus. Nuclear factors of activated T cells (NFAT) consist of five isoforms (NFATc1-c4, NFAT5). These proteins are a type of transcription factor that is found both in the cytoplasm and in the nucleus of various types of cells. exist in the body. NFATs play a role in the development and activation of immune cells, especially T lymphocytes and macrophages. The purpose of this study is to investigate the expression level of NFATc1 factor at the time of diagnosis of corona disease (before treatment) and after the end It was a disease.

Materials and Methods: 100 blood samples were collected from people referred to Bo Ali Zahedan hospital with consent at the beginning of the disease (before starting treatment), 50 people confirmed to be infected with covid-19 and 50 healthy people were considered as negative controls. High quality RNA can be isolated by using Trizol solution. The cDNA synthesis of this process was done using the Cinacloon company kit. Finally, the difference in gene expression is obtained using the formula $2^{-\Delta\Delta CT}$, and with the help of statistical software such as SPSS and tests such as the chi-square test, the level of expression difference The desired gene was analyzed at the beginning and end of the disease of Covid-19.

Findings: The acquired immune system, including T and B lymphocytes, works to eradicate the virus in the body by directly destroying infected cells, secreting cytokines that strengthen responses, and secreting neutralizing antibodies, but the deviation of this response even leads to T helper can also cause uncontrollable inflammation and tissue damage. Anti-inflammatory, antiviral, serum therapy and supportive treatments are used for critically ill patients. The nuclear factors of activated T cells (NFAT) have a special role in the diagnosis and treatment of this disease. Among the affected patients, 58% expressed the NFATc1 gene after confirmation by PCR.

Conclusion: Since NFATs play a significant role in the development and activation of immune cells, especially T lymphocytes and macrophages, it can be concluded that the level of NFAT1 expression in this disease will help in the treatment and diagnosis.

Keywords: COVID-19, qRT PCR, T lymphocyte, NFATc1



اثرات نانوذره دی اکسید تیتانیوم و طیف نور بر رشد و برخی خصوصیات مورفولوژیکی و فیزیولوژیکی در زنیان (*Carum copticum*)

مهديه بهارمقدم^{۱*}، بتول کرامت^۲، نازی نادرزاد^۳، حسین مظفری^۴، شهرام پورسیدی^۵

۱- دانشجوی دکتری فیزیولوژی گیاهی، گروه زیست‌شناسی، دانشکده علوم، دانشگاه شهید باهنر کرمان، ایران

۲- دانشیار گروه زیست‌شناسی، دانشکده علوم، دانشگاه شهید باهنر کرمان، ایران

۳- استادیار گروه زیست‌شناسی، دانشکده علوم، دانشگاه شهید باهنر کرمان، ایران

۴- استادیار گروه اکولوژی، پژوهشگاه علوم و تکنولوژی پیشرفته و علوم محیطی، دانشگاه تحصیلات تکمیلی صنعتی و فناوری پیشرفته کرمان، ایران

۵- دانشیار گروه بیوتکنولوژی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهید باهنر کرمان، ایران

*نویسنده مسئول: مهديه بهارمقدم، دانشجوی دکتری فیزیولوژی گیاهی
m.baharmoghadam114@yahoo.com

چکیده

زنیان یکی از گیاهان دارویی متعلق به خانواده چتریان است. دی اکسید تیتانیوم نانوذره ای کاربردی است که باعث بهبود خصوصیات مورفولوژیکی و فیزیولوژیکی در گیاهان می گردد. همچنین، نور یکی از عوامل مهم و تاثیرگذار بر رشد و فیزیولوژی گیاهان می باشد. در پژوهش حاضر، اثرات نانوذره دی اکسید تیتانیوم و طیف نور بر تعدادی از پارامترهای مورفولوژیکی و فیزیولوژیکی در گیاه زنیان مورد بررسی قرار گرفت. به این منظور، گیاهچه ها در شرایط کنترل شده با دوره نوری ۱۶ ساعت روشنایی و ۸ ساعت تاریکی، دمای ۲۲ درجه سانتی گراد و رطوبت ۴۰ درصد در سیستم هیدروپونیک کاشته شده و پس از سه هفته تحت تیمار قرار گرفتند. ابتدا نانوذره دی اکسید تیتانیوم در غلظت های (۴۰۰، ۳۰۰، ۲۰۰، ۱۰۰، ۰) بر روی اندام هوایی زنیان (سه مرتبه در طی یک هفته) اسپری شد. سپس، گیاهچه ها توسط طیف های مختلف نور (سفید، سفید-آبی و آبی) به مدت یک هفته تیمار شدند. نتایج این پژوهش نشان داد که نانوذره دی اکسید تیتانیوم در غلظت 200 ppm موثرترین تیمار برای بهبود پارامترهای ذکر شده است. رشد طولی اندام هوایی و ریشه از عوامل کلیدی افزایش زیست توده محسوب می شود که می تواند به دلیل افزایش فتوسنتز توسط تیمارهای مورد نظر باشد. از سوی دیگر، با افزایش کارایی فتوسنتز پتانسیل تولید کربوهیدرات ها در



سومین کنفرانس ملی یافته‌های نوین زیست‌شناسی

3rd National Conference On New Biological Findings

۳ الی ۵ خرداد ۱۴۰۲



گیاه بالا می‌رود. علاوه بر این، به کار بردن نانوذره دی‌اکسید تیتانیوم و طیف نور سبب بهبود جذب نور و فعالیت آنزیم روبیسکو، افزایش جذب نیترات شده و در نتیجه میزان پروتیین در گیاه را افزایش می‌دهد.

کلمات کلیدی: نانوذره دی‌اکسید تیتانیوم، طیف نور، زنیان، کربوهیدرات، پروتیین



Effects of Titanium dioxide nanoparticle and light spectrum on the growth, some morphological and physiological parameters of *Carum copticum*

Mahdieh Baharmoghadam ^{1*}, Batool Keramat ², Nazi Nadernejad ³, Hossein Mozafari⁴, Shahram Pourseyedi ⁵

1- PhD student of plant physiology, Department of Biology, College of science, Shahid Bahonar University, Kerman, Iran

2- Associate Professor of Biology Department, College of science, Shahid Bahonar University, Kerman, Iran

3- Assistant Professor of Biology Department, College of science, Shahid Bahonar University, Kerman, Iran

4- Assistant Professor of Ecology Department, Institute of Science and High Technology, Graduate University of Advanced Technology, Kerman, Iran

5- Associate Professor of Biotechnology Department, Shahid Bahonar University, Kerman, Iran

* Corresponding author :PhD student in plant physiology, E-mail :

m.baharmoghadam114@yahoo.com

Abstract

Carum copticum is one of the medicinal plants belonging to the Apiaceae (Umbelliferae) family. Titanium dioxide (TiO₂) is a practical nanoparticle that improves morphological and physiological characteristics in the plants. Also, light is one of the important and effective factors on the growth and physiology of plants. In this research, the effects of Titanium dioxide nanoparticles (TiO₂ NPs) and light spectrum was investigated on some of morphological and physiological parameters in *Carum copticum*. for this purpose, seedlings were grown under controlled hydroponic conditions with a photoperiod of 16/8 light(h)/dark(h) at 22°C and 40% humidity and after three weeks treated by spraying of different TiO₂ NPs concentrations (0, 100, 200, 300 and 400 ppm) on their shoots and then treated by the light spectra (white, white-blue and blue) for one week. The results showed that 200 ppm TiO₂ NPs is significantly the best and most effective treatment for improvement of the mentioned parameters. Longitudinal growth of shoots and roots is one of the key factors of biomass increase which is due to the enhancement of photosynthesis by the desired treatments. On the other hand, the potential of carbohydrates production increases by promoting of photosynthesis efficiency. Furthermore, application of TiO₂ NPs and light spectrum improve light absorption and Rubisco enzyme activity, increase nitrate absorption and as a result, elevate the amount of protein in *Carum copticum*.

Keywords: Titanium dioxide nanoparticle, Light spectrum, *Carum copticum*, Carbohydrate, Protein



ارزیابی اثرات نانوذره اکسید روی بر برخی پارامترهای رشد کلرلا

ستایش افشون، اکبر نورسته نیا

رشت، منظریه، بلوار منظریه، خ حسین آزاد، خ میرفیض، دانشکده علوم پایه دانشگاه گیلان،

* ستایش افشون setayeshafshoun04@gmail.com

چکیده

پیشوند نانو یک اصطلاح یونانی است به معنای «کوئوله» یا چیزی بسیار کوچک گفته می‌شود و یک هزار میلیونیم متر را نشان می‌دهد. روی، عنصری کمیاب و ضروری برای انسان، میکروارگانیسم‌ها و گیاهان است. اکسید روی یک ترکیب معدنی با فرمول ZnO و پودری سفید رنگ و در آب نامحلول می‌باشد. کلرلا نمونه تک سلولی غیر متحرک و دارای سلول‌های کوچک و اندازه سلول‌ها بین ۲ تا ۱۲ میکرون می‌باشد و امکان مشاهده آن با میکروسکوپ معمولی آزمایشگاهی وجود ندارد. در مورد اثر تیمار نانوذرات بر رشد گیاهان بسته به غلظت به کار رفته نتایج ضد و نقیضی وجود دارد. در این پژوهش نانوذره اکسید روی به روش زیستی سنتز و آماده شد. و جلبک کلرلا از تالاب سواستان جمع‌آوری و به آزمایشگاه منتقل شد. جلبک در شرایط دمایی ۲۵ درجه سانتی‌گراد و دوره روشنایی - تاریکی ۱۶/۸ ساعت و در محیط کشت هوگلند ۱۰ درصد در آزمایشگاه نگهداری و تیمار دهی اعمال شد. در ادامه تاثیر غلظت‌های مختلف نانوذره سنتز شده و توده اکسید روی بر پارامترهای فیزیولوژیکی رشد جلبک مورد نظر قرار گرفت. در نتیجه طبق تحقیقاتی که در گذشته صورت گرفته، اکسید روی منجر به افزایش رشد و جوانه زنی در گیاه نخود شده است و در زمینه تاثیر غلظت‌های مختلف نانوذره اکسید روی بر گیاهان ذرت و گندم انجام شد، نشان داد با افزایش غلظت نانوذره اکسید روی میزان روی در هر دو گیاه افزایش یافت. طبق بررسی‌ها و ارزیابی در این تحقیق بر روی جلبک کلرلا، غلظت‌های مختلف تاثیرات متفاوتی داشته و هر چه قدر مقدار غلظت افزایش یافته در نتیجه تاثیر منفی بر روی رشد جلبک می‌گذارد.

کلمات کلیدی: جلبک کلرلا، اکسید روی، رشد



Evaluation of the effects of zinc oxide nanoparticles on some growth parameters of *Chlorella*

Setayesh Afshoun, Akbar Norasteh nia

Rasht, Manzareh, Manzareh Blvd., Hossein Azad St., Mirfaiz St., Faculty of Basic Sciences, Gilan University.

*Setayesh Afshoun: setayeshafshoun04@gmail.com

Abstract

The prefix nano is a Greek term meaning "dwarf" or something very small, and indicates one thousand millionth of a meter. Zinc is a rare and essential element for humans, microorganisms and plants. Zinc oxide is a mineral compound with the formula ZnO and is a white powder that is insoluble in water. *Chlorella* is a non-motile single-cell specimen with small cells and the size of the cells is between 2 and 12 microns, and it is possible to observe it with a normal laboratory microscope. It does not. Regarding the effect of nanoparticle treatment on plant growth, depending on the concentration used, there are conflicting results. In this research, zinc oxide nanoparticle was synthesized and prepared by biological method. *Chlorella* algae were collected from Sustan lagoon and transported to the laboratory. Algae were stored and treated in the laboratory at a temperature of 25 C and a light-dark period of 16/8 hours and in a 10% Hoagland medium. Different concentrations of synthesized nanoparticles and zinc oxide mass were evaluated on the physiological parameters of the algae growth. As a result, according to research conducted in the past, zinc oxide has led to an increase in growth and germination in chickpea plants, and it was carried out in the context of the effect of different concentrations of zinc oxide nanoparticles on corn and wheat plants, and it showed that with an increase in the concentration of zinc oxide nanoparticles, The amount of zinc increased in both plants. According to the investigations and evaluation in this research on *Chlorella* algae, different concentrations have different effects and the higher the concentration, the more it has a negative effect on the algae growth.

Key words: *Chlorella* algae, zinc oxide, growth



کاربرد ریزجلبک‌ها در تغذیه آبزیان

سمیه میرشکاری^۱، علی خسروانی زاده^{۲*}

- ۱- گروه زراعت و اصلاح نباتات، پژوهشکده کشاورزی، پژوهشگاه زابل، زابل.
 - ۲- گروه علوم آبزیان، پژوهشکده تالاب بین‌المللی هامون، پژوهشگاه زابل، زابل.
- Email: * Khosravani.ali@uoz.ac.ir

چکیده

با توجه به اینکه آبی پروری سریع‌ترین رشد را در بین شیوه‌های تولید غذا در سراسر جهان دارد، بهره‌گیری از ترکیبات جدید در جیره آبزیان به منظور تامین غذای کافی برای این صنعت ضرورت دارد. میکروجلبک‌ها به واسطه توانایی فتوسنتز، تثبیت ازت، تثبیت دی‌اکسید کربن و امکان بقا در تمامی اکوسیستم‌های آبی، از آب‌های شیرین تا شور، از مهمترین تولیدکنندگان شبکه غذایی زمین بحساب می‌آیند. در چند دهه اخیر از جلبک‌ها به دلیل داشتن زی‌توده غنی از پروتئین، چربی، آنتی‌اکسیدان، کربوهیدرات و رنگدانه در صنایع غذایی مختلف استفاده می‌گردد. در آبی پروری نیز برای اهداف مختلف (نظیر غذای زنده برای لاروهای ماهی و صدف‌ها، تولید روغن مورد استفاده در جیره، تولید آستاگزانتین و کاروتنوئید و غیره) از ریزجلبک‌ها به طور گسترده استفاده می‌شود. پروتئین‌ها، اسیدهای آمینه، اسیدهای چرب چند غیراشباع با زنجیره بلند، رنگدانه‌های آنتی‌اکسیدانی، ویتامین‌ها، مواد معدنی و فیبرها برخی از مهمترین ترکیبات ریزجلبک‌ها هستند که دارای ارزش زیستی برای استفاده در آبی پروری هستند. در مقاله حاضر ریزجلبک‌های مورد استفاده به عنوان ماده غذایی برای آبزیان، ترکیبات بهبود دهنده سلامت در جلبک‌ها و نقش آن‌ها در رشد، ایمنی و مقاومت در برابر بیماری آبزیان شرح و مورد بحث قرار می‌گیرد.

کلمات کلیدی: غذای زنده، آنتی‌اکسیدان، کاروتنوئید.



Application of microalgae in feeding aquatic animals

Mirshekari S.¹ Khosravanizadeh A.^{2*}

1- Department of Agronomy and Plant Breeding, Agriculture Institute, Research Institute of Zabol, Zabol.

2- Department of Aquatic sciences, Hamoun International Wetland Institute, Research Institute of Zabol, Zabol.

Email: * Khosravani.ali@uoz.ac.ir

Abstract

Considering that aquaculture has the fastest growth among food production methods around the world, it is necessary to use new compounds in the diet of aquatic animals in order to provide enough food for this industry. Due to the ability of photosynthesis, nitrogen fixation, carbon dioxide fixation, and the possibility of survival in all water ecosystems, from fresh to salt water, microalgae are considered to be one of the most important producers of the earth's food web. In the last few decades, algae have been used in various food industries due to their high content of proteins, fats, antioxidants, carbohydrates and pigments. In aquaculture, microalgae are widely used for various purposes (such as live food for fish larvae and oysters, production of oil used in diet, production of astaxanthin and carotenoid, etc.). Proteins, amino acids, long-chain polyunsaturated fatty acids, antioxidant pigments, vitamins, minerals and fibers are some of the most important compounds of microalgae that have biological value for use in aquaculture. In this article, microalgae used as food for aquatic animals, health-improving compounds in algae and their role in the growth, immunity and resistance to aquatic diseases are described and discussed.

Keywords: Live food, Antioxidants, Carotenoid.



بررسی تاثیر عصاره‌های آبی و الکلی گیاه ارس بر برخی ویژگی‌های فیزیولوژیکی گیاه شاهی *Lepidium sativum*

مهديه كرد، شهلا هاشمی* علیرضا عینعلی

گروه زیست‌شناسی، دانشکده علوم، دانشگاه سیستان و بلوچستان

*Email: Shahlahashemi15@science.usb.ac.ir

چکیده

محرك زیستی گیاهی به عنوان محصولاتی که فرآیندهای تغذیه گیاه را مستقل از محتوای مواد مغذی محصول تحریک می‌کند و تنها هدف آن بهبود کارایی مصرف مواد مغذی، تحمل به استرس غیر زنده، بهبود صفات کیفی است. در پژوهش حاضر عصاره‌های آبی و الکلی گیاه ارس بر برخی فاکتورهای گیاه شاهی (*Lepidium sativum*) بررسی گردید. طرح مورد بررسی به صورت فاکتوریل و در سه تکرار و تیمارها شامل عصاره‌های آبی و الکلی هر کدام بصورت جداگانه در سه سطح ppm ۰، ۵۰۰ و ۱۰۰۰ تهیه و در مرحله ۳-۴ بر روی گیاهان شاهی محلول پاشی شدند. صفات مورفولوژیکی شاهی در مواجهه با غلظت‌های پایین عصاره آبی ارس بهبود یافت اما در غلظت بالا اثر کاهشی داشت. عصاره‌های الکلی در مقایسه با عصاره آبی تاثیر کمتر بر صفات مورفولوژیک اعمال کرد. عصاره الکلی گیاه ارس سبب افزایش فلاونوئید، آنتوسیانین، پروتئین محلول، آنزیم پلی فنل اکسیداز و پراکسیداسیون لیپید شد. میزان آمینو اسید، آنزیم پیروگالول پراکسیداز، کاتالاز در هر دو عصاره آبی و الکلی افزایش نشان دادند. نتایج حاصل از این پژوهش نشان می‌دهد که عصاره گیاه ارس اثرات مثبت و معناداری بر فاکتورهای رویشی و بیوشیمیایی گیاه شاهی دارد.

کلمات کلیدی: ارس، شاهی، عصاره آبی، عصاره الکلی



Investigating the effect of aqueous and alcoholic extracts of juniper on some physiological characteristics of *Lepidium sativum*

Mahdia Kurd, Shahla Hashemi*, Alireza einali

Department of Biology, Faculty of Science, University of Sistan and Baluchestan, Zahedan-Iran

*Email: Shahlahashemi15@science.usb.ac.ir

Abstract

Plant biostimulants are products that stimulate plant nutrition processes independently of the product's nutrient content, and its sole purpose is to improve the efficiency of nutrient consumption, tolerance to abiotic stress, and improve quality traits. In the present study, aqueous and alcoholic extracts of juniper plant were investigated on some factors of *Lepidium sativum*. The studied design was factorial and in three replications and the treatments included aqueous and alcoholic extracts each separately at three levels of 0, 500 and 1000 ppm and were sprayed on watercress plants at the 3-4 leaf stage. Morphological traits of watercress were improved when exposed to low concentrations of juniper aqueous extract, but had a decreasing effect at high concentrations. Alcoholic extracts had less effect on morphological traits compared to aqueous extract. Alcoholic extract of juniper plant increased flavonoid, anthocyanin, soluble protein, polyphenol oxidase enzyme and lipid peroxidation. The amount of amino acid, pyrogallol peroxidase enzyme, catalase increased in both aqueous and alcoholic extracts. The results of this research show that juniper plant extract has positive and significant effects on vegetative and biochemical factors of watercress.

Keywords: juniper, *Lepidium sativum*, aqueous extract, alcoholic extract



نقش پراکسید هیدروژن در تنظیم متابولیسم گیاه و سیگنالینگ سلولی در پاسخ به تنش های محیطی

آمنه خطیبی راد^۱، فریبا نیک نفس میری^۱، راضیه خسروی^۱، علیرضا میر^۲، علیرضا عینعلی^{۱*}
^۱ گروه زیست‌شناسی، دانشکده علوم، دانشگاه سیستان و بلوچستان
^۲ اداره آموزش و پرورش استان سیستان و بلوچستان
*Email: ainali@science.usb.ac.ir

چکیده

پراکسید هیدروژن (H_2O_2) عمدتاً در سلول های گیاهی در طول فتوسنتز و تنفس نوری و به میزان کمتری در فرآیندهای تنفسی تولید می شود. این پایدارترین گونه‌های فعال اکسیژن (ROS) است، و بنابراین نقش مهمی را به عنوان یک مولکول سیگنال در فرآیندهای فیزیولوژیکی مختلف ایفا می کند. این پژوهش، یک مطالعه مروری مختصر بر نقش این مولکول در متابولیسم گیاهی و پاسخ به تنشهای مختلف محیطی است. مقادیر H_2O_2 در طول تنش های محیطی افزایش می یابد. مکانیسم های خاص تولید H_2O_2 نقش مهمی در تنوع سیگنالینگ آن ایفا می کند. پراکسید هیدروژن با پروتئین های حاوی تیول پیوند برقرار کرده و مسیرهای سیگنالینگ مختلف و همچنین فاکتورهای رونویسی را فعال می کند که به نوبه خود بیان ژن و فرآیندهای چرخه سلولی را تنظیم می نماید. سیستم های ژنتیکی در کنترل هموستاز ردوکس سلولی و سیگنالینگ H_2O_2 موثر است. علاوه بر متابولیسم فتوسنتزی و تنفسی، ماتریکس خارج سلولی نیز نقش مهمی در تولید H_2O_2 ایفا می کند و بنابراین می تواند فرآیندهای مهمی مثل رشد، نمو، واکنش های سازگاری و دفاعی گیاه را کنترل کند. در طول تنش های محیطی مختلف، بالاترین سطح H_2O_2 در رگبرگ های برگ مشاهده می شود. بیشتر دانش ما در مورد H_2O_2 در گیاهان از مطالعه گیاهان C3 به دست آمده است. پراکسید هیدروژن سایر واکنش های هورمونی در گیاهان را تنظیم می کند، بنابراین می تواند نقش ضروری را به عنوان "هورمون اصلی" ایفا کند. این امر محتمل است که در اوایل تکامل فتوسنتز اکسیژنی بر روی زمین، H_2O_2 می تواند در تکامل فتوسیستم مدرن II نقش داشته باشد.

کلمات کلیدی: رادیکالهای آزاد اکسیژن، هیدروژن پراکسید، تنشهای محیطی



The role of hydrogen peroxide in regulation of plant metabolism and cellular signaling in response to environmental stresses

Ameneh Khatibi-Rad¹, Fariba Niknafs-Miri¹, Razieh Khosravi¹, Alireza Mir², Alireza Einali^{1*}

¹ Department of Biology, Faculty of Science, University of Sistan and Baluchestan, Zahedan-Iran

² Department of Education of Sistan and Baluchestan, Zahedan, Iran

*Email: aeinali@science.usb.ac.ir

Abstract

Hydrogen peroxide (H₂O₂) is mainly produced in plant cells during photosynthesis and photorespiration and to a lesser extent during respiratory processes. It is the most stable reactive oxygen species (ROS), and therefore plays an important role as a signaling molecule in various physiological processes. This research is a brief review on the role of this molecule in plant metabolism and response to various environmental stresses. H₂O₂ levels increase during environmental stress. Specific mechanisms of H₂O₂ production play an important role in its signaling diversity. Hydrogen peroxide binds with thiol-containing proteins and activates various signaling pathways as well as transcription factors, which in turn regulate gene expression and cell cycle processes. Genetic systems are effective in controlling cellular redox homeostasis and H₂O₂ signaling. In addition to photosynthetic and respiratory metabolism, the extracellular matrix also plays an important role in the production of H₂O₂ and therefore can control important processes such as growth, development, adaptation, and defense reactions of the plant. During different environmental stresses, the highest level of H₂O₂ is observed in leaf veins. Most of our knowledge about H₂O₂ in plants comes from studying C3 plants. Hydrogen peroxide regulates other hormonal reactions in plants, so it can play an essential role as the "master hormone". It is likely that early in the evolution of oxygenic photosynthesis on Earth, H₂O₂ could have played a role in the evolution of modern photosystem II.

Keywords: reactive oxygen species (ROS), Hydrogen peroxide, environmental stresses



تغییرات زیست‌توده تر و خشک، رنگدانه‌های کلروفیل و کاروتنوئید گیاه دارویی بابونه تحت تاثیر محلول‌پاشی با محرک‌های زیستی

محدثه کیمیایی^۱، شهلا هاشمی شهرکی^۱، علیرضا عینعلی^{۱*}، علی نجم^۲
^۱گروه زیست‌شناسی، دانشکده علوم، دانشگاه سیستان و بلوچستان
^۲گروه علوم باغبانی و فضای سبز، دانشکده کشاورزی، دانشگاه زابل
*Email: ainali@science.usb.ac.ir

چکیده

اثر بخشی گیاهان دارویی با ویژگی‌های شیمیایی آن‌ها مرتبط است. آلکالوئیدها، تریپنوئیدها، ترکیبات فنلی، گلیکوزیدها و پلی‌ساکاریدها با توجه به اثرات درمانی آن‌ها از اهمیت ویژه‌ای برخوردار هستند. کاربرد محرک‌های زیستی در جهت تولید محصولات بیولوژیکی مختلف می‌تواند باعث افزایش رشد کمی و کیفی گیاهان و کاهش اثرات تنش‌های زیستی و غیر زیستی بر آن‌ها شود. در این پژوهش، تاثیر محلول‌پاشی غلظتهای صفر و ۱۰۰ میکروگرم بر میلی لیتر عصاره‌های آبی میوه‌های چیکو (*Manilkara zapota* L.) و گواوا (*Psidium guajava* L.) و همچنین عصاره آبی برگ بیدام (*Terminalia catappa* L.) بر میزان زیست‌توده و رنگیزه‌های فتوسنتزی گیاه دارویی بابونه (*Matricaria chamomilla* L.) مورد بررسی قرار گرفت. نتایج نشان داد که محلول‌پاشی گیاهان توسط سه عصاره چیکو، بیدام و گواوا به طور قابل توجهی منجر به افزایش زیست‌توده تر و خشک نسبت به گیاهان شاهد گردید که طبق مشاهدات، چیکو برتر بود. همچنین بیشترین میزان کلروفیل و کاروتنوئید با تیمار چیکو ثبت شد. با این حال، کمترین میزان کلروفیل در گیاهان تیمار شده با بیدام و گواوا مشاهده شد که نسبت به شاهد هر دو اثر منفی داشتند. در مقابل، بررسی داده‌های مربوط به میزان کاروتنوئید نشان داد که دو عصاره بیدام و گواوا در مقایسه با شاهد دارای اثر افزایشی بودند که در این میان، تیمار گواوا بهتر بود. مطابق نتایج حاصل، عصاره چیکو باعث افزایش زیست‌توده گیاهی و میزان رنگدانه‌های کلروفیل و کاروتنوئید در گیاه بابونه شد.

کلمات کلیدی: بابونه، بیوماس، چیکو، محرک زیستی



Changes in wet and dry biomass, chlorophyll and carotenoid pigments of chamomile medicinal plant under foliar application with biostimulants

Mohadaseh Kimyayi¹, Shahla Hashemi Shahraki¹, Alireza Einali^{1*}, Ali Najm²

¹Department of Biology, Faculty of Science, University of Sistan and Baluchestan

²Department of Horticulture and Green Space Sciences, Faculty of Agriculture, University of Zabol

Abstract

The effectiveness of medicinal plants is related to their chemical properties. Alkaloids, terpenoids, phenolic compounds, glycosides and polysaccharides have particular importance due to their therapeutic effects. The use of biostimulants to produce different bio products can increase the quantitative and qualitative growth of plants and reduce the effects of biotic and abiotic stresses on them. In this research, the effect of foliar application of concentrations of 0 and 100 µg/ml of fruit aqueous extracts of Chiko (*Manilkara zapota* L.) and Guava (*Psidium guajava* L.) as well as aqueous extracts of Bidam leaves (*Terminalia catappa* L.) on the amount of biomass and the photosynthetic pigments of the chamomile medicinal plant (*Matricaria chamomilla* L.) were investigated. The results showed that foliar spraying of plants with three extracts of Chiko, Bidam and Guava significantly led to an increase in dry biomass compared to the control plants, and Chiko was superior according to the observations. Also, the highest amount of chlorophyll and carotenoid was recorded with Chiko treatment. However, the lowest amount of chlorophyll was observed in plants treated with Bidam and Guava, both of which had negative effects compared to the control. On the other hand, the analysis of the data related to the amount of carotenoid showed that two extracts of Bidam and Guava had an increasing effect compared to the control, which the Guava treatment was better. According to the results, Chiko extract increased plant biomass and the amount of chlorophyll and carotenoid pigments in chamomile plant.

Keywords: Chamomile, Biomass, Chiko, Biostimulant



تاثیر عصاره های آبی و الکلی میوه کاکتوس بر برخی ویژگیهای مورفولوژیکی و فیزیولوژیکی گیاه بابونه

محدثه کیمیایی، شهلا هاشمی شهرکی، علیرضا عینعلی*
گروه زیست‌شناسی، دانشکده علوم، دانشگاه سیستان و بلوچستان
*Email: ainali@science.usb.ac.ir

چکیده

محرك های زیستی به موادی با منشا بیولوژیکی گفته می شود که بدون در نظر گرفتن محتوای مواد مغذی، سبب افزایش کارایی تغذیه، فرآیندهای رشد و همچنین افزایش تحمل به تنشهای زیستی و غیر زیستی گیاهان می گردند. عصاره های گیاهی می توانند به عنوان محرك های طبیعی رشد گیاه یا آفت کش ها عمل کنند زیرا منبع غنی از ترکیبات زیست فعال می باشند. در این پژوهش، تاثیر غلظتهای مختلف عصاره های آبی و الکلی میوه گیاه کاکتوس (*Opuntia stricta* Haw.) بر برخی ویژگیهای مورفولوژیکی و فیزیولوژیکی گیاه بابونه (*Matricaria chamomilla* L.) مورد بررسی قرار گرفت. گیاهان بابونه به صورت فاکتوریل و در سه تکرار با غلظتهای صفر، ۲۵۰، ۵۰۰ و ۱۰۰۰ میکروگرم بر میلی لیتر عصاره های آبی و الکلی میوه گیاه کاکتوس از طریق محلول پاشی تیمار شدند. غلظتهای ۲۵۰ میکروگرم بر میلی لیتر عصاره های آبی و الکلی سبب کاهش شدید طول، وزن تر و بیوماس بخش هوایی و ریشه گیاه بابونه شدند بطوریکه تاثیر کاهشی عصاره های آبی بسیار بیشتر بود. با افزایش غلظت عصاره های میوه کاکتوس، این تاثیر منفی بر روند رشد کاهش پیدا کرده و در غلظت ۱۰۰۰ میکروگرم بر میلی لیتر، بیوماس بخش هوایی نسبت به کنترل افزایش پیدا کرد. محتوای نسبی آب گیاه متناسب با افزایش غلظت عصاره های میوه کاکتوس افزایش می یابد بطوریکه غلظتهای ۱۰۰۰ عصاره ها سبب بهبود ۱۰ درصدی در محتوای نسبی آب گیاه شدند. عصاره های الکلی میوه موجب افزایش شدید میزان رنگیزه های کلروفیل و کاروتنوئیدها نسبت به کنترل شدند در حالیکه عصاره های آبی تاثیر معناداری نداشتند. نتایج نشان می دهد که عصاره های الکلی میوه کاکتوس در بهبود تولید بیوماس و میزان فتوسنتز گیاه تاثیر مثبتی دارا می باشند.

کلمات کلیدی: کاکتوس، بابونه، محرك زیستی، کلروفیل



The effect of aqueous and alcoholic extracts of cactus fruit on some morphological and physiological characteristics of chamomile

Mohadaseh Kimyayi, Shahla Hashemi-Shahraki, Alireza Einali*

Department of Biology, Faculty of Science, University of Sistan and Baluchestan, Zahedan-Iran

*Email: aeinali@science.usb.ac.ir

Abstract

Biostimulants are substances of biological origin that, regardless of the content of nutrients, increase the efficiency of nutrition, growth processes, and also increase tolerance to biotic and abiotic stresses of plants. Plant extracts can act as natural plant growth stimulants or pesticides because they are a rich source of bioactive compounds. In this research, the effect of different concentrations of aqueous and alcoholic extracts of cactus fruit (*Opuntia stricta* Haw.) on some morphological and physiological characteristics of chamomile (*Matricaria chamomilla* L.) was investigated. Chamomile plants were treated in triplicate as factorial design with concentrations of 0, 250, 500 and 1000 $\mu\text{g/ml}$ aqueous and alcoholic extracts of cactus fruit through foliar spraying. Concentrations of 250 $\mu\text{g/ml}$ of aqueous and alcoholic extracts caused a sharp decrease in the length, fresh weight and biomass of the shoot and root parts of chamomile plants, so that the reducing effect of aqueous extracts was much greater. By increasing the concentration of cactus fruit extracts, this negative effect on the growth process decreased and at a concentration of 1000 $\mu\text{g/ml}$, the biomass of the shoot increased compared to the control. The relative water content of the plant increases proportionally with the increase in the concentration of cactus fruit extracts, so that the concentrations of 1000 $\mu\text{g/ml}$ caused a 10% improvement in the relative water content of the plant. Alcoholic fruit extracts caused a strong increase in the amount of chlorophyll pigments and carotenoids compared to the control, while aqueous extracts had no significant effect. The results show that alcoholic extracts of cactus fruit have a positive effect on improving biomass production and plant photosynthesis.

Key words: cactus, chamomile, biostimulant, chlorophyll



تأثیر فنیل آلانین و هیدروژن پراکسید بر رشد و برخی ویژگیهای بیوشیمیایی جلبک سبز تک سلولی *Dunaliella salina* تحت تنش شوری

زینب دهانی، علیرضا عینعلی*

گروه زیست‌شناسی، دانشکده علوم، دانشگاه سیستان و بلوچستان

*Email: ainali@science.usb.ac.ir

چکیده

شوری از مهمترین تنش‌های غیرزنده به حساب می‌آید که تمام جنبه‌های فیزیولوژیکی و متابولیکی از جمله فتوسنتز، سنتز اسید آمینه و تنفس را تحت تأثیر قرار می‌دهد. هنگامی که گیاهان با این تنش رو به رو هستند به طور طبیعی در همه سطوح مولکولی، بیوشیمیایی و فیزیولوژیکی به شوری واکنش نشان می‌دهند. در این پژوهش، تأثیر فنیل آلانین و هیدروژن پراکسید به عنوان یک پیامبر پسین بر رشد و برخی ویژگیهای بیوشیمیایی جلبک سبز تک سلولی *Dunaliella salina* تحت تنش شوری مورد بررسی قرار گرفته است. سوسپانسیونهای جلبکی حاوی دو سطح شوری (۱/۵ و ۳ مولار) به صورت فاکتوریل و در سه تکرار برای مدت زمان ۴۸ ساعت با سه سطح فنیل آلانین (صفر، ۲ و ۵ میلی مولار) و هیدروژن پراکسید (صفر، ۱ و ۲ میلی مولار) تیمار شدند. تعداد سلولها، غلظت رنگیزه‌های فتوسنتزی شامل کلروفیل a، b و بتاکاروتن و میزان پروتئین کل در سطح شوری ۱،۵ مولار در پاسخ به تیمارهای فنیل آلانین به شدت افزایش یافتند در حالیکه افزودن هیدروژن پراکسید سبب کاهش معنادار این مقادیر شد. در سطح شوری ۳ مولار، تیمار فنیل آلانین تأثیر معناداری بر تعداد سلولها و غلظت رنگیزه‌های فتوسنتزی نشان نداد ولی افزودن هیدروژن پراکسید موجب کاهش شدید آنها گشت. میزان قندهای احیایی در هر دو سطح شوری در پاسخ به فنیل آلانین و هیدروژن پراکسید کاهش یافتند در حالیکه این تیمارها سبب افزایش میزان قندهای غیر احیایی در سطح شوری ۱،۵ شده و در سوسپانسیونهای ۳ مولار تأثیری نداشت. تجمع نشاسته در سلولهای جلبکی رشد یافته در هر دو سطح شوری در پاسخ به فنیل آلانین به شدت کاهش یافت اما با تیمار ۱ میلی مولار هیدروژن پراکسید افزایش پیدا کرد. نتایج نشان داد که تیمار فنیل آلانین می‌تواند سبب افزایش تحمل جلبک به شوری از طریق تأثیر بر میزان رنگیزه‌ها شود ولی در صورت افزودن هیدروژن پراکسید، این روند معکوس می‌گردد.

کلمات کلیدی: فنیل آلانین، شوری، *Dunaliella salina*، هیدروژن پراکسید



The effect of phenylalanine and hydrogen peroxide on the growth and some biochemical characteristics of the unicellular green algae *Dunaliella salina* under salinity stress

Zeynab Dehani, Alireza Einali*

Department of Biology, Faculty of Science, University of Sistan and Baluchestan, Zahedan-Iran

*Email: aeinali@science.usb.ac.ir

Abstract

Salinity is considered one of the most important abiotic stresses that affects all physiological and metabolic aspects including photosynthesis, amino acid synthesis and respiration. When plants are facing this stress, they naturally react to salinity at all molecular, biochemical and physiological levels. In this research, the effect of phenylalanine and hydrogen peroxide as a signal molecule on the growth and some biochemical characteristics of the unicellular green alga *Dunaliella salina* under salinity stress has been investigated. Algal suspensions containing two levels of salinity (1.5 and 3 M NaCl) were treated in three replications as factorial design for a period of 48 hours with three levels of phenylalanine (0, 2 and 5 mM) and hydrogen peroxide (0, 1 and 2 mM). The number of cells, the concentration of photosynthetic pigments including chlorophyll a, b and Beta-carotene and the amount of total protein at 1.5 M level increased significantly in response to phenylalanine treatments, while the addition of hydrogen peroxide caused a significant decrease in these values. At the salinity level of 3 M, phenylalanine treatment did not show a significant effect on the number of cells and the concentration of photosynthetic pigments, but the addition of hydrogen peroxide caused a sharp decrease in them. The amount of reducing sugars in both salinity levels decreased in response to phenylalanine and hydrogen peroxide, while these treatments increased the amount of non-reducing sugars at 1.5 M level and had no effect in 3 M suspensions. Starch accumulation in algal cells grown at both salinity levels was significantly decreased in response to phenylalanine, but increased with 1 mM hydrogen peroxide treatment. The results showed that phenylalanine treatment can increase the tolerance of alga to salinity by affecting the amount of pigments, but this process is reversed if hydrogen peroxide is added.

Keywords: phenylalanine, salinity, *Dunaliella salina*, hydrogen peroxide



بررسی تاثیر تنش نانو ذرات اکسید روی بر روی رنگیزه‌ها و برخی صفات مورفولوژیکی گیاه شاهی (*Lepidium sativum L.*) در حضور تیمار پراکسید هیدروژن

شیمایرندگان^۱، علیرضا عینعلی^{۱*}، شهلا هاشمی شهرکی^۱، سمانه اسکندرپور^۲

۱. گروه زیست‌شناسی، دانشکده علوم، دانشگاه سیستان و بلوچستان، زاهدان، ایران

۲. گروه کشاورزی، دانشگاه ولایت ایرانشهر، ایران

ایمیل نویسنده مسئول: aeinali@science.usb.ac.ir

چکیده

تغییر وضعیت فیزیولوژیکی در پاسخ به عواملی که تعادل متابولیک را مختل می‌کنند تنش محسوب می‌شود. بسیاری از تنش‌های غیرزیستی متمایز از نظر مکانیکی، سبب ایجاد تغییرات مورفولوژی و آناتومی در گیاه می‌شوند. تنش‌های غیرزیستی مانند نمک، خشکی، دماهای بالا و پایین و فلزات سنگین به طور قابل توجهی بر جنبه‌های مورفولوژی گیاه مانند وزن تر و خشک، سطح برگ، طول ساقه و ریشه، رشد کلی گیاه و عملکرد محصول تأثیر می‌گذارد. آزمایشی جهت بررسی تاثیر نانوذرات اکسید روی بر رنگیزه‌ها و برخی صفات مورفولوژیکی گیاه شاهی تحت تیمار پراکسید هیدروژن در قالب طرح فاکتوریل کامل تصادفی در دانشگاه سیستان و بلوچستان انجام شد. تیمارهای اکسید روی در سه سطح ۰، ۳۰۰ و ۵۰۰ پی پی ام و تیمار پراکسید هیدروژن هم در سه سطح ۰، ۱ و ۵ میلی مولار بودند. طبق نتایج حاصل از این بررسی نشان داد که غلظت تیمارهای اکسید روی و پراکسید هیدروژن در مقادیر کم تا متوسط سبب افزایش میزان کلروفیل a، کلروفیل b، کلروفیل کل و کاروتنوئید کل شد؛ اما با افزایش غلظت این تیمارها از میزان رنگیزه‌ها کاسته شد. نتایج این تیمارها بر روی صفات مورفولوژیکی هم نشان داد که در غلظت‌های بالای این تیمارها سبب کاهش صفات مورفولوژیکی شد به گونه‌ای که در غلظت بالای اکسید روی و پراکسید هیدروژن میزان صفات مورفولوژیکی کمترین مقدار را نشان داد. نتایج نشان می‌دهد که غلظت این تیمارها در حد بهینه سبب تحریک رشد و غلظت‌های بالا حالت سمی ایجاد کرده و سبب کاهش رشد گیاهچه‌ها شدند.

کلمات کلیدی: اکسید روی، پراکسید هیدروژن، شاهی، نانوذرات



Investigating the effect of zinc oxide nanoparticles stress on pigments and some morphological traits of watercress (*Lepidium sativum* L.) in the presence of hydrogen peroxide treatment

Shima irdanghani¹, Alireza einali^{1*}, Shahla Hashemi Shahraki¹, Samaneh eskandarpour²

¹Department of Biology, Faculty of Science, University of Sistan and Baluchistan, Zahedan, Iran

2. Department of Agriculture, Iranshahr Province University, Iran

*Email: aeinali@science.usb.ac.ir

Abstract

A change in the physiological state in response to factors that disturb the metabolic balance is considered stress. Many mechanically distinct abiotic stresses cause morphological and anatomical changes in the plant. Abiotic stresses such as salt, drought, high and low temperatures and heavy metals significantly affect aspects of plant morphology such as fresh and dry weight, leaf area, stem and root length, overall plant growth and crop yield. An experiment was conducted to investigate the effect of zinc oxide nanoparticles on pigments and some morphological traits of watercress under hydrogen peroxide treatment in the form of a completely randomized factorial design at University of Sistan and Baluchistan. Zinc oxide treatments were at three levels of 0, 300 and 500 ppm and hydrogen peroxide treatments were at three levels of 0, 1 and 5 mM. According to the results of this study, it showed that the concentration of zinc oxide and hydrogen peroxide treatments in low to medium amounts increased the amount of chlorophyll a, chlorophyll b, total chlorophyll and total carotenoid; But with increasing the concentration of these treatments, the amount of pigments decreased. The results of these treatments on morphological traits also showed that in high concentrations of these treatments, the morphological traits decreased, so that in high concentration of zinc oxide and hydrogen peroxide, the amount of morphological traits showed the lowest value. The results show that the optimal concentration of these treatments stimulated the growth and high concentrations caused a toxic state and reduced the growth of seedlings.

Key words: Zinc Oxide, Hydrogen Peroxide, watercress, Nanoparticles.



مطالعه ریخت‌شناسی هندسی برگ درسه گونه از سرده بارانک (Sorbus) در ایران

فاطمه دانش ثانی اخلاقی، رقیه زارعی*، منیژه پاکروان

گروه علوم گیاهی، دانشکده علوم زیستی، دانشگاه الزهرا (س)، تهران، ایران

چکیده

جنس *Sorbus* شامل حدود ۲۵۰ گونه است که در ناحیه معتدله شمالی پراکنده هستند و بومی اروپا، آسیا کوچک، قفقاز و شمال غربی آفریقا هستند. این سرده در ایران با ۶ گونه در شمال، شمال غرب و مرکز پراکنش دارد. ویژگی‌های این گیاه سبب شده است که کاشت گونه‌های آن در عرصه‌های جنگلی مخروطی، به لحاظ تولید بذر فراوان موجب اصلاح و احیا عرصه‌های جنگلی شود. در مطالعه حاضر به منظور بررسی تغییرات شکل برگ در این سرده، ۴۰ نمونه از سه گونه از سرده بارانک در ایران انتخاب شدند و به منظور مطالعات ریخت‌شناسی هندسی برپایه خط سیر پیرامونی (outline) یک برگ از هر نمونه انتخاب گردید. تصاویر برگ‌ها با کمک اسکنر Canon (i-SENSY MF4120) اسکن گردید و تحلیل عکس‌ها با استفاده از نرم افزار Shape انجام شد، سپس تحلیل‌های آماری چندمتغیره آن توسط نرم افزار SPSS 25 صورت گرفت. طبق نتایج بدست آمده از دندوگرام براساس شکل برگ دو گونه *S. persica* و *S. greaca* شباهت بیشتری با یکدیگر دارند و گونه *S. torminalis* از دو گونه دیگر واگرایی نشان می‌دهد. در تحلیل رسته بندی دو خوشه اصلی مشخص شدند که در یکی *S. torminalis* خوشه بندی شده و در خوشه دیگر جمعیت‌های *S. persica* و *S. greaca* قرار دارند بطوریکه جدایی بین جمعیت‌های این دو گونه اخیر مشاهده نمی‌شود. بررسی‌های مورفومتری هندسی گونه *S. torminalis* را از دو گونه فوق مجزا می‌کند اما دو گونه *S. persica* و *S. greaca* بر اساس ویژگی شکل برگ قادر به تفکیک از یکدیگر نیستند، که نشان دهنده شباهت و نزدیکی زیاد این دو گونه است.

کلمات کلیدی: ایران، بارانک، برگ



Geometric morphometrics study of leaf shape on three species of *Sorbus* in Iran

Fatemeh Danesh saniakhlaghi, Roghaieh Zarei*, Maneezheh Pakravan fard

Department of Plant Sciences, Faculty of Biological Sciences, Alzahra University, Tehran, Iran, r.zarei@alzahra.ac.ir

Abstract

Genus *Sorbus* includes 250 species that distributed in the template region of northern hemisphere and it is native to Europe, Asia Minor, Caucasus and North West of Africa. In Iran, this genus has six species distributed in North, North West and center part. Characteristics of this plant made it possible to cultivate it in deteriorated forest areas as it produces many seeds and help reforestation. In this research, in order to study leaf shape differences in this genus, 40 samples of three species selected for geometric morphometric analysis. Photos of leaves were scanned using Cannon scanner (i-SENSY MF4120) and the analysis of photos was done using Shape software, then the multivariate analysis were done using SPSS 25. According to the results of dendrogram based on leaf shape two species of *S. persica* and *S. greaca* had more similarities to each other and *S. torminalis* showed difference. Cluster analysis revealed that *S. persica* and *S. greaca* are in one branch and *S. torminalis* was in one branch, the populations of those two species were not separate. The geometric morphaometric of leaf shape discriminate *S. torminalis* from those two species but *S. persica* and *S. greaca* are not distinguishable based on leaf shap that shows the similarity between them.

Key words: Iran, leaf, *Sorbus*



اثر فلز سنگین کروم بر برخی آنزیم های آنتی اکسیدانی گیاه شاهی

رزا عرب

مربی گروه زیست شناسی، واحد بوم، دانشگاه آزاد اسلامی، بوم، ایران

*ایمیل نویسنده مسئول

rozaarab.iau@gmail.com

چکیده

در سال های اخیر آلودگی مراتع و خاک های کشاورزی به عناصر سنگین باعث بروز مشکلات زیست محیطی مختلفی شده است. فلزات سنگین از طریق منابع انسانی مختلف، از جمله کودهای فسفاته، آلودگی های صنعتی و فاضلاب وارد خاک می شود. کروم یکی از فلزات سنگین می باشد. در این تحقیق اثر غلظت های مختلف (۰، ۵۰ و ۷۰ پی پی ام) بر فعالیت آنزیم کاتالاز و آسکوربات پراکسیداز و گایاکل پراکسیداز گیاه بررسی گردید. نتایج نشان داد که با افزایش غلظت کروم فعالیت آنزیم آسکوربات پراکسیداز افزایش یافت در صورتی که فعالیت آنزیم گایاکل پراکسیداز کاهش یافت. فعالیت آنزیم کاتالاز با افزایش غلظت کروم تغییر معنی داری نداشت. با توجه به نتایج می توان نتیجه گرفت که گیاه شاهی مقاومت آنزیمی متوسطی در برابر فلزات سنگین کروم دارد.

کلمات کلیدی: کاتالاز، کروم، گایاکل پراکسیداز



سومین کنفرانس ملی یافته‌های نوین زیست‌شناسی

3rd National Conference On New Biological Findings

۳ الی ۵ خرداد ۱۴۰۲



Effect of heavy metal chromium on some antioxidant enzymes of *Lepidium sativum*

Roza Arab

Department of Biology, Bam Branch, Islamic Azad University, Bam, Iran

*Corresponding author: rozaarab.iau@gmail.com

Abstract

In recent years, the contamination of pastures and agricultural soils with heavy elements has caused various environmental problems. Heavy metals enter the soil through various anthropogenic sources, including phosphate fertilizers, industrial pollution, and sewage. Chromium is one of the heavy metals. In this research, the effect of different concentrations (0, 50 and 70 ppm) on the activity of catalase, ascorbate peroxidase and guaiacol peroxidase of *Lepidium sativum* was investigated. The results showed that with increasing chromium concentration, the activity of ascorbate peroxidase enzyme increased, while the activity of guaiacyl peroxidase enzyme decreased. Catalase enzyme activity did not change significantly with increasing chromium concentration. According to the results, it can be concluded that the *Lepidium sativum* plant has moderate enzymatic resistance against chromium heavy metals.

Keywords: catalase, chromium, guaiacyl peroxidase



اثر کروم بر میزان مالون دالدئید، کلروفیل و پرولین بر گیاه ریحان

رزا عرب

مربی گروه زیست‌شناسی، واحد بم، دانشگاه آزاد اسلامی، بم، ایران

ایمیل نویسنده مسئول*

rozaarab.iau@gmail.com

چکیده

افزایش غلظت فلزات سنگین مانند سرب، کروم، کادمیوم در آب، خاک و هوا به دلیل اثرات منفی بر کل اکوسیستم می‌تواند اثرات مضر بر سلامت موجودات زنده داشته باشد. مهمترین منبع آلودگی استفاده از کودهای شیمیایی و سموم دفع آفات است. در این تحقیق اثر غلظت‌های مختلف کروم (۰، ۵۰ و ۷۰ پی پی ام) بر میزان مالون دالدئید، کلروفیل و پرولین بر گیاه ریحان بررسی شد. نتایج نشان داد که با افزایش غلظت کروم، میزان کلروفیل a و b کاهش یافت در صورتی که میزان مالون دالدئید افزایش یافت. با افزایش غلظت کروم، میزان پرولین نسبت به شاهد کاهش یافت. نتایج نشان می‌دهد که با افزایش غلظت کروم، پراکسیداسیون لیپیدها افزایش یافته است و میزان کلروفیل کاهش یافته است. میزان پرولین نیز تا حدی نبوده است که گیاه ریحان را در شرایط تنش کروم حفظ کند. نتایج نشان می‌دهد که گیاه ریحان به تنش کروم حساس می‌باشد.

کلمات کلیدی: فلزات سنگین، کروم، کلروفیل



The effect of chromium on the amount of malonaldehyde, chlorophyll and proline in basil plant

Roza Arab

Department of Biology, Bam Branch, Islamic Azad University, Bam, Iran

*Corresponding author: rozaarab.iau@gmail.com

Abstract

Increasing the concentration of heavy metals such as lead, chromium, cadmium in water, soil and air can have harmful effects on the health of living organisms due to the negative effects on the entire ecosystem. The most important source of pollution is the use of chemical fertilizers and pesticides. In this research, the effect of different concentrations of chromium (0, 50 and 70 ppm) on the amount of malondaldehyde, chlorophyll and proline in basil plant was investigated. The results showed that with increasing chromium concentration, the amount of chlorophyll a and b decreased while the amount of malonaldehyde increased. As the chromium concentration increased, the amount of proline decreased compared to the control. The results show that with the increase of chromium concentration, the peroxidation of lipids has increased and the amount of chlorophyll has decreased. The amount of proline was not enough to maintain the basil plant under chromium stress conditions. The results show that the basil plant is sensitive to chromium stress.

Keywords: heavy metals, chromium, chlorophyll



اثر تنش شوری بر پارامترهای رشد گیاه شاهی در حضور فنیل آلانین

نرگس قیمتی^۱، شهلا هاشمی شهرکی^{*}، صدیقه اسمعیل زاده بهابادی^۲

^۱گروه زیست‌شناسی، دانشکده علوم، دانشگاه سیستان و بلوچستان

^۲گروه زیست‌شناسی، دانشکده علوم، دانشگاه زابل، زابل

*Email:shahlahashemi15@science.usb.ac.ir

چکیده

در مطالعه حاضر تاثیر فنیل آلانین و تنش شوری در گیاهان شاهی مورد بررسی قرار گرفت. شوری در غلظت‌های ۰، ۵۰، ۱۰۰ و ۲۰۰ میلی مولار و فنیل آلانین در غلظت‌های ۳۰۰ و ۶۰۰ میکرومولار اعمال شد. تنش شوری به طور قابل توجهی طول، وزن تر و خشک ریشه و اندام هوایی را کاهش داد اما ترکیبات فنلی کل، آنتوسیانین افزایش یافت. طول، وزن تر و خشک ریشه و اندام هوایی و ترکیبات فنلی کل، آنتوسیانین گیاه شاهی در تیمار فنیل آلانین به طور قابل توجهی افزایش یافت. تیمار فنیل آلانین در غلظت ۶۰۰ پی پی ام، کاهش طول، وزن تر و خشک ریشه و اندام هوایی و ترکیبات فنلی کل، آنتوسیانین گیاه شاهی تحت تنش شوری بهبود داد. بنابراین، نتایج حاکی از آن است که غلظت مناسب فنیل آلانین می تواند بر اثرات منفی تنش شوری در گیاه شاهی غلبه کند.

کلمات کلیدی: شاهی، شوری، فنیل آلانین



The effect of salinity stress on the growth parameters of the *Lepidium sativum* plant in the presence of phenylalanine

N. Gheimati¹, S.H Shahraki^{1*}, S Esmailzadeh Bahabadi²

¹Department of Biology, Faculty of Science, University of Sistan and Baluchestan

²Department of Biology, Faculty of Science, University of Zabol

Abstract

In the present study, the effect of phenylalanine and salinity stress was investigated in *Lepidium sativum* plants. Salinity was applied at concentrations of 0, 50, 100 and 200 mM and phenylalanine at concentrations of 300 and 600 μ M. Salinity stress significantly decreased the length, fresh and dry weight of root and shoot, but total phenolic compounds, anthocyanin increased. The length, fresh and dry weight of root and shoot, and total phenolic compounds, anthocyanin of *Lepidium sativum* plant increased significantly in phenylalanine treatment. Phenylalanine treatment at a concentration of 600 μ M improved the reduction in length, fresh and dry weight of root and shoot and total phenolic compounds, anthocyanin of *Lepidium sativum* plant under salt stress. Therefore, the results indicate that the appropriate concentration of phenylalanine can overcome the negative effects of salinity stress in *Lepidium sativum* plant.

Key words: *Lepidium sativum*, Salinity, phenylalanine



بررسی پارامترهای رشد و محتوای رنگیزه‌ها در تنش نانوذرات اکسید روی تحت تیمار فنیل آلانین در گیاه شاهی

منیره آملی خوش^۱، شهلا هاشمی شهرکی^۱، علیرضا عینعلی^{۱*}
^۱گروه زیست‌شناسی، دانشکده علوم، دانشگاه سیستان و بلوچستان
*Email: aeinali@science.usb.ac.ir

چکیده

به دلیل افزایش تولید و استفاده از محصولات نانو، نانوذرات در محیط منتشر و پراکنده می‌شوند. نانوذرات بسته به نوع، مدت زمان قرار گرفتن در معرض و گونه‌های گیاهی رشد گیاهان را مختل می‌کنند. هدف از این تحقیق، بررسی تیمار فنیل آلانین بر پارامترهای رشد و محتوای رنگیزه‌های گیاه شاهی در تنش نانوذرات اکسید روی بود. تنش نانوذرات اکسید روی در غلظت‌های ۰، ۲۰۰، ۳۰۰، ۴۰۰ و ۵۰۰ پی‌پی‌ام و فنیل‌الانین در غلظت‌های ۳۰۰ و ۶۰۰ میکرومولار اعمال شد. طول و وزن تر و خشک ریشه و اندام هوایی تحت تنش نانوذرات به تنهایی و همراه با فنیل آلانین افزایش یافت. با افزایش غلظت نانوذرات اکسید روی، محتوای کلروفیل، آنتوسیانین و فلاونوئید تحت تنش کاهش یافت. در صورتی که تیمار فنیل آلانین کاهش محتوای کلروفیل، آنتوسیانین و فلاونوئید تحت تنش نانوذرات را بهبود داد. بنابراین، نتایج حاکی از آن است که غلظت مناسب فنیل‌الانین می‌تواند بر اثرات منفی تنش نانوذرات در گیاه شاهی غلبه کند.

کلمات کلیدی: رنگیزه، شاهی، فنیل آلانین



Investigation of growth parameters and content of pigments in stress of zinc oxide nanoparticles under phenylalanine treatment in *Lepidium sativum* plant

Munira Amini Khosh¹, Shahla Hashemi Shahraki¹, Alireza Einali^{1*}

¹Department of Biology, Faculty of Science, University of Sistan and Baluchestan

Abstract

Due to the increase in the production and use of nano products, nanoparticles (NPs) are released and dispersed in the environment. Nanoparticles disrupt plant growth depending on the type, duration of exposure, and plant species. The aim of this research was to investigate the effect of phenylalanine treatment on the growth parameters and pigment content of the *Lepidium sativum* plant under the stress of zinc oxide nanoparticles. The stress of zinc oxide nanoparticles was applied at 0, 200, 300, 400 and 500 ppm and phenylalanine at concentrations of 300 and 600 μ M. The length and fresh and dry weight of roots and aerial parts increased under the stress of nanoparticles alone and together with phenylalanine. By increasing the concentration of zinc oxide nanoparticles, the content of chlorophyll, anthocyanin and flavonoid decreased under stress. While phenylalanine treatment improved the reduction of chlorophyll, anthocyanin and flavonoid content under the stress of nanoparticles. Therefore, the results indicate that the appropriate concentration of phenylalanine can overcome the negative effects of nanoparticle stress in *Lepidium sativum* plant.

Key words: pigments, *Lepidium sativum*, phenylalanine



سومین کنفرانس ملی یافته‌های نوین زیست‌شناسی

3rd National Conference On New Biological Findings

۳ الی ۵ خرداد ۱۴۰۲



دانشگاه تهران و بویراتان



سومین کنفرانس ملی یافته‌های نوین زیست‌شناسی

ISC

کد اختصاصی:

۰۲۲۳۰-۵۲۶۳۲

مقالات کامل



ارزیابی تحمل شوری تعدادی از ژنوتیپ‌های گندم دوروم در شرایط درون شیشه‌ای

فاطمه صابر^۱، رسول اصغری زکریا^{۲*}، ناصر زارع^۲ و سلیم فرزانه^۳

^۱ دانشجوی کارشناسی ارشد، گروه تولید و ژنتیک گیاهی، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه محقق اردبیلی

^۲ استاد گروه تولید و ژنتیک گیاهی، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه محقق اردبیلی، Email: r- asghari@uma.ac.ir

^۳ دانشیار گروه تولید و ژنتیک گیاهی، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه محقق اردبیلی

چکیده

اعمال تنش شوری در طی کالوس‌زایی، روش مناسبی برای مطالعه اثرات شوری بر ژنوتیپ‌های مختلف یک گونه گیاهی است. این مطالعه به منظور بررسی پاسخ ژنوتیپ‌های گندم دوروم به تنش شوری در کشت درون شیشه‌ای و مقایسه بین ژنوتیپ‌های حساس و متحمل آن انجام گرفت. پس از طی مراحل ضدعفونی، به منظور القای کالوس جنین‌های بالغ به عنوان ریزنمونه روی محیط کشت MS پایه حاوی ۴ میلی‌گرم در لیتر 2,4-D و ۲۰۰ میلی‌گرم در لیتر کازئین به مدت چهار هفته کشت شدند. سپس کالوس‌ها به محیط‌های حاوی سطوح شوری شامل شاهد، ۵۰، ۷۵ و ۱۰۰ میلی‌مولار NaCl منتقل و بعد از چهار هفته وزن تر کالوس‌ها اندازه‌گیری شد. نتایج تجزیه واریانس بر اساس آزمایش فاکتوریل بر پایه طرح کاملاً تصادفی با سه تکرار نشان داد که اثرات اصلی شوری و ژنوتیپ و همچنین اثر متقابل آنها از نظر وزن کالوس و درصد کاهش آن نسبت به شاهد معنی‌دار بود. طبق نتایج حاصل، شوری در سطوح بالا باعث کاهش وزن کالوس ژنوتیپ‌های گندم دوروم شد، هرچند این کاهش در بین ژنوتیپ‌های مختلف متفاوت بود. نتایج نشان داد که ژنوتیپ‌های ۴ و ۱۰ بیشترین درصد کاهش وزن کالوس را در سطح شوری ۵۰ میلی‌مولار داشتند. همچنین بیشترین درصد کاهش وزن کالوس در سطح شوری ۷۵ و ۱۰۰ میلی‌مولار در ژنوتیپ‌های ۱۰، ۴۳ و ۵۲ مشاهده شد و کمترین آن در ژنوتیپ‌های ۲۳ و ۴۸ مشاهده شد. ژنوتیپ‌های ۴۸ و ۲۳ در مجموع کمترین درصد کاهش وزن کالوس را در سطوح شوری به خود اختصاص دادند و جزو ژنوتیپ‌های متحمل بودند.

واژه‌های کلیدی: تنش شوری، جنین بالغ، کالوس، گندم دوروم



Evaluation of salinity tolerance of several durum wheat genotypes under in vitro conditions

Fatemeh Saber¹, Rasool Asghari Zakaria^{2*}, Nasser Zare², and Salim Farzaneh³

¹ MSc Student, Department of Plant Production and Genetics, Faculty of Agriculture and Natural Resources, University of Mohaghegh Ardabili, Ardabil, Iran

² Professor, Department of Plant Production and Genetics, Faculty of Agriculture and Natural Resources, University of Mohaghegh Ardabili, Ardabil, Iran (Corresponding author: E-mail: r-asghari@uma.ac.ir, Tel: 98-9143541783)

³ Associated Professor, Department of Plant Production, Faculty of Agriculture and Natural Resources, University of Mohaghegh Ardabili, Ardabil, Iran

Abstract

Applying salinity stress during the callus formation of plant species is a suitable method to study the effects of salinity on different plant genotypes. This study was conducted to assess the durum wheat genotypes response to in vitro salinity stress and compare its sensitive and tolerant genotypes. After disinfection steps, mature embryos as explants were cultured on an MS medium containing 4 mg/l 2,4-D and 200 mg/l casein for four weeks to induce callus. Then the calli were transferred to the MS medium containing salinity at four levels 0 (control), 50, 75, and 100 mM NaCl, and after four weeks, the fresh weight of the calluses was measured. The results of the analysis of variance based on a factorial experiment based on a completely randomized design with three replications showed that the main effects of salinity and genotype as well as their interaction effects were significant in terms of callus weight and its reduction percentage compared to the control. The results showed that salinity at high levels decreased the callus weight of durum wheat genotypes, although this decrease differed among different genotypes. Genotypes 4 and 10 had the highest percentage of callus weight loss at 50 mM salinity level. Also, the highest percentage of callus weight loss at 75 and 100 mM salinity levels was observed in genotypes 10, 43, and 52, and the lowest was observed in genotypes 23, 37, and 48. Genotypes 48 and 23 had the lowest percentage of callus weight reduction in higher salinity levels and were among the tolerant genotypes.

Keywords: Callus, Durum wheat, Mature embryos, Salt stress

مقدمه

شوری با کاهش پتانسیل آب و تأثیر بر تعادل یونی، جذب و انتقال عناصر مغذی در سلول‌ها را مختل می‌کند [۱،۲] که در نتیجه آن فرآیندهای متابولیکی مانند جوانه‌زنی بذر و رشد گیاهچه مختل می‌شوند [۳]. علاوه بر این، سمیت غلظت‌های بالای Na^+ و Cl^- در سلول بر ظرفیت فتوسنتزی تأثیر منفی می‌گذارد [۴]. گندم دوروم (*Triticum turgidum* L. var. durum) با سطح کشت حدود ۱۳/۵ میلیون هکتار و تولید جهانی ۳۳/۸ میلیون تن، دومین گونه زراعی مهم گندم و دهمین محصول زراعی مهم دنیا است [۵]. این گونه از لحاظ ترکیبات شیمیایی، میزان پروتئین، املاح و ویتامین‌ها و رنگدانه‌های کاروتنوئیدی آن ارزش غذایی بالایی دارد. از گندم دوروم در تهیه محصولات مانند سمولینا، ماکارونی، پاستا، لازانیا، نودل و همچنین بلغور استفاده می‌گردد [۶]. سطح زیرکشت گندم دوروم در ایران حدوداً بین ۳۰۰-۴۰۰ هزار هکتار می‌باشد [۷].

گندم دوروم تحمل زیادی به نمک ندارد و با افزایش سطح شوری خاک به ۱۰۰ میلی‌مولار نمک طعام، تولید تجاری آن به طور قابل توجهی کاهش می‌یابد [۸]. تحقیقات نشان داده است که کاهش صفاتی مانند وزن خشک ریشه، طول ریشه و وزن خشک اندام هوایی در ارقام حساس به شوری شدیدتر از ارقام متحمل است [۹،۱۰]. شناسایی و توسعه ارقام متحمل به شوری برای مدیریت پایدار گندم دوروم مفید است. یک روش، پایش تنوع ژنتیکی درون ژرم‌پلاسما گونه‌های گیاهی برای تحمل شوری است [۱۱،۱۲]. اثرات شوری بر رشد گیاه بسته به گونه گیاهی و همچنین ژنوتیپ‌های مختلف یک گونه می‌تواند متفاوت باشد [۱۳]. بنابراین، مطالعه واکنش ژنوتیپ‌های مختلف گندم دوروم به شوری برای توسعه گیاهان متحمل به شوری و تولید عملکرد مناسب محصول در شرایط شور ضروری به نظر می‌رسد.

سیستم‌های کشت درون‌شیشه‌ای مدل‌های مناسبی برای بررسی اثر تنش‌های زیستی و غیر زیستی بر سلول و اندام گیاهی هستند. پیشرفت‌ها در کشت سلول، بافت و اندام‌های گیاهی در سیستم درون‌شیشه‌ای منجر به توسعه فناوری‌های جدید با هدف انتخاب ژنوتیپ‌های برتر و بهبود گیاهان زراعی برای سازگاری با عوامل تنش‌زای محیطی شده است. کشت کالوس به‌عنوان یکی از کارآمدترین روش در غلات برای انتخاب ژنوتیپ‌های متحمل به نمک به‌طور گسترده مورد استفاده قرار گرفته است [۱۴،۱۵]. اعمال تنش شوری در طی فرآیند کالوس‌زایی، روش مناسبی برای مطالعه اثرات شوری بر ژنوتیپ‌های مختلف یک گونه گیاهی است [۱۶]. در گونه‌های گندم، جنین‌های بالغ و نابالغ برای تشکیل کالوس‌های جنین‌زا و باززایی گیاه استفاده می‌شوند [۱۷،۱۸،۱۹]. میزان کاهش در کالوس‌زایی و باززایی گیاه در شرایط تنش شوری به ژنوتیپ و غلظت NaCl در محیط کشت بستگی دارد. به طوری که تنوع ژنتیکی بالایی بین ژنوتیپ‌های گندم دوروم تیمار شده با NaCl در محیط کشت مشاهده شده است [۱۴]. بر این اساس، این تحقیق با هدف بررسی پاسخ تعدادی از ژنوتیپ‌های



گندم دوروم به سطوح مختلف شوری در شرایط کشت بافت و شناسایی و گزینش ژنوتیپ‌های متحمل آن انجام گرفت.

مواد و روش‌ها

هشت ژنوتیپ گندم دوروم بر اساس شاخص‌های تحمل شوری آنها در مرحله جوانه‌زنی انتخاب و پاسخ ژنوتیپ‌های حساس و متحمل انتخابی (جدول ۱) در کشت کالوس بررسی شد. از جنین‌های بالغ به عنوان ریزنمونه استفاده گردید. برای تهیه ریزنمونه‌های جنین بالغ، بذرها ابتدا چند مرتبه با آب شستشو داده شدند تا آلودگی‌های سطحی پاک شوند. بعد در هیپوکلریت سدیم ۲/۵ درصد به مدت ۱۵ دقیقه ضدعفونی شده و بعد از آبکشی با آب استریل به مدت ۲۴ ساعت درون یخچال قرار گرفتند تا با آماس بذور جدا کردن جنین آسان‌تر شود. جنین‌های بالغ بعد از جدا کردن داخل هود لامینار در اتانول ۷۰ درصد به مدت ۴۰ ثانیه غوطه‌ور و سپس سه مرتبه با آب استریل آبکشی شدند. به منظور القای کالوس، جنین‌های بالغ روی محیط کشت MS پایه حاوی ۴ میلی‌گرم در لیتر 2,4-D و ۲۰۰ میلی‌گرم در لیتر کازئین کشت شدند [۱۷]. جنین‌های کشت شده به مدت ۴ هفته در اتاقک رشد در دمای $24 \pm 2^\circ\text{C}$ و ۱۶ ساعت روشنایی و ۸ ساعت تاریکی نگهداری شدند. سپس وزن تر کالوس‌ها به عنوان وزن اولیه آنها اندازه‌گیری شد. کالوس‌های حاصل به محیط‌های حاوی تیمار شوری در چهار سطح شاهد، ۵۰، ۷۵ و ۱۰۰ میلی‌مولار NaCl با سه تکرار منتقل و بعد از چهار هفته وزن تر کالوس‌ها دوباره اندازه‌گیری شدند و میزان تغییر وزن به عنوان معیار رشد کالوس در شرایط تنش شوری لحاظ شد. تجزیه واریانس داده‌ها برای وزن تر کالوس و درصد کاهش آن نسبت به شاهد بر اساس آزمایش فاکتوریل بر پایه طرح کاملاً تصادفی با سه تکرار انجام و مقایسه میانگین تیمارها با استفاده از آزمون حداقل اختلاف معنی‌دار (LSD) انجام گرفت.

جدول ۱- شماره و شجره ژنوتیپ‌های گندم دوروم مورد استفاده

No.	Variety / Line	Origin
G4	SOOTY_9/RASCON_37//STORLOM/8/RISSA/GAN//POHO_1/3/PLATA_3//CREX/ALL A*2/7/EUDO//CHEN_1/TEZ/3/TANTLO_1/5/CHEN/ALTAR	CIMM YT
	84/3/HUI/POC//BUB/RUFO/4/FNFOOT/6 /MOJO/KITTI/11/SOOTY_9/RASCON_37//WODUCK/CHAM_3/10/PLATA_10/6/MQU E/4/USDA573//QFN/AA_7/3/ALBA-D/5/AVO/HUCDSS08Y00716T-0TOPB-099Y- 010M-27Y-3M-0Y	



G10	ALTAR 84CD22344-A-8M-1Y-1M-1Y-2Y-1M-0Y	CIMM YT
G23	GUAYACAN INIA/2*SNITAN/5/CMH85.797//CADO/BOOMER_33/4/ARMENT// SRN_3/NIGRIS_4/3/CANELO_9.1CDSS09Y00327S-099Y-041M-19Y-0M-04Y-0B	CIMM YT
G35	SNITAN/5/AJAIA_12/F3LOCAL(SEL.ETHIO.135.85)//PLATA_13/3/SOMAT_3/4/SOOT Y_9/RASCON_37/6/SNITAN/7/SOMAT_3/PHAX_1//TILO_1/LOTUS_4/3/GUANAY/5/ NETTA_4/DUKEM_12//RASCON_19/3/SORA/2*PLATA_12/4/GREEN_18/FOCHA_1// AIRON_1/8/HUBEI//SOOTY_9/RASCON_37/3/2*SOOTY_9/CDSS09Y00911T-099Y- 024M-26Y-0M-04Y-0B	CIMM YT
G37	TARRO_1/2*YUAN_1//AJAIA_13/YAZI/3/SOMAT_3/PHAX_1//TILO_1/LOTUS_4/4/C ANELO_8//SORA/2*PLATA_12/5/CBC 501 CHILE/GUANAY/4/CNDO/PRIMADUR//HAI-OU_17/3 /SNITAN /7/ALTAR 84/BINTEPE 85/3/STOT//ALTAR 84/ALD/4/POD_11/YAZI_1/5/VANR RIKSE_12/ SNITAN/6/SOOTY_9/RASCON_CDSS09Y00933T-099Y-023M-6Y-0M-04Y-0B	CIMM YT
G43	BAIRDS/KNIPACDSS09Y00400S-099Y-030M-19Y-0M-04Y-0B	CIMM YT
G48	ADAMAR_15//ALBIA_1/ALTAR84/3/SNITAN/4/SOMAT_4/INTER_8/5/SOOTY_9/RA SCON_37/11/CANELO_9.1/SNITAN/10/PLATA_10/6/MQUE/4/USDA573//QFN/AA_7/3 /ALBA-D/5/AVO/HUI/7/PLATA_13/8/THKNEE_11/9/CHEN/ALTAR 84/3/HUI/POC//BUB/ RUFO/4/FNFOOTCDSS08Y00337S-099Y-014M-19Y-2M-0Y	CIMM YT
G52	CBC 509 CHILE/SOMAT_3.1/3/RASCON_37/TARRO_2//RASCON_37/5/KOFA/4/ DUKEM_1// PATKA_7/YAZI_1/3/PATKA_7/YAZI_1CDSS09Y00024S-099Y-020M-8Y- 0M-04Y-0B	CIMM YT

نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثرات اصلی شوری و ژنوتیپ و همچنین اثر متقابل آنها از نظر وزن کالوس و درصد کاهش آن نسبت به شاهد معنی‌دار بود (جدول ۲). شوری در سطوح بالا باعث کاهش وزن کالوس ژنوتیپ‌های گندم دوروم شد، هرچند این کاهش در بین ژنوتیپ‌های مختلف متفاوت بود. در بین ژنوتیپ‌ها در شرایط شاهد بیشترین وزن تر کالوس در ژنوتیپ‌های ۱۰ و ۴۸ دیده شد. تحت تیمار شوری ۵۰ میلی‌مولار نیز بیشترین وزن کالوس در ژنوتیپ‌های ۳۷، ۴۳، ۱۰ و ۴۸ مشاهده شد. در این سطح شوری، ژنوتیپ‌های ۴ و ۵۲ کمترین وزن کالوس را به خود اختصاص دادند. همچنین در سطح شوری ۷۵ میلی‌مولار بیشترین وزن کالوس در ژنوتیپ‌های ۱۰ و ۴۸ و کمترین آن در ژنوتیپ‌های ۴، ۴۳، ۳۵ و ۵۲ مشاهده شد. ژنوتیپ ۴۸ به تنهایی بیشترین وزن کالوس را در سطح شوری ۱۰۰ میلی‌مولار نشان داد و ژنوتیپ ۲۳ در رتبه بعدی قرار داشت (شکل ۱). نتایج نشان داد که ژنوتیپ‌های ۴ و ۱۰ بیشترین درصد کاهش وزن کالوس را در سطح شوری ۵۰



میلی مولار داشتند. همچنین بیشترین درصد کاهش وزن کالوس در سطح شوری ۷۵ و ۱۰۰ میلی مولار در ژنوتیپ‌های ۱۰، ۴۳ و ۵۲ مشاهده شد و کمترین آن در ژنوتیپ‌های ۲۳ و ۴۸ مشاهده شد. ژنوتیپ‌های ۴۸ و ۲۳ در مجموع کمترین درصد کاهش وزن کالوس را در سطوح شوری به خود اختصاص دادند (شکل ۲). این دو ژنوتیپ در مراحل جوانه‌زنی و رشد گیاهچه نیز از درجه تحمل بالایی در برابر شوری برخوردار بودند و این امر نشان می‌دهد که همخوانی خوبی بین تحمل در مراحل جوانه‌زنی و رشد گیاهچه با تحمل در کشت کالوس در شرایط درون شیشه‌ای وجود دارد.

اعمال تنش شوری در طی فرآیند کالوس‌زایی، روش مناسبی برای مطالعه اثرات شوری بر ژنوتیپ‌های مختلف یک گونه گیاهی است. کشت کالوس به‌طور گسترده در غلات به‌عنوان روشی کارآمد برای انتخاب ژنوتیپ‌های متحمل به نمک مورد استفاده قرار گرفته است که امکان به دست آوردن گیاهچه‌های متحمل را طی بازرایی مستقیم یا غیرمستقیم از طریق القای کالوس فراهم می‌کند. در بازرایی مستقیم، عامل تنش‌زا در محیط کشت اعمال می‌شود، در حالی که در بازرایی غیرمستقیم، اعمال عامل تنش‌زا در زمان شروع کالوس و یا در مراحل مختلف رشد کالوس انجام می‌شود [۱۸،۲۰]. منصوری و همکاران [۲۰] نشان دادند که اعمال مستقیم NaCl روی کالوس‌هایی که در شرایط بدون تنش شوری القا شده بودند، بر بازرایی آنها تأثیر منفی گذاشته و برای اکثر سلول‌های کالوس‌کننده بود. به نظر می‌رسد که در این حالت تعداد سلول‌های زنده در کالوس بیشتر کاهش می‌یابد و باعث می‌شود که تعداد شاخساره‌های حاصل از کالوس القا شده در محیط بدون نمک کمتر از ساقه‌های القا شده در محیط شور باشند [۲۰]. استفاده از تکنیک‌های کشت آزمایشگاهی می‌تواند برنامه اصلاحی را برای ایجاد ژنوتیپ‌های جدید متحمل به شوری و بهره‌برداری از تنوع ژنتیکی کوتاه‌تر کند [۲۱]. این روش در شرایط آزمایشگاهی انتخاب اولیه گیاهان متحمل به شوری را با استفاده از فشار انتخاب توسط نمک و از طریق القای تنوع سوماکلونال امکان‌پذیر می‌سازد [۲۱،۲۲]. با این حال، گزارش شده است که تحت شرایط تنش شوری، ظرفیت جنین‌زایی سوماتیکی و بازرایی کاهش می‌یابد. میزان این کاهش به ژنوتیپ و غلظت NaCl در محیط کشت بستگی دارد [۲۰]. مشابه با نتایج پژوهش حاضر گزارش شده است که با افزایش غلظت NaCl در محیط کشت، سرعت رشد نسبی کالوس کاهش می‌یابد [۱۴،۲۰].

سلیمان و هندوای [۲۱] نشان دادند که پاسخ به القای کالوس و ظرفیت بازرایی گندم عمدتاً تحت تأثیر ژنوتیپ است و تنوع ژنتیکی بالایی بین ژنوتیپ‌های گندم دوروم تیمار شده با NaCl در مرحله کالوس مشاهده شد که بخشی از آن ناشی از تنوع سوماکلونال است. همین یافته توسط ارزانی و میراجاق [۱۴] روی هشت رقم گندم دوروم در تولید کالوس تحت تنش شوری در شرایط آزمایشگاهی با استفاده از کشت جنین نابالغ مشاهده شد. این رویکرد می‌تواند به عنوان یک روش اولیه برای شناسایی منابع جدید تحمل به شوری استفاده شود [۲۲].

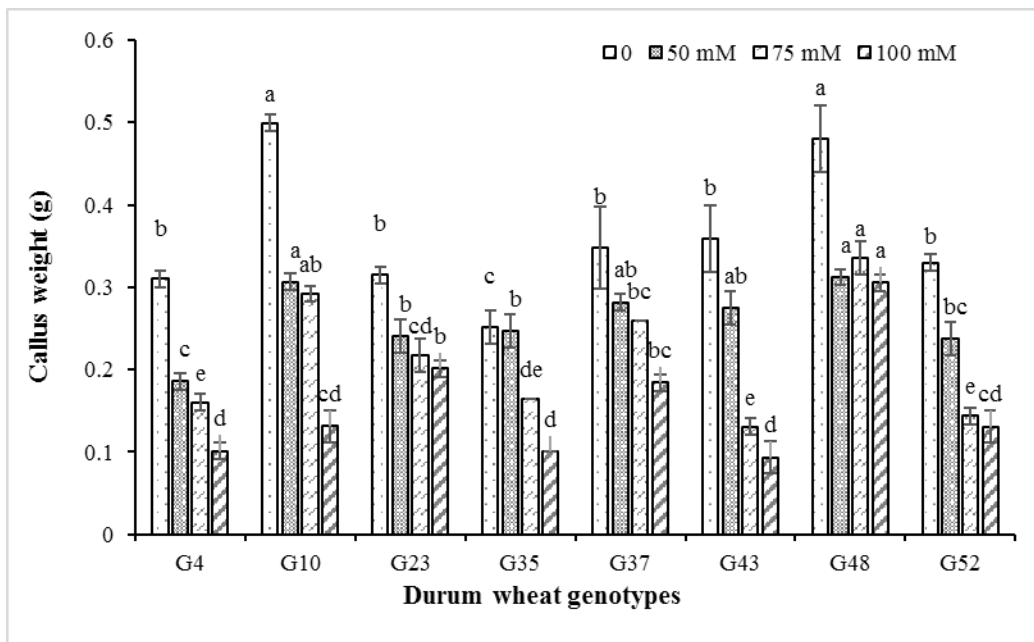


در کل، طبق نتایج حاصل، شوری در سطوح بالا باعث کاهش وزن کالوس ژنوتیپ‌های گندم دوروم شد، ولی این کاهش در بین ژنوتیپ‌های حساس و متحمل متفاوت بود و می‌توان با ارزیابی ژنوتیپ‌ها در مرحله کالوس شناسایی اولیه ژنوتیپ‌های متحمل را در برابر شوری انجام داد. ژنوتیپ‌های متحمل گندم دوروم ۴۸ و ۲۳ دارای تحمل شوری بالایی در مرحله کالوس بودند.

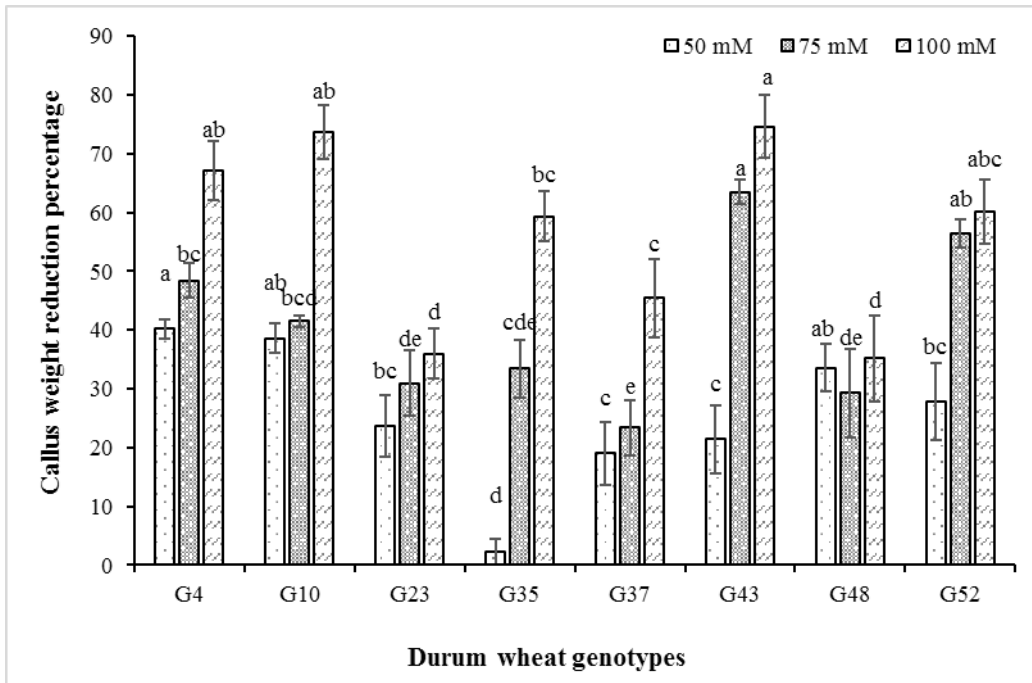
جدول ۲- تجزیه واریانس صفات مربوط به رشد کالوس ژنوتیپ‌های گندم دوروم در شرایط شوری

منابع تغییر	درجه آزادی	وزن کالوس	درصد کاهش وزن کالوس نسبت به شاهد	میانگین مربعات
شوری (A)	۳	۰/۱۸۱۹ ^{**}	۱۳۸۵۲/۳۷ ^{**}	
ژنوتیپ (B)	۷	۰/۰۴۳۵ ^{**}	۸۰۳/۶۵ ^{**}	
اثر متقابل A×B	۲۱	۰/۰۰۵۵ ^{**}	۳۳۴/۵۵ ^{**}	
اشتباه آزمایشی	۶۴	۰/۰۰۱۱	۸۴/۷۵	
ضرب تغییرات (/)		۱۳/۳۲	۱۹/۹۱	

ns، * و ** به ترتیب غیرمعنی‌دار، معنی‌دار در سطح احتمال ۵٪ و ۱٪ هستند.



شکل ۱- میانگین وزن کالوس ژنوتیپ‌های گندم دوروم در سطوح مختلف شوری. حروف متفاوت نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار ($p < 0/05$) بین ژنوتیپ‌ها در هر سطح شوری است.



شکل ۲- درصد کاهش وزن کالوس ژنوتیپ‌های گندم دوروم نسبت به شاهد در سطوح مختلف شوری. حروف متفاوت نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار ($P < 0.05$) بین ژنوتیپ‌ها در هر سطح شوری است.

References

- [1] Arif Y, Singh P, Siddiqui H, Bajguz A, Hayat S. (2020). Salinity induced physiological and biochemical changes in plants: An omic approach towards salt stress tolerance. *Plant Physiology and Biochemistry*, 156, 64-77.
- [2] Hasanuzzaman M, Alam M, Rahman A, Hasanuzzaman M., Nahar K, & Fujita M. (2014). Exogenous proline and glycine betaine mediated upregulation of antioxidant defense and glyoxalase systems provides better protection against salt-induced oxidative stress in two rice (*Oryza sativa* L.) varieties. *BioMed Research International*, 2014.
- [3] Hasegawa PM, Bressan RA, Zhu JK, Bohnert HJ. (2000). Plant cellular and molecular responses to high salinity. *Annual review of plant biology*, 51(1), 463-499.
- [4] Yan G, Fan X, Peng M, Yin C, Xiao Z, Liang Y. (2020). Silicon improves rice salinity resistance by alleviating ionic toxicity and osmotic constraint in an organ-specific pattern. *Frontier in Plant Science*, 11:260.



- [5] International Grains Council. (2021). IGC. Available online: <https://www.igc.int/en/default.aspx> (accessed on 15 January 2023).
- [6] Subira J, Peña RJ, Álvaro F, Ammar K, Ramdani A, Royo C. (2014). Breeding progress in the pasta-making quality of durum wheat cultivars released in Italy and Spain during the 20th Century. *Crop Pasture Science*, 65, 16–26.
- [7] Mohammadi R. (2016). Efficiency of yield-based drought tolerance indices to identify tolerant genotypes in durum wheat. *Euphytica*, 211, 71-89.
- [8] Munns R, James RA, Läuchli A. (2006). Approaches to increasing the salt tolerance of wheat and other cereals. *Journal of experimental botany*, 57(5), 1025-1043.
- [9] Shelden MC, Roessner U, Sharp RE, Tester M, Bacic A. (2013). Genetic variation in the root growth response of barley genotypes to salinity stress. *Functional Plant Biology*, 40(5), 516-530.
- [10] James RA, von Caemmerer S, Condon AT, Zwart AB, Munns R. (2008). Genetic variation in tolerance to the osmotic stress component of salinity stress in durum wheat. *Functional Plant Biology*, 35(2), 111-123.
- [11] Arzani A, Ashraf M. (2016). Smart engineering of genetic resources for enhanced salinity tolerance in crop plants. *Critical Reviews in Plant Sciences*, 35, 146–189.
- [12] Rajabi Dehnavi A, Zahedi M, Ludwiczak A, Cardenas Perez S, Piernik A. (2020). Effect of salinity on seed germination and seedling development of sorghum (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) genotypes. *Agronomy*, 10(6), 859.
- [13] Mbinda W, Kimtai M. (2019). Evaluation of morphological and biochemical characteristics of sorghum [*Sorghum bicolor* [L.] Moench] varieties in response salinity stress. *Annual Research & Review in Biology*, 33(1), 1-9.
- [14] Arzani A, Mirodjagh SS. (1999). Response of durum wheat cultivars to immature embryo culture, callus induction and in vitro salt stress. *Plant Cell, Tissue and Organ Culture*, 58, 67-72.
- [15] Saleem MY, Mukhtar Z, Cheema AA, Atta BM. (2005). Induced mutation and in vitro techniques as a method to induce salt tolerance in Basmati rice (*Oryza sativa* L.). *International Journal of Environmental Science and Technology*, 2, 141-145.
- [16] Raveendar S, Premkumar A, Ignacimuthu S, Agastian P. (2008). Effect of sea water on callus induction and regeneration of rice genotypes. *International Journal of Integrative Biology*, 3, 92-95.
- [17] Ahmadpour R, Zare N, Asghari-Zakarta R., Sheikhzadeh P. (2018). Efficient in vitro somatic embryogenesis and plant regeneration from mature and immature embryos of wheat (*Triticum aestivum* L.). *Brazilian Archives of Biology and Technology*, 59. <https://dx.doi.org/10.1590/1678-4324-201616028>.
- [18] Ayolié K, Fatine M, Houda E, Atmane R. (2020). In vitro regeneration from immature embryos calli of durum wheat under salinity stress conditions. *Research Journal of Biotechnology*, 15, 9-18.
- [19] Satyavathi VV, Jauhar PP, Elias EM, Rao MB. (2004). Effects of growth regulators on in vitro plant regeneration in durum wheat. *Crop Science*, 44, 1839-1846

سومین کنفرانس ملی یافته‌های نوین زیست‌شناسی

3rd National Conference On New Biological Findings

۳ الی ۵ خرداد ۱۴۰۲



- [20] Mansouri S, Kobaissi A, Nziengui H, Fakiri M, Shakafandeh A, Sibi M. (2005). In vitro gynogenesis in some varieties of durum wheat (*Triticum durum* L.) of Maghreb and Middle East as a tool for regenerating plants from salt tolerant callus lines. *Géo-Eco-Trop*, 29, 77-88.
- [21] Soliman HIA, Hendawy MH. (2013) Selection for drought tolerance genotypes in durum wheat (*Triticum durum* Desf.) under in vitro conditions. *Middle-East Journal of Scientific Research*, 14, 69-78.
- [22] Barakat MN, Abdel-Latif TH. (1996). In vitro selection of wheat callus tolerant to high levels of salt and plant regeneration. *Euphytica*, 91, 127-140.



بررسی اثرات سیتوتوکسیک شوری در گندم دوروم (*Triticum turgidum* L. var. *durum*)

فاطمه صابر^۱، رسول اصغری زکریا^{۲*}، ناصر زارع^۲ و سلیم فرزانه^۳

^۱ دانشجوی کارشناسی ارشد، گروه تولید و ژنتیک گیاهی، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی،

دانشگاه محقق اردبیلی

^۲ استاد گروه تولید و ژنتیک گیاهی، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه محقق اردبیلی، Email: r-

asghari@uma.ac.ir

^۳ دانشیار گروه تولید و ژنتیک گیاهی، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه محقق اردبیلی

چکیده

شوری به دلیل سمیت تمام پارامترهای رشدی را در گونه‌های گیاهی تحت تأثیر قرار می‌دهد. یکی از این اثرات کاهش رشد ریشه و اختلال در فعالیت سلول‌های مریستمی گیاه است که از اثرات سیتوتوکسیک شوری ناشی می‌شود. شوری منجر به القای اختلالات کروموزومی و افزایش انحرافات در تقسیم میتوز می‌گردد. این مطالعه با هدف بررسی اثرات سیتوتوکسیک شوری در گندم دوروم در پاسخ به حضور NaCl در محیط رشد صورت گرفت که در آن مراحل مختلف میتوز (پروفاز، متافاز، آنافاز، تلوفاز و ناهنجاری‌های کروموزومی) در یک ژنوتیپ از گندم دوروم در سطوح شوری صفر، ۷۵، ۱۵۰ و ۳۰۰ میلی‌مولار NaCl مورد مطالعه قرار گرفت. صفات اندازه‌گیری شده شامل درصد سلول‌ها در مراحل پروفاز، متافاز، آنافاز، تلوفاز و درصد ناهنجاری‌های کروموزومی بود. نتایج نشان داد که افزایش سطوح تنش شوری منجر به کاهش معنی‌دار در شاخص میتوزی می‌شود. سطح شوری ۳۰۰ میلی‌مولار، کمترین مقدار شاخص میتوزی را نشان داد که در آن اختلال در تقسیم میتوز در اکثر سلول‌ها مشاهده شد و شاخص میتوزی به شدت کاهش یافت. در عین حال، در سطوح شوری ۷۵ و ۱۵۰ میلی‌مولار نیز از تعداد سلول‌های در حال تقسیم کاسته شد. با افزایش شدت تنش شوری، میزان مهار میتوزی آن افزایش داشت، به طوری که در سطح شوری ۳۰۰ میلی‌مولار بیشترین میزان مهار میتوزی به میزان حدود ۸۸ درصد مشاهده شد و اکثر سلول‌های در حال تقسیم در این سطح شوری در مرحله پروفاز باقی مانده و درصد سلول‌های متافازی و آنافازی در مقایسه با سطوح شوری دیگر کمترین مقدار را داشتند.

کلمات کلیدی: تریتیوم دوروم، شاخص میتوزی، شوری، ناهنجاری‌های کروموزومی



Study of the cytotoxic effects of salinity in durum wheat (*Triticum turgidum* L. var. *durum*)

Fatemeh Saber¹, Rasool Asghari Zakaria^{2*}, Nasser Zare², and Salim Farzaneh³

¹ MSc Student, Department of Plant Production and Genetics, Faculty of Agriculture and Natural Resources, University of Mohaghegh Ardabili, Ardabil, Iran

² Professor, Department of Plant Production and Genetics, Faculty of Agriculture and Natural Resources, University of Mohaghegh Ardabili, Ardabil, Iran (Corresponding author: E-mail: r-asghari@uma.ac.ir, Tel: 98-9143541783)

³ Associated Professor, Department of Plant Production, Faculty of Agriculture and Natural Resources, University of Mohaghegh Ardabili, Ardabil, Iran

Abstract

Due to its toxicity, salinity affects all growth parameters in plant species. One of these effects is the reduction of root growth and disturbance in the activity of plant meristem cells, which is caused by the cytotoxic effects of salinity. Salinity leads to the induction of chromosomal deviations and increased abnormalities in mitosis. This study aimed to investigate the cytotoxic effects of salinity in durum wheat in response to the presence of NaCl in the growth medium, in which the different stages of mitosis (prophase, metaphase, anaphase, telophase, and chromosomal abnormalities) in one genotype of durum wheat were studied at 0 (control), 75, 150, and 300 mM NaCl levels. The measured characteristics included the percentage of prophase, metaphase, anaphase, telophase cells, and percentage of chromosomal abnormalities. The results showed that increased salinity stress levels lead to a significant decrease in the mitotic index. The salinity level of 300 mM showed the lowest mitotic index, in which the disruption in the mitotic division was observed in most cells and the mitotic index decreased strongly. At the same time, the number of dividing cells was reduced at 75 and 150 mM salinity levels. With the increasing intensity of salt stress, its mitotic inhibition increased. So at the salinity level of 300 mM, the highest mitotic inhibition was observed at the rate of 88%, and most of the dividing cells at this salinity level remained in the prophase stage, and the percentage of cells that were in the metaphase and anaphase stages was the lowest in comparison with other salinity levels.

Keywords: Chromosomal abnormalities, Mitotic index, Salinity, *Triticum durum*



مقدمه

شوری خاک یکی از مهمترین تنش‌های غیر زنده است که با کاهش پتانسیل آب و تأثیر بر تعادل یونی، فرآیندهای متابولیکی مانند جوانه‌زنی بذر و رشد گیاهچه را مختل می‌کند [۳]. املاح موجود در خاک‌های شور شامل کربنات، منیزیم، پتاسیم، سدیم، کلسیم، سولفات، کلرید، نیترات و بورات است که در آن یون‌های کلرید و سدیم به دلیل حلالیت بالا بیشترین نقش را دارند [۲]. تجمع یون‌های Na^+ و Cl^- در سیتوزول با القای تنش یونی فیزیولوژی گیاهچه را به شدت تحت تأثیر قرار می‌دهد [۳،۴]. گزارش شده است که نمک با ایجاد تغییرات در مارپیچ دوگانه DNA باعث انحرافات کروموزومی در پیاز [۵]، جو [۶]، و گندم [۷] می‌شود. اختلالات کروموزومی (کروموتوکسیک) ناشی از اثرات NaCl بر ساختار فیزیکی DNA و پروتئین‌ها، از فعالیت میتوزی جلوگیری می‌کند، ناهنجاری‌های کروموزومی را افزایش می‌دهد و منجر به آرایش نادرست کروماتین می‌شود [۸]. تعداد سلول‌های وارد شده به تقسیم میتوزی پس از تیمارهای تنش غیرزیستی کاهش می‌یابد. بررسی شاخص میتوزی اغلب به عنوان یک سیستم نظارتی می‌تواند اولین هشدار برای حضور آلاینده‌های زیست محیطی ژنوتوکسیک در محیط باشد [۹،۱۰].

اولین اندام گیاهی که در معرض تنش شوری قرار می‌گیرد، ریشه است. مهمترین اثرات بازدارندگی شوری بر سلول‌های مریستم نوک ریشه، کاهش سرعت تقسیم سلولی و به تبع آن کاهش رشد ریشه‌های اولیه و توسعه ریشه‌های جانبی است [۷، ۸، ۹]. یکی از ساده‌ترین روش‌ها برای مطالعه ناهنجاری‌های کروموزومی استفاده از نوک ریشه گیاهچه است [۱۱]. فراوانی تقسیم سلولی به صورت شاخص میتوزی (MI) تعریف می‌شود که سرعت رشد ریشه و سرعت تکثیر سلولی را نشان می‌دهد [۱۲].

اثر تنش شوری بر انحرافات کروموزومی محصولات غلات مانند جو [۱۳]، ذرت [۱۴] و سورگوم [۱۵] گزارش شده است. غلظت بالای NaCl با مهار فعالیت میتوزی رشد ساقه‌چه و ریشه‌چه را تا حد زیادی کاهش می‌دهد. تنش ناشی از NaCl اثرات نامطلوبی بر تقسیم سلولی در نوک ریشه گندم داشته و منجر به القای انحرافات کروموزومی از جمله چسبندگی کروموزومی، C-میتوز، چند قطبی و تشکیل ریزهسته و در نهایت کاهش مقدار شاخص میتوزی می‌شود [۷]. بر این اساس، در این تحقیق اثرات منفی شوری بر کروموزوم‌های میتوزی در گندم دوروم مورد بررسی قرار گرفت.

مواد و روش‌ها

جهت بررسی اثرات کروموتوکسیک شوری تعداد ۳۰ بذر سالم و قوی از یک ژنوتیپ گندم دوروم (با شجره ALTAR 84CD22344-A-8M-1Y-1M-1Y-2Y-1M-0Y) پس از طی مراحل شستشو و ضدعفونی بر



روی کاغذ صافی در ژرمیناتور دمای 25°C در ظروف پتری ضد عفونی شده در چهار سطح شوری شامل شاهد، ۷۵، ۱۵۰ و ۳۰۰ میلی‌مولار NaCl کشت شدند. بعد از ۷۲ ساعت ریشه‌های تیمار شده جدا شده و در محلول فارمر (۱ قسمت استیک اسید - ۳ قسمت اتانول) تثبیت شدند. پس از تثبیت، به منظور تهیه اسلایدهای میکروسکوپی، ریشه‌ها با استفاده از HCl یک نرمال به مدت ۸ دقیقه در دمای 60°C هیدرولیز و پس از شستشو با آب مقطر در محلول استوارسین به مدت ۳-۲ ساعت رنگ‌آمیزی شدند. تهیه لام به روش اسکواش انجام شد، بدین ترتیب که ناحیه مریستمی نوک ریشه به طول ۱-۲ میلی‌متر روی لام قرار داده شد و داخل یک قطره اسید استیک ۴۵ درصد له شد. از هر تیمار تعداد سه اسلاید تهیه و در هر اسلاید به طور تصادفی ۱۰ میدان دید با میکروسکوپ نوری مورد بررسی قرار گرفت. در هر میدان دید، تعداد کل سلول‌ها، تعداد سلول‌های اینترفازی، تعداد سلول‌ها در هر کدام از مراحل مختلف تقسیم میتوز و سلول‌های با انحراف کروموزومی شمارش شد. از روی تعداد سلول‌های شمارش شده شاخص میتوزی (تعداد سلول‌های در حال تقسیم نسبت به تعداد کل سلول‌ها)، شاخص متافازی (تعداد سلول‌های متافازی نسبت به تعداد سلول‌های در حال تقسیم)، شاخص آنافازی (تعداد سلول‌های آنافازی نسبت به تعداد سلول‌های در حال تقسیم) و درصد مهار میتوز ($100 \times$ شاخص میتوزی شاهد / شاخص میتوزی شاهد - شاخص میتوزی تیمار شوری) محاسبه شدند. نتایج بدست آمده در قالب طرح کاملاً تصادفی تجزیه و تحلیل شد و مقایسه میانگین تیمارها با استفاده از آزمون حداقل اختلاف معنی‌دار (LSD) انجام گرفت.

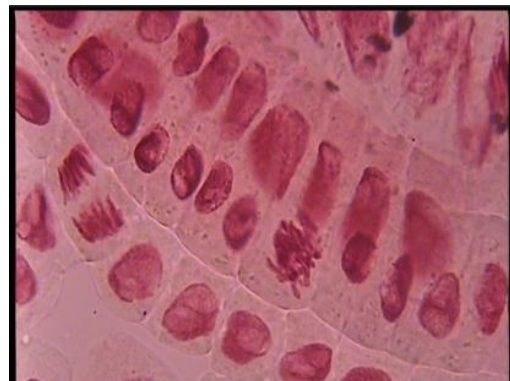
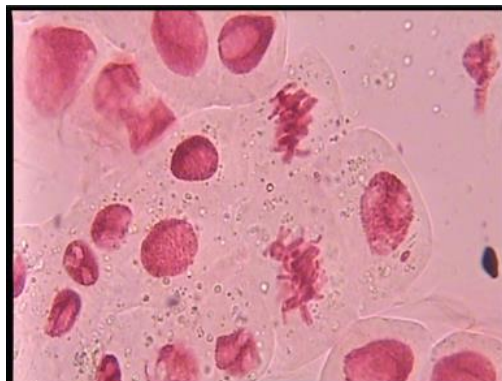
نتایج و بحث

تجزیه واریانس شاخص‌های میتوزی در ژنوتیپ مورد مطالعه نشان داد که بین سطوح شوری اختلاف معنی‌داری وجود دارد که نشان داد تنش شوری بر مراحل مختلف تقسیم میتوز تأثیر منفی می‌گذارد. مقایسه شاخص میتوزی سلول‌های نوک ریشه تیمار شده با سطوح مختلف NaCl نشان داد که با افزایش غلظت شوری شاخص‌های میتوزی شدیداً کاهش پیدا می‌کند (شکل ۱). بیشترین مقدار شاخص میتوزی به ترتیب در تیمار شاهد، شوری ۷۵ میلی‌مولار، ۱۵۰ میلی‌مولار و ۳۰۰ میلی‌مولار NaCl مشاهده شد. سطح شوری ۳۰۰ میلی‌مولار، کمترین مقدار شاخص میتوزی را نشان داد که در آن از هم پاشیدگی تقسیم میتوز در اکثر سلول‌ها مشاهده شد و شاخص میتوزی به شدت کاهش یافت. در عین حال، در سطوح شوری ۷۵ و ۱۵۰ میلی‌مولار نیز از تعداد سلول‌های در حال تقسیم (پروفاز، متافاز و ...) کاسته شد (شکل ۲ الف). با توجه به شکل ۱ ب به خوبی مشخص می‌شود که با افزایش شدت تنش شوری، میزان مهار میتوزی آن افزایش پیدا می‌کند. به طوری که در سطح شوری ۳۰۰ میلی‌مولار بیشترین مهار میتوزی به میزان حدود ۸۸ درصد مشاهده شد و اکثر سلول‌های در حال تقسیم در این سطح شوری در مرحله پروفاز باقی مانده و درصد سلول‌هایی که در مراحل متافاز و آنافاز

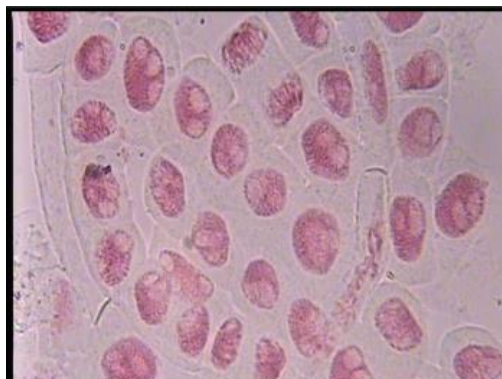


بودند در مقایسه با سطوح شوری دیگر کمترین مقدار را داشتند (شکل ۲الف). این نتایج با یافته‌های زاهد و همکاران [۱۲] و روبینینگ و همکاران [۱۰] مطابقت داشت. در نمونه‌های شاهد هیچ گونه متافاز، آنافاز و تلوفاز بهم ریخته مشاهده نشد در حالی که در غلظت ۷۵ میلی‌گرم در لیتر و بالاتر شوری، اختلال در آنافاز، متافاز و تلوفاز مشاهده شد. غلظت‌های بالاتر از ۷۵ میلی‌گرم در لیتر NaCl آسیب‌های شدید سیتوژنتیکی در گندم دوروم ایجاد و شاخص میتوزی را کاهش داد. این امر می‌تواند در اثر هم‌پاشیدگی کروموزومی یا در نتیجه چسبندگی کروماتین، اختلال در بسته‌بندی کروموزوم و اختلال در عملکرد دوک سلولی باشد. تمام این اختلالات در تقسیم سلولی می‌توانند اثرات منفی فراوانی به دنبال داشته باشند و مانع از رشد ریشه و گسترش آن شوند [۹، ۱۰]. در کل، نتایج حاصل از این آزمایش نشان داد که تعداد سلول‌هایی که وارد تقسیم میتوز می‌شوند پس از تیمارهای تنش شوری کاهش می‌یابند و تنش شوری منجر به افزایش اختلالات کروموزومی و کاهش تقسیم نرمال سلول‌ها می‌شود. در سطوح شوری بالاتر بویژه سطح شوری ۳۰۰ تا حدود زیادی هسته سلول‌ها متلاشی شده بود.

شاهد



۷۵
میلی‌مولار





سومین کنفرانس ملی یافته‌های نوین زیست‌شناسی

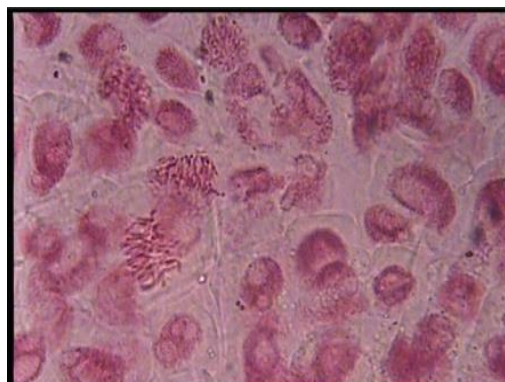
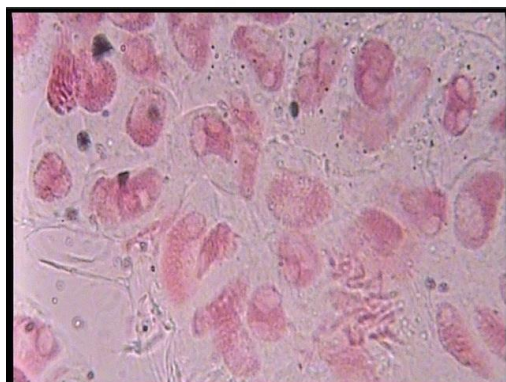
3rd National Conference On New Biological Findings

۳ الی ۵ خرداد ۱۴۰۲

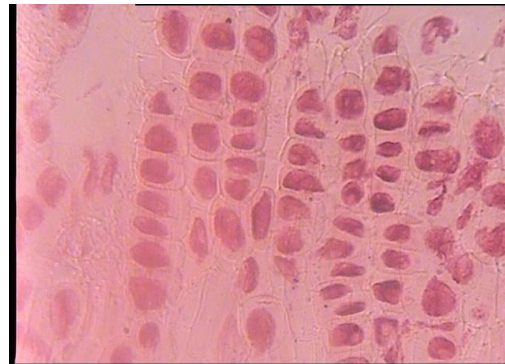
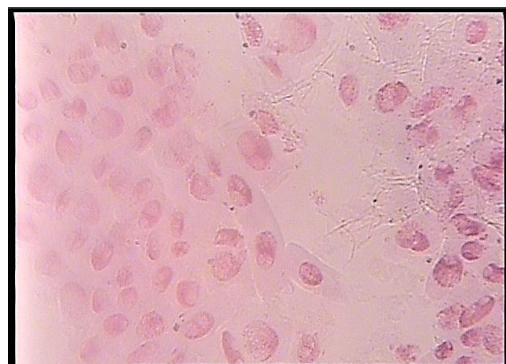


ISC
کد اختصاصی:
۰۲۶۳۰-۵۰۲۳۰۲

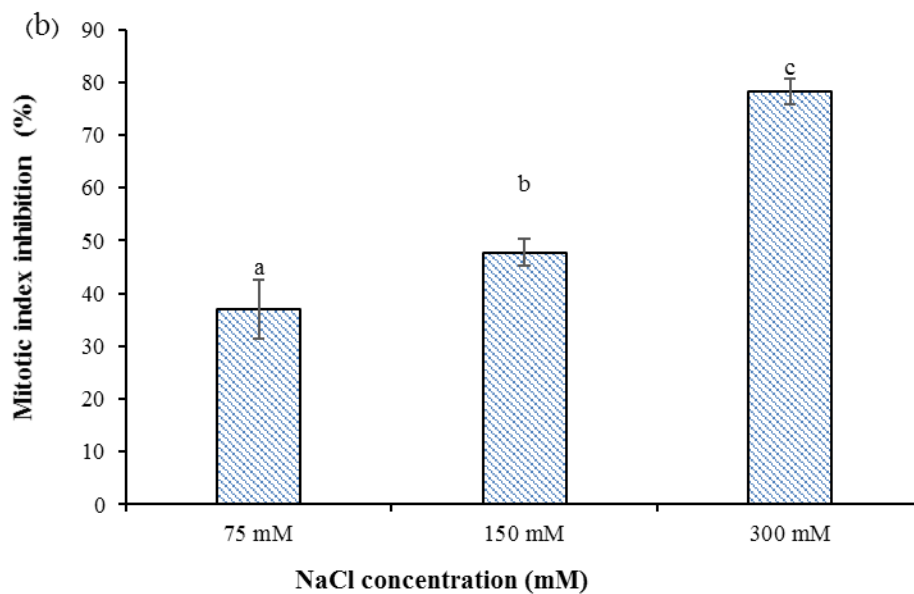
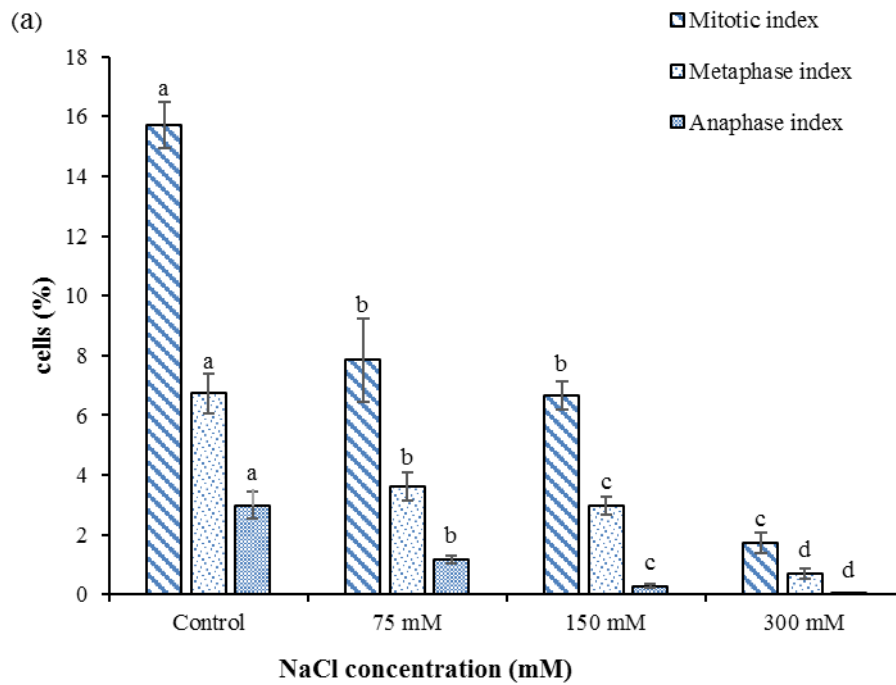
۱۵۰
میلی مولار



۳۰۰
میلی مولار



شکل ۱- نمونه‌ای از اسلایدهای میکروسکوپی حاوی مراحل تقسیم میتوز در غلظت‌های مختلف تنش شوری که نشان می‌دهد با افزایش سطح شوری شاخص میتوزی کاهش می‌یابد.



شکل ۲- مقادیر شاخص میتوزی، شاخص متافازی و شاخص آنافازی (الف) و درصد مهار میتوز (ب) ژنوتیپ گندم دوروم در سطوح مختلف شوری. حروف متفاوت نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار ($p < 0.05$) بین سطوح شوری است.

Refrensse

- [1] Hasegawa PM, Bressan RA, Zhu JK, Bohnert HJ. (2000). Plant cellular and molecular responses to high salinity. Annual Review of Plant Biology, 51(1), 463-499.
- [2] Nasri N, Saidi I, Kaddour R, Lachaal M. (2015). Effect of salinity on germination, seedling growth and acid phosphatase activity in lettuce. American Journal of Plant Sciences, 6, 57-63.
- [3] Chauhan A, Rajput N, Kumar D, Kumar A, Chaudhry AK. (2016). Effect of different salt concentration on seed germination and seedling growth of different varieties of oat (*Avena sativa* L.). International Journal of Information Research and Review, 3, 2627-32.
- [4] Tajbakhsh M, Zhou MX, Chen ZH, Mendham NJ. (2006). Physiological and cytological response of salt-tolerant and non-tolerant barley to salinity during germination and early growth. Australian Journal of Experimental Agriculture, 46, 555-562.
- [5] Kielkowska A. (2017). *Allium cepa* root meristem cells under osmotic (sorbitol) and salt (NaCl) stress in vitro. Acta Botanica Croatica, 76, 146-53.
- [6] Marakli S, Temel A, Gozukirmizi N. (2014). Salt stress and brassinosteroid interactions during germination in barley roots. Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca, 42, 446-52.
- [7] Pekol S, Baloglu MC, Celik Altunoğlu Y. (2016). Evaluation of genotoxic and cytologic effects of environmental stress in wheat species with different ploidy levels. Turkish Journal of Biology, 40(3), 580-588.
- [8] Tabur S, Demir K. (2009). Cytogenetic response of 24-epibrassinolide on the root meristem cells of barley seeds under salinity. Plant Growth Regulation, 58, 119-123.
- [9] Ogawa, A., Kitamichi, K., Toyofuku, K., Kawashima, C. (2006) Quantitative analysis of cell division and cell death in seminal root of rye under salt stress. Plant production science, 91, 56-64.
- [10] Rubinigg M, Wenisch J, Elzenga JTM, Stulen I. (2004). NaCl salinity effects lateral root development in *Plantago maritima*. Functional Plant Biology, 31, 775-780.
- [11] Kihlman BA. (1975). Root tips of *vicia faba* for the study of the induction of chromosomal aberrations. Mutation Research, 31(6), 401-412.
- [12] Zahed H, Mandal AKA, Shukla R, Datta SK. (2004). NaCl stress its chromotoxic effects and antioxidant behavior in roots of *Chrysanthemum morifolium* Ramat. Plant Science, 166, 215-220.

سومین کنفرانس ملی یافته‌های نوین زیست‌شناسی

3rd National Conference On New Biological Findings

۳ الی ۵ خرداد ۱۴۰۲



سومین کنفرانس ملی
یافته‌های نوین زیست‌شناسی

ISC

کد اختصاصی:
۰۲۲۳۰-۵۲۶۳۲

- [13] Katsuhara M, Kawasaki T. (1996). Salt stress induced nuclear and DNA degradation in meristematic cells of barley roots. *Plant Cell Physiology*, 37, 169–173.
- [14] Zidan I, Azaizeh H, Neumann PM. (1990). Dose salinity reduce growth in maize root epidermal cells by inhibiting their capacity for cell wall acidification. *Plant Physiology*, 93, 7–11.
- [15] Lutsenko EK, Marushko EA, Kononenko NV, Leonova TG. (2005). Effects of fusicocin on the early stages of sorghum growth at high NaCl concentrations. *Russian Journal of Plant Physiology*, 52, 332–337.

جوامع اپی‌بایانت^۱ جنگل‌های حرا در خلیج فارس

علیرضا محلاتی^{۱*}، علی نصرالهی^۲

۱. دانش آموخته کارشناسی ارشد زیست‌شناسی دریا، دانشگاه شهید بهشتی

۲. دانشیار زیست‌شناسی دریا، دانشگاه شهید بهشتی

* a.mahalati@mail.sbu.ac.ir

چکیده

جنگل‌های مانگرو گیاهان چوبی بین جزرومدی هستند که در مناطق ساحلی گرمسیری و زیرگرمسیری پراکنش دارند. در این اکوسیستم‌ها درختان و ریشه‌های هوایی بستر سختی را برای اتصال گروه‌های مختلف اپی‌بایانت فراهم می‌کنند. اگرچه تنوع و فراوانی گونه‌های اپی‌بایانت در مناطق جغرافیایی مختلف متفاوت است، این جوامع در بسیاری از مناطق مورد مطالعه قرار نگرفته‌اند. در مطالعه حاضر ترکیب گونه‌ای و فراوانی جوامع اپی‌بایانت جنگل‌های حرا (سطوح درختان و ریشه‌های نماتوفور) در خلیج فارس در مناطق خلیج نایبند، بندر خمیر و جزیره قشم مورد بررسی قرار گرفت. همچنین منطقه بندی عمودی این جوامع روی سطوح درخت و ریشه‌های نماتوفور توصیف شد. ترکیب گونه‌ای جوامع اپی‌بایانت در جنگل‌های حرا شامل دوکفه‌ای *Crassostrea* sp.، ۲ گونه کشتی چسب *Amphibalanus amphitrite* و *Microeuraphia permitini* و شکم پا *Littoraria intermedia* بود. ترکیب گونه‌ای در بین مناطق مورد مطالعه تفاوت معنی داری نداشت درحالی‌که فراوانی بین مناطق مختلف متفاوت بود. پراکنش عمودی این جوامع منطقه بندی عمودی مشخصی شامل سه ناحیه ریشه-های نماتوفور، تنه و شاخه‌های اصلی، و برگ و شاخه‌های کوچک و فرعی را نشان داد. تنوع پایین جوامع اپی-بایانت جنگل‌های حرا در خلیج فارس را می‌توان به شرایط سخت زیست محیطی این منطقه بویژه دما و شوری بالا نسبت داد و به نظر می‌رسد تفاوت در جوامع اپی‌بایانت به طور عمده توسط شرایط هیدرولوژیک خاص هر منطقه تعیین می‌شود. نتایج این تحقیق علاوه بر افزایش اطلاعات تنوع زیستی، به نوبه خود به مدیریت و حفاظت این اکوسیستم‌های غنی کمک می‌کند.

کلمات کلیدی: مانگرو، جوامع اپی‌بایانت، نماتوفور، حرا، خلیج فارس

^۱ epibiont

Epibiont assemblages of *Avicennia marina* mangrove forests in the Persian Gulf

Alireza Mahalati^{*1}, Ali Nasrolahi²

1. Graduated with a master's degree in marine biology, Shahid Beheshti University
2. Associate professor of marine biology, Shahid Beheshti University

* a.mahalati@mail.sbu.ac.ir

Abstract

Mangrove forests are intertidal woody plants that are confined in tropical and subtropical coastal areas. In mangrove ecosystems, trees and aerial roots provide a hard substrate for the attachment of several groups of epibiont species. However, the diversity and abundance of epibionts varies in different geographic areas and has not been studied in many regions. Here, we studied the species composition and abundance of epibionts on *Avicennia marina* tree surfaces and pneumatophores along the northern coasts of the Persian Gulf (Nayband Bay, Bandar-e-Khamir and Qeshm Island). Also, vertical zonation of these assemblages along tree and pneumatophore was described. A total of four species of epibionts were recorded, including an oyster *Crassostrea* sp., two barnacles *Amphibalanus amphitrite* and *Microeuraphia permitini*, and a snail *Littoraria intermedia*. Species composition did not show significant differences among sites, while abundance differed significantly. Vertical distribution revealed three distinct zones (pneumatophore, trunk and primary branches and leaf and twigs). low diversity of epibiont assemblages may be in correspondence with harsh conditions in the Persian Gulf especially high salinity and temperature. We suggest that the differences in mangrove epibiont assemblages are largely determined by local hydrographic conditions. This information contributes to fill gaps in marine biodiversity knowledge in coastal areas. These baseline data will contribute to the management and conservation of valuable mangrove ecosystems.

Key words: Mangrove, Epibiont community, Pneumatophore, *Avicennia marina*, Persian Gulf

اثر سیستم‌های کودی و خاک‌پوش بر برخی ترکیبات بذر شبدر برسیم

محمد حسین جلالی فرد^۱، امین لطفی جلال آبادی^{۲*}، خلیل عالمی سعید^۳

۱. دانش‌آموخته کارشناسی ارشد، گروه مهندسی تولید و ژنتیک گیاهی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان، خوزستان، ایران.

۲. استادیار، گروه مهندسی تولید و ژنتیک گیاهی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان، خوزستان، ایران.

۳. دانشیار، گروه مهندسی تولید و ژنتیک گیاهی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان، خوزستان، ایران.

نویسنده مسئول: aminlotfi@asnrukh.ac.ir

چکیده

به منظور بررسی اثر سیستم‌های کودی و خاک‌پوش بر برخی ترکیبات بذر شبدر برسیم، آزمایشی در سال زراعی ۹۹-۱۳۹۸ در مزرعه پژوهشی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان، به صورت فاکتوریل در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار اجرا شد. فاکتور اول آزمایش (خاک‌پوش) شامل: شاهد (M1)، خرده‌چوب نی (M2)، کاه گندم و کلش (M3) و پلاستیک مشکی (M4) و فاکتور دوم (انواع سیستم کوددهی) شامل: عرف منطقه (F1) (۱۰۰ کیلوگرم کود اوره + ۱۵۰ کیلوگرم سوپر فسفات تریپل)، ۷۵ درصد عرف + بارور ۱ + بارور ۲ (F2)، 50 درصد عرف + بارور ۱ + بارور ۲ (F3)، 25 درصد عرف + بارور ۱ + بارور ۲ (F4) و بارور ۱ + بارور ۲ (F5) بود. بررسی نتایج نشان داد بیشترین مقدار نیتروژن دانه شبدر برسیم در تیمارهای (F4M3) و (F3M1) حاصل شد که به ترتیب برابر با ۳/۹۷ و ۳/۷۴ درصد بود. بیشترین مقدار فسفر دانه (۰/۴۴۸ درصد) و پتاس دانه (۰/۶۷۶ درصد) در تیمارهای F1M2 و F1M3 بدست آمد. در مجموع می‌توان تیمارهای تلفیقی کود شیمیایی و زیستی به همراه کاربرد خاکپوش نی و کاه و کلش که جایگزین مناسبی برای کود شیمیایی و گامی بسوی تحقق اهداف کشاورزی پایدار می‌باشد.

کلمات کلیدی: تغذیه گیاه، کود زیستی، کود شیمیایی، کیفیت بذر



The effect of fertilizer and mulching systems on some clover seed compounds

Mohammad Hossein Jalalifar¹, Amin Lotfi Jalal-Abadi^{2*}, Khalil Alemi Saeed³

1. MSc.Graduated, Department of Plant Production Engineering and Genetics, Faculty of Agriculture, Agricultural Sciences and Natural Resources University of Khuzestan, Khuzestan, Iran.
2. Assistant Professor, Department of Plant Production Engineering and Genetics, Faculty of Agriculture, Agricultural Sciences and Natural Resources University of Khuzestan, Khuzestan, Iran.
3. Associate Professor, Department of Plant Production Engineering and Genetics, Faculty of Agriculture, Agricultural Sciences and Natural Resources University of Khuzestan, Khuzestan, Iran.

Corresponding Author: aminlotfi@asnrukh.ac.ir

Abstract

In order to investigate the effect of fertilizer and mulching systems on some clover seed compounds, an experiment was carried out in the growing seasons of 2018-2019 in the research farm of Agricultural Sciences and Natural Resources University of Khuzestan, in factorial and a randomized complete block design with three replications. The first factor of the experiment (mulch) was included: (no-applied control (M1), common reed mulch (M2), wheat straw (M3) and black plastic (M4) and the second factor (fertilizer system types) was included: conventional in the region (F1) (100 kg Urea fertilizer + 150 kg triple superphosphate), 75% of conventional treatment + Barvar 1 + Barvar 2 (F2), 50% of conventional treatment + Barvar 1 + Barvar 2 (F3), 25% of conventional treatment + Barvar 1 + Barvar 2 (F4), and Barvar 1 + Barvar 2 (F5). The results showed that the highest amount of nitrogen in clover seeds was obtained in treatments (F4M3) and (F3M1), which were 3.97% and 3.74%, respectively. The highest amount of seed phosphorus (0.448%) and seed potassium (0.676%) was obtained in F1M2 and F1M3 treatments. In general, the integrated treatments of chemical and biological fertilizers along with the use of straw mulch is a suitable alternative to chemical fertilizers and a step towards achieving the goals of sustainable agriculture.

Key words: Biological fertilizer, Chemical fertilizer, Plant nutrition, Seed quality



مقدمه

از مهم‌ترین گیاهان علوفه‌ای که امروزه در سراسر دنیا کشت و کار آن رواج گسترده‌ای یافته است؛ گیاهان خانواده لگومینوز هستند. شبدرها جزء مهم‌ترین گیاهان علوفه‌ای خانواده لگومینوز در مناطق معتدل و مرطوب هستند [۱]. شبدر برسیم یا شبدر مصری از خانواده بقولات یا لگومینوز با نام علمی (*Trifolium alexandrinum* L.) است. از فواید کشت شبدر برسیم می‌تواند به تقویت و حاصلخیزی خاک، افزایش هوموس و مواد آلی خاک، افزایش ازت خاک، کاهش مصرف کودهای ازته، افزایش میزان محصولات در کشت محصولات سال بعد، استفاده بهینه از اراضی، جذب و کاهش فسفرهای تثبیت شده، عدم احتیاج به عملیات‌های سنگین تهیه زمین، عدم نیاز به هزینه و نیروی انسانی زیاد، بالا بودن عملکرد تولید، تولید بیش از ۳۰ تن علوفه تر در سه چین، تولید علوفه‌ای با ارزش غذایی برابر یونجه، نیاز کم به آبیاری، افزایش تولیدات دامی، ایجاد اشتغال و افزایش درآمد کشاورزی، جلوگیری از بیکاری فصلی روستاییان و کاهش آفات و بیماری‌ها اشاره کرد [۲]. گسترش نواحی خشک و نیمه‌خشک در جهان و کاهش کیفیت منابع آب، مدیریت استفاده از منابع آبی را بسیار پراهمیت می‌نماید و استفاده از خاک‌پوش‌ها یکی از ابزارهای مدیریتی در این رابطه است [۳]. بقایای گیاهی که روی سطح خاک پخش می‌شوند، باعث کاهش دمای خاک (با افزایش بازتاب نور خورشید)، کاهش تبخیر آب و کاهش هدرروی آب [۴]، کاهش علف‌های هرز، افزایش رشد ریشه، کاهش فرسایش و متراکم شدن خاک، بهبود جوانه‌زنی و استقرار اولیه گیاه می‌شوند [۵].

گزینش برنامه کودی مناسب در زمان تولید گیاهان زراعی علاوه بر سود و زیان اقتصادی به مسائل زیست محیطی و ممانعت از آلودگی منابع بستگی دارد. ایجاد شرایط لازم برای استفاده بیش‌تر از فرآیندهای طبیعی مانند تثبیت بیولوژیک نیتروژن یکی از راه‌کارهای تولید بهینه محصول و مهم‌تر از آن حفظ محیط زیست است که امروزه در کشورهای مختلف به‌طور جدی دنبال می‌شود. از روش‌های بیولوژیک برای افزایش تولید در کشاورزی، استفاده از میکروارگانیسم‌های مفید خاک‌زی است که می‌توانند از طرق مختلف، باعث افزایش رشد و عملکرد گیاه شوند. بدون تردید کاربرد کودهای زیستی علاوه بر اثر مثبتی که بر کلیه ویژگی‌های خاک دارند، از جنبه‌های اقتصادی، زیست محیطی و اجتماعی نیز مفید واقع شده و می‌توانند به‌عنوان جایگزینی مناسب و مطلوبی برای کودهای شیمیایی مطرح باشند [۶]. استفاده بی‌رویه از کودهای شیمیایی و عدم استفاده از کودهای آلی در طی سالیان اخیر، عامل کاهش چشم‌گیر میزان ماده آلی خاک‌های ایران بوده است. از طرفی کاربرد بیش از حد کودهای شیمیایی در کشاورزی باعث ایجاد مشکلات زیست محیطی از جمله تخریب فیزیکی خاک و عدم توازن عناصر غذایی خاک شده است [۷]. بنابراین در سال‌های اخیر به جنبه‌های کیفی خاک و



افزایش تولید گیاهان زراعی با استفاده از خاک‌پوش‌ها، بقایای گیاهی و کودهای بیولوژیک دیگر به‌عنوان منابع تأمین‌کننده ماده آلی خاک و عناصر غذایی گیاهان توجه بسیاری شده است.

مواد و روش‌ها

به‌منظور بررسی اثر خاک‌پوش و برخی سیستم‌های کودی بر ترکیبات بذر شبدربرسیم، آزمایش مزرعه‌ای یک‌ساله‌ای در آبان ماه سال زراعی ۹۹-۱۳۹۸ در مزرعه پژوهشی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان، واقع در ملاثانی، ۳۵ کیلومتری شمال شرقی اهواز با عرض جغرافیایی ۳۱ درجه و ۳۴ دقیقه شمالی و طول جغرافیایی ۴۸ درجه و ۵۲ دقیقه شرقی، با ارتفاع حدود ۲۲ متر از سطح دریا اجرا گردید.

زمین محل آزمایش در سال‌های قبل زیر کشت هیچ‌گونه محصولی نرفته بود. این آزمایش به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار اجرا شد. ابعاد هر کرت به صورت 3×3 متر (۹ مترمربع) و در هر کرت پنج جوی و پشته با فاصله پشته ۶۰ سانتی‌متر قرار داشت. فاصله بین دو کرت فرعی با یک خط نکاشت مشخص گردید و فاصله بین بلوک‌ها دو متر در نظر گرفته شد. پشته‌های یک و پنج به‌عنوان حاشیه در نظر گرفته شد. پشته‌های دو، سه و چهار به‌عنوان پشته‌های نمونه‌برداری برای برداشت نهایی در نظر گرفته شد. همچنین برای نمونه‌برداری از هر پشته ۵۰ سانتی‌متر اول و آخر حذف گردید. فاکتور اول آزمایش (خاک‌پوش) به‌ترتیب شامل: شاهد (بدون خاک‌پوش (M1))، خرده‌چوب نی (M2)، کاه گندم و کلش (M3) و پلاستیک مشکی (M4) و فاکتور دوم (انواع سیستم کوددهی) شامل: عرف منطقه (F1) (۱۰۰ کیلوگرم کود اوره + ۱۵۰ کیلوگرم سوپر فسفات تریپل)، ۷۵ درصد عرف شیمیایی + بارور ۱ + بارور ۲ (F2)، ۵۰ درصد عرف شیمیایی + بارور ۱ + بارور ۲ (F3)، ۲۵ درصد عرف شیمیایی + بارور ۱ + بارور ۲ (F4) و بارور ۱ + بارور ۲ (F5) بود. در سیستم‌های مختلف کودی، کل کود شیمیایی برآورد شده براساس تیمار به‌صورت پایه و در هنگام کشت به زمین داده شد و با کولتیواتور دستی با خاک مخلوط گردید. کود بارور ۱ و ۲ که به ترتیب یک کود نیتروژنه و فسفره بیولوژیک ساخت شرکت زیست فناوری سبز بودند که طبق توصیه شرکت یاد شده به میزان یک کیلوگرم در هکتار به‌صورت بذرمال مصرف شد. بعد از اضافه نمودن کودها اقدام به تهیه فاروهای به عرض ۶۰ سانتی‌متر به‌طول سه متر به‌صورت دستی شد. رقم مورد استفاده رقم کارمل بود که بذر آن از شرکت پاکان بذر اصفهان تهیه شد. میزان بذر به کاربرده شده ۱۵ کیلوگرم در هکتار در نظر گرفته شد [۸]. کلش گندم و خرده‌های نی از بقایای مزرعه دانشگاه انتخاب شده و به مقدار ۱۵ تن در هکتار توزین و در کرت‌ها پخش خواهد شد. همچنین از پلاستیک مشکی منسجم و محکم جهت پوشاندن کرت‌های پلاستیک‌پوش استفاده گردید. در مرحله رسیدگی کامل اقدام به برداشت نهایی جهت اندازه‌گیری صفات بذری شبدر گردید. اندازه‌گیری نیتروژن کل با دستگاه کج‌دال و فسفر به روش رنگ‌سنجی با دستگاه اسپکتروفوتومتر انجام شد و از روش خاکسترگیری خشک و



دستگاه فلم‌فتومتر برای اندازه‌گیری میزان پتاسیم دانه استفاده گردید. تجزیه واریانس و برش‌دهی با استفاده از نرم‌افزار SAS نسخه ۹/۳ انجام گردید. برای مقایسه میانگین‌ها از آزمون حداقل اختلاف معنی‌دار LSD در سطح احتمال خطای پنج درصد استفاده گردید. آزمون نرمال بودن داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار Minitab نسخه ۱۸ صورت گرفت. برای رسم گراف‌ها از نرم‌افزار Excel استفاده شد.

نتایج و بحث

محتوی نیتروژن

نتایج جدول تجزیه واریانس نشان داد کاربرد تیمار خاکپوش، سیستم کودی و همچنین برهمکنش تیمارها در سطح یک درصد بر محتوی نیتروژن اثر معناداری داشتند (جدول ۱). نتایج بررسی مقایسه میانگین برهم‌کنش اثر خاکپوش و سیستم کودی برای نیتروژن دانه شبر برسیم نشان داد بیشترین مقدار این شاخص در تیمارهای F3M1 و F4M3 حاصل شد که به ترتیب برابر با ۳/۹۷ و ۳/۷۴ درصد بود. براساس نتایج این آزمایش، بین تیمارهای F3M1، F3M2، F4M2، F3M3 و همچنین بین تیمارهای F2M1، F2M2، F3M2، F4M2، F2M3، F3M3، F5M3، F2M4 و F5M4 از لحاظ آماری تفاوت معناداری مشاهده نشد. کمترین میزان نیتروژن دانه در تیمارهای F1M1، F4M1 و F2M2 بدست آمد که مقدار آنها به ترتیب برابر با ۲/۶۹، ۲/۷۲ و ۲/۶۶ درصد بود. همچنین نتایج این آزمایش نشان می‌داد که میزان نیتروژن دانه به شدت به برهمکنش دو عامل بستگی دارد و تیمارهای F3 و F4 به شرط کاربرد خاکپوش گاه می‌تواند باعث افزایش نیتروژن دانه شود (شکل ۱). به نظر می‌رسد که با افزایش کود نیتروژن و استفاده از کود زیستی جذب نیتروژن بیشتر شده و در نتیجه نیتروژن بیشتری به دانه‌ها منتقل خواهد شد در نتیجه درصد نیتروژن دانه افزایش یافت. مصرف کود شیمیایی نیتروژن سبب افزایش جذب بیشتر نیتروژن توسط گیاه شده و در نتیجه نیتروژن دانه افزایش می‌یابد [۹]. دلیل دیگر، نقش بسیار مهم عنصر فسفر در تأمین انرژی در ساختار ATP می‌باشد زیرا برای تثبیت نیتروژن انرژی فراوانی مورد نیاز است، بنابراین نقش غیرقابل انکار کود زیستی را در افزایش نیتروژن دانه می‌توان دخیل دانست. از جمله دلایل برتری نیتروژن دانه در تیمار مصرف کود زیستی نسبت به شاهد می‌توان به افزایش نیتروژن خاک در اثر فعالیت باکتری‌ها و همچنین افزایش توسعه سطح ریشه برای جذب نیتروژن از خاک اشاره کرد که موجب بالا رفتن نیتروژن دانه می‌شود [۱۰].

مصلحی و همکاران (۱۳۹۵) گزارش کردند مصرف تلفیقی کودهای شیمیایی، آلی و زیستی سبب افزایش محتوای نیتروژن دانه برنج گردید که به دلیل فراهمی نیتروژن در مرحله زایشی می‌باشد. به طوری که در مرحله زایشی، نیتروژن موجود در ساقه و برگ به سرعت به سمت خوشه و دانه‌های در حال نمو منتقل می‌شود. پترازا و

سومین کنفرانس ملی یافته‌های نوین زیست‌شناسی

3rd National Conference On New Biological Findings

۳ الی ۵ خرداد ۱۴۰۲

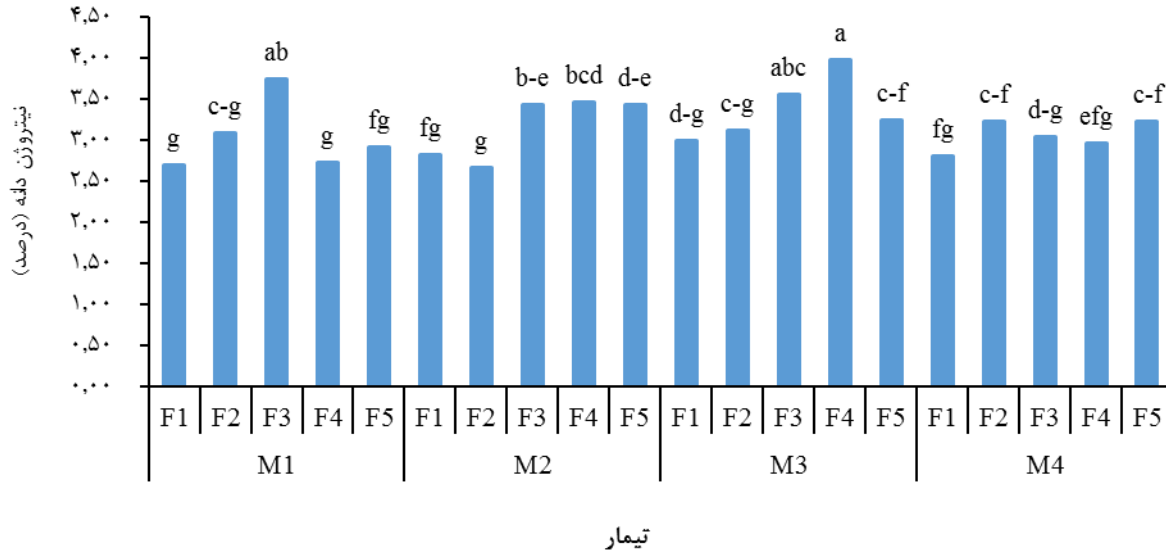


همکاران (۲۰۰۹) عنوان نمودند که بالاترین مقدار نیتروژن دانه زمانی حاصل شد که از تلقیح بذور با کودهای زیستی استفاده گردید. این محققان، دلیل این افزایش را، قابلیت دسترسی بیشتر به عناصر غذایی دانستند.

جدول ۱ تجزیه واریانس اثر سیستم کودی و خاک‌پوش بر محتوی نیتروژن، فسفر و پتاس بذر شبدر برسیم

میانگین مربعات (MS)				
منابع تغییر	درجه آزادی	نیتروژن دانه	فسفر دانه	پتاس دانه
بلوک	۲	۰/۰۳*	۰/۰۰۰۳ ^{ns}	۰/۰۰۰۶ ^{ns}
خاکپوش (M)	۳	۰/۳۷۳**	۰/۰۰۰۹*	۰/۰۰۰۵*
سیستم کودی (F)	۴	۰/۶۷۳**	۰/۰۱**	۰/۰۲۸**
خاکپوش×سیستم کودی (M×F)	۱۲	۰/۲۹۶**	۰/۰۰۳**	۰/۰۰۳*
خطای کل	۳۸	۰/۰۸۴	۰/۰۰۰۳	۰/۰۰۰۱
ضریب تغییرات (درصد)	-	۹/۲۳	۴/۸۳	۷/۷۲

ns و * و ** به ترتیب نشان دهنده‌ی معنی داری در سطح احتمال یک درصد، پنج درصد و عدم معنی داری می‌باشد.



شکل ۱ مقایسه میانگین برهم‌کنش خاکپوش و سیستم کودی برای نیتروژن دانه شبدر برسیم

F1 = عرف منطقه: ۱۰۰ کیلوگرم کود اوره + ۱۵۰ کیلوگرم سوپر فسفات تریپل، F2 = ۷۵ درصد عرف شیمیایی + بارور ۱ + بارور ۲، F3 = ۵۰ درصد عرف شیمیایی + بارور ۱ + بارور ۲، F4 = ۲۵ درصد عرف شیمیایی + بارور ۱ + بارور ۲، F5 = بارور ۱ + بارور ۲، M1 = بدون خاکپوش، M2 = خاکپوش نی، M3 = خاکپوش کاه، M4 = خاکپوش پلاستیک

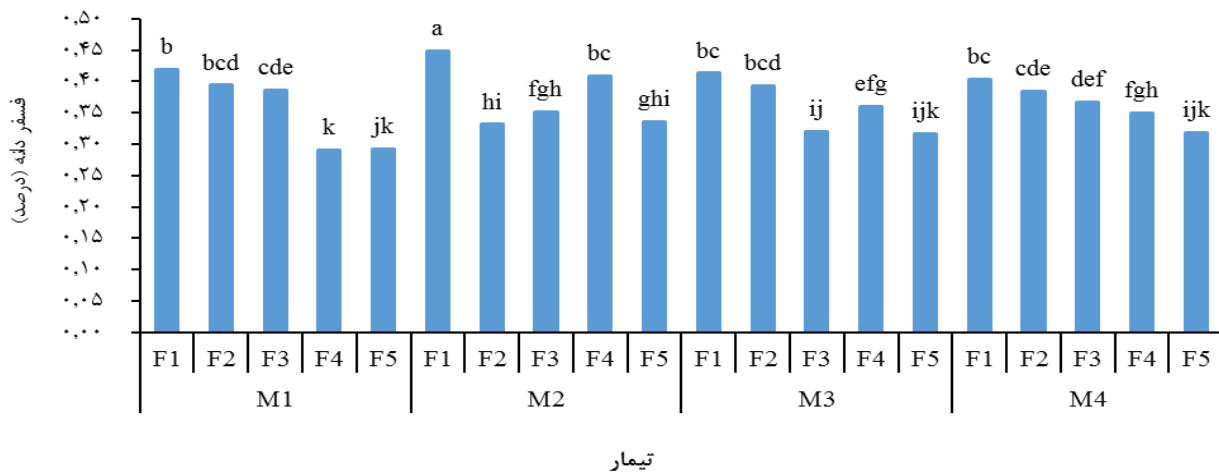
فسفر دانه

بررسی نتایج جدول تجزیه واریانس نشان داد کاربرد تیمار خاکپوش در سطح پنج درصد و سیستم کودی و همچنین برهم‌کنش خاکپوش و سیستم کودی در سطح یک درصد بر میزان فسفر دانه اثر معناداری داشتند (جدول ۱). بررسی نتایج مقایسه میانگین برهم‌کنش اثر خاکپوش و سیستم کودی بر فسفر دانه شبدر برسیم نشان داد بیشترین مقدار این شاخص در تیمار F1M2 حاصل شد که برابر با ۰/۴۴۸ درصد بود. براساس نتایج این آزمایش، بین تیمارهای F1M1، F2M1، F4M2، F1M3، F2M3، F1M4 و همچنین بین تیمارهای F4M1، F5M1، F5M3، F5M4 از لحاظ آماری تفاوت معناداری مشاهده نشد. کمترین میزان فسفر دانه (۰/۲۹۰ درصد) در تیمار F4M1 بدست آمد که با تیمار F5M1 تفاوت معناداری نداشت. مقدار فسفر دانه در تیمارهای F5M1، F3M3، F5M3، F5M4 تقریباً برابر بودند تفاوت چشمگیری با هم نداشتند. بررسی نتایج مربوط به فسفر دانه نشان می‌دهد که کاربرد خاکپوش M3 با افزایش بهبود رشد ریشه باعث افزایش جذب فسفر ذخیره شده در دانه می‌شود. همچنین، کاربرد F1 به شرط کاربرد خاکپوش باعث افزایش فسفر دانه می‌شود. نتایج این آزمایش نیز نشان می‌دهد که کودهای زیستی تأثیر چندانی در جذب فسفر و ذخیره آن در دانه نداشته‌اند (شکل ۲).



دلیل افزایش میزان فسفر با مصرف کود زیستی می‌تواند به دلیل افزایش فسفر قابل دسترس برای ریشه و گیاه بوده و از این طریق فسفر بیشتری در اختیار گیاه قرار می‌گیرد و فسفر بیشتری به دانه منتقل می‌شود. مصرف کود شیمیایی فسفره و همچنین مصرف کود زیستی فسفره به همراه کود شیمیایی فسفره سبب افزایش حلالیت فسفر در اطراف ریشه گیاه شده در نتیجه جذب فسفر توسط گیاه افزایش یافته و از آنجایی که دانه محل اصلی ذخیره فسفر می‌باشد میزان فسفر دانه در شرایط استفاده از کود زیستی نسبت به شاهد افزایش می‌یابد [۱۰].

ملکی نارگ موسی و همکاران (۱۳۹۲) بیان داشتند که مصرف کود بیولوژیکی نیتروژنه و فسفره به همراه کود شیمیایی آزادسازی فسفر را از کودهای فسفره بیشتر کرده، در نتیجه فسفر بیشتری در اختیار گیاه قرار می‌گیرد و از این رو فسفر انتقالی به دانه بیشتر شده و درصد فسفر دانه افزایش می‌یابد. افزایش فسفر پیکره گیاهی و دانه در شرایط استفاده از کود بیولوژیک فسفره به دلیل نقش بسیار مهم میکرواورگانیسم‌های حل‌کننده؛ فسفات موجود در ساختار کود بیولوژیک برای فراهمی و جذب بیشتر این عنصر می‌باشد [۱۴]. مصرف کود زیستی فسفره به همراه کود شیمیایی فسفات سبب خواهد شد تا جذب فسفر توسط گیاه در سطوح پایین‌تر کود شیمیایی در نتیجه حل شدن کود شیمیایی فسفات در مقایسه با مصرف ۱۰۰ درصد کود شیمیایی بیشتر شود در نتیجه انتقال فسفر به دانه در سطوح پایین‌تر کود شیمیایی به همراه کود زیستی فسفره بیشتر می‌شود و میزان فسفر دانه افزایش می‌یابد [۱۵].



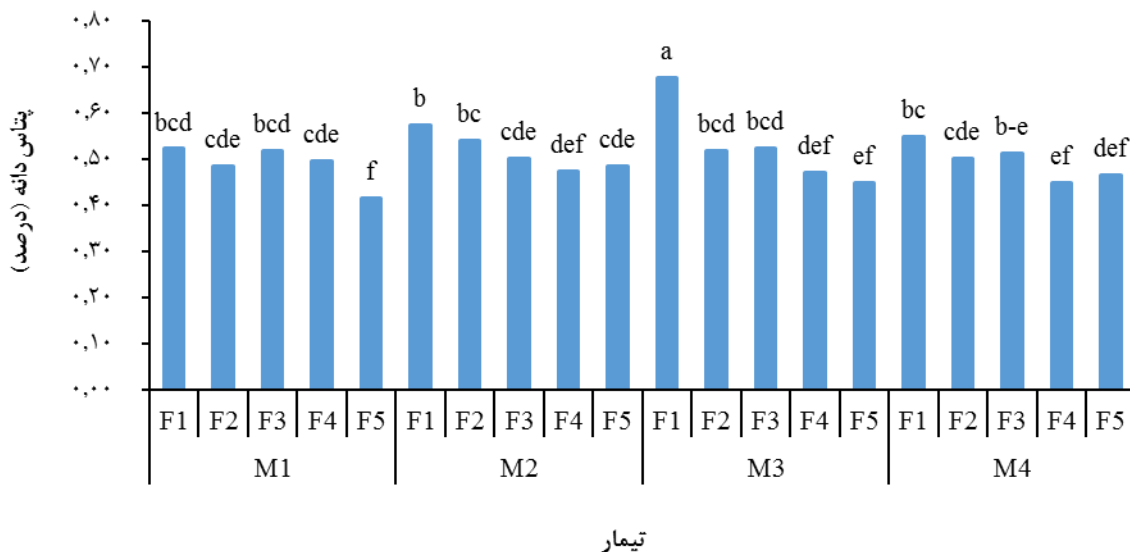
شکل ۲ مقایسه میانگین برهم‌کنش خاکپوش و سیستم کودی بر فسفر دانه شبدر برسیم.

F1 = عرف منطقه: ۱۰۰ کیلوگرم کود اوره + ۱۵۰ کیلوگرم سوپر فسفات تریپل، F2 = ۷۵ درصد عرف شیمیایی + بارور ۱ + بارور ۲، F3 = ۵۰ درصد عرف شیمیایی + بارور ۱ + بارور ۲، F4 = ۲۵ درصد عرف شیمیایی + بارور ۱ + بارور ۲، F5 = بارور ۱ + بارور ۲، M1 = بدون خاکپوش، M2 = خاکپوش نی، M3 = خاکپوش کاه، M4 = خاکپوش پلاستیک



پتاس دانه

نتایج جدول تجزیه واریانس نشان داد کاربرد تیمار سیستم کودی در سطح یک درصد و کاربرد تیمار خاکپوش و همچنین برهمکنش خاکپوش و سیستم کودی در سطح پنج درصد بر میزان پتاس دانه اثر معناداری داشتند (جدول ۱). بررسی نتایج مربوط به مقایسه میانگین برهم‌کنش اثر خاکپوش و سیستم کودی بر پتاس دانه شبدر برسیم حاکی از برتری تیمار F1M3 می‌باشد بطوری که بیشترین مقدار این شاخص (۰/۶۷۶ درصد) در این تیمار حاصل شد. براساس نتایج این آزمایش، بین تیمارهای F1M1، F3M1، F1M2، F2M2، F2M3، F3M3، F1M4 و F3M4 تفاوت معناداری مشاهده نشد. کمترین مقدار پتاس دانه (۰/۴۱۵ درصد) در تیمار F5M1 بدست آمد که با تیمارهای F4M2، F4M3، F5M3 و F4M4 تفاوت معناداری نداشت. به استثنای تیمارهای ذکر شده، بین سایر تیماری تفاوت چشمگیری از لحاظ آماری وجود ندارد و تقریباً در یک محدوده قرار دارند. بررسی نتایج مربوط به پتاس دانه نشان می‌دهد که کاربرد خاکپوش M3 با افزایش بهبود رشد ریشه باعث افزایش جذب پتاس ذخیره شده در دانه می‌شود. همچنین، کاربرد F1 به شرط کاربرد خاکپوش باعث افزایش پتاس دانه می‌شود. نتایج این آزمایش نیز نشان می‌دهد که کودهای زیستی تأثیر چندانی در جذب پتاس و ذخیره آن در دانه نداشته‌اند (شکل ۳).



شکل ۳ مقایسه میانگین برهم‌کنش خاکپوش و سیستم کودی بر پتاس دانه شبدر برسیم.

F1 = عرف منطقه: ۱۰۰ کیلوگرم کود اوره + ۱۵۰ کیلوگرم سوپر فسفات تریپل، F2 = ۷۵ درصد عرف شیمیایی + بارور ۱ + بارور ۲، F3 = ۵۰ درصد عرف شیمیایی + بارور ۱ + بارور ۲، F4 = ۲۵ درصد عرف شیمیایی + بارور ۱ + بارور ۲، F5 = بارور ۱ + بارور ۲، M1 = بدون خاکپوش، M2 = خاکپوش نی، M3 = خاکپوش کاه، M4 = خاکپوش پلاستیک

نتیجه‌گیری

بررسی نتایج مربوط به محتوی نیتروژن دانه نشان داد بیشترین مقدار نیتروژن دانه شبدر برسیم در تیمارهای ۲۵ درصد عرف شیمیایی + بارور ۱ + بارور ۲ و کاربرد خاکپوش کاه (F4M3) و ۵۰ درصد عرف شیمیایی + بارور ۱ + بارور ۲ و عدم کاربرد خاکپوش (F3M1) حاصل شد که به ترتیب برابر با ۳/۹۷ و ۳/۷۴ درصد بود. نتایج برهم‌کنش اثر خاکپوش و سیستم کودی بر فسفر دانه شبدر برسیم نشان داد بیشترین مقدار این شاخص در تیمار F1M2 (درصد ۰/۴۴۸) و کمترین میزان فسفر دانه (۰/۲۹۰ درصد) در تیمار F4M1 بدست آمد که با تیمار F5M1 تفاوت معناداری نداشت. براساس نتایج این آزمایش، بیشترین مقدار پتاسیم دانه (۰/۶۷۶ درصد) در تیمار عرف شیمیایی + بارور ۱ + بارور ۲ و کاربرد خاکپوش کاه (F1M3) و کمترین مقدار پتاس دانه (۰/۴۱۵ درصد) در تیمار بارور ۱ + بارور ۲ و عدم کاربرد خاکپوش (F5M1) بدست آمد. بر اساس نتایج این آزمایش، به نظر می‌رسد که مصرف همزمان کودهای زیستی همراه با کود نیتروژن، قابلیت دسترسی و جذب مواد غذایی در مراحل مختلف رشد گیاه را افزایش داده و سبب بهبود صفات مورد بررسی شد. در واقع کاربرد تلفیقی کودهای زیستی و شیمیایی در اکثر صفات، اثرهای مطلوبتری نسبت به مصرف هر یک به تنهایی یا عدم مصرف کود دارند. در مجموع می‌توان تیمارهای تلفیقی کود شیمیایی و زیستی به همراه کاربرد خاکپوش نی و کاه و کلش که جایگزین مناسبی برای کود شیمیایی و گامی بسوی تحقق اهداف کشاورزی پایدار می‌باشد.

تقدیر و تشکر

از دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان به جهت مساعدت در اجرای این پژوهش تقدیر و تشکر می‌گردد.

منابع

۱. کریمی، ه. ۱۳۸۶. زراعت و اصلاح گیاهان علوفه‌ای. چاپ هشتم. موسسه چاپ و انتشارات دانشگاه تهران. ۴۲۸ صفحه.
2. Dlority, RG, Grio, LGB, Algryn, E. (1988). Crop production. First printing. As translated by Kocheiki, A., Khiabani, H., and Sarmadnia, GH. M. (1366). Mashhad University Press. 638 pp.
3. Kiau, Q, Chen, C., Faoes, M, Petdri, Y, Kiuau, S, Vakkalagadda, B, Eisai Co Ltd, 2006. Use of mulch is one of the management tools. U.S. 11/416,322.



4. Mitchell, J, Singh, P, Wallender, W, Munk, D, Wroble, J, Horwath, W, Hogan, P, Roy, R, Hanson, B. (2012). No-tillage and high residue practices reduce soil water evaporation. California. Agriculture, 66, 55-61.

5. Chalker-Scott, L. (2007). Impact of mulches on landscape plants and the environment-A review. Journal of Chiha, A. J. 1982. Yield and yield components of spring wheat cultivars grown under three systems. Agron. J., 74, 317-320

6. Akhkha, A, Boutraa, T, Alhejely, A. (2011). The rates of photosynthesis, chlorophyll content, dark respiration, proline and abscisic acid (ABA) in wheat (*Triticum durum* L.) under water deficit conditions. International Journal of Agriculture and Biology, 13, 215-221.

۷. ملکوتی، م. ج. ۱۳۸۷. افزایش ارتقاء سطح سلامت جامعه از طریق تولید محصولات کشاورزی سالم. اولین همایش ملی فناوریهای نوین در کشاورزی و منابع طبیعی - دانشگاه آزاد اسلامی واحد رشت. ایران.

۸. شوشی دزفولی، ا.ع.، خرمیان، م. و عصاره، ع. ۱۳۹۷. اثر تاریخ کاشت و زمان قطع آبیاری بر عملکرد و بهره‌وری آب آبیاری شبدر برسیم بذری بهاره در خوزستان. تولیدات گیاهی (مجله علمی کشاورزی)، ۴۱ (۴): ۶۹-۸۲

۹. آزادی، ص.، سیادت، س. ع.، نصری، ر.، سلیمانی فرد، ع. و میرزایی، ا. ۱۳۹۲. کاربرد کودهای زیستی و شیمیایی نیتروژنه در ارقام گندم دوروم. نشریه علمی اکوفیزیولوژی گیاهان زراعی، ۷ (۲۶): ۱۴۶-۱۲۹.

10. Ayeni, LS, Adetunji, MT. (2010). Integrated application of poultrymanure and mineral fertilizer on soil chemical properties, nutrient uptake, yield and growth components of maize. Nature and Science, 8(1), 60-67.

۱۱. مصلحی، ن.، نیک‌نژاد، ی.، فلاح آملی، ه. و خیری، ن. ۱۳۹۵. اثر کاربرد تلفیقی کودهای شیمیایی، آلی و زیستی بر برخی صفات مرفوفیزیولوژیکی برنج (*Oryza sativa*) رقم طارم هاشمی. فصلنامه علمی پژوهشی فیزیولوژی گیاهان زراعی - دانشگاه آزاد اسلامی واحد اهواز، ۸ (۳۰): ۱۰۳-۸۷.

12. Pedraza, RO, Bellone, CH, Bellone, SD, Sorte, PMFB, Teixeira, KRDS. (2009). Azospirillum inoculation and nitrogen fertilization effect on grain yield and on the diversity of endophytic bacteria in the phyllosphere of rice rainfed crop. European Journal of Soil Biology, 36

۱۳. ملکی نارگموسی، م.، بلوچی، ح.، فرجی، ه. و یدوی، ع. ۱۳۹۲. اثر کودهای زیستی و شیمیایی نیتروژنه و فسفره بر عملکرد دانه و صفات کیفی ذرت شیرین. نشریه دانش کشاورزی و تولید پایدار، ۲۳ (۳): ۱۰۳-۸۹.

سومین کنفرانس ملی یافته‌های نوین زیست‌شناسی

3rd National Conference On New Biological Findings

۳ الی ۵ خرداد ۱۴۰۲



۱۴. توحیدی مقدم، ح.، نصری، م.، قوشچی، ف. و جمشیدپور، ف. ۱۳۸۶. بهینه سازی مصرف کودهای شیمیایی فسفات به منظور نیل به اهداف کشاورزی پایدار با نهاده کافی در زراعت ذرت. دومین همایش ملی کشاورزی بوم شناختی ایران. گرگان، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان.

15. Amanullah, A, Saifullah Khan, MA, Jahangir Khan, A. (2012). Biofertilizer a possible substitute of fertilizers in production of wheat variety zardana in Balochiistan. Pakistan Journal of Agriculture Research, 25(1), 25-39.



- اثر دور آبیاری و انواع خاک‌پوش بر صفات مورفولوژیک گوار در شرایط آب و هوایی اهواز
اکبر حسینوند^۱، امین لطفی جلال آبادی^{۲*}، علیرضا ابدالی مشهدی^۳، عبدالرضا سیاهپوش^۴ و احمد کوچک زاده^۳
۱. دانش‌آموخته کارشناسی ارشد، گروه مهندسی تولید و ژنتیک گیاهی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان، خوزستان، ایران.
 ۲. استادیار، گروه مهندسی تولید و ژنتیک گیاهی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان، خوزستان، ایران.
 ۳. دانشیار، گروه مهندسی تولید و ژنتیک گیاهی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان، خوزستان، ایران.

نویسنده مسئول: aminlotfi@asnruk.ac.ir

چکیده

به منظور ارزیابی اثر دور آبیاری و انواع خاک‌پوش بر صفات مورفولوژیک گوار، آزمایشی به صورت اسپلیت پلات در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در سال زراعی ۹۹۸-۱۳۹۸ در مزرعه تحقیقاتی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان اجرا گردید. در این آزمایش کرت‌های اصلی شامل چهار سطح دور آبیاری (دور آبیاری هفت، ۱۰، ۱۴ و ۲۱ روز یک‌بار) و چهار خاک‌پوش (پلاستیک، کلش گندم، کود گاوی پوسیده و بدون خاک‌پوش) بود. نتایج این آزمایش نشان داد که اثر دور آبیاری بر اکثر صفات مورفولوژیک بجز ارتفاع گیاه و قطر ساقه معنی‌دار گردید. اما اثر کود گاوی پوسیده بر اکثر صفات مورد بررسی از جمله ارتفاع بوته، تعداد برگ، وزن برگ در بوته، وزن ساقه، تعداد شاخه‌های فرعی و قطر ساقه اثر معنی‌داری نداشت. اثر متقابل دور آبیاری و خاک‌پوش نشان داد دور آبیاری هفت روز به همراه کلش باعث افزایش وزن ساقه در بوته و تعداد شاخه‌های فرعی شد. این امر حاکی از برتری دور آبیاری هفت روز به همراه کود گاوی پوسیده بود. در نهایت دور آبیاری هفت روزه و خاک‌پوش کود گاوی پوسیده و کلش گندم به عنوان بهترین تیمار جهت کشت گوار در منطقه اهواز معرفی گردید.

کلمات کلیدی: ارتفاع و قطر ساقه، پلاستیک پوش، کلش گندم، کم آبیاری



The effect of irrigation cycle and type of mulch on the morphological characteristics of Guar in Ahvaz climate

Akbar Hosseinvand¹, Amin Lotfi Jalal-Abadi^{2*}, Alireza Abdali Mashhadi³, Abdol Reza Siyahpoosh², Ahmad Kochekezadeh³

1. MSc.Graduated, Department of Plant Production Engineering and Genetics, Faculty of Agriculture, Agricultural Sciences and Natural Resources University of Khuzestan, Khuzestan, Iran.
2. Assistant Professor, Department of Plant Production Engineering and Genetics, Faculty of Agriculture, Agricultural Sciences and Natural Resources University of Khuzestan, Khuzestan, Iran.
3. Associate Professor, Department of Plant Production Engineering and Genetics, Faculty of Agriculture, Agricultural Sciences and Natural Resources University of Khuzestan, Khuzestan, Iran.

Corresponding Author: aminlotfi@asnruk.ac.ir

Abstract

In order to evaluate the effect of irrigation cycle and types of mulch on the morphological traits of Guar (*Cyamopsis tetragonoloba* L.), a split experiment in a randomized complete block design with three replications in the 98-99 growth season in the research farm of Agricultural Sciences and Natural Resources University of Khuzestan Was implemented. In this experiment, main plots including four levels of irrigation cycle (irrigation period of 7, 10, 14 and 21 days) and four mulches (plastic, wheat straw, rotten cow manure and no mulch) were performed. The results showed that the effect of irrigation frequency was significant on most morphological traits except plant height and stem diameter. However, the effect of mulching fertilizer on most of the studied traits such as plant height, number of leaves, leaf weight per plant, stem weight, number of sub-branches and stem diameter had no significant effect. The interaction effect of irrigation cycle and mulch showed that seven days irrigation cycle with stubble increased the weight of the stem in the plant and the number of secondary branches. This indicated the superiority of the seven-day irrigation cycle with cow manure mulch. Finally, the seven-day irrigation cycle and mulching with cow manure and wheat straw was introduced as the best treatment for guar cultivation in Ahvaz region.

Key words: low irrigation, plastic cover, Stem height and diameter, wheat straw

مقدمه

گوار یا لوبیای خوشه‌ای با نام علمی (*Cyamopsis tetragonoloba* L.)، گیاهی یک‌ساله با تحمل بالا در برابر شرایط سخت نظیر کم‌آبی، شوری و تابش نور شدید از خانواده حبوبات است که به‌عنوان یک گیاه تثبیت‌کننده نیتروژن جوی در خاک مطرح است [۱]. غلاف سبز آن به‌عنوان یک سبزی در جنوب شرقی آسیا مصرف می‌شود. دانه گوار غنی از پروتئین است که می‌تواند به‌عنوان جایگزینی برای منابع پروتئینی جیره ماکیان و حیوانات مطرح باشد [۲]؛ هم‌چنین از صمغ به‌دست آمده از آن در صنایع مواد غذایی، شیمیایی دارویی، آرایشی بهداشتی و کاغذسازی استفاده می‌شود [۳]. این گیاه قابلیت رشد در مناطق خشک و گرم با بارندگی کم را دارد که می‌توان با تعداد کمی آبیاری اقدام به تولید آن نمود. هم‌چنین دارای خواص دارویی در صمغ خود است که باعث کاهش قند خون، ضد میکروب، کاهش اشتها و کاهش چربی خون می‌شود [۴]. خوزستان یکی از مهم‌ترین مناطق از لحاظ تولیدات کشاورزی در کشور محسوب می‌شود که با دارا بودن شرایط خاص آب و هوایی، همواره شرایط مساعدی برای وقوع تنش‌های مخرب محیطی و کم‌آبی را در خود دارد. الگوی پراکنش بارندگی‌ها در شرایط خوزستان نشان می‌دهد که بعد از فرا رسیدن فصل گرم، در اغلب مواقع کمبود آب و تنش خشکی دیده می‌شود. بنابراین لزوم توجه بیش از پیش به کم‌آبیاری به‌عنوان یک راه‌کار مناسب جهت کاهش اثرات کم‌آبی در این استان بسیار ضروری به‌نظر می‌رسد، که با کاربرد صحیح آن می‌توان سطح زیر کشت گیاهان زراعی را گسترش داد و در مصرف آب آبیاری صرفه‌جویی نمود. کم‌آبیاری یک راه‌کار مطلوب برای تولید محصول در شرایط کمبود آب است؛ در پروژه‌های کم‌آبیاری که بخشی از طرح‌های آبی را شامل می‌شود، تعیین دور آبیاری گیاهان زراعی، امری ضروری است. علاوه بر بهینه‌کردن دور آبیاری، اتخاذ شرایط مدیریتی صحیح که شرایط کمبود آب را تا حدودی به نفع عملکرد گیاه متعادل نموده و اثرات تخریبی خشکی را خنثی کند، می‌تواند در تولید یک محصول قابل قبول در شرایط کمی آب موثر باشد.

از راهکارهای دیگر مدیریت مصرف آب، استفاده از خاک‌پوش یا مالچ می‌باشد. افزودن خاک‌پوش در حفظ رطوبت خاک از طریق محافظت گیاه از تعرق و تبخیر مستقیم از سطح خاک نقش داشته و از نیاز به آب آبیاری می‌کاهد. خاک‌پوش‌ها باعث کاهش میزان دمای خاک، رواناب و فرسایش، ممانعت از رشد علف‌هرز، بهبود ساختمان خاک شده و از طریق به دام انداختن مواد مغذی و عناصر غذایی حاصل‌خیزی خاک را افزایش داده و ممانعت از خسارت دیدن گیاهان در برابر بادهای داغ و طوفان‌شن‌جولوگیری می‌کنند. از نظر رشد و عملکرد گیاهان زراعی، خاک‌پوش‌ها در اقلیم‌های گرم و خشک‌تر، به‌واسطه کاهش دما و حفظ رطوبت خاک شرایط محیطی مناسب‌تری را برای جوانه‌زنی، استقرار گیاه‌چه و رشد گیاه فراهم می‌کنند. در ارتباط با مهار علف‌های هرز، حضور فیزیکی پسمان‌ها به‌عنوان خاک‌پوش بر سطح خاک و اثرات آللوپاتیک آن‌ها می‌تواند به‌صورت



مکملی برای علف‌کش‌ها عمل نماید [۵]. لذا در راستای بررسی و معرفی دور صحیح آبیاری و بررسی اثرات مثبت خاک‌پوش‌ها بر مدیریت زراعی گیاه گوار و هم‌چنین دلایل اقتصادی و ترغیب کشاورزان به کاربرد بقایای موجود در مزرعه، این آزمایش انجام شد.

مواد و روش‌ها

این آزمایش در سال زراعی ۹۸-۹۹ در مزرعه تحقیقاتی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان در ۳۵ کیلومتری شمال شرقی اهواز در شهر ملاثانی با عرض جغرافیایی ۳۱ درجه و ۳۶ دقیقه شمالی، طول جغرافیایی ۴۸ درجه و ۵۳ درجه شرقی و ارتفاع حدود ۲۴ متر از سطح دریا اجرا شد. بر اساس آمار هواشناسی ۳۰ ساله ایستگاه دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان، شهر ملاثانی با داشتن متوسط بارندگی سالیانه حدود ۲۳۵ میلی‌متر، متوسط درجه حرارت ۲۳/۵ و متوسط حداکثر و حداقل درجه حرارت به ترتیب ۳۳ و ۱۴/۶ درجه سانتی‌گراد، از لحاظ اقلیمی جزء مناطق گرمسیری خشک و نیمه‌خشک محسوب می‌شود. بذر مورد استفاده در این آزمایش بومی پاکستان با وزن هزار دانه ۳۰ گرم بود. تاریخ کاشت در این آزمایش دهه دوم تیرماه ۱۳۹۸ بود. این پژوهش به‌صورت آزمایش کرت‌های یک‌بار خرد شده در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار انجام شد. در این آزمایش کرت‌های اصلی شامل چهار سطح دور آبیاری (۱- دور آبیاری هفت روز یک‌بار (شاهد) ۲- دور آبیاری ۱۰ روز یک‌بار ۳- دور آبیاری ۱۴ روز یک‌بار ۴- دور آبیاری ۲۱ روز یک‌بار) و کرت‌های فرعی چهار خاک‌پوش (۱- پلاستیک ۲- کلش گندم (۱۵ تن در هکتار) ۳- کود گاوی پوسیده (۴۵ تن در هکتار) ۴- بدون خاک‌پوش) انجام شد.

هر کرت فرعی سه پشته کاشت با فواصل ۶۰ سانتی‌متر داشته که بر روی هر پشته دو خط کشت به طول سه متر بود. فواصل بین کرت‌های فرعی یک و بین کرت‌های اصلی سه پشته نکاشت بود. تراکم کشت با توجه به آزمایشات قبلی، ۸۳ بوته در مترمربع (فاصله بین بوته‌ها چهار سانتی‌متر بر روی خط) در نظر گرفته شد (مفتاح زاده و عصاره، ۱۳۹۸). برداشت نهایی در زمان رسیدن کامل دانه‌ها (اواسط مهرماه تا اواسط آبان ماه) در رطوبت حدوداً ۱۳ تا ۱۴ درصد و زمانی که لپه‌ها به حالت قهوه‌ای رسیدند صورت گرفت. در مرحله گل‌دهی (رسیدن ۵۰ درصد بوته‌های هر کرت به مرحله گل‌دهی) تعداد پنج بوته از خطوط نمونه‌برداری جدا شده تعداد شاخه‌های فرعی در بوته و تعداد برگ آن‌ها شمارش گردید و سپس میانگین آن برای تعداد برگ در هر بوته گزارش شد. برای اندازه‌گیری ارتفاع گیاه متری بر روی میز نصب شده و با آن ارتفاع گیاه از پایین‌ترین قسمت تا نوک ساقه اندازه‌گیری گردید. پس از انجام آزمون‌های لازم و اطمینان از نرمال بودن داده‌ها، تجزیه واریانس، مقایسه میانگین‌ها حاصل از این پژوهش با استفاده از نرم‌افزار SAS9.1 صورت گرفت. مقایسه میانگین‌ها به روش LSD در سطح احتمال خطای پنج درصد انجام شد. برای ترسیم شکل‌ها نیز از نرم‌افزار Excel استفاده شد.



نتایج و بحث

در بررسی جدول تجزیه واریانس (جدول ۱) مشخص شد که وزن برگ و تعداد شاخه‌های فرعی در بوته تحت تاثیر تیمار دور آبیاری در سطح احتمال یک درصد و وزن ساقه و تعداد برگ در بوته در سطح احتمال ۵ درصد دارای اختلاف معنی‌داری، در صورتی که ارتفاع بوته و قطر ساقه دارای اختلاف بی‌معنی می‌باشد. تیمار کاربرد خاک پوش بر وزن برگ و تعداد برگ در بوته در سطح احتمال یک درصد تاثیر معنی‌داری و بقیه صفات اثر بی‌معنی گذاشتند. همچنین نتایج اثر برهمکنش دور آبیاری × خاکپوش نشان داد که صفات وزن ساقه، تعداد برگ در بوته و تعداد شاخه‌های فرعی در بوته در سطح احتمال یک درصد و وزن ساقه در سطح احتمال پنج درصد دارای اختلاف بی‌معنی بودند (جدول ۱).

جدول ۱ تجزیه واریانس صفات مورفولوژیکی گوارا تحت تاثیر دور آبیاری و خاکپوش

میانگین مربعات (MS)						درجه آزادی	منابع تغییرات
ارتفاع بوته	قطر ساقه	وزن ساقه	تعداد شاخه فرعی در بوته	تعداد برگ در بوته	وزن برگ		
۸۷۰/۲۵*	۲/۸۲*	۲۱۲۰۴/۹۷ns	۰/۱۴ns	۱/۱۸ns	۸۱/۲۲ns	۲	تکرار
۳۱۱/۶۶۲ns	۱/۵۲ns	۷۸۳۹۶/۳۱*	۲/۸۵**	۲/۲۵*	۳۰۱/۴۰**	۳	دور آبیاری
۴۷۰/۱۶	۲/۵۲	۳۵۵۶۵/۴۵	۰/۰۶	۰/۳۵	۵۴/۳۸	۶	خطا اصلی
۹۱/۰۰ns	۱/۲۸ns	۲۹۸۷۷/۱۱ns	۰/۳۵ns	۸/۴۷**	۴۰۴۹/۶۳**	۳	خاکپوش
۱۶۷/۲۵ns	۰/۹۴ns	۵۶۱۴۰/۰۱*	۰/۸۷**	۱۶/۷۸**	۴۲۸۷/۵۴۹**	۹	دور آبیاری × خاکپوش
۲۴۲/۰۴	۱/۲۹	۲۲۹۳۰/۳۲	۰/۱۳	۰/۵۶	۲۸/۳۰	۲۴	خطا فرعی
۱۶/۱۲	۲۳/۸۶	۲۶/۳۹	۲۱/۶۸	۲۸/۵۷	۱۲/۹۶		ضریب تغییرات

ns، * و ** به ترتیب غیرمعنی‌دار، معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد و معنی‌دار در سطح احتمال یک درصد

وزن برگ

نتایج مقایسه میانگین اثرات متقابل دور آبیاری × خاکپوش نشان داد که بیشترین وزن برگ (۱۰۷/۹۸ گرم در متر مربع) در ۲۱ روز یکبار آبیاری به همراه بدون خاکپوش و کمترین (صفرگرم در متر مربع) در ۲۱ روز یکبار آبیاری به همراه کود گاوی پوسیده می‌باشد، که با تیمار ۱۰ روز یکبار آبیاری به همراه کود گاوی پوسیده اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد (جدول ۲). بر اساس نتایج شنوایی اصل (۱۳۹۴) با افزایش فواصل دور آبیاری از وزن خشک برگ سیب‌زمینی کاسته شد.

تعداد برگ در بوته

اثر متقابل دور آبیاری و مالچ بر روی صفت مورد مطالعه نشان داد (جدول ۲) که بیشترین مقدار آن در دور آبیاری ۲۱ روز و بدون مالچ (۶/۶۶) و کمترین تعداد برگ در بوته در ترکیب دور آبیاری ۲۱ روز و مالچ کود گاوی پوسیده (صفر) که با تیمار ۱۴ روز آبیاری بدون مالچ اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد. بررسی اثرات متقابل صفت تعداد برگ حاکی از آن است، آزادسازی سریع عناصر از کودهای طبیعی در خاک‌پوش و کاهش دمای خاک بودن، موجب افزایش تعداد برگ در بوته شد. افزایش تعداد برگ به علت افزایش طول میانگرمه و افزایش تعداد گره می‌باشد، با توجه به افزایش ارتفاع بوته، و همبستگی مثبتی که بین ارتفاع بوته و تعداد برگ وجود دارد، احتمالاً افزایش تعداد برگ در این گیاه نتیجه افزایش این دو عامل بود.

تعداد شاخه‌های فرعی

در بررسی اثر متقابل دور آبیاری و مالچ (جدول ۲)، بیشترین تعداد شاخه‌های فرعی در دور آبیاری ۷ روز با میانگین ۶۶/۶ تحت تیمار بدون خاکپوش و خاکپوش کود گاوی پوسیده و کمترین ۷ روز آبیاری بدون خاکپوش بود. رطوبت ذخیره شده در خاک توسط مالچ کلسی می‌تواند به رشد و توسعه گیاه کمک کرده و منجر به افزایش تعداد شاخه فرعی شود [۷]. بررسی‌های انجام شده توسط محققین نیز نشان داد که با افزایش فواصل آبیاری، تعداد شاخه‌های فرعی کنگد کاهش یافت [۸].

وزن ساقه

همچنین نتایج اثرات متقابل دور آبیاری × خاکپوش نشان داد که بیشترین وزن ساقه (۸۷۶/۲۱ گرم در متر مربع) در ۷ روز یکبار آبیاری به همراه کلس گندم و کمترین (۳۴۹/۲۸ گرم در متر مربع) در ۲۱ روز یکبار آبیاری به همراه کلس گندم می‌باشد (جدول ۲). بر اساس نتایج شنوایی اصل (۱۳۹۴) با افزایش فواصل دور آبیاری از وزن خشک ساقه سیب زمینی کاسته شد.

سومین کنفرانس ملی یافته‌های نوین زیست‌شناسی

3rd National Conference On New Biological Findings

۳ الی ۵ خرداد ۱۴۰۲



جدول ۲ مقایسه میانگین اثر متقابل دور آبیاری × خاکپوش بر صفات مورفولوژیکی گوارا

دور آبیاری	مالچ	وزن برگ (گرم)	تعداد برگ در بوته	تعداد شاخه فرعی در بوته	وزن ساقه (گرم)
۷ روز	پلاستیک	۷۱/۱g	۱fg	۰/۶۶bc	۴۵۴/۴۱cd
	کلش گندم	۶۹/۶۶d	۴/۳۳b	۶/۶۶b	۸۷۶/۲۱a
	کود گاوی پوسیده	۱۷/۷۳g	۱/۳۳f	۲a	۷۵۲/۴ab
	بدون مالچ	۸۸/۰۳b	۴/۳۳b	۱/۶۶a	۵۸۹/۳۱b-e
۱۰ روز	پلاستیک	۳۸/۹۵f	۳/۳۳bcd	۱b	۴۴۹/۳۵ab
	کلش گندم	۲۳/۷۵g	۲/۶۶de	۰d	۶۸۰/۵۱cde
	کود گاوی پوسیده	۸۳/۲۸bc	۶a	۰/۳۳cd	۶۳۰/۴۸a-d
	بدون مالچ	۰h	۰g	۰d	۵۷۱/۵۸b-e
۱۴ روز	پلاستیک	۱۶/۱۵g	۱/۳۳f	۰d	۵۶۹/۶۸ b-e
	کلش گندم	۷۵/۰۵cd	۴bc	۰/۶۶bc	۴۶۱/۰۶ b-e
	کود گاوی پوسیده	۱۴/۲۵g	۱/۶۶fg	۱b	۷۰۳/۶۳cde
	بدون مالچ	۵۰/۶۶e	۵۰/۶۶ef	۰d	۵۵۹/۲۳abc
۲۱ روز	پلاستیک	۱۸/۳۶g	۱/۳۳f	۰/۶۶bc	۵۴۷/۸۳ b-e
	کلش گندم	۳۵/۴۶f	۳bc	۰d	۳۴۹/۲۸e
	کود گاوی پوسیده	۰h	۰g	۰d	۴۰۶/۹۱de
	بدون مالچ	۱۰۷/۹۸a	۶/۶۶a	۰/۶۶bc	۵۷۸/۷۶ b-e

در هرستون میانگین‌هایی که حداقل در یک حرف مشترک میباشند، از نظر آزمون Lsd در سطح احتمال پنج درصد تفاوت معنی‌داری ندارند.

نتیجه‌گیری

در بررسی اثر اصلی نتایج نشان داد کاربرد دور آبیاری در خاک بر برخی صفات مورفولوژیک گیاه از جمله تعداد برگ، وزن برگ در بوته، وزن ساقه، تعداد شاخه‌های فرعی معنی‌دار گردید. در بررسی اثرات اصلی ناشی از مصرف خاک‌پوش، بر تمام صفات مورفولوژی از جمله ارتفاع بوته، تعداد برگ، وزن برگ در بوته، وزن ساقه، تعداد شاخه‌های فرعی و قطر ساقه معنی‌دار گردید. اثر متقابل دور آبیاری و خاک‌پوش نشان داد دور آبیاری ۷ روز به همراه به همراه کلش گندم باعث افزایش وزن ساقه در بوته با میانگین (۸۷۶/۲۱) و صفات تعداد شاخه‌های فرعی، حاکی از برتری دور آبیاری ۷ روز به همراه کود گاوی پوسیده بود. در نهایت دور آبیاری ۷ روزه و خاک‌پوش کود گاوی پوسیده و کلش گندم به عنوان تیمار برتر انتخاب گردید.

تقدیر و تشکر

از دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان به جهت مساعدت در اجرای این پژوهش تقدیر و تشکر می‌گردد.

منابع

1. Gresta, F, Sorinto, O, Santonoceto, C, Issi, L, Formantici, C, Galante, YM. (2013). Effects of sowing times on seed yield, protein and galactomannans content of four varieties of guar in a Mediterranean environment. *Industrial Crops and Products*, 41, 46-52.
2. Elsheikh, E A E, Ibrahim, KA. (1999). The effect of bradyrhizobium inoculation on yield and seed quality of guar (*Cyamopsis tetragonoloba* L.). *Food Chemistry*, 65, 183-187.
3. Lubbe, A, Verpoorte, R. (2011). Cultivation of medicinal and aromatic plants for especially industrial materials. *Industrial crops and products*, 34, 785-801.
4. Mohammad, M, J, Malkawi, H I, Shibli, R. (2003). Effects of arbuscular mycorrhizal fungi and phosphorus fertilization on growth and nutrient uptake of barley grown on soils with different levels of salts. *Journal of Plant Nutrition*, 26(1), 125-137.
5. Yang min, Y M, LIU, XJ, LI, WQ, LI, CZ. (2006). Effect of different mulch materials on winter wheat production in desalinized soil in Heilongjiang region of North China. *Journal of Zhejiang University Science*, 7(11), 858-867.
۶. شنوایی اصل، س. ۱۳۹۴. تأثیر دور آبیاری بر عملکرد و اجزای عملکرد سیب زمینی رقم سانته. سومین همایش سراسری کشاورزی و منابع طبیعی پایدار.
۷. بهنژاد، ج.، زین‌العابدین، ط.، آیین، ا.، مختصی بیدگلی، ع. ۱۳۹۷. اثر تنش خشکی و خاک‌پوش کاه و کلش گندم بر خصوصیات مورفو-فیزیولوژیک گندم. نشریه علمی - پژوهشی اکوفیزیولوژی گیاهان زراعی، ۱۲ (۳): ۳۹۳-۴۱۰.

سومین کنفرانس ملی یافته‌های نوین زیست‌شناسی

3rd National Conference On New Biological Findings

۳ الی ۵ خرداد ۱۴۰۲



دانشگاه گیلان و بوستان



سومین کنفرانس ملی یافته‌های نوین زیست‌شناسی

ISC

کد اختصاصی:
۰۲۲۳۰۵۲۶۳۲

۸. رضوانی مقدم، پ.، نوروزپور، ق.، نباتی، ج.، محمدآبادی، ع. ا. ۱۳۹۷. بررسی خصوصیات مورفولوژیک، عملکرد دانه و روغن کنجد در تراکم‌های مختلف بوته و فواصل مختلف آبیاری. مجله پژوهش‌های زراعی ایران، ۳ (۱): ۵۷-۶۸.



بررسی اشتباهات و تقلبات در عرضه گیاهان دارویی (مطالعه موردی: خانواده Asteraceae)

امیرعباس مینایی فر^{۱*}، فاطمه راسخ^۲، فاطمه دانشمند^۳

۱. دانشیار گروه زیست‌شناسی، دانشگاه پیام نور، تهران، ایران (aaminaeifar@pnu.ac.ir)

۲. استادیار گروه زیست‌شناسی، دانشگاه پیام نور، تهران، ایران

۳. استادیار گروه زیست‌شناسی، دانشگاه پیام نور، تهران، ایران

چکیده

خانواده آفتابگردان از نظر تعداد جنس و گونه جزو ۱۰ خانواده مهم گیاهی ایران است، جوان بودن این خانواده از دیدگاه تکاملی باعث شده تا گونه‌های مشابه و نزدیک به هم در این خانواده وجود داشته باشند که تشخیص و تفکیک بعضی گونه‌ها را دشوار نموده است، بروز اشتباهات سهوی به دلیل صفات مرفولوژیکی مشابه در گیاهان موضوع مهمی در بازار گیاهان دارویی است، از اینرو این تحقیق برای تعیین گونه‌های دارویی از تیره Asteraceae که در بازار دارویی به فروش می‌رسند انجام گرفت. این تحقیق در دو مرحله انجام گرفته است، مرحله اول مراجعه به مراکز عرضه گیاهان دارویی در شهرهای اصفهان، یزد و شیراز و تهیه نمونه‌های گیاهان دارویی از تیره Asteraceae، به همراه ثبت اطلاعات شامل نام گیاه از نظر عرضه کننده و همچنین خواص دارویی آن، در مرحله دوم شناسایی گیاهان دارویی تهیه شده در آزمایشگاه گیاه‌شناسی بود.

بر اساس نتایج این تحقیق بیشترین تقلبات مشاهده شده که در آن هر دو گونه از خانواده آستراسه باشند مربوط به گیاه دارویی بابونه و گیاه داوری افسنطین می باشد. باتوجه به ارزش دارویی بالای گیاه بابونه و افسنطین و طیف وسیع درمانی آنها، همچنین وجود گونه‌های دارویی دیگری در تیره کاسنی که در مرفولوژی اندام‌های رویشی و در برخی اثرات درمانی با این گیاه مشابهند، تقلب در عرضه این گیاه دارویی را امری اجتناب ناپذیر نموده است. بنابراین انجام تحقیقات و مشخص نمودن شاخه‌های گیاه‌شناسی در تفکیک گونه‌های اصلی و غیر اصلی نیز بسیار ضروری و حائز اهمیت است.

کلمات کلیدی: گیاهان دارویی، تقلبات سهوی و عمدی، افسنطین، بابونه



Investigating mistakes and frauds in the supply of medicinal plants (case study: Asteraceae family).

Amir Abbas Minaei Far*¹, Fatemeh Rasekh², Fatemeh Daneshmand³

Associate Professor, Department of Biology, Payame Noor University. Tehran. Iran
(aaminaeifar@pnu.ac.ir)

Assistant Professor, Department of Biology, Payame Noor University. Tehran. Iran

Assistant Professor, Department of Biology, Payame Noor University. Tehran. Iran

Abstract

The sunflower family is among the 10 important plant families of Iran in terms of the number of genera and species. The youngness of this family from an evolutionary point of view has caused similar and closely related species to exist in this family, which has made it difficult to distinguish and separate some species, the occurrence of inadvertent mistakes due to similar morphological traits in plants is an important issue in the market of medicinal plants. Therefore, this research was done to determine the medicinal species of the Asteraceae family that are sold in the pharmaceutical market.

This research has been carried out in two stages, the first stage is visiting medicinal plant supply centers in the cities of Isfahan, Yazd and Shiraz and preparing samples of medicinal plants from the family Asteraceae, along with recording information including the name of the plant from the point of view of the supplier as well as its medicinal properties. In the second stage, the medicinal plants prepared in the botanical laboratory were identified.

According to the results of this research, the most observed frauds in which both species are from the Asteraceae family are related to the chamomile medicinal plant and wormwood medicinal plant. Due to the high medicinal value of chamomile and wormwood and their wide therapeutic spectrum and the presence of medicinal species in the chicory family that are similar to this plant in the morphology of vegetative organs and in some therapeutic effects, fraud in the supply of this medicinal plant is inevitable.

Therefore, it is very necessary to conduct research and identify the botanical branches in separating the main and non-main species.

Key words: medicinal plants, accidental and deliberate frauds, wormwood, chamomile



مقدمه

آستراسه یکی از خانواده‌های مهم در بین خانواده‌های گیاهی است، این خانواده شامل تعداد زیادی جنس و گونه با پراکنشی گسترده در سطح جهان است، خانواده آفتابگردان از نظر تعداد جنس و گونه جزو ۱۰ خانواده مهم گیاهی ایران است و شامل تعداد زیادی از گیاهان ارزشمند اقتصادی و دارویی مانند گل آفتابگردان، بابونه، کاسنی و ... است (۱)، جوان بودن این خانواده از دیدگاه تکاملی باعث شده تا گونه‌های مشابه و نزدیک به هم در این خانواده وجود داشته باشند که تشخیص و تفکیک بعضی گونه‌ها را دشوار نموده است (۲)، از اینرو بروز اشتباهات سهوی در عرضه گیاهان دارویی در این خانواده موضوعی رایج می‌باشد (۳). بروز اشتباهات سهوی به دلیل صفات مرفولوژیکی مشابه در گیاهان موضوع مهمی در بازار گیاهان دارویی است، علاوه بر تشابه ظاهری، گاهی ممکن است بعضی از گیاهان چند نام مترادف داشته و بعضی نیز اسامی محلی و بومی متعددی را دارا باشند. بنابراین ممکن است که یک گونه ثابت با اسامی مختلفی در مناطق متفاوت شناخته شود و یا چند گونه متفاوت، در یک منطقه جغرافیایی با یک نام شناخته شوند؛ این مسئله هنگامی که یک گیاه برای درمان بیماری خاصی بکار رود یا دارای عوارض جانبی حادی باشد، اهمیت ویژه‌ای پیدا می‌کند. از طرف دیگر، تقلبات عمدی با نیت سودجویی نیز می‌تواند منجر به آسیب در متقاضیان گیاهان دارویی شود (۳). از اینرو این تحقیق برای تعیین گونه‌های دارویی از تیره Asteraceae که بصورت عمدی یا سهوی در بازار دارویی به فروش می‌رسند انجام گرفت.

مواد و روش‌ها

این تحقیق در دو مرحله انجام گرفته است، مرحله اول مراجعه به مراکز عرضه گیاهان دارویی در شهرهای اصفهان، یزد و شیراز و تهیه نمونه‌های گیاهان دارویی از تیره Asteraceae، به همراه ثبت اطلاعات شامل نام گیاه از نظر عرضه کننده و همچنین خواص دارویی آن، در مرحله دوم شناسایی گیاهان دارویی تهیه شده در آزمایشگاه گیاه شناسی دانشگاه پیام نور با استفاده از کلیدهای شناسایی معتبر (۵۰۴) و روش‌های خرده نگاری گیاهان دارویی (۶) مورد شناسایی قرار گرفتند.

نتایج

بر اساس نتایج این تحقیق بیشترین تقلبات مشاهده شده که در آن هر دو گونه از خانواده آستراسه باشند مربوط به گیاه دارویی بابونه و گیاه دارویی افسنتین می‌باشد (جدول شماره ۱).



جدول شماره ۱: لیست گونه‌های دارویی اصلی از خانواده کاسنی که در بازار دارویی دارای گونه مشابه و جایگزین می‌باشند

گونه اصلی	گونه جایگزین	مورد مصرف مشترک
<i>Matricaria chamomilla</i>	<i>Tripleurospermum disciforme</i>	آرامبخش اعصاب، مقوی معده، تقویت مو
<i>Artemisia absinthium</i>	<i>Helichrysum graveolens</i>	آرامبخش اعصاب

همانطور که در جدول بالا اشاره شد دو گونه رایج و مهم دارویی بابونه شیرازی (*Matricaria chamomilla*) و افسنتین (*Artemisia absinthium*) دارای بیشترین تقلب و جایگزینی در بازار دارویی از تیره آستراسه می‌باشند. هر دو گونه بابونه و افسنتین گیاهان با ارزش دارویی بالایی هستند که به دلیل وجود ترکیبات دارویی متعدد ارزش درمانی بالای در منابع گیاه درمانی سنتی ایران و فاماکوپه‌های جهانی دارند (۷و۸).

بابونه از قدیمی‌ترین گیاهان دارویی شناخته شده و مهم دنیا است، که توسط انسان شناسایی شده است. بابونه در تمام فارماکوپه‌های معتبر به عنوان یک گیاه دارویی معرفی شده و خواص درمانی گل‌های این گیاه مورد بررسی قرار گرفته است. از مواد مؤثر گل‌های بابونه داروهای ضد تورم، داروهای برای معالجه دل‌درد، نفخ شکم و زخم‌های پوستی تهیه می‌شود. از دم‌کرده گل‌های بابونه به عنوان اشتها آور و هضم‌کننده غذا استفاده می‌شود. اسانس گل‌های این گیاه اثر ضد میکروبی دارد و از آن در صنایع دارو سازی، بهداشتی و آرایشی و غذایی نیز استفاده می‌شود. در صنایع بهداشتی و آرایشی از مواد مؤثر گل‌های بابونه کرم‌های مرطوب‌کننده و روشن‌کننده پوست تولید می‌شود. از عصاره گل‌های این گیاه به عنوان افزودنی به شامپو جهت تقویت موی سر استفاده می‌شود (۷).

جنس آرتمیزیایا نیز یکی از جنس‌های مهم خانواده کاسنی است که چند گونه را شامل می‌شود، یکی از گونه‌هایی مهم جنس آرتمیزیایا، افسنتین می‌باشد که به عنوان یک گیاه دارویی مرسوم در جهان به عنوان محرک قلب، بهبود دهنده حافظه و درمان‌کننده تب و لرز استفاده می‌شود اسانس بدست آمده از برگ‌ها و گل‌های خشک آن دارای خاصیت ضد میکروبی، قارچ‌کشی، کنه‌کشی و حشره‌کشی است و در ترکیب عطرها و در برخی داروهای مسکن استفاده می‌شود (۸).

در مورد گونه اصلی افسنتین و گونه جایگزین می‌توان گفت دلیل وجود ترکیبات نسبتاً مشابه در گونه جایگزین تقلب موجود در بازار دارویی پذیرفته شده است هرچند اثرات درمانی و ترکیبات گونه اصلی بالاتر می‌باشد، همچنین تشابه نسبی گل‌آذین‌ها در اندازه و رنگ نیز به تداوم این تقلب دامن می‌زند، بارزترین تفاوت



این دو گونه که با چشم غیر مسلح و توسط غیر گیاهشناسان نیز قابل تشخیص است آن است که در گونه اصلی افسنطین براکته‌ها متعدد و همپوشان و فلسی نیستند اما در گونه غیر اصلی این پدیده کاملاً مشهود است (تصویر شماره ۱)

تشابه نسبی در بابونه اصلی با بابونه غیر اصلی بدلیل وجود گل آذین کلاهپَرک و گلبرگ‌های ریزان بروز می‌نماید، بارزترین تفاوت در بین دو گونه که توسط افراد غیر گیاهشناس و بدون استفاده از استریومیکروسکوپ قابل تشخیص است آن است که در بابونه اصلی دیسک گل آذین برجسته و قله‌ای شکل است اما در گونه غیر اصلی تخت‌تر و صاف‌تر می‌باشد (تصویر شماره ۲) هر دو گونه دارای ترکیبات دارویی هستند اما گونه اصلی اثرات درمانی بالاتری دارد.



تصویر ۱: مقایسه کپه‌ها در (سمت راست) *Helichrysum graveolens* با (سمت چپ) *Artemisia absinthium*



تصویر ۲: مقایسه کپه‌ها در (سمت راست) *Tripleurospermum disciforme* با (سمت چپ) *Matricaria chamomilla*

بحث

بروز تقلبات و جازنی‌های در عرضه گیاهان دارویی ناشی از اشتباهات سهوی یا عمدی که به دلیل عدم شناخت صحیح گیاهان و یا سودجویی بعضی از فروشندگان است امری عادی و مرسوم در بازار فروش گیاهان دارویی است (۹)، هرچند در بعضی از موارد به دلیل تشابه تأثیر گونه‌های دارویی غیر اصلی با گونه اصلی عوارض این جازنی‌ها و تقلبات در مصرف کننده بروز نمی‌نماید، اما در برخی موارد این اشتباهات یا تقلبات می‌تواند منجر به بروز صدمات جبران ناپذیر و خطرناکی در مصرف کنندگان شود (۱۰). باتوجه به ارزش دارویی بالای گیاه بابونه و افسنتین و طیف وسیع درمانی آنها، همچنین وجود گونه‌های دارویی دیگری در تیره کاسنی که در مرفولوژی اندام‌های رویشی و در برخی اثرات درمانی با این گیاه مشابهند (۱۱)، تقلب در عرضه این گیاه دارویی را امری اجتناب ناپذیر نموده است. بنابراین انجام تحقیقات و مشخص نمودن شاخه‌های گیاهشناسی در تفکیک گونه‌های اصلی و غیر اصلی نیز بسیار ضروری و حائز اهمیت است.

منابع

1. Minaeifar, A.A. Sheidai, M. Attar, F. Noormohammadi, Z. Ghasemzadeh-Baraki. B. 2015. Genetic and morphological diversity in *Cousinia tabrisiana* (Asteraceae) populations. *Biologia*. 70 (3). 328-338.
2. MINAEIFAR, A.A. SHEIDAI, M. ATTAR, F. 2016. Genetic and morphological diversity in *Cousinia cylindracea* (Asteraceae) populations: Identification of gene pools. *Biodiversitas Journal of Biological Diversity*. 16 (2). 125-136.
3. Minaeifar, A.A. Irajie, C. Rasekh, F. Tanideh, N. Irajie, I. and Ramezani. M. 2022. Investigation of antioxidant properties and identification of plant species offered under lemon balm name in perfumeries of Yazd and Shiraz cities. *Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants Research*, Vol. 37, No. 6. 1001-1010.
4. Mozaffarian, V. 2011. *Classification of plants (Dicotyledons)*. Amir Kabir Publications. 630 pages.
5. Mozafarian, Lotfi, Asadi, Kazempour, Jafari, Narimisa and Ghahrmanjad. 2018. *Flora of Iran*, No. 144: Chicory strain. Research Institute of Forests and Pasture. 1032 pages.
6. Minaeifar, A.A., Rasekh, F. and Dehghanpourfarashah, S., 2019. *Atlas of Microscopy of some Common Plants in Traditional Iranian Medicine*. Farafar Publishing, 102p.
7. Rasekh; Rowshan, V. Vaziri, V. kholdebarin B. 2019. Effects of salinity on biochemical and physiological characteristics of *Matricaria chamomilla*. *Journal of plant research*. Volume 32, Issue 3, July 2019, Pages 583-595
8. Bailen, M., Julio, L. F., Diaz, C. E., Sanz, J., Martínez-Díaz, R. A., Cabrera, R. and Gonzalez-Coloma, A. (2013) "Chemical composition and biological effects of essential oils from *Artemisia absinthium* L. cultivated under different environmental conditions". *Industrial Crops and Products*, 49: 102-107

سومین کنفرانس ملی یافته‌های نوین زیست‌شناسی

3rd National Conference On New Biological Findings

۳ الی ۵ خرداد ۱۴۰۲



دانشگاه آزاد اسلامی
واحد بوشهر



سومین کنفرانس ملی
یافته‌های نوین زیست‌شناسی

ISC

کد اختصاصی:
۰۲۲۳۰۵۰۶۳۲

9. Bakhtiari, Z., Radan, M.R. and Sadrinejad, R., 2015. Investigation of errors and frauds in perfumeries in Isfahan. Abstract of the 1th International Congress of Complementary and Alternative Medicine, Iran, 7-9 Octobr: 34-43.
10. Ehtesham, E., Valizadeh, N., Zoka, A. and Mirshahi, L., 2015. Investigating the current situation of medicinal plants Sellers in Mashhad and the need to supervise related training courses with their profession. Abstract of the 1th International Congress of Complementary and Alternative Medicine, Iran, 7-9 Octobr: 2-12.
11. Mozaffarian, V., 2012. Recognition of Medicinal and Aromatic Plants of Iran. Farhange Moaser publishing, 2023p



بررسی پروفایل بیانی ژن‌های درگیر در مقاومت به خشکی در گیاهچه‌های سیب زمینی

لیلا شبانی، سمیه رئیسی

گروه علوم گیاهی، دانشکده علوم پایه، دانشگاه شهرکرد، شهرکرد، ایران

گروه ژنتیک، دانشکده علوم پایه، دانشگاه شهرکرد، شهرکرد، ایران

* نویسنده مسئول: لیلا شبانی، ایمیل: lshabani@gmail.com

چکیده

بهبود مقاومت به خشکی در گیاه سیب زمینی و پرورش واریته‌های مقاوم به خشکی راهکارهای مهمی برای کاهش این اثرات منفی است. بررسی مکانیسم‌های مقاومت به خشکی و شناسایی ژن‌های مقاوم به خشکی راه‌های مفیدی برای دستیابی به این هدف است. هدف این مطالعه، استفاده از استراتژی بیوانفورماتیکی برای شناسایی ژن‌های مقاوم به خشکی در سیب زمینی است. بدین منظور، بیان افتراقی mRNAها را در گیاهان سیب زمینی با آنالیز داده GSE61004 برای RNA-seq در نرم افزار R بررسی شد. معیار انتخاب ژن‌های با تغییر بیان $|\log FC| > 1$ و معناداری کمتر از ۰/۰۵ است. در مطالعه حاضر، تعداد ۳۹۶ ژن با تغییر بیان (۱۹۱ با افزایش بیان و ۲۰۵ با کاهش بیان) غربالگری شد. ژن‌های فروتنظیمی شده شامل: پروتئین مرگ برنامه ریزی شده سلول قابل القا با آرشیدونیک اسید، پروتئین اکسپنسنین، اندوزایلوگلوکان ترانسفراز، آکواپورین، پروتئین سیکلین، فاکتور رونویسی MYB و پروتئین ناقل لیپید هستند. از مهمترین ژن‌های فراتنظیمی آنالیز شده شامل زیرواحد بزرگ آنزیم گلوکز پیروفسفریلاز و پروتئین‌های شوک گرمایی بودند. نتایج این تحقیق شناسایی ۳۹۶ ژن کلیدی در گیاهچه‌های سیب زمینی تحت تنش خشکی بود. این بررسی بیوانفورماتیکی می‌تواند دیدگاه جدیدی را برای تعیین مکانیسم‌های بالقوه درگیر در مقاومت به تنش خشکی در گیاهان پیشنهاد دهد.

کلمات کلیدی: آکواپورین، پروتئین شوک گرمایی، خشکی، سیب زمینی

Investigating the expression profile of involved genes in potato seedlings during drought stress

Leila Shabani^{1*}, Somayeh Reisi²

- 1- Department of Plant Science, Faculty of Basic Sciences, Shahrekord University, Shahrekord, Iran.
- 2- Department of Genetics, Faculty of Basic Sciences, Shahrekord University, Shahrekord, Iran.

*Corresponding author; E-mail address: lshabani@gmail.com

Abstract

Improving drought resistance in potato plants and breeding of drought-resistant varieties are important strategies to reduce these negative effects. Investigating drought resistance mechanisms and identifying drought resistant genes are useful ways to achieve this goal. The aim of this study is to use bioinformatics strategy to identify drought resistant genes in potato. For this purpose, the differential expression of mRNAs in potato plants was analyzed by GSE61004 data analysis for RNA-seq in R software. The criteria for selecting genes with expression change $|\log_{2}FC| > 1$ and significance is less than 0.05. In the present study, 396 genes with expression changes (191 with increased expression and 205 with decreased expression) were screened. Downregulated genes include: arachidonic acid-inducible programmed cell death protein, expansin protein, endoxyloglucan transferase, aquaporin, cyclin protein, MYB transcription factor, and lipid carrier protein. Among the most important upregulated genes analyzed were the large subunit of glucose pyrophosphorylase enzyme and heat shock proteins. The results of this research were the identification of 396 key genes in potato seedlings under drought stress. This bioinformatics study can offer a new perspective to determine the potential mechanisms involved in drought resistance in plants.

Key Words: Aquaporin, Heat shock protein, Drought, Potato

مقدمه

سیب زمینی پس از گندم و برنج مهمترین محصول غذایی در دنیا بشمار می رود. نسبت به سایر محصولات زراعی نسبت به کمبود آب حساس است و اگر در دوره بحرانی رشد دچار خشکسالی شود، عملکرد و کیفیت آن به‌طور چشمگیری کاهش می‌یابد. با توجه به تغییرات آب و هوایی و گسترش سطح زیرکشت سیب زمینی در مناطق مستعد خشکسالی، اثرات خشکسالی بر تولید سیب زمینی به‌طور مستمر افزایش یافته است. بهبود مقاومت به خشکی در گیاه سیب زمینی و پرورش واریته‌های مقاوم به خشکی راهکارهای مهمی برای کاهش این اثرات منفی است. بررسی مکانیسم‌های مقاومت به خشکی و شناسایی ژن‌های مقاوم به خشکی راه‌های مفیدی برای دستیابی به این هدف است (Chen et al., 2020).

مقاومت گیاهان به خشکی توسط شبکه‌های ژنی پیچیده تنظیم می‌شود. تجزیه و تحلیل تراشه ژن cDNA برگ نشان داده است که تنش خشکی فعالیت متابولیک میتوکندری را افزایش داده و ژن‌های مرتبط با فتوسنتز را در سیب زمینی مقاوم به خشکی مهار می‌کند (Evers et al., 2010). تجزیه و تحلیل رونوشت نشان داد که فاکتورهای رونویسی، پروتئین‌کینازها، پروتئین‌های مربوط به تنظیم ردوکس، متابولیسم کربوهیدرات و تنظیم اسمزی در تحمل سیب زمینی به استرس اسمزی مشارکت دارند. بیست و سه ژن پاسخ‌دهنده به خشکی با مقایسه رونوشت‌های گونه‌های سیب‌زمینی مقاوم به خشکی و حساس به خشکی تحت تنش آبی شناسایی شدند و هفت ژن همولوگ توسط جهش‌یافته‌های هموزیگوت *Arabidopsis thaliana* شناسایی شدند که شش مورد از آنها شامل ناقل کربوهیدرات فعال بود. (MAPKKK15)، کربوکسی پپتیداز ۱۹ شبه سرین (SCPL19)، پروتئین حاوی تکرار مشابه آرمدیلو/بتا کاتنین، انتقال دهنده نیترات با میل ترکیبی بالا ۲,۷ و پروتئین انتقال غیراختصاصی لیپید ۲ (nsLPT) می‌تواند مقاومت به خشکی آرابیدوپسیس را بهبود بخشد (Pieczynski et al., 2018). این نتایج پیچیدگی مکانیسم مولکولی مقاومت در برابر خشکی سیب زمینی را نشان می‌دهد. علاوه بر این، تنش خشکی اثرات مثبتی بر تنش‌های بعدی خواهد داشت و سخت شدن خشکی می‌تواند مقاومت گیاهان به خشکی را بهبود بخشد. سازگاری گیاهان با خشکی مکرر و طولانی مدت حافظه تنش را نشان داد. برخی از ژن‌ها در این فرآیند اثر حافظه بر استرس خواهند داشت و با تکرار خشکسالی سطح بیان بالاتری از خود نشان می‌دهند. بنابراین هدف مطالعه حاضر بررسی پروفایل ژنی وابسته به خشکی در گیاه سیب زمینی تحت تنش خشکی در مقایسه با کنترل بدون تنش می‌باشد.

مواد و روش‌ها

جمع‌آوری داده پروفایل بیانی

پروفایل بیانی مربوط به ترانسکریپتوم گیاهان سیب زمینی تحت تیمار خشکی و کنترل با کد GSE61004-mRNA-seq از پایگاه داده GEO (<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/geo/>) دریافت شد. پلتفرم استفاده شده برای انجام این آزمایش GPL4741 می‌باشد و نمونه‌های موجود در این آزمایش شامل سه تکرار مربوط به گیاهان تحت تیمار خشکی و سه تکرار مربوط به گیاهان کنترل بودند.

غربالگری ژن‌های با تغییر بیان (DEGs)

به منظور آنالیز داده‌های mRNA از پکیج limma مربوط به نرم افزار R استفاده شد. در این روش بعد از فراخوانی داده مورد نظر، نرمال‌سازی و فیلتر کردن داده توسط روش RMA انجام شد. به منظور مشخص کردن ژن‌های دارای تغییر بیان مربوط به داده میکروآرای حد آستانه غربالگری، معناداری $p < 0.05$ $|\logFC| > 1$ تعیین شد. در نهایت نمودار آتشفشانی برای DEGها توسط نرم افزار R رسم شد.

نتایج

بررسی داده‌های بیانی و مشخص کردن تغییرات بیان

قبل از انجام فرایند آنالیز تفرق بیان ژن‌ها، بررسی کیفیت و نرمال‌سازی انجام شد. به منظور نمایش بررسی کیفیت داده‌ها، نمودار چگالی برای توزیع داده‌ها رسم شد (شکل ۱ الف). قله‌های مربوط به نمودار چگالی به نمایش مکانی که مقدارهای نمونه‌ها در آنجا متمرکز هستند، کمک می‌کند. علاوه بر این، فیلتر کردن داده‌ها سبب حذف داده‌های با مقدار صفر می‌شود و آنها را در آنالیزهای بیانی وارد نمی‌کند. علاوه بر نمودار چگالی برای مشخص شدن انجام نرمال‌سازی نمودار جعبه‌ای برای داده‌ها به صورت خام و نرمال شده رسم شد (شکل ۱ ب). بعد از انجام بررسی تصحیح داده‌ها و نرمال‌سازی، بر روی داده‌های میکروآرای GSE61004 - انجام شد و حد آستانه برای آنالیز با معناداری کمتر از 0.05 و $|\logFC| > 1$ برای ژن‌ها در نظر گرفته شد. با توجه به آنالیز انجام شده، برای داده‌های بررسی شده تعداد ۳۹۶ ژن با تغییر بیان (۱۹۱ با افزایش بیان و ۲۰۵ با کاهش بیان) غربالگری شد. نمودارهای آتشفشانی در شکل ۲ برای داده‌های آنالیز شده رسم شد و نقاط قرمز رنگ در این نمودارها، موارد دارای افزایش بیان و نقاط آبی رنگ ژن‌های با کاهش بیان را نشان می‌دهد.

در جدول ۱ برای نمونه ۲۰ ژن دارای افزایش و کاهش بیان معنی‌دار نشان داده شده است. ژن‌های فروتنظیمی شده شامل: پروتئین مرگ برنامه ریزی شده سلول قابل القا با آرشیدونیک اسید، پروتئین اکسپنسنین،



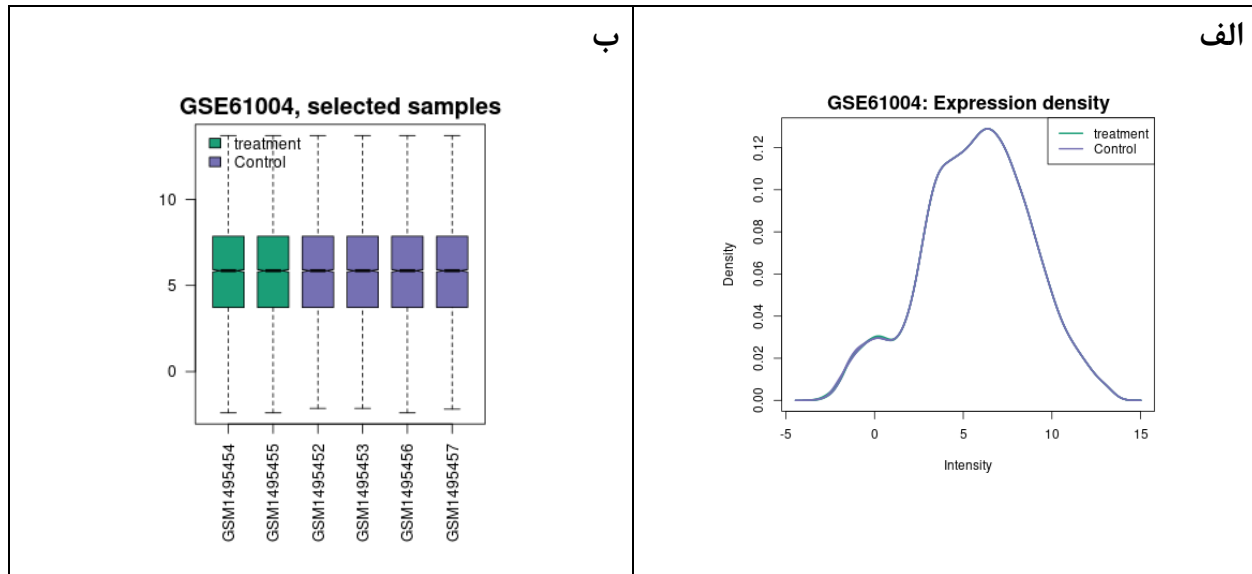
سومین کنفرانس ملی یافته‌های نوین زیست‌شناسی

3rd National Conference On New Biological Findings

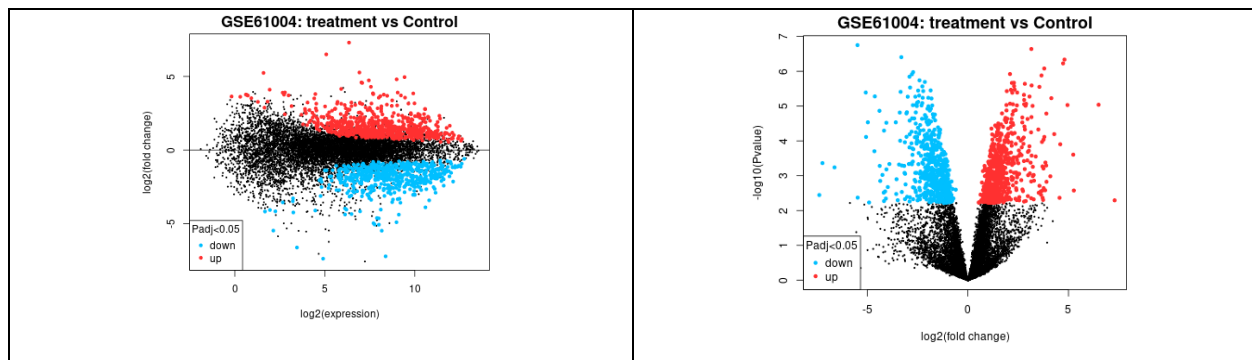
۳ الی ۵ خرداد ۱۴۰۲



اندوز ایلوگلوکان ترانسفراز، آکوپورین، پروتئین سیکلین، فاکتور رونویسی MYB و پروتئین ناقل لیپید هستند. از مهمترین ژن‌های فراتنظیمی آنالیز شده شامل زیرواحد بزرگ آنزیم گلوکز پیروفسفریلاز و پروتئین‌های شوک گرمایی بودند.



شکل ۱- نمودارهای بررسی کیفیت و نرمال سازی داده‌های مورد بررسی (الف) نمودار چگالی توزیع نمونه‌های مربوط به داده‌های mRNA-seq (ب) نمودار جعبه‌ای نمونه‌های mRNA-seq به صورت نرمال شده.



شکل ۲- نمودار آتشفشانی مربوط به آنالیز داده‌های mRNA-seq، نقاط قرمز رنگ نشان دهنده ژن‌های دارای افزایش بیان و نقاط آبی رنگ ژن‌های با کاهش بیان و از نظر آماری معنادار هستند.

جدول ۱- تعداد ۱۰ ژن دارای کاهش و ۱۰ ژن با افزایش بیان در گیاهچه‌های سیب زمینی تحت تنش خشکی

adj.P.Val	P.Value	t	B	logFC	Gene.symbol
0.00117	1.77E-07	-17.132169	6.88471	-5.485877	Dea1
0.00298	2.92E-05	-8.622873	2.99826	-4.9718338	LeEXP2
0.049	5.87E-03	-3.749567	-2.28477	-4.9095143	ext
0.05912	7.90E-03	-3.540797	-2.45273	-4.7725145	LePIP1
0.27199	9.62E-02	-1.890745	-4.20158	-4.5437578	CycD3;3
0.10646	2.15E-02	-2.864597	-3.2281	-4.5120695	fsm1
0.01595	9.50E-04	-5.142016	-0.88131	-4.2448034	20ox-2
0.36383	1.59E-01	-1.555303	-4.58384	-4.206174	dem
0.07514	1.19E-02	-3.259481	-2.71097	-4.1248316	sbt3
0.07392	1.16E-02	-3.276487	-2.75515	-4.0337736	AGP-1c
0.0292	2.66E-03	4.327426	-1.51852	5.2658949	ltpg2
0.00226	1.64E-05	9.344325	3.63185	3.9008045	AGP-S1
0.01124	5.10E-04	5.673717	0.0815	3.8913834	psi14B
0.09244	1.70E-02	3.018931	-2.86267	3.7197647	LEMTSHP
0.12454	2.76E-02	2.700789	-3.71807	3.6478534	ER5
0.0354	3.52E-03	4.119396	-1.81821	3.6364004	Man4
0.03241	3.10E-03	4.214538	-1.53433	3.5198622	SUT4
0.01163	5.54E-04	5.60136	0.13305	3.2275905	LEJA2
0.00264	2.07E-05	9.048683	3.4245	3.1586716	LeAREB
0.08282	1.40E-02	3.149022	-2.68211	3.1502084	LePK5

بحث و نتیجه گیری

در این مطالعه، مجموعه داده GSE61004 برای شناسایی mRNAهای دارای تغییر بیان در گیاهچه‌های سیب زمینی تحت تیمار خشکی آنالیز شد. در این آنالیز، تعداد قابل توجهی از mRNAهای دارای تغییر بیان با معناداری بالا مشخص شدند. از بین این تعداد، مواردی که از حد آستانه منفی ۱ و مثبت ۱ بالاتر بودند برای ادامه آنالیزها انتخاب شدند. از جمله ژن‌های کلیدی مشخص شده در این آنالیز، ژن‌های LePIP1 و



LeMTHSP می‌باشد. فراتنظیمی پروتئین‌های مربوط به آکوپورین‌ها (AQP) و پروتئین‌های شوک گرمایی (HSPs) برای تطابق با تنش و انتقال آب ضروری هستند (Kaldenhoff et al., 2008). برخی از پژوهش‌های قبلی فراتنظیمی آکوپورین‌ها را در پاسخ به تنش آبی در گونه‌های مختلف گیاهی نشان دادند (Yue et al., 2006; Aroca et al., 2014). در حالی که در این تحقیق فراتنظیمی بیان آکوپورین‌ها مشاهده شد. احتمال داده می‌شود که در این رقم سیب زمینی مورد مطالعه وضعیت آب بافت‌ها بالا بوده و نیازی به افزایش بیان آکوپورین‌ها نبوده است.

پروتئین‌های شوک گرمایی در تطابق با تنش‌های مختلفی دخالت دارند (Swindell et al., 2007). اعضای مختلف خانواده‌های HSP نقش‌های قابل توجهی در نقل و انتقال و پیچش پروتئین‌ها دارند. همچنین در مونتاژ ماکرومولکول‌ها در سلول دخالت دارند.

منابع

- Aroca R., Ferrante A., Vernieri P. and Chrispeels M.J. (2006). Drought, Abscisic acid and transpiration rate effects on the regulation of PIP aquaporin gene expression and abundance in *Phaseolus vulgaris* plants. *Annals of Botany*, 98, 1301–1310
- Chen, Yongkun, Canhui Li, Jing Yi, Yu Yang, Chunxia Lei, and Ming Gong. (2020). "Transcriptome Response to Drought, Rehydration and Re-Dehydration in Potato" *International Journal of Molecular Sciences* 21, no. 1: 159.
- Evers, D.; Lefevre, I.; Legay, S.; Lamoureux, D.; Hausman, J.F.; Rosales, R.O.G.; Marca, L.R.T.; Hoffmann, L.; Bonierbale, M.; Schafleitner, R. (2010). Identification of drought-responsive compounds in potato through a combined transcriptomic and targeted metabolite approach. *Journal of Experimental of Botany*. 61, 2327–2343.
- Kaldenhoff, R. Ribas-Carbo, M. Sans, J.F. (2008). Aquaporins and plant water balance, *Plant Cell Environment*, 31, 658-666.
- Pieczynski, M.; Wyrzykowska, A.; Milanowska, K.; Boguszewska-Mankowska, D.; Zagdanska, B.; Karlowski, W.; Jarmolowski, A.; Szweykowska-Kulinska, Z. (2018). Genomewide identification of genes involved in the potato response to drought indicates functional evolutionary conservation with Arabidopsis plants. *Plant Biotechnology Journal*. 16, 603–614
- Swindell, W.R., Huebner, M. and Weber, A.P. (2007). Transcriptional profiling of Arabidopsis heat shock proteins and transcription factors reveals extensive overlap between heat and non-heat stress response pathways, *BMC Genomics*, 8, 125.
- Yue, C., Cao, H., Wang, L., Zhou, Y., Hao, X., Zeng, J., Wang, X. and Yang, Y., 2014. Molecular cloning and expression analysis of tea plant aquaporin (AQP) gene family. *Plant Physiology and Biochemistry*, 83, 65–76



تحلیل اثرات نانوفناوری بر حذف رشد جلبک‌ها عامل طعم و بوی آب آشامیدنی

راسله عطائی گزیک^۱، مهسا هومن^۲

^۱ کارشناس بیولوژی، آزمایشگاه مرکزی بیولوژی شرکت آب و فاضلاب استان سیستان و بلوچستان

^۲ دکتری تخصصی آلودگی محیط زیست، اداره بهداشت، ایمنی و محیط زیست شرکت آب و فاضلاب استان سیستان و بلوچستان

* نویسنده مسئول؛ ۰۹۱۵۰۴۲۲۷۰۵- attae.r33@gmail.com

چکیده

یکی از علل اصلی تولید طعم و بو در آب رشد برخی گونه‌های جلبک‌های سبز و دیاتومه‌ها و سیانوفیسه‌ها است در تصفیه خانه‌های آب اغلب از فرایندهای متعارف هوادهی، انعقاد، لخته‌سازی، کلرزنی و یا ازون زنی بعنوان عوامل پیشگرانه در کاهش اثرات طعم و بو استفاده میشود. ولی هر یک از فرایندها به تنهایی قادر به حذف کامل این اثرات نامطلوب نیستند. در این مقاله تاثیر انواع مختلف نانو ذرات و نانو جاذب بر رشد جلبک‌های مختلف در محیط آبی و مکانیسم‌های سمیت مربوط با آن‌ها در نتیجه حذف طعم و بو آب آشامیدنی بررسی می‌شود. پژوهش حاضر یک مطالعه مروری با استفاده از مقالات لاتین و فارسی مرتبط با هدف بررسی تاثیر نانو فناوری بر مکانیسم رشد جلبک‌های ایجاد کننده طعم و بوی نامطبوع در آب آشامیدنی می‌باشد. در تحقیق‌های صورت گرفته مشخص گردید تاثیر نانو ذرات بر رشد جلبک معنی دار بوده که باعث بازدارندگی رشد جلبک‌های در محیط آبی از طریق تاثیر بر روی یکپارچگی سلول، استرس اکسیداتیو، آسیب به سیستم‌های فتوسنتزی، ناهنجاری سطح ژن و غیره شده است. با توجه به نتایج حاصل از تحقیقات و تاثیر معنی دار نانو ذرات و نانو جاذب‌ها بر روی مکانیسم جلبک‌ها، استفاده از این نانو فناوری به عنوان گزینه نوین و کاربردی به جهت حذف طعم و بو از آب آشامیدنی و افزایش کیفیت آب معرفی شده است.

کلمات کلیدی: نانو فناوری، حذف جلبک، سمیت، طعم و بو، کیفیت آب آشامیدنی



Investigation of effects of nanotechnology on inhibiting the growth of algae causing the taste and odor of drinking water

Raseleh Attaee Gazik^{1*}, Mahsa Hooman²

1 Expert of Central Laboratory of Water and Wastewater Biology in Sistan and Baluchistan province

* Email: attaee.r33@gmail.com

2 Ph.D. in Environmental and Health Engineering, Department of Health and Safety of Water and Wastewater of Sistan and Baluchistan Province

Abstract: The growth of some types of green algae, diatoms and cyanophytes seems to be the main factors that introducing taste and odor in water. In water treatment plants, the conventional processes such as aeration, coagulation, flocculation, chlorination and ozonizing are often used as preventive factors to reduce the taste and odor of water. But each of these processes is not able to completely eliminate these adverse effects lonely. In this review, the effects of different types of nan-oparticles and Nano-adsorbents on the growth of different algae in aquatic environments and the mechanisms of their toxicity that cause the removal of taste and odor causing factors from drinking water is investigated. The current research is a review, that using English and Persian related articles with the aim of investigating the effects of nanotechnology on the growth mechanism of algae that cause unpleasant taste and odor in drinking water. In the conducted researches, it was found that the effects of nano-particles on algae growth are significant, they inhibit the growth of algae in the aquatic environments through the effect on cell integrity, oxidative stress, damaging to photosynthetic systems, gene level abnormalities, etc. According to the results of the researches, nano-particles and nano-adsorbents have a significant effect on the mechanism of algae the use of this nano-technology has been introduced as a new and practical method to remove the taste and odor from drinking water and enhance the water quality.

Keywords: nanotechnology, algae removal, toxicity, taste and smell, drinking water quality.



مقدمه: در مناطقی که نور کافی خورشید و مواد مغذی زیاد مانند نیتروژن و فسفر و ... وجود دارد، جلبک‌ها فراوان‌ترین میکروارگانیسم‌های موجود در منابع آب به شمار می‌روند [1]. رشد جلبک در منابع آب، در تصفیه آب و استفاده از آن مشکلاتی ایجاد می‌کند همچنین رشد جلبکی باعث آزاد سازی مواد سمی در آب شده که طعم و بوی آب را در فصل تابستان تغییر می‌دهد [2] [3]. فناوری نانو با راهکارهای نوین و جدید خود اظهار می‌دارد که مواد با پایه نانو می‌تواند به فن آوری تصفیه آب کم هزینه تر، بادوام بیشتر و موثرتر منجر شوند، که با این وجود بخشی از نیازهای کشورهای درحال توسعه را میتوانند به نوعی برآورده سازند. باگسترش فناوری نانو، نانومواد، نانو کاتالیستها و نانوغشاهای جدیدی مطرح شده اند که در تصفیه آب دارای بازدهی بالاتری بوده و میتوانند به طور موثرتری مواد آلاینده را از آب حذف کنند [4]. مکانسیم‌های زیادی سمیت نانو ذرات بر روی جلبکها را نشان می‌دهد به عنوان نانو ذرات اکسیدی می‌توانند با تولید گونه‌ای فعال اکسیژن، استرس اکسیداسیون را افزایش دهند این مواد پر انرژی می‌توانند به لیپدها، اسیدهای نوکلئیک، پروتئین‌ها و دیگر مولکول‌های زیستی مهم حمله کنند و در نتیجه به غشای سلولی آسیب وارد کنند آزاد شدن اسید دهیدروژناز، که ممکن است یک مکانسیم سمی باشد که منجر به مرگ سلولی می‌شود [5]. به طور کلی نانو ذرات اکسید فلزی معمولاً اثرات سمیت متفاوتی دارند و سمیت آنها به ساختار نانو، نسبت سطح به حجم و ماهیت بخش فلزی آنها بستگی دارد [6]. استفاده از نانو غشا یکی از روش‌های ایده آل و مناسب برای تهیه آب با کیفیت می‌باشد. مزیت و ضرورت اصلی استفاده از غشاهای نانو پلیمری برای تصفیه آب، عدم نیاز به مواد شیمیایی، انرژی کم مورد نیاز برای تصفیه و استفاده، راه اندازی و نگهداری آسان آنهاست [7].

مواد و روشها:

پژوهش حاضر یک مطالعه مروری با استفاده از منابع گوناگون مرتبط با هدف بررسی تأثیر نانو فناوری بر مکانسیم رشد جلبک‌های ایجاد کننده طعم و بوی نامطبوع در آب آشامیدنی در صنعت آب و فاضلاب می‌باشد. در این مقاله سعی شده است تأثیر سمیت نانو ذرات و نانو جاذب‌های مختلف برای جلبک‌ها مختلف و حذف طعم و بوی نامطبوع در آب شرب مورد بررسی قرار گیرد که با توجه به تعداد زیاد مقاله‌های پژوهشی مورد مطالعه، تعدادی از روشها و جلبک‌های مورد استفاده شده مورد بررسی قرار گرفته است که به شرح ذیل می‌باشد.

- تأثیر نانو جاذب پلیمری بر حذف طعم و بو جلبک *Navicula*
- تأثیر نانو ذرات اکسید روی بر رشد جلبک *Nannochloropsis oculata*
- تأثیر نانو ذرات اکسید روی بر رشد جلبک‌ها *Pseudokirchneriella Subcapitata* ، *Scenedesmus obliquus*



- تاثیر نانو ذرات اکسید روی بر رشد جلبک ها Euglena ، Cladophora
- تاثیر نانو ذرات اکسید روی بر رشد جلبک Pithophora oedogonia and Chara vulgaris
- تأثیر نانوسیلور بر بیولوژی رشد و تکثیر جلبک سبزآبی Anabaena flos-aquae
- اثرات بازدارندگی نانوذره دی اکسید تیتانیوم بر رشد جلبک های آب شیرین ، Chlamydomonas moewusii ، Chlorococcum oleofaciens (strain 1) ، Chlorococcum oleofaciens (strain 2) ، Chlamydomonas sp. Scenedesmus obliquus
- تأثیر نانوذره اکسید مس بر مقدار پروتئین و ترکیبات فنلی ریزجلبک Nannochloropsis oculata

یافته ها: در جستجوی به عمل آمده و با توجه به معیارهای مورد مطالعه یافته های زیر مورد بررسی قرار گرفته است.

- تاثیر نانو جاذب پلیمری بر حذف طعم و بو جلبک Navicula
- Hooman, M. و همکاران (۲۰۲۱) [8] با مطالعه طراحی سیستماتیک به منظور بهینه سازی حذف جلبک عامل طعم و بو در آب آشامیدنی با استفاده از نانوجاذب های پلیمری PEBA/CDS دریافتند نانوجاذب های پلیمری سیکلودکسترین CD_s / پلی اتر بلک آمید PEBA با توجه به ماهیت شان از جمله تخلخل پذیری، زیست سازگاری و زیست تخریب پذیری به عنوان نانوکامپوزیت های پلیمری نوین از اهمیت کاربردی خاصی برخوردار می باشند طراحی آزمایش ها و تأثیر پارامترهای تجربی بر میزان حذف جلبک، به صورت سیستماتیک با روش Fractional Factorial انجام گرفت [9]. جهت دستیابی به بیشترین عملکرد حذف جلبک، از روش بهینه سازی RSM استفاده شد. نتایج بررسی ها بر روی جلبک Navicula نشان داد که نانوجاذب های پلیمری PEBA/CDS میتوانند با کاهش تعداد کلنی جلبک به ۵ کلنی بر کیفیت بخشی طعم و بو در آب آشامیدنی تأثیرگذار باشد [10].

- تاثیر نانو ذرات اکسید روی بر رشد جلبک Nannochloropsis oculata
- Fazelian, N و همکاران (۲۰۱۸) [11] به بررسی تاثیر نانو ذرات اکسید روی بر رشد ، میزان کلروفیل و کاروتنوئید مقدار مالون دالدئید و بر فعالیت آنزیم کاتالاز و آسکوربات پراکسیداز جلبک نانوکلوپسیس اکولاتا N.oculata پرداختند . نتایج مطالعات نشان داد نانوذرات با پنج غلظت (۰،۵ ، ۱۰ ، ۱۵۰ ، ۲۰۰ میلی گرم بر لیتر) برای هر تیمار ۳ تکرار در نظر گرفته شد و مدت زمان تیمار نانوذرات ۳ روز بود . تاثیر نانو ذره بر رشد جلبک معنی دار بوده و افزایش غلظت نانو ذره باعث کاهش رشد جلبک و کاهش معنی دار کلروفیل شده است بازدارندگی رشد نانوذرات می تواند به دلیل کاهش میزان کلروفیل باشد، چون کاهش کلروفیل باعث کاهش میزان فتوسنتز و در نهایت باعث کاهش رشد ریزجلبک می گردد. [12] (Suman,., 2015) [و همکاران گزارش کرده اند غلظت ۵۰۰-۳۰۰ میلی گرم بر لیتر نانو ذرات اکسید روی باعث کاهش نانوذرات اکسید روی باعث کاهش میزان زنده مانگی جلبک کلرلا و لگاریس میگردند نتایج آنالیز واریانس داده ها نشان



میدهد که نانوذره اکسید روی باعث افزایش معنی دار مقدار کاروتنوئیدهای جلبک نانوکروپسیس نسبت به نمونه های شاهد شده است. کارتنوئیدها یکی از ترکیبات آنتی اکسیدانت غیرآنزیمی هستند که از طریق جاروب کردن رادیکالهای آزاد، مهار پراکسیداسیون لیپیدها و حفاظت از دستگاه فتوسنتزی نقش مهمی در دفاع در برابر تنش اکسیداتیو در موجودات فتوسنتز کننده ایفاء می کنند [13]. در تیمار نانوذره اکسید روی، غلظت های ۱۰ تا ۲۰۰ میلی گرم بر لیتر افزایش معنی دار مقدار مالون د آلدئید شده است. اما در غلظت ۵ و ۱۰ میلی گرم بر لیتر تغییر معنی داری ایجاد نکرده است.

- تاثیر نانو ذرات اکسید روی بر رشد جلبک ها *Cladophora* ، *Euglena* و همکاران (Eskandari, M و همکاران (۲۰۱۳) [14] در پژوهش با تولید نانوذرات اکسید روی و استفاده از غلظت های حدود ۱ تا ۲ میلی گرم در لیتر ، از رشد جلبک های سبز کلادوفورا و اوگلنا در آب جلوگیری شد . نانو ذرات اکسید روی در آب باعث تخریب سلولی جلبک شده و از رشد آن جلوگیری می کند .

- تاثیر نانو ذرات اکسید روی بر رشد جلبک *Scenedesmus obliquus* ، *Pseudokirchneriella Subcapitata* و همکاران (Wang, 2019) [15] به مطالعه اثرات نانو ذرات بر جلبک ها پرداختند که دریافتند نانو ذرات اکسید روی با قطر ۲۰-۳۰ nm بر روی جلبک های *Scenedesmus obliquus* ، *Pseudokirchneriella Subcapitata* در غلظت ۵۰ میلی گرم بر لیتر بعد از ۹۶ ساعت باعث مهار رشد سلولی و تخریب آنتی اکسیدان سلولی در این جلبک ها می شوند [18] [16] [17].

- تاثیر نانو ذرات اکسید روی بر رشد جلبک *Pithophora oedogonia* and *Chara vulgaris* و همکاران (2012, Anjali Dash) [19] به مطالعه اثرات نانو ذرات اکسید روی بر جلبک های *Pithophora oedogonia* و *Chara vulgaris* پرداختند که دریافتند غلظت نانو ذرات نقره منجر به کاهش تدریجی محتوای کلروفیل جلبکی و اختلال میتوزی ، تغییرات چشمگیری در دیواره سلولی جلبکهای تیمار شده نشان داده است .

- تأثیر نانوسیلور بر بیولوژی رشد و تکثیر جلبک سبزآبی *Anabaena flos-aquae* و همکاران، (Moyound, G و همکاران، (۲۰۱۹) [20] با تحقیق تأثیر غلظت های مختلف نانوسیلور بر میزان رشد و تکثیر جلبک سبزآبی آنابنا (*Anabaena flos-aquae*) به مدت ۳ ماه در سال ۱۳۸۹ در پژوهشکده آبی پروری آب های داخلی بندر انزلی به صورت آزمایشگاهی مورد بررسی قرار گرفت. نتایج نشان داد که غلظت مؤثر نانوسیلور در محدوده ۰,۰۰۵ تا ۰,۰۰۵ میلی گرم در لیتر جلبک سبزآبی بوده و حداکثر رشد این جلبک در غلظت ۰,۰۰۵ میلی گرم در لیتر از نانوسیلور بدست آمد. طبق بررسی های انجام شده رشد و تکثیر جلبک آنابنا در غلظت هایی از نانوسیلور که به بیشترین مقدار خود رسیده بود، دارای رشد منفی بود.



(Lubick, N., 2008 و همکاران) [21] جلبک *Chlamydomonas reinhardtii* را در معرض یون های نقره قرار داد و بیان نمود که نانوسیلور به صورت غیر مستقیم سمی است و روی رشد جلبک ها تأثیر می گذارد. از آن جایی که نقره جزء عناصر ضروری در متابولیسم جلبک ها می باشد، پس سمیت کمتری روی جلبک ها داشته و در نتیجه در غلظت های بالا سبب آسیب به جلبک ها می شود [22].

- اثرات بازدارندگی نانوذره دی اکسید تیتانیوم بر رشد جلبک های آب شیرین، *Chlamydomonas moewusii*، *Chlorococcum oleofaciens*، (strain 1) *Chlorococcum oleofaciens*، *Chlamydomonas sp.* *Scenedesmus obliquus* و همکارش (۲۰۱۵) [23] در این پژوهش که بر ۶ نمونه جلبک های آب شیرین انجام شد که نتایج این مطالعه نشان داد که افزایش غلظت وزمان تماس با نانودی اکسید تیتانیوم موجب کاهش میزان کلروفیل a و افزایش پراکسیداسیون چربی می گردد.

- تأثیر نانوذره اکسید مس بر مقدار پروتئین و ترکیبات فنلی ریزجلبک *Nannochloropsis oculata* و همکاران (۲۰۱۸) [11] در این پژوهش تأثیر غلظت های مختلف نانوذرات اکسید مس (۰، ۵، ۱۰، ۵۰، ۱۰۰ میلی گرم بر لیتر) بر جلبک *Nannochloropsis oculata* بررسی شد. نتایج نشان داد درصد زنده مانی و مقدار کلروفیل a و پروتئین در سلول های تیمار شده با نانوذرات اکسید مس به طور معنی داری نسبت به شاهد کاهش یافت. درحالی که مقدار ترکیبات فنلی نسبت به شاهد افزایش معنی داری نشان داد. افزایش ترکیبات فنولی و فعالیت آنزیم پلی فنل اکسیداز (PPO) و تجمع سلول های جلبکی احتمالاً روش های دفاعی این ریزجلبک در پاسخ به تنش ناشی از این نانوذره است.

در جدول ۱ خلاصه مطالعات انجام شده از پرکاربرترین نانو مواد و مکانیسم های سم شناسی گونه های مختلف جلبک ذکر شده است [24].

مراجع	تأثیر سمیت	جلبک	خصوصیات نانو ذرات	نانو ذرات
[5]	آسیب فتوسنتز و سلولی یکپارچگی غشاء، آسیب اکسیداتیو	Dunaliella Tertiolecta	اندازه: $13.4 \text{ nm} \pm 3.4 \text{ nm}$ غلظت: $0.57 \mu \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$	QDs
[17] [25]	مهار رشد سلول ها، تخریب ساختار سلولی	Scenedesmus obliquus	اندازه: $212.3 \text{ nm} \pm 10 \text{ nm}$ غلظت: $+63.89 \text{ mV}$	نانو اکسید ZnO

[26] [27]	تخریب یکپارچگی غشاء سلولی، انتشار Zn ⁺ ، آسیب اندامک‌ها	<i>Chlorella vulgaris</i>	اندازه: 62 nm غلظت: 100 μmol·L ⁻¹	نانو اکسید ZnO
[28]	تخریب یکپارچگی غشاء سلولی، سمیت ژن و درونی سازی	<i>Nitzschia closterium</i>	اندازه: 21 nm غلظت: 0 ~100 mg·L ⁻¹	نانو اکسید TiO ₂
[29]	سمیت ژن، آسیب فتوسنتز، آسیب اکسیداتیو	<i>Chlorella pyrenoidosa</i>	اندازه: 16.8 nm ± 0.5 nm غلظت: 0 ~20 mg·L ⁻¹	نانو اکسید TiO ₂
[30]	انتشار Cu ²⁺ ، تولید ROS، آسیب فیزیکی	<i>Chlamydomonas reinhardtii</i>	اندازه: 164.9 nm ± 15.2 nm غلظت: 0.1 ~1 mg·L ⁻¹	نانو اکسید CuO
[31] [32]	تخریب یکپارچگی غشای سلولی، انتشار Cu ²⁺ ، آسیب اکسیداتیو	<i>Chlorella vulgaris</i>	اندازه: 105.7 nm ± 16 nm غلظت: 10 mg·L ⁻¹	نانو اکسید CuO
[33]	تخریب یکپارچگی غشاء سلولی، انتشار ROS، اندوسیتوز سلول	<i>Chlamydomonas reinhardtii</i>	اندازه: 276 nm ± 24 nm غلظت: 10 mg·L ⁻¹	نانو کرین GO
[34]	آسیب فیزیکی، استرس اکسیداتیو، آسیب فتوسنتز	<i>Chlorella pyrenoidosa</i>	اندازه: 300 nm ± 32 nm غلظت: 25 mg·L ⁻¹	نانو کرین GO
[35]	استرس اکسیداتیو، ژن سمیت، آسیب فتوسنتز	<i>Phaeodactylum tricorutum</i>	اندازه: 94.1 nm ± 12.1 nm غلظت: 0 ~10 mg·L ⁻¹	نانو پلاستیک
[36]	تخریب یکپارچگی غشای سلولی، استرس اکسیداتیو، آسیب فتوسنتز، آزادسازی	<i>Microcystis aeruginosa</i>	اندازه: 106 nm ± 0.66 nm غلظت: 0 ~50 mg·L ⁻¹	نانو پلاستیک
[28]	تخریب یکپارچگی غشاء سلولی، سمیت ژن و درونی سازی	<i>Nitzschia Closterium</i>	اندازه: 21 nm غلظت: 0 ~100 mg·L ⁻¹	نانو اکسید

سومین کنفرانس ملی یافته‌های نوین زیست‌شناسی

3rd National Conference On New Biological Findings

۳ الی ۵ خرداد ۱۴۰۲



ISC
کد اختصاصی:
۰۲۶۳۳-۵-۰۲۶۳۳

				TiO ₂
[29]	سمیت ژن، آسیب فتوسنتز، آسیب اکسیداتیو	<i>Chlorella pyrenoidosa</i>	اندازه: 16.8 nm ± 0.5 nm غلظت: 0 ~ 20 mg·L ⁻¹	نانو اکسید TiO ₂
[30]	انتشار Cu ²⁺ ، تولید ROS، آسیب فیزیکی	<i>Chlamydomonas reinhardtii</i>	اندازه: 164.9 nm ± 15.2 nm غلظت: 0.1 ~ 1 mg·L ⁻¹	نانو اکسید CuO
[31] [32]	تخریب یکپارچگی غشای سلولی، انتشار Cu ²⁺ ، آسیب اکسیداتیو	<i>Chlorella vulgaris</i>	اندازه: 105.7 nm ± 16 nm غلظت: 10 mg·L ⁻¹	نانو اکسید CuO
[37]	تخریب یکپارچگی غشاء سلولی، انتشار ROS، اندوسیتوز سلول‌ها	<i>Chlamydomonas reinhardtii</i>	اندازه: 276 nm ± 24 nm غلظت: 10 mg·L ⁻¹	نانو کرین GO
[34]	آسیب فیزیکی، استرس اکسیداتیو، آسیب فتوسنتز	<i>Chlorella pyrenoidosa</i>	اندازه: 300 nm ± 32 nm غلظت: 25 mg·L ⁻¹	نانو کرین GO
[35]	استرس اکسیداتیو، ژن سمیت، آسیب فتوسنتز	<i>Phaeodactylum tricorutum</i>	اندازه: 94.1 nm ± 12.1 nm غلظت: 0 ~ 10 mg·L ⁻¹	نانوپلاستیک
[36]	تخریب یکپارچگی غشای سلولی، استرس اکسیداتیو، آسیب فتوسنتز، آزادسازی	<i>Microcystis aeruginosa</i>	اندازه: 106 nm ± 0.66 nm غلظت: 0 ~ 50 mg·L ⁻¹	نانوپلاستیک
[32] [38]	ولید گونه‌های فعال اکسیژن (ROS) برای ایجاد آسیب سلولی	<i>Selenastrum bibraianum</i>	اندازه: 10.86 nm ± 1.44 nm غلظت: 0.42 μg·L ⁻¹ ± 0.14 μg·L ⁻¹	نانوذرات فلز (Au)
[39]	جذب روی دیواره سلولی و آسیب به ساختار سلولی	<i>Chlamydomonas reinhardtii</i>	اندازه: 27 nm غلظت: 10 μmol·L ⁻¹	نانوذرات فلز (Au)

[40]	آسیب DNA، انتشار + Ag	Microcystis aeruginosa	اندازه: $23.4 \text{ nm} \pm 2.9 \text{ nm}$ غلظت: $0 \sim 0.45 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$	نانوذرات فلز (Ag)
[41]	انتشار + Ag آسیب فتوسنتز، مهار رشد سلول‌ها، آسیب اکسیداتیو، تخریب متابولیسم سلولی	Chlorella vulgaris	اندازه: $22.03 \text{ nm} \pm 4.91 \text{ nm}$ غلظت: $0 \sim 0.2 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$	نانوذرات فلز (Ag)
[42]	تخریب ساختار سلولی، آسیب اکسیداتیو و سمیت ژن	Chlorella pyrenoidosa	اندازه: $50 \text{ nm} \pm 3.6 \text{ nm}$ غلظت: $0 \sim 10 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$	نانوکربن CNT
[43]	استرس اکسیداتیو، تخریب یکپارچگی غشاء سلولی، اثر سایه	Scenedesmus obliquus	اندازه: 141 nm غلظت: $0 \sim 100 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$	نانولوله های کربنی
[32] [38]	ولید گونه های فعال اکسیژن (ROS) برای ایجاد آسیب سلولی	Selenastrum bibraianum	اندازه: $10.86 \text{ nm} \pm 1.44 \text{ nm}$ غلظت: $0.42 \mu\text{g} \cdot \text{L}^{-1} \pm 0.14 \mu\text{g} \cdot \text{L}^{-1}$	نانوذرات فلز (Au)

نکته: GO نشان دهنده اکسید گرافن است، QDs نشان دهنده نقطه کوانتومی است.

نتیجه گیری: به طور کلی نتایج نشان می دهد نانو ذرات و نانو غشا ها مورد مطالعه قرار گرفته اثر خود را بر عوامل ایجاد کننده طعم و بو در آب شیرین یا همان گونه های مختلف جلبک ها به صورت تخریب یکپارچگی غشای سلولی، استرس اکسیداتیو، آسیب فتوسنتز، آسیب DNA، تولید گونه های فعال اکسیژن (ROS) برای ایجاد آسیب به ساختار سلولی و در نهایت کاهش چشم گیری در رشد میکرو جلبک های تک سلولی نشان می دهند.

در این تحقیق نیز مشخص گردید با توجه به هدف، نانو ذرات از نظر شکل و اندازه یکسان با افزایش غلظت و مدت تماس بیشتر تاثیر معنی داری در بازدارندگی رشد جلبک ها دارند، بنابراین منطقی به نظر می رسد پس از انجام تحقیقات کافی در این زمینه، از نانو فناوری در جهت حذف طعم و بوی آب در تصفیه خانه ها برای رسیدن به کیفیت بهتر مورد استفاده قرار گیرد.

سپاسگزاری :

از جناب آقای دکتر محمدرضا میر بلوچزهی مدیر مرکز پایش و نظارت کیفیت آب و فاضلاب استان سیستان و بلوچستان بدلیل حمایت از این تحقیق کمال تشکر و قدردانی را داریم .

منابع :

- 1- Grant, W.D., and Tindall, B.J. (1986). "The alkaline saline environment." In *Microbes in extreme environments*, Academic Press, London
- 2- Fleming, L.E., Rivero, C., Burns, J., Williams, Ch., Ean, A.J., Shea, K.A., and Stinn, J. (2002). "Blue green algal (cyanobacterial) toxins, surface drinking water, and liver cancer in Florida." *Harmful Algae*, 1 (2), 157-168.
- 3- Carmichael, W.W. (1992). "A review, cyanobacteria secondary metabolites –the cyanotoxins." *J. Appl Bacteriol*, 72, 445-459.
- 4- Savage, M.S. Diallo, Nanomaterials and water purification: opportunities and challenges, *Journal of Nanoparticle research*, (2005) 331-342.
- 5- Akhavan O, Ghaderi E. Enhancement of antibacterial properties of Ag nanorods by electric field [J]. *Science and Technology of Advanced Materials*, 2009, 10 (1): 015003
- 6- Pendashteh, H., Shariati, F., Keshavarz, A., Ramzanpour, A. 2013. Toxicity of ZnO nanoparticles to *Chlorella vulgaris* and *Scenedesmus dimorphus* algae species. *World journal of fish and marine science*. 5(5): 563-570.
- 7- B. Van der Bruggen, M. Mänttari, M. Nyström, Drawbacks of applying nanofiltration and how to avoid them: a review, *Separation and purification technology*, 63 (2008) 251-263.
- 8- Hooman, M., Sajjadi, N., Marandi, R., Akbarzadeh Torbati, N., and Raimdar, M. (2021). Systematic design to optimize the removal of taste and odor-causing algae in drinking water using PEBA/CDs polymer nanoabsorbents, *Environment and Water Engineering*, Volume 7, Number 3, Pages 398-410
- 9- Moghazy, R. M., Labena, A., Husien, S., Mansor, E. S. and Abdelhamid, A. E. (2020). Neoteric approach for efficient eco-friendly dye removal and recovery using algal-polymer biosorbent sheets: Characterization, factorial design, equilibrium and kinetics. *Int. J. Bio. Macromol.*, 157, 494-509.
- 10- Mirhosseini, H., Mostafavi, A., Shamspur, T. and Sargazi, G. (2020). Preparation of novel ternary g-C₃N₄/WO₃/ZnO nanocomposite adsorbent with highly effective imidacloprid removal: optimization design and a controllable systematic study. *J. Mater. Sci. Mater. Electron*. doi:10.1007/s10854-020-04343-1



- 11- Fazelian, N., Nazgayi, A., Yousefzadi, M., Rahimzadeh, M., Vazarei, M., The effect of copper oxide nanoparticles on the amount of protein and phenolic compounds of the microalgae *Nannochloropsis oculata* 2018, *Journal of Aquatic Ecology* 9(1): 128-135
- 12- Suman, T.Y., Radhika Rajasree, S.R., Kirubakaran, R. 2015. Evaluation of Zinc oxide nanoparticles toxicity on marine algae *Chlorella vulgaris* through flow cytometric, cytotoxicity and oxidative stress analysis. *Ecotoxicology and Environmental Safety*. 113: 23-30.
- 13- Wang, X., Yang, X., Chen, S., Li, Q., Wang, W., Hou, Ch., Gao, X., Wang, L., Wang, Sh. 2016. Zinc Arabidopsis. *Frontiers in plant science Oxide Nanoparticles Affect Biomass Accumulation and Photosynthesis in* . 6: 1-9.
- 14- Eskandari, M., Dehestani Athar, S., Abdulahi Najand, B. and Khayat Rostami, B., 2013 Identification and control of algae in water sources using nano zinc oxide particles
- 15- Wang, F., Guan, W., Ling Xu, Zhongyang, D., Haile Ma, Anzhou Ma and Norman Terry, 2019 , Effects of Nanoparticles on Algae: Adsorption, Distribution, Ecotoxicity and Fate
- 16- Aruoja, V., Dubourguier, H.C., Kasemets, K., Kahru, A. 2009. "Toxicity of nanoparticles of CuO, ZnO and TiO₂ to microalgae *Pseudokirchneriella subcapitata*". *Science of the Total Environment*. 407: 1461-1468.
- 17- Bhuvaneshwari, M.; Iswarya, V.; Archana, S.; Madhu, G.M.; Kumar, G.K.; Nagarajan, R.; Chandrasekaran, N.; Mukherjee, A. Cytotoxicity of ZnO NPs towards fresh water algae *Scenedesmus obliquus* at low exposure concentrations in UV-C, visible and dark conditions. *Aquat. Toxicol.* 2015, 162, 29–38.
- 18- Juganson, K.; Ivask, A.; Blinova, I.; Mortimer, M.; Kahru, A. NanoE-Tox: New and in-depth database concerning ecotoxicity of nanomaterials. *Beilstein J. Nanotech.* 2015, 6, 1788–1804
- 19- Anjali, D., Anand P., S., Bansh R. Chaudhary, Sunil K., S, Debabrata, D., Effect of Silver Nanoparticles on Growth of Eukaryotic Green Algae ., (Received 10 May 2012; accepted 18 September 2012; published online 25 September 2012.
- 20- Moyound, G. and Falahi, M., 2019, the effect of nanosilver on the biology of growth and reproduction of blue-green algae (*Anabaena flos-aquae*), *Journal of Marine Biology*, Ahvaz Branch, Islamic Azad University, second year, number 8, winter 2019.
- 21- Lubick, N., 2008. Nanosilver toxicity: ions, Nanoparticles – or both? *Environmental Science and technology*. 1010-1021pp.
- 22- Ivanova, J., Toncheva-Panova, T., Chernev, G. and Samuneva, B., 2008. Effect of Ag⁺, Cu²⁺ and Zn²⁺ containing hybrid nanomatrixes on the green algae *Chlorella keissleri*. *Plant Physiology*, vol. 34(3-4). 339-346pp.
- 23- Abedini, N., Varjabi Eslami, H., 2015 Inhibitory Effects of Titanium Dioxide Nanoparticles on the Growth of Freshwater Algae, *Natural Environment, Natural Resources of Iran*, Volume 96, Number 3, Fall 2015, 773 – 767



- 24- Zhou X J, Xu Y H, He Q, et al. Effects of nanoparticles on growth of freshwater algae: Toxicity mechanism and combined toxicity [J]. *Asian Journal of Ecotoxicology*, 2021, 16(3): 128-143 (in Chinese)
- 25- Chen P Y, Powell B A, Mortimer M, et al. Adaptive interactions between zinc oxide nanoparticles and *Chlorella* sp. [J]. *Environmental Science & Technology*, 2012, 46 (21): 12178-12185
- 26- Zhou H, Wang X J, Zhou Y, et al. Evaluation of the toxicity of ZnO nanoparticles to *Chlorella vulgaris* by use of the chiral perturbation approach [J]. *Analytical and Bioanalytical Chemistry*, 2014, 406(15): 3689-3695
- 27- Zhang H, Chen Z, Huang Q. Study of the toxicity of ZnO nanoparticles to *Chlorella sorokiniana* under the influence of phosphate: Spectroscopic quantification, photosynthetic efficiency and gene expression analysis [J]. *Environmental Science: Nano*, 2020, 7(5): 1431-1443
- 28- Xia B, Chen B J, Sun X M, et al. Interaction of TiO₂ nanoparticles with the marine microalga *Nitzschia closterium*: Growth inhibition, oxidative stress and internalization [J]. *Science of the Total Environment*, 2015, 508: 525-533
- 29- Middepogu A, Hou J, Gao X, et al. Effect and mechanism of TiO₂ nanoparticles on the photosynthesis of *Chlorella pyrenoidosa* [J]. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 2018, 161: 497-506
- 30- Melegari S P, Perreault F, Costa R H R, et al. Evaluation of toxicity and oxidative stress induced by copper oxide nanoparticles in the green alga *Chlamydomonas reinhardtii* [J]. *Aquatic Toxicology*, 2013, 142-143: 431-440
- 31- Fathi P, Sadeghi G, Hosseini M J, et al. Effects of copper oxide nanoparticles on the *Chlorella* algae in the presence of humic acid [J]. *SN Applied Sciences*, 2020, 2(2): 1-11
- 32- Avellan A, Simonin M, Anderson S M, et al. Differential reactivity of copper- and gold-based nanomaterials controls their seasonal biogeochemical cycling and fate in a freshwater wetland mesocosm [J]. *Environmental Science & Technology*, 2020, 54(3): 1533-1544
- 33- Martín-de-Lucía I, Campos-Mañas M C, Agüera A, et al. Combined toxicity of graphene oxide and wastewater to the green alga *Chlamydomonas reinhardtii* [J]. *Environmental Science: Nano*, 2018, 5(7): 1729-1744
- 34- Zhao J, Dai Y H, Wang Z Y, et al. Toxicity of GO to freshwater algae in the presence of Al₂O₃ particles with different morphologies: Importance of heteroaggregation [J]. *Environmental Science & Technology*, 2018, 52 (22): 13448-13456
- 35- Sendra M, Staffieri E, Yeste M P, et al. Are the primary characteristics of polystyrene nanoplastics responsible for toxicity and ad/absorption in the marine diatom *Phaeodactylum tricorutum*? [J]. *Environmental Pollution*, 2019, 249: 610-619
- 36- Bellingeri A, Bergami E, Grassi G, et al. Combined effects of nanoplastics and copper on the freshwater alga *Raphidocelis subcapitata* [J]. *Aquatic Toxicology*, 2019, 210: 179-187
- 37- Martín-de-Lucía I, Campos-Mañas M C, Agüera A, et al. Combined toxicity of graphene oxide and wastewater to the green alga *Chlamydomonas reinhardtii* [J]. *Environmental Science: Nano*, 2018, 5(7): 1729-1744

سومین کنفرانس ملی یافته‌های نوین زیست‌شناسی

3rd National Conference On New Biological Findings

۳ الی ۵ خرداد ۱۴۰۲



- 38- Gilroy K D, Neretina S, Sanders R W. Behavior of gold nanoparticles in an experimental algal-zooplankton food chain [J]. *Journal of Nanoparticle Research*, 2014, 16(5): 1-8
- 39- Behra R, Wagner B, Sgier L, et al. Colloidal stability and toxicity of gold nanoparticles and gold chloride on *Chlamydomonas reinhardtii* [J]. *Aquatic Geochemistry*, 2015, 21(2-4): 331-342
- 40- Zhang J L, Zhou Z P, Pei Y, et al. Metabolic profiling of silver nanoparticle toxicity in *Microcystis aeruginosa* [J]. *Environmental Science: Nano*, 2018, 5(11): 2519-2530
- 41- Ang J L, Xiang Q Q, Shen L, et al. Surface charge-dependent bioaccumulation dynamics of silver nanoparticles in freshwater algae [J]. *Chemosphere*, 2020, 247: 125936
- 42- Zhang L Q, Lei C, Yang K, et al. Cellular response of *Chlorella pyrenoidosa* to oxidized multi-walled carbon nanotubes [J]. *Environmental Science: Nano*, 2018, 5(10): 2415-2425
- 43- Zhang Y, Yang R X, Si X H, et al. The adverse effect of biochar to aquatic algae—The role of free radicals [J]. *Environmental Pollution*, 2019, 248: 429-437



تغییرات در محتوای هیدروژن پراکسید و آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی گیاه کرچک تحت تیمار نانولوله های کربن چند دیواره

دکتر زهرا فتحی

آموزش و پرورش شهرستان طبس

سرگروه و دبیر زیست‌شناسی - zhr.fathi@gmail.com

چکیده

گیاه کرچک متعلق به خانواده فرفیون که متنوع و از لحاظ اقتصادی از گیاهان گلدار مهم می‌باشد. این گیاه دارای اثرات دارویی مفید و ترکیبات شیمیایی مهم می‌باشد. فناوری نانو کاربردهای وسیعی در همه مراحل تولید و فرآوری محصولات کشاورزی دارد. هدف از این پژوهش بررسی اثر تیمارهای مختلف نانو لوله کربنی (۰، ۷۵، ۱۰۰، ۱۲۵، ۲۵۰ و ۵۰۰ $\mu\text{g/ml}$) بر ویژگی‌های فیزیولوژی و بیوشیمی گیاه کرچک می‌باشد. برای این کار، اسپری برگی تیمارهای فوق به مدت ۴۵ روز انجام شد. فعالیت پلی فنل اکسیداز، فعالیت کاتالاز و گایاکول پراکسیداز، میزان H_2O_2 ، فعالیت فنیل آلانین آمونیا لیاز و میزان مالون دی آلدئید سنجش شد. نتایج نشان داد که نانولوله‌های کربن چند دیواره تأثیر معنی داری بر فعالیت پلی فنل اکسیداز و کاتالاز نداشتند. ولی افزایش معنی دار در فعالیت گایاکول پراکسیداز، مالون دی آلدئید و H_2O_2 و کاهش معنی دار در فعالیت فنیل آلانین آمونیا لیاز مشاهده شد. بیشترین فعالیت کاتالاز و گایاکول پراکسیداز در تیمار ۷۵، بیشترین فعالیت پلی فنل اکسیداز و H_2O_2 در تیمار ۱۰۰، بیشترین فعالیت فنیل آلانین آمونیا لیاز و مالون دی آلدئید در تیمار ۵۰۰ مشاهده شد. از این پژوهش می‌توان نتیجه گرفت که غلظت‌های کم نانولوله پاسخ دفاع آنتی‌اکسیدانی را علیه آسیب‌های اکسیداتیو باعث شده اما غلظت‌های بالای نانولوله، باعث تولید زیاد ROS شده که منجر به آسیب‌های اکسیداتیو در سلول‌ها می‌شود.

کلمات کلیدی: کرچک، نانولوله، آنزیم‌های آنتی‌اکسیدان، مالون دی آلدئید



Changes in Hydrogen Content of Peroxide and Antioxidant Enzymes of Castor Plant under Multi-Wall Carbon Nanotubes Treatment

Zahra Fathi^{1*}

¹ Tabas education-Department of Biology, Faculty of Science, Science and Research branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran

* Corresponding author: zhr.fathi@gmail.com

Abstract

Ricinus communis L. belongs to the Euphorbiaceae family, which is a diverse and economically important flowering plant. It has beneficial medicinal effects and important chemicals. Nanotechnology is widely used in all stages of agricultural production and processing. The aim of this research is investigate the effect of different carbon nanotubes (0, 75, 100, 125, 250 , 500 $\mu\text{g/ml}$) on physiological and biochemical characteristics of castor plant. Leaf spray was used for 45 days. Polyphenol oxidase activity, catalase and guaiacol peroxidase activity, H_2O_2 , phenylalanine ammonia lyase activity and malondialdehyde content were measured. The results showed that MWCNTs had no significant effect on polyphenol oxidase and catalase activity. But there was a significant increase in the activity of guaiacol peroxidase, malondialdehyde and H_2O_2 and a significant decrease in the activity of phenylalanine ammonia lyase and phenol. The highest catalase activity and guaiacol peroxidase in 75, the highest polyphenol oxidase and H_2O_2 in the 100 treatment, the highest phenylalanine ammonia lyase and malondialdehyde in the 500 treatment. From this research it can be concluded that low concentrations of MWCNTs induce antioxidant defense against oxidative damage, but high MWCNTs result in high ROS production leading to oxidative damage in cells.

Keywords: castor, nanotubes, antioxidant enzymes, phenol, malondialdehyde.

مقدمه

علم نانو منجر به توسعه برنامه‌های کاربردی فناوری نانو برای افزایش رشد گیاه شده است. فناوری نانو یک حوزه در حال توسعه در تمام زمینه‌های زندگی انسان [۱] و زمینه رو به رشدی را در علوم زیستی و بیوتکنولوژی [۲] ایجاد می‌کند. فناوری نانو کاربردهای وسیعی در همه مراحل تولید و فرآوری محصولات کشاورزی دارد و جهت افزایش مواد شیمیایی کشاورزی و استفاده از مواد مغذی موثر در رشد گیاه می‌باشد. فناوری نانوذرات در اهداف بیماری‌شناسی گیاهی، مشکلات خاص کشاورزی در تعامل گیاه-پاتوژن و ایجاد راه‌های جدید برای حفاظت از محصول کاربرد دارد [۳]. تاثیر نانوذرات روی گونه‌های گیاهی مختلف می‌تواند متفاوت باشد و وابسته به مرحله رویشی گیاه، روش و مدت زمان قرار گرفتن در معرض نانوذرات، اندازه، غلظت، ترکیب شیمیایی، شکل و تجمع نانوذرات است [۴]. در سلول‌ها و بافت‌های ریشه‌ها و برگ‌های گیاهک وجود داشته که دلیلی بر توانایی MWNTs جهت نفوذ به ریشه‌ها و تجمع در آنجا و نیز توانایی جهت انتقال از طریق سیستم آوندی از ریشه‌ها به ساقه و برگ‌های گیاهک می‌باشد [۵]. برهم کنش نانولوله‌های کربن چند دیواره با دیواره سلول گیاه، موجب فعال شدن آنزیم‌های پراکسیداز و اکسیداز و تولید انواع اکسیژن فعال می‌شود [۶]. انواع گونه‌های اکسیژن فعال، قادر به اکسید کردن پروتئین‌ها و DNA هستند که منجر به آسیب سلولی و مرگ سلول می‌گردد [۷]. تولید رادیکال‌های آزاد و تغییرات فراساختاری و مورفولوژیکی در سلول‌های تحت تیمار نانولوله‌های کربن گزارش شده است [۸]. فناوری نانو، ابزاری برای مطالعه سیستم‌های بیولوژیکی فراهم می‌کند و مطالعات کمی در مورد اثرات و مکانیزم‌های نانو مواد در گیاهان انجام شده است. گیاه *Ricinus communis* L. متعلق به خانواده فرفیون^۷ که یک خانواده متنوع و از لحاظ اقتصادی از گیاهان گلدار مهم می‌باشد. این گیاه بومی منطقه جنوب شرق مدیترانه، هند، آفریقای شمالی و شرقی می‌باشد. کشورهای هند و برزیل دارای جمعیت‌های فراوانی از این گیاه هستند [۹]. این گیاه نه تنها ارزش دارویی دارد بلکه در تولید بیودیزل نیز مفید است. عصاره برگ‌های گیاه کرچک در برابر روماتیسم، سردرد، ورم، عفونت‌های قارچی و زگیل استفاده می‌شود. فعالیت‌های گیاه بدلیل وجود ترکیبات شیمیایی مهم مانند فلاونوئیدها، آلکالوئیدها و استروئیدها می‌باشد. [۱۰].

تاثیر انواع نانولوله‌های کربنی بر رشد و نمو گیاهان امروزه مورد توجه بسیاری از محققین قرار گرفته است. به همین علت در این پژوهش تاثیر نانولوله‌های کربنی بر برخی ویژگی‌های فیزیولوژیکی و بیوشیمیایی گیاه کرچک مورد بررسی قرار گرفت.

⁷ - Euphorbiaceae

مواد و روش

۱- منابع تهیه مواد آزمایشگاهی

بذر های *Ricinus communis* L. از شرکت پاکان بذر اصفهان تهیه شد. نانولوله های کربنی چند جداره (MWCNT) با اندازه میانگین OD کمتر از ۸ نانومتر و طول حدود ۳۰ میکرومتر از شرکت نوترینو تهران تهیه شد. اندازه نانولوله کربنی چند جداره و اندازه هیدرودینامیکی آن توسط نانوپارتیکل سایزر انجام شد. مراحل این آزمایش در پژوهشکده هوا خورشید، آزمایشگاه مرکزی دانشگاه فردوسی مشهد انجام شد. فاز نانولوله کربنی و درجه خلوص آن توسط دستگاه XRD^۸ در آزمایشگاه تجزیه کنندگان کانسارهای بلورین آمیتس شرق واقع در مشهد انجام شد. جهت مطالعه اثر نانولوله های کربنی چند جداره بر شاخص های بیوشیمی و فیزیولوژی گیاه کرچک، ۶ تیمار (۰، ۷۵، ۱۰۰، ۱۲۵، ۲۵۰ و ۵۰۰ $\mu\text{g ml}^{-1}$) نانولوله تهیه و هر تیمار شامل ۴ گلدان که در شرایط گلخانه کشت شدند. پس از یک هفته از کاشت در مرحله دوبرگی، اسپری برگی انجام شد. پس از ۴۵ روز، پایان دوره تیماردهی گیاهان جمع آوری شدند.

۲- اندازه گیری فعالیت آنزیم پلی فنل اکسیداز

اندازه گیری فعالیت آنزیم پلی فنل اکسیداز به روش رایموند و همکاران (۱۹۹۳) انجام شد. به هر لوله آزمایش قرار گرفته در حمام آب گرم، محلول بافر فسفات با اسیدیتته ۶/۸ و پیروگالل ۰.۹۹٪ اضافه گردید و پس از افزودن عصاره آنزیمی، تغییرات جذب آنزیم پلی فنل اکسیداز در طول موج ۴۳۰ نانومتر توسط اسپکتروفوتومتر (Shimadzo UV/1100) بررسی شد و میزان فعالیت آنزیمی بر حسب تغییرات جذب بر دقیقه بر میلی گرم وزن تر برگ (DA/ min g fw) محاسبه شد [۱۱].

۳- اندازه گیری فعالیت آنزیم کاتالاز

جهت استخراج آنزیم کاتالاز، پس از ساییدن برگ تازه با محلول بافر فسفات پتاسیم با اسیدیتته ۷/۵ و EDTA^۹ در هاون چینی سرد و صاف کردن، سانتریفیوژ سرمایشی انجام شد [۱۲]. جهت سنجش فعالیت کاتالاز به روش چس و مهلی، H_2O_2 ، عصاره آنزیمی و محلول بافر فسفات پتاسیم با اسیدیتته ۷ به حجم ۳ میلی لیتر رسانده شد. تغییرات جذب نوری نمونه ها در طول موج ۲۴۰ نانومتر بررسی گردید و میزان فعالیت آنزیمی بر حسب تغییرات جذب بر دقیقه میلی گرم وزن تر برگ (DA/ min g fw) محاسبه شد [۱۳].

^۸ - X-ray diffraction

^۹ - Ethylene Diamine Tetraacetic Acid



۴- اندازه گیری فعالیت آنزیم گایاکول پراکسیداز

محلول واکنش شامل بافر فسفات سدیم، H_2O_2 ۱٪، گایاکول 10^{-1} ٪ و پس از افزودن عصاره آنزیمی، تغییرات جذب نوری در طول موج ۴۳۶ نانومتر بررسی شد. میزان فعالیت آنزیمی بر حسب تغییرات جذب بر دقیقه بر میلی گرم وزن تر محاسبه شد.

۵- اندازه گیری فعالیت آنزیم فنیل آلانین آمونیا لیاز^{۱۱} (PAL)

فعالیت آنزیم PAL، براساس قابلیت آنزیم برای تبدیل فنیل آلانین به ترانس سینامیک اسید^{۱۲} سنجش شد [۱۴]. مخلوط واکنش شامل بافر تریس- HCl 10^{-3} ، با اسیدیت ۸/۸؛ فنیل آلانین و عصاره آنزیمی می باشد. جذب نوری نمونه ها در طول موج ۲۹۰ نانومتر ثبت گردید. برای تعیین فعالیت آنزیم PAL، منحنی استاندارد با ساخت غلظت های مختلف ترانس سینامیک اسید رسم گردید و فعالیت آنزیم بر حسب میکروگرم سینامیک اسید تولید شده در گرم وزن تر برگ با استفاده از معادله خط منحنی استاندارد، محاسبه گردید.

۶- استخراج مالون دی آلدئید (MDA) و H_2O_2

برگ تازه با تری کلرو استیک اسید^{۱۴} ۱٪ ساییده شد. پس از صاف کردن، سانتیفریوژ گردید [۱۵].

۷- سنجش میزان مالون دی آلدئید

جهت بدست آوردن میزان پراکسیداسیون لیپیدی که یکی از محصولات بارز آن MDA می باشد، از سنجش تیوباربیتوریک اسید^{۱۵} استفاده شد که اساس آن تشکیل کمپلکس رنگی تیوباربیتوریک اسید-MDA می باشد [۱۵]. مخلوط واکنش شامل: عصاره برگ گیاهی، محلول تری کلرو استیک اسید ۲۰٪، تیوباربیتوریک اسید ۵/۰ درصد می باشد. پس از حمام آب جوش جهت توقف واکنش، روی یخ قرار گرفته و سانتیفریوژ انجام شد و جذب نوری نمونه ها در طول موج ۵۳۲ و ۶۰۰ نانومتر ثبت گردید. میزان MDA بر حسب میکرومول در گرم وزن تر ($\mu\text{mol/gFw}$) محاسبه گردید [۱۶].

۸- سنجش میزان H_2O_2

مخلوط واکنش شامل بافر فسفات پتاسیم با اسیدیت ۷، یدید پتاسیم و عصاره می باشد. سپس جذب نوری در طول موج ۳۹۰ نانومتر ثبت گردید [۱۵]. میزان H_2O_2 بر حسب میکرومول در گرم وزن تر بدست آمد.

¹⁰ - Guaiacol
¹¹ - Phenylalanine Ammonia Lyase
¹² - Transcinnamic acid
¹³ - Tris-HCL
¹⁴ - Thrichloroacetic Acid
¹⁵ - Thiobarbituric Acid

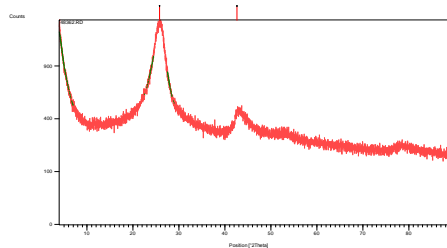


۹- تجزیه و تحلیل آماری: برای آنالیز داده‌ها و رسم نمودارها از برنامه رایانه ای SPSS و آزمون دانکن در سطح احتمال آماری $p < 0/05$ استفاده گردید. در کلیه نمودارها، بارهای عمودی نشان دهنده SE برای سه تکرار می باشد.

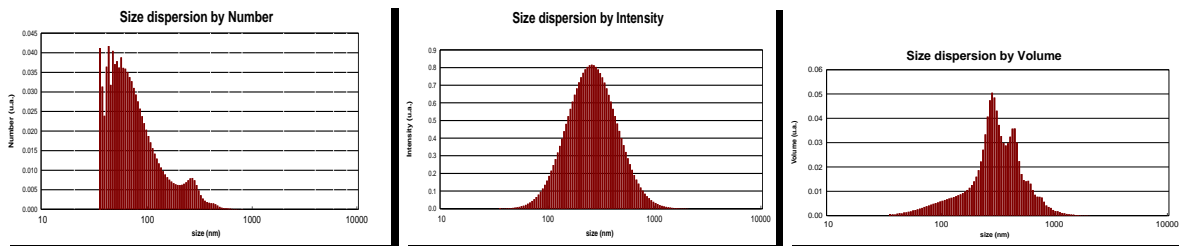
نتایج

تصویر ۱ ، الگوی XRD نانولوله کربنی چند دیواره را نشان می دهد. عناصر موجود در نانو لوله، کربن بوده و دارای یک فاز کربنی می باشد. نانولوله کربن مورد نظر با توجه به نمودار قله ندارد و این خود سندی بر نانو بودن ماده است.

تصویر ۲ ، اندازه نانولوله های کربنی چند دیواره را نشان می دهد که بیشترین تعداد نانو لوله ها در محدوده ۳۵ تا ۳۰۰ نانومتر وجود داشتند. میانگین قطر ذرات $91/3 = 16$ ، قطر هیدرودینامیکی ذرات $245/7 = 17$ ، شاخص پراکندگی ذرات $0/3 = 18$ می باشد.



شکل ۱- الگوی XRD نانولوله کربنی چند جداره



شکل ۲- قطر هیدرودینامیکی نانولوله های کربن بررسی شده توسط نانو پارتیکل سایزر DLS. (a) تعداد، (b) شدت و (c) حجم پراکنده شده.

16 - Dmean
17 - Zaverage
18 - PDI

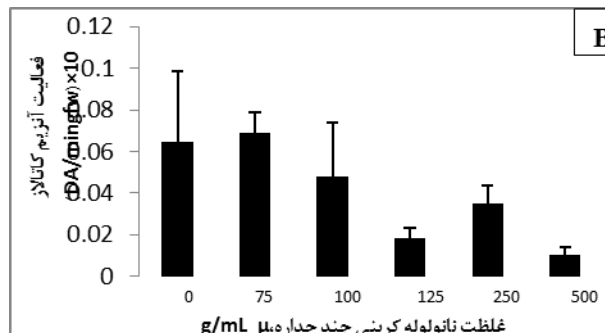
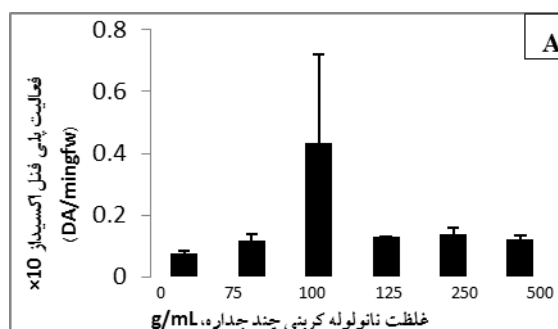


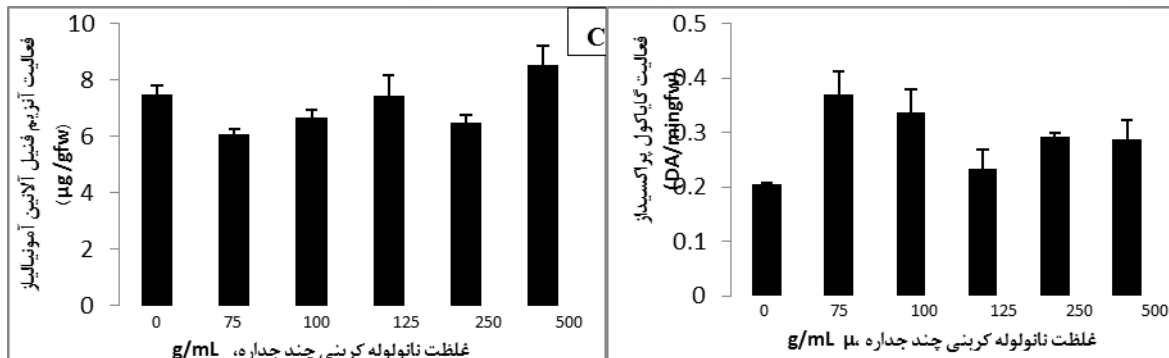
با توجه به جدول ۱ و شکل A۳، اثر تیمارهای مختلف نانولوله کربنی چند جداره بر میزان فعالیت آنزیم پلی فنل اکسیداز در سطح احتمال $P < 0/05$ ، اختلاف معنادار نداشت. کلیه تیمارهای اعمال شده موجب افزایش فعالیت آنزیم پلی فنل اکسیداز برگ گیاه کرچک در مقایسه با گروه شاهد شدند. بیشترین در تیمار $100 \mu\text{g/mL}$ مشاهده شد. میانگین کل نسبت به شاهد افزایش داشت. با توجه به جدول ۱ و شکل B۳، اثر تیمارهای مختلف نانولوله کربنی چند جداره بر میزان فعالیت آنزیم پلی فنل اکسیداز برگ گیاه کرچک در سطح احتمال $P < 0/05$ ، اختلاف معنادار نداشت. کلیه تیمارهای اعمال شده به جز تیمار $75 \mu\text{g/mL}$ موجب کاهش فعالیت آنزیم پلی فنل اکسیداز برگ گیاه کرچک در مقایسه با گروه شاهد شدند. بیشترین در تیمار $75 \mu\text{g/mL}$ مشاهده شد. میانگین کل نسبت به شاهد کاهش داشت. با توجه به جدول ۱ و شکل C۳، اثر تیمارهای مختلف نانولوله کربنی چند جداره بر میزان فعالیت آنزیم گایاکول پراکسیداز در سطح احتمال $P < 0/05$ ، دارای اختلاف معنادار بود. کلیه تیمارها نسبت به شاهد افزایش داشتند. بیشترین در تیمار $75 \mu\text{g/mL}$ مشاهده گردید. میانگین کل نسبت به شاهد افزایش داشت.

با توجه به جدول ۱ و شکل D۳، اثر تیمارهای مختلف نانولوله کربنی چند جداره بر میزان فعالیت آنزیم آنالین آمونیا لیاز در سطح احتمال $P < 0/05$ ، دارای اختلاف معنادار بود. کلیه تیمارها به جز تیمار $500 \mu\text{g/mL}$ نسبت به شاهد کاهش داشتند. بیشترین اثر در تیمار $500 \mu\text{g/mL}$ مشاهده شد. میانگین کل نسبت به شاهد کاهش داشت.

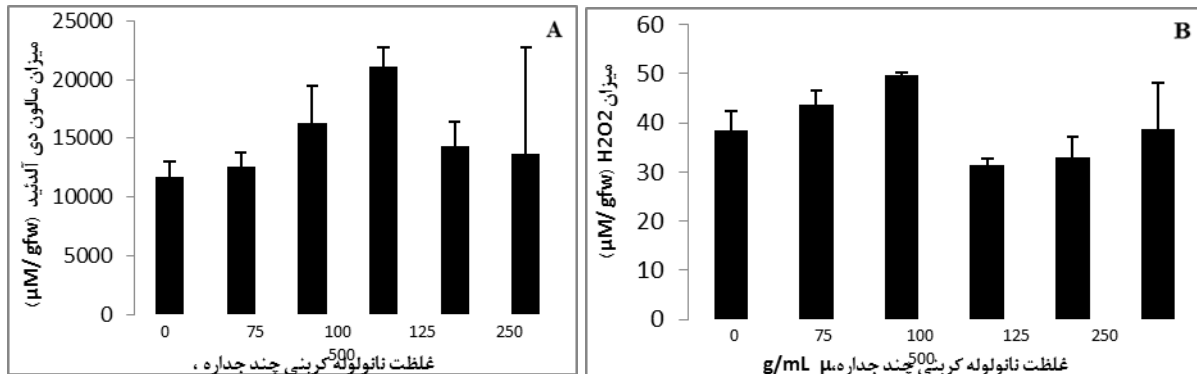
با توجه به جدول ۱ و شکل A۴، اثر تیمارهای مختلف نانولوله کربنی چند جداره بر میزان مالون دی آلدئید گیاه کرچک در سطح احتمال $P < 0/05$ ، دارای اختلاف معنادار بود. کلیه تیمارها نسبت به شاهد افزایش داشتند. بیشترین در تیمار $125 \mu\text{g/mL}$ مشاهده شد. میانگین کل نسبت به شاهد افزایش داشت.

با توجه به جدول ۱ و شکل B۴، اثر تیمارهای مختلف نانولوله کربنی چند جداره بر میزان H_2O_2 گیاه کرچک در سطح احتمال $P < 0/05$ ، دارای اختلاف معنادار بود. کلیه تیمارها به جز $125 \mu\text{g/mL}$ و $250 \mu\text{g/mL}$ نسبت به شاهد افزایش داشتند. بیشترین در تیمار $100 \mu\text{g/mL}$ مشاهده شد. میانگین کل نسبت به شاهد افزایش داشت.





شکل ۳- میزان فعالیت آنزیم های گیاه کرچک تحت تیمارهای مختلف نانولوله های کربنی چندجداره. (A) پلی فنل اکسیداز، (B) کاتالاز، (C) گایاکول پراکسیداز، (D) فنیل آلانین آمونیلیاز



شکل ۴- (A) میزان مالون دی آلدئید، (B) H₂O₂ تحت تیمارهای مختلف نانولوله های کربنی چندجداره

جدول ۱- تأثیر غلظت های مختلف نانولوله کربن چند دیواره بر فعالیت آنزیم ها، میزان مالون دی آلدئید، و H₂O₂ و فنول گیاه کرچک (میانگین ± انحراف معیار SE). در هر ستون، حروف مشترک نشان دهنده عدم اختلاف معنی دار در سطح P<0/05 می باشد.

Treatments (MWCNTs µg/ml)	آنزیم پلی فنل اکسیداز	آنزیم کاتالاز	مالون دی آلدئید	H ₂ O ₂	آنزیم گایاکول پراکسیداز	آنزیم فنیل آلانین آمونیلیاز (PAL)
Control	.076±.0068	.065±.0338a	1.168E4±1.367E3	38.547±3.9675a	.205±.0028c	7.467±.3429ab
75	.118±.0190	.069±.0095a	1.256E4±1.2687E3	43.773±2.8387a	.369±.0435a	6.095±.1562b



100	.433±.288 7	.048±.0262 a	1.633E4±3.1833 E	49.653±.6120a	.338±.0418ab	6.657±.2984b
125	۲۸.1 ±.0037a	.018±.0049 a	2.108E4±1.7074 E	31.453±1.3166 b	.234±.034bc	7.448±.7203a b
250	.137±.022 4	.035±.0091 a	1.431E4±2.0492 E	33.040±4.2031 b	.292±.0073ab c	6.481±.2810b
500	.121±.014 2	.010±.004a	1.369E4±9.0084 E	38.827±9.3655 a	.288±.0347ab c	8.538±.6956a
Total	.165±.050 2	.041±.0083	1.494E4±9.9502 E	39.216±2.1946	.2875±.0174	7.114±.25318
p-value	.345	.206	.045	.137	.028	.033

بحث و نتیجه گیری

نتایج نشان داد که نانولوله های کربنی چند دیواره تأثیر معنی داری بر فعالیت آنزیم پلی فنل اکسیداز و کاتالاز نداشتند ولی بر فعالیت آنزیم گایاکول پراکسیداز، فنیل آلانین آمونیا لیاز، فعالیت مالون دی آلدئید و H_2O_2 معنی دار بود. میانگین کل پلی فنل اکسیداز، آنزیم گایاکول پراکسیداز، H_2O_2 و مالون دی آلدئید نسبت به شاهد افزایش داشت. میانگین کل کاتالاز و فنیل آلانین آمونیا لیاز نسبت به شاهد کاهش داشت.

گونه های اکسیژن فعال^{۱۹}، مهمترین رادیکال آزاد بیولوژیک هستند. در گیاهان باعث اختلالاتی از قبیل آسیب تنفس نوری، حمله پاتوژن، استرس هاس بیوتیک و غیر بیوتیک می شوند. تولید ROS و تنش اکسیداتیو از مکانیسم های سمیت نانوذرات فلزی می باشد [۴]. گیاهان برای حفاظت از خود از سیستم های آنتی اکسیدانی استفاده می کنند [۱۷]. سیستم دفاع آنتی اکسیدانی در سلول های گیاهی حضور داشته و در پاسخ به تنش های گوناگون فعال می شود [۱۸ و ۱۹]. پلی فنول اکسیداز ها جز آنزیم های آنتی اکسیدان موجود در سلول های گیاهی می باشد [۲۰ و ۲۱]. پلی فنول اکسیداز، موجب اکسیداسیون ترکیبات فنولی به کوئینون ها و کاهش میزان این ترکیبات در برگ ها و ریشه های گیاهان تحت تنش می شود. در نتیجه مقاومت گیاه نسبت به تنش را افزایش می دهد [۲۲]. افزایش فعالیت پراکسیداز با تنش اکسیداتیو در ارتباط است [۵]. آنزیم پلی فنل اکسیداز در بیوسنتز برخی ترکیبات از جمله بتالانین نیز نقش دارد [۲۳]. تأثیر نانولوله های کربنی بر فعالیت آنزیم پلی فنول اکسیداز موجود در گیاهان کمتر مطالعه شده، اما افزایش فعالیت آنزیم های کاتالاز و آسکوربات پراکسیداز و کاهش فعالیت آنزیم سوپراکسید دیسموتاز در گیاه آرابیدوپسیس مورد تیمار نانولوله های کربن چند دیواره گزارش شده است [۲۴]. افزایش تولید محصول، اتصال به دیواره، فعال شدن آنزیم های پراکسیداز و اکسیداز، تولید انواع گونه های اکسیژن فعال از اعمال نانولوله ای کربن می باشد [۲۵]. در پژوهش

¹⁹ -ROS



حاضر، افزایش در فعالیت آنزیم پلی فنل اکسیداز در غلظت های مختلف نانولوله کربنی چند دیواره بیشتر در غلظت $100 \mu\text{g/mL}$ ، نسبت به شاهد ایجاد شد که معنی دار نبود.

مکانیسم دفاعی گیاهان برای مقابله با خسارتهای ناشی از تنش اکسیداتیو و حذف گونه های فعال اکسیژن شامل آنزیم های آنتی اکسیدانت و ترکیبات آنتی اکسیدانتها است [۲۶]. عدم اختلاف معنی دار میزان فعالیت آنزیم کاتالاز و کاهش میزان فعالیت کاتالاز ممکن است نشان دهنده یک مکانیسم محافظتی بهتر در این گیاه باشد. کاتالاز به عنوان آنزیم کلیدی برای از بین بردن H_2O_2 می باشد [۲۷]. در گیاهانی که تحت غلظت بالای نانو ذرات نقره قرار گرفتند، میزان فعالیت آنزیم کاتالاز به ترتیب افزایش و کاهش نشان داد. در غلظت های کم نانوذرات نقره میزان فعالیت آنزیم کاتالاز افزایش یافت. Krishnaraja و همکاران (۲۰۱۲) نشان داده اند که میزان فعالیت آنزیم کاتالاز در گیاه *Bacopa monnieri* تحت تیمار نانو ذرات نقره در غلظت 10 ppm افزایش می یابد [۲۸]. در پژوهش حاضر نیز فعالیت کاتالاز در غلظت $75 \text{ میکروگرم بر میلی لیتر نانولوله کربن}$ ، افزایش و در بقیه غلظت ها کاهش یافت. در پژوهشی افزایش غلظت نانو نقره، افزایش فعالیت دو آنزیم کاتالاز و پراکسیداز و سپس کاهش فعالیت این دو آنزیم در شمعدانی های تحت تیمار مشاهده شده است [۲۹]. آنزیم های پراکسیداز در فرآیندهای زیستی متعددی نقش دارند و افزایش فعالیت آن ها در گیاهان نشان دهنده آغاز مکانیسم های دفاعی گیاه در برابر تنش می باشد. افزایش فعالیت پراکسیداز با تنش اکسیداتیو در ارتباط است. افزایش غلظت نانو ذرات نقره، سبب افزایش میزان فعالیت آنزیم گایاکول پراکسیداز شد. که در پژوهش حاضر نیز کلیه تیمارها نسبت به شاهد افزایش معنی دار داشتند. آنزیم های پراکسیداز موجود در سلول های موجودات زنده، نقش مهمی در تجزیه نانولوله های کربنی و مهار سمیت ناشی از آن ها دارند [۳۰]. افزایش فعالیت آنزیم گایاکول پراکسیداز در گیاهان تحت تیمار غلظت های بالای مس توده ای گزارش شده است [۳۱]. در گیاهان تحت تیمار نانولوله های کربنی چند دیواره، فعال شدن آنزیم های اکسیداز و پراکسیداز مشاهده گردید که به دلیل برهم کنش این نوع نانوذرات با دیواره سلولی می باشد [۶]. که با پژوهش حاضر همسو می باشد. با توجه به موارد فوق می توان نتیجه گرفت که افزایش فعالیت آنزیم گایاکول پراکسیداز نوعی مکانیسم دفاعی گیاه در برابر تنش ناشی از نانولوله های کربنی چند دیواره بر گیاه کرچک می باشد.

سطح MDA، شاخصی برای استرس های اکسیداتیو و پراکسیداسیون لیپیدی می باشد. افزایش رادیکال های آزاد باعث تولید بیش از حد MDA می شود. گونه های اکسیژن فعال، با تشکیل MDA، لیپیدهای اشباع نشده را کاهش می دهند. [۳۲ و ۳۳ و ۳۴]. تولید انواع گونه های اکسیژن فعال، لیپیدهای موجود در غشای سلول را پراکسید می کنند. در نتیجه پراکسیداسیون لیپیدهای غشا، روی ساختار غشا و انتقال مواد اثر می گذارد. افزایش نفوذپذیری غشا، باعث تخریب غشا و منجر به مرگ سلول می شود [۳۵]. سمیت نانولوله های کربن و تولید انواع گونه های اکسیژن فعال، در سلول های تحت تیمار این نوع نانوذرات گزارش شده است [۳۶]. مالون



دی آلدئید به عنوان شاخصی مناسب برای پراکسیداسیون لیپیدهای غشایی محسوب می شود [۳۷]. افزایش مالون دی آلدئید در گیاه لوبیای مورد تیمار مس نیز گزارش شده است [۳۸]. تولید مالون دی آلدئید حاصل از پراکسیداسیون لیپیدها، در بسیاری از گیاهان تحت تنش انواع نانو ذرات مختلف گزارش شده است [۳۹]. که همسو با نتایج حاصل از پژوهش حاضر می باشد. با توجه به نتایج حاصل از تحقیق حاضر، غلظت های بالای نانولوله های کربنی برای گیاه کرچک سمی بوده و باعث افزایش پراکسیداسیون لیپیدها و کاهش رشد شد. H_2O_2 در سلول های گیاهی در طول فتوسنتز و تنفس نوری تولید می شود. در طول استرس های محیطی، بیشترین سطح H_2O_2 در رگبرگ ها مشاهده می شود [۴۰]. افزایش فعالیت آنزیم های پراکسیداز و تولید انواع گونه های اکسیژن فعال از اعمال نانولوله ای کربن می باشد [۶]. در پژوهش حاضر نیز میزان H_2O_2 به جز در تیمارهای $125 \mu g ml^{-1}$ و 250 ، افزایش یافت. کاهش میزان فعالیت کاتالاز ممکن است نشان دهنده یک مکانیسم محافظتی بهتر در این گیاه باشد. کاتالاز به عنوان آنزیم کلیدی برای از بین بردن H_2O_2 می باشد. غلظت های کم نانولوله پاسخ دفاع آنتی اکسیدانی را علیه آسیب های اکسیداتیو داشته اما غلظت های بالای آن، باعث تولید ROS شده که منجر به آسیب های اکسیداتیو در سلول ها می شود.

منابع

- 1- Singh, A., Jain, D., Upadhyay, M.K., Khandelwal, I. and Verma, H.N., 2010, Green synthesis of silver nanoparticles using *Argemone mexicana* leaf extracts and evaluation of their antimicrobial activities. *Digest Journal of Nanomaterials and Biostructures*, 5: 483-489.
- 2- Prabhu, N., Divya, T.R., YamunaGowri, K., Ayisha Siddiqua, S. and Joseph Puspha, D., 2010. Silver phyto nanoparticles and their antibacterial efficacy. *Digest Journal of Nanomaterials and Biostructures* ,5: 185-189.
- 3-Nair, R., Saino Hanna, V., Baiju, G., Nair, T., Maekawa, Y., Yoshida, D., Kumar, S., 2010. Nanoparticulate material delivery to plants. *Plant Science*, 179 : 154–163, Review.
- 4- Ma, Y., Kuang, L., He, X., Bai, W., Ding, Y., Zhang, Z., Zhao, Y. and Chai, Z., 2010b. Effect of rare earth oxide nanoparticles on root elongation of plants. *Chemosphere*, 78: 273-279.
- 5- Smirnova, E.A., Gusev, A.A., Zaitseva, O.N., Lazareva, E.M., Onishchenko, G.E., Kuznetsova, E.V., Tkachev, A.G., Feofanov, A.V. and Kirpichnikov, M.P., 2011. Multi-walled Carbon Nanotubes Penetrate into Plant Cells and Affect the Growth of *Onobrychis arenaria* Seedlings. *ACTA NATURAE*, 3 (1): (8).
- 6-Khodakovskaya, M.V., Kim, B.S., Kim, J.N., Alimohammadi, M., Dervishi, E., Mustafa, T., Cernigla, C.E., 2013. Carbon nanotubes as plant growth regulators: effects on tomato growth, reproductive system, and soil microbial community, 14;9(1):115-23.
- 7-Alimohammadi, M., Xu, Y., Wang, D., Biris, A. and Khodkovakaya, M., 2011. Physiological responses in tomato plants by a two-component nanostructural system composed of carbon nanotubes conjugated with quantum dots and its *in vivo* multimodal detection. *Nanotechnology*, 22: 1-8.



- 8- Kumari, M., Khan, S.S., Pakrashi, S., Mukherjee, A. and Chandrasekaran, N., 2011. Cytogenetic and genotoxic effects of zinc oxide nanoparticles on root cells of *Allium cepa*. *Journal of Hazardous Materials*, vol. 190, no. 1–3, pp. 613–621.
- 9- Kumar R. and Sirvastava A.(2010) Effect of Presoaking and Depth on Germination Capacity of Castor (*Ricinus Communis*) Seeds, *Advances in Bioresearch*, voll(1): 160-162.
- 10-Kota,C.S. and Manthri, S.,2011. ANTIBACTERIAL ACTIVITY OF RICINUS COMMUNIS LEAF EXTRACT. *International Journal of Pharmaceutical Sciences and Research*, 2(5): 1259-1261.
- 11-Raymond J.; Rakariyatham N. And Azanza J. L. (1993) Purification and some properties of polyphenoloxidase from sunflower seeds, *Phytochemistry*, 34: 927-931.
- 12- Sairam, R.K. and Tyagi, A., 2004. Physiology and molecular biology of salinity stress tolerance in plants. *Current Science*, 86: 407 - 421.
- 13- Chance, B., Maehly, A., 1995. Assay of catalases and peroxidases, *Method enzymology*. 11:746- 775.
- 4-Beaudoin-Eagan, L.D. and Thorpe, T.A., 1989. Tyrosine and phenylalanine Ammonia Lyase Activities during shoot Initiation in Tobacco Callus Cultures. *Plant Physiology*, 78 (3): 438-441.
- 15-Velikova, V., Edreva, A., 2000. Oxidative stress and some antioxidant systems in acid rain-treated bean plants: protective role of exogenous polyamines. *Plant Science*, volume 151, issue 1: 59-66.
- 16-Poonam, S., Kaur, H. and Geetika, S., 2013. Effect of Jasmonic Acid on Photosynthetic Pigments and Stress Markers in *Cajanus cajan* (L.) Millsp. Seedlings under Copper Stress. *American Journal of Plant Sciences*, 4: 817-823
- 17-Chen, C., Dickman, M.B., 2005. Proline suppresses apoptosis in the fungal pathogen *Colletotrichum trifolii*. *PNAS*, 102 : 3459e3464.
- 18- Smallwood, M.F., Bowles, D.J. and Calvert, C.M., 2011. Plant Responses to Environmental, 467.
- 19- Taiz, L. and Zeiger, E., 2006. *Plant Physiology*. Annals of Botany Press, 623.
- 20- Wermerris, W. and Nicholson, P., 2006. *Phenolic Compound Biochemistry*. Springer Press, 276.
- 21- Wititsuwannakul, D., Chareonthiphakorn, N., Pace, M. and Wititsuwannakul, R., 2002. Polyphenol oxidases from latex of *Hevea brasiliensis*: purification and characterization. *Phytochemistry*, 61: 115-121.
- 22- D Souza, M.R. and Devaraj, V.R., 2013. Oxidative stress biomarkers and metabolic changes associated with cadmium stress in hyacinth bean (*Lablab purpureus*). *African Journal of Biotechnology*, 12: 4670-4682.
- 23- Steiner, U., Schliemann, W., Bohm, H. and Strack, D., 1999. Tyrosinase involved in betalain biosynthesis of higher plants. *Planta*, 208: 114-124.
- 24- Hernandez-Viezcas, J.A., Castillo-Mmichel, H., Servin, A.D., Peralta-Videoa, J.R. and Gardea-Torresdey, J.L., 2011. Spectroscopic verification of zinc absorption and distribution in the dessert plant *Prosopis juliflora-velutina* (velvet mesquite) treated with ZnO nanoparticles. *Chemical Engineering Journal*, 170: 346-352.



سومین کنفرانس ملی یافته‌های نوین زیست‌شناسی

3rd National Conference On New Biological Findings

۳ الی ۵ خرداد ۱۴۰۲



- 25-Khodakovskaya, M.V., de Silva, K., Biris, A.S., Dervishi, E. and Villagarcia, H., 2012. Carbon Nanotubes Induce Growth Enhancement of Tobacco Cells. *ACS Nano*, 6 (3), pp 2128–2135.
- 26- Noctor, G. and Foyer, CH., 1998. Ascorbate and glutathione:keeping active oxygen under control. *Annual Review of Plant Biology*, 9(1): 249-79.
- 27- Riahi-Madvar A., Rezaee, F. and Jalali, V., 2012. Effects of alumina nanoparticles on morphological properties and antioxidant system of *Triticum aestivum*. *Iranian Journal of Plant Physiology*, 3 (1): 595-603.
- 28- Krishnaraj, C., Jagan, E.G., Ramachandran, R., Abirami, S.M., Mohan, N. and Kalaihelvan, P.T., 2012. Effect of biologically synthesized silver nanoparticles on *Bacopa monnieri* (Linn.) Wettst. *Plant growth metabolism. Process Biochemistry*, 47: 651-658.
- 29- Hatami, M. and Ghorbanpour, M., 2014. Defense enzyme activities and biochemical variations of *Pelargonium zonale* in response to nanosilver application and dark storage. *Turkish Journal of Biology*, 38(1):130-9.
- 30- Allen, B.L., Kichambare, P.D., Gou, P., Vlasova, I.I., Kapralov, A.A., Konduru, N., Kagan, V.E. and Star, A., 2008. Biodegradation of single-walled Carbon Nanotubes through Enzymatic Catalysis. *Nano Letters*, 8: 3899-3903.
- 31- Yruela, I., 2005. Copper in plants, *Braz. J. Plant Physiol*, 17: 145-156.
- 32-Davey, MW., Stals, E., Panis, B., Keulemans, J., Swennen, RL., 2005. High-throughput determination of malondialdehyde in plant tissues. *Anal Biochem*, 15;347(2):201-7.
- 33-Rio, D.D., Stewart, A.J. and Pellegrini, N., 2005. A review of recent studies on alondialdehyde as toxic molecule and biological marker of oxidative stress. *Nutrition, Metabolism and Cardiovascular Diseases*, 15(4):316-328.
- 34-Gaweł, S., Wardas, M., Niedworok, E., Wardas, P., 2004. Malondialdehyde (MDA) as a lipid peroxidation marker. *Wiad Lek*, 57(9-10):453-5.
- 35- Singh Gill, S. and Tuteja, N., 2010. Reactive oxygen species and antioxidant machinery in abiotic stress tolerance in crop plants. *Plant Physiology and Biochemistry*, 48: 909-930..
- 36- Kumar, V., Kumari, A., Guleria, P. and Kumar, Y.S., 2012. Evaluating the oxicity of selected types of nanochemicals. *Review of Environmental Contamination and Toxicology*, Doi: 10.1007/978-1-4614-1463-62.
- 37- Jiang, Y. and Huang, B., 2001. Drought and heat stress injury to two cool-season turfgrasses in relation to antioxidant metabolism and lipid peroxidation. *Crop Science*, 41: 436-442.
- 38-Yurekli, F. and Porgali, Z., 2006. The effects of excessive exposure to copper in bean plants. *Acta Biologica Cracoviensia Series Botanica*, 2: 7-13.
- 39- Saison, C., Perreault, F., Daigle, J.C., Fortin, C., Claverie, J., Morin, M. and Popovic, R., 2010. Effect of core-shell copper oxide nanoparticles on cell culture morphology and photosynthesis (photosystem II energy distribution) in the alga. *Aquatic Toxicology*, 96: 109-114.
- 40-Sesak, I., Libik, M., Karpinska, B., Karpinski, S. and Miszalski, Z., 2007. The role of hydrogen peroxide in regulation of plant metabolism and cellular signalling in response to environmental stresses, *Acta Biochim. Pol.*, 54(1):39-50.

استفاده از ال-آرژنین و ژل آلونته‌ورا در حفظ کمیت و کیفیت خرمای پیارم

پوران کریمی تزرگی^۱، سمیه رستگار*، حامد حسن زاده خانکهدانی

۱. گروه کشاورزی دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه هرمزگان

۲. محقق مرکز تحقیقات استان هرمزگان

چکیده

هفت تیمار متشکل از شاهد، سه غلظت ۱، ۲ و ۵ میلی‌مولار ال-آرژنین و سه غلظت ۲۵، ۵۰ و ۷۵ درصد ژل آلونته‌ورا و زمان نگهداری (نمونه‌برداری) به مدت ۹ ماه بر کیفیت خرمای پیارم مورد ارزیابی قرار گرفت. نتایج نشان داد که با گذشت زمان انبارداری، شاخص رنگ L^* ، a^* و b^* و درصد کاهش وزن افزایش و صفات فنول، فلاونوئید کاهش معنی‌داری یافتند. به طوری که بیش‌ترین میزان شاخص رنگ a^* و b^* در تیمار ال-آرژنین ۱ میلی‌مولار و فنول و فلاونوئید در ال-آرژنین ۲ میلی‌مولار و کم‌ترین میزان درصد کاهش وزن به ترتیب در تیمار ژل آلونته‌ورا ۲۵ و ۷۵ درصد مشاهده شد. نتایج نشان می‌دهد اثر تیمار ال-آرژنین ۱ میلی‌مولار و ژل آلونته‌ورا با غلظت ۷۵ درصد در حفظ کیفیت انبارداری می‌تواند جهت افزایش کیفیت خرمای پیارم در آینده در نظر گرفته شود.

کلمات کلیدی: ترکیبات طبیعی، خرمای نیمه خشک، زمان نگهداری

سومین کنفرانس ملی یافته‌های نوین زیست‌شناسی

3rd National Conference On New Biological Findings

۳ الی ۵ خرداد ۱۴۰۲



ISC
کد اختصاصی:
۰۲۲۳۰۵-۰۲۲۳۰۵

Abstract

Seven treatments consisting of control, three concentrations of 1, 2 and 5 mM L-arginine and three concentrations of 25, 50 and 75% *Aloe vera* gel and storage time for 9 months were evaluated on the quality of Pyram dates. The results showed that with the passage of storage time, the color index L*, a* and b* and the weight loss percentage increased and the phenolic and flavonoid traits decreased significantly. So that the highest amount of color index a* and b* was observed in the treatment of L-arginine 1 mM and phenol and flavonoid in the treatment of L-arginine 2 mM and the lowest percentage of weight loss was observed in the treatment of aloe vera gel 25% and 75%, respectively. The results show that the effect of L-arginine treatment of 1 mM and *Aloe vera* gel with a concentration of 75% in maintaining the storage quality can be considered to increase the quality of Pyram dates in the future

Key words: amino acid, natural compounds, semi-dry dates, storage time



مقدمه

استان هرمزگان از مهم‌ترین استان‌های تولیدکننده خرما در ایران محسوب می‌شود. ارقام تجاری این استان شامل پیارم، خاصویی، مرداسنگ، خنیزی، برحی، زاهدی، کرپته و مضافتی است. خرما با داشتن مقدار قند بالا، مقادیر مناسبی از ویتامین‌ها و مواد معدنی مختلف، به‌عنوان غذای عمده و با اهمیت برای مردم و مناطق خرماخیز کشور محسوب می‌شود. از جمله مشکلات انباری خرما، پوسته پوسته شدن، تغییر رنگ، حمله آفاتی چون شب پره‌ندی و سوسک دنداندار خرما و همچنین از دست دادن آب درون بافت خرما است. حفظ کیفیت خرمای تولید شده از اهمیت زیادی در تجارت داخلی و خارجی برخوردار است. با توجه به شرایط نامناسب انباری و فراهم بودن شرایط مناسب برای رشد آفات و بیماری‌ها، محصول خرما دچار صدمات زیادی می‌شود. طی سالیان نسبتاً طولانی استفاده از مواد شیمیایی (خصوصاً ترکیبات تدهیسی نظیر متیل‌بروماید) به‌عنوان مناسب‌ترین روش انبارداری و قرنطینه محصولات کشاورزی مطرح بود اما بررسی‌های دهه‌های اخیر دانشمندان نشان داد که کاربرد مواد شیمیایی علاوه بر خطرات زیست محیطی، موجب بیماری‌های متعدد در مصرف‌کنندگان به دلیل انتقال باقیمانده سموم به بدن آن‌ها خواهد شد [1]. لذا جهت‌گیری مدیریت شیوه‌های نگهداری محصولات غذایی به سمت کاهش و حذف مواد شیمیایی و تعیین جایگزین‌های مناسب حرکت کرده، به نحوی که برای حذف تعدادی از مهم‌ترین سموم تدهیسی، محدوده زمانی معینی مقرر شد.

پوشش‌های خوراکی به‌عنوان یک فناوری سازگار با محیط زیست در بسیاری از محصولات کشاورزی برای کنترل انتقال رطوبت، تبادل گازی و جلوگیری از فرایندهای فیزیولوژیکی و تغییرات اکسایشی کاربرد دارند [2]. بدین منظور، از پلی‌ساکاریدها، پروتئین‌ها و لیپیدها به‌عنوان پوشش‌های خوراکی استفاده می‌شود [3]. از جمله پوشش‌های متداول مورد استفاده در فناوری پس از برداشت میوه‌ها، ژل آلونته‌ورا است که دارای خواص ضداکسایشی و ضد میکروبی است [4]. در متون علمی خواص ممانعتی آلونته‌ورا در برابر انتقال رطوبت و گازها، همچنین عملکرد ضد میکروبی آن [5] گزارش شده است. استفاده از ژل آلونته‌ورا به‌عنوان یک پوشش خوراکی به دلیل ایمنی زیستی و افزایش عمر انباری، تأخیر در پیری، جلوگیری از کاهش رطوبت و کنترل سرعت تنفس در محصولات مختلف نظیر گیلاس و پاپایا گزارش شده است [6]. ژل آلونته‌ورا از طریق جلوگیری از کاهش وزن، حفظ سفتی بافت و مواد جامد محلول، عمر پس از برداشت میوه انبه را افزایش داده است [7].

ال-آرژنین (Arginine) یکی از ۲۰ اسید آمینه اصلی یاخته‌های زنده است که در بدن انسان نوعی اسید آمینه نیمه‌ضروری به‌شمار می‌رود. میزان آرژنین در بافت میوه خرما در مقایسه با دیگر اسیدهای آمینه نظیر تئونین، سرین، متیونین، ایزولئوسین، تیروزین، فنیل آلانین و لایزین، در سطح بالایی وجود دارد. به طوری که میزان آن در ارقام مختلف بین ۶۰ تا ۱۰۵ میلی‌گرم در ۱۰۰ گرم بافت میوه گزارش شده است [8]. آرژنین پیش ماده



بیوسنتز پلی آمین‌ها، آگماتین و پرولین و همچنین مولکول‌های سیگنالینگ سلول مانند گلوتامین و اکسید نیتریک است. بر این اساس در برخی محصولات نظیر پسته محلولپاشی ال-آرژنین قبل و بعد از شکوفایی گل منجر به بهبود پارامترهای رشدی شده است [9].

با توجه به اهمیت محصول خرما و میزان ضایعات بالای آن در کشور، لازم است به منظور افزایش زمان ماندگاری و حفظ کیفیت آن از تیمارهای مناسب استفاده شود. پژوهش حاضر به منظور بررسی تأثیر پوشش خوراکی آلونته‌ورا و ال-آرژنین، بر کیفیت رقم خرمای نیمه‌خشک پیارم انجام شد.

مواد و روش‌ها

این آزمایش به صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با دو فاکتور (تیمار و زمان) فاکتور اول شامل هفت تیمار متشکل از شاهد (بدون تیمار)، سه غلظت ۲۵، ۵۰ و ۷۵ درصد آلونته‌ورا و سه غلظت ۱، ۲ و ۵ میلی‌مولار ال-آرژنین و فاکتور دوم شامل زمان نگهداری (نمونه برداری) به مدت ۹ ماه انجام شد. میوه‌ها پس از برداشت به آزمایشگاه منتقل گردید. در آزمایشگاه ابتدا میوه‌ها را با آب مقطر شسته و روی سفره دستمالی پهن کرده و برای خشک کردن سریعتر، از پنکه دستی استفاده شد، پس از خشک شدن خرماها ابتدا شاهد (آب مقطر) جدا گردید و پوشش ال-آرژنین را در سه غلظت ۱، ۲ و ۵ میلی‌مولار و پوشش خوراکی آلونته‌ورا نیز در سه غلظت ۲۵، ۵۰ و ۷۵ درصد تهیه و روی خرماهای تفکیک شده اسپری شد. خرماهای تیمار شده روی سفره دستمالی پهن شد و با استفاده از پنکه دستی طی دوساعت خشک گردید و در ظروف یکبار مصرف درب‌دار بسته‌بندی و در دمای ۱۸ درجه سانتی‌گراد و رطوبت ۸۰-۶۲ به مدت نه ماه نگهداری شد. ابتدا برگ‌ها را با آب معمولی شسته و بعد با آب مقطر شسته شدند ته برگ‌ها جدا شد و با برش طولی برگ‌ها ژل‌ها جداسازی شد و به قطعات کوچک تقسیم و در ظرف ضدعفونی شده و تمیز ریخته و با مخلوط‌کن مولنیکس ساخت ژاپن میکس شد و در یخچال نگهداری شد. برای تهیه درصدهای مورد نظر ژل آلونته‌ورا (۲۵، ۵۰ و ۷۵ درصد) به ترتیب ۲۵، ۵۰ و ۷۵ میلی‌لیتر ژل آلونته‌ورا را در بشر ریخته و به حجم ۱۰۰ رسانده شد [10] و در پایان آزمایش صفات زیر اندازه‌گیری شدند.

برای اندازه‌گیری محتوای فنول کل از معرف فولین سیوکالتو استفاده گردید و در طول موج ۷۵۰ نانومتر بوسیله دستگاه اسپکتروفتومتر (سسیل ۲۵۰۱، ساخت انگلستان) قرائت گردید [11]. مقادیر ترکیبات براساس اسیدگالیک و بر حسب میلی‌گرم در هر گرم عصاره اندازه‌گیری و منحنی استاندارد با استفاده از استاندارد اسیدگالیک آماده شد.



اندازه‌گیری میزان فلاونوئید میوه از روش Chang و همکاران [12] کمی تغییر براساس رنگ سنجی کلرید آلومینیوم تعیین شد. برای رسم منحنی استاندارد از کوئرتستین استفاده شد و نتایج حاصل بر حسب میلی-گرم کوئرتستین در هر گرم عصاره بیان شد.

اندازه‌گیری رنگ ظاهری میوه با استفاده از رنگ سنج مینولتا مدل CR-400 بررسی شد. در هر مرحله اندازه‌گیری، از هر تیمار چند میوه انتخاب گردید و در ظرف جداگانه گذاشته شد و هر دفعه از این چند میوه اندازه‌گیری انجام شد قرائت‌ها از یک نقطه در روی میوه انجام شد و شاخص‌های L^* (سفید-سیاه) بیانگر روشنایی و شفافیت میوه، a^* (قرمز-سبز) و b^* (زرد-آبی) اندازه‌گیری شد [13].

برای درصد کاهش وزن میوه با اندازه‌گیری وزن بسته در زمان شروع آزمایش (وزن اولیه) و وزن همان بسته پس از اعمال تیمارها (وزن ثانویه) در هر مرحله توسط ترازوی دیجیتالی با دقت ۰/۰۱ گرم وزن شد.

درصد کاهش وزن از فرمول زیر محاسبه گردید:

$$\text{رابطه (۲)} \quad 100 \times (\text{وزن اولیه} / (\text{وزن ثانویه} - \text{وزن اولیه})) = \text{درصد کاهش وزن}$$

در پایان آزمایش داده‌های به‌دست‌آمده با استفاده از نرم‌افزار SAS 9.1 تجزیه و مقایسه میانگین‌ها با آزمون LSD انجام شد. رسم نمودارها با نرم‌افزار اکسل صورت گرفت.

نتایج

شاخص رنگ

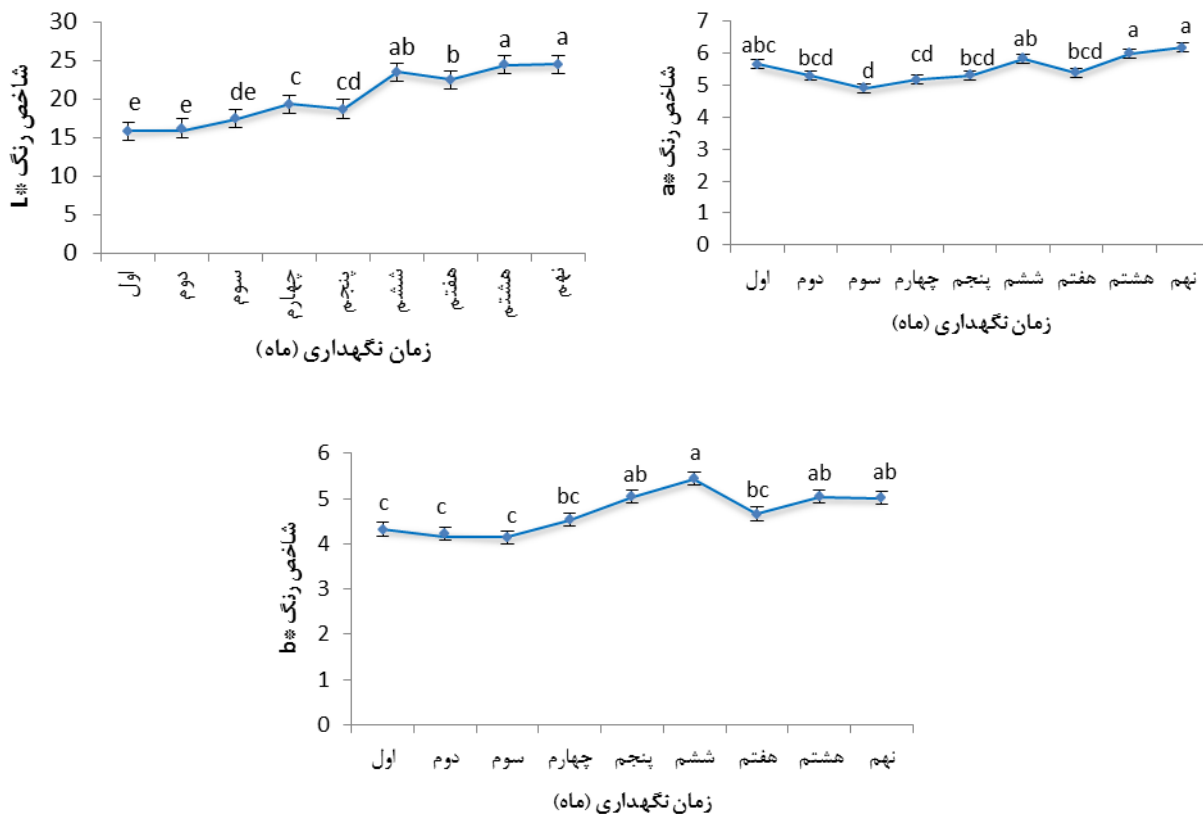
مقایسه میانگین اثر زمان بر شاخص رنگ L^* نشان داد که با گذشت زمان شاخص رنگ L^* افزایش معنی‌داری یافت به طوری که کم‌ترین شاخص رنگ L^* در ماه‌های اول تا سوم انبارداری (به ترتیب ۱۵/۸، ۱۶/۲ و ۱۷/۴) و بیش‌ترین آن در دو ماه آخر یعنی هشتم و نهم (به ترتیب ۲۴/۴ و ۲۴/۵) مشاهده شد. نوساناتی نیز در ماه‌های پنجم تا هفتم مشاهده شد که معنی‌دار نبود (شکل ۱).

مقایسه میانگین اثر زمان بر شاخص رنگ a^* نشان داد که با گذشت زمان تا ماه سوم شاخص رنگ a^* کاهش معنی‌داری یافت به طوری که کمترین شاخص رنگ a^* در ماه سوم انبارداری (۴/۹۲) و بیشترین آن در دو ماه



آخر یعنی هشتم و نهم (به ترتیب ۶/۰۰ و ۶/۱۹) مشاهده شد. تغییراتی نیز در ماه‌های چهارم تا هفتم مشاهده شد که چندان معنی‌دار نبود (شکل ۱).

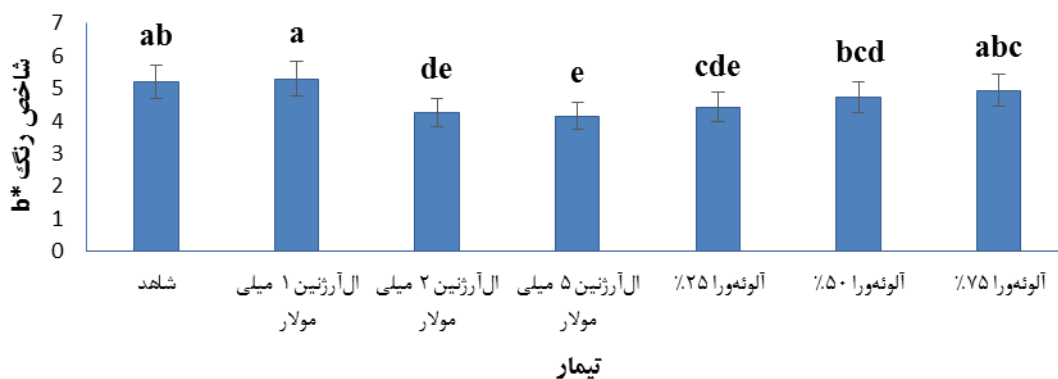
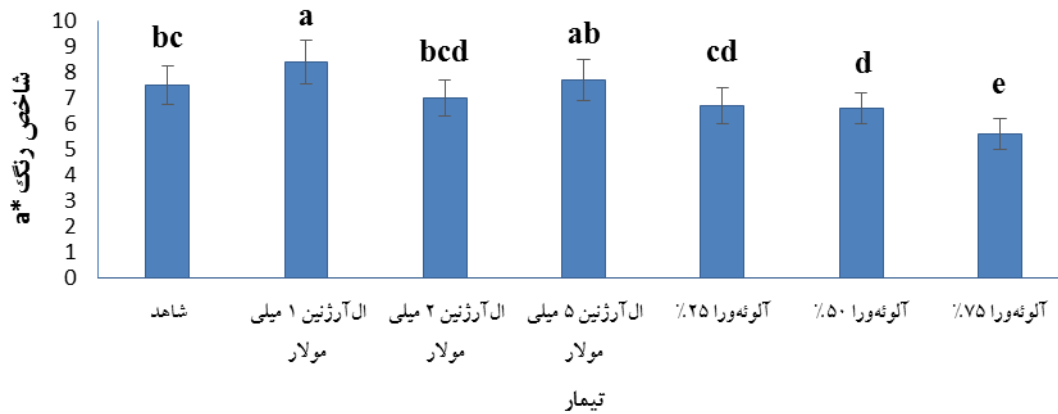
مقایسه میانگین اثر زمان بر شاخص رنگ b^* نشان داد که با گذشت زمان تا ماه سوم شاخص رنگ b تغییر آنچنانی نکرد؛ به طوری که کمترین شاخص رنگ b^* در ماه‌های اول تا سوم انبارداری (۴/۱۴ و ۴/۲۳، ۴/۳۲) مشاهده شد و سپس با افزایش زمان تا ماه ششم شاخص رنگ b^* افزایش معنی‌داری یافت؛ به طوری که بیشترین آن در ماه ششم (۵/۴۴) مشاهده شد. نوساناتی نیز در ماه‌های هفتم تا نهم مشاهده شد که چندان معنی‌دار نبود (شکل ۱).



شکل ۱. مقایسه اثر زمان نگهداری بر شاخص رنگ ، L^* b^* ، a^* خرمای پیارم



مقایسه میانگین اثر تیمار بر شاخص رنگ a^* نشان داد که بیشترین شاخص a^* در تیمار ال-آرژنین ۱ میلی‌مولار (۶/۳۹) مشاهده شد و با افزایش غلظت ال-آرژنین این شاخص رنگ کاهش یافت و بقیه تیمارها اختلاف معنی‌داری با یکدیگر نداشتند (شکل ۲). مقایسه میانگین اثر تیمار بر شاخص رنگ b^* نشان داد که بیشترین شاخص b^* در تیمار ال-آرژنین ۱ میلی‌مولار (۵/۲۹) مشاهده شد و با افزایش غلظت ال-آرژنین این شاخص رنگ کاهش یافت و بقیه تیمارها اختلاف معنی‌داری با یکدیگر نداشتند (شکل ۲).



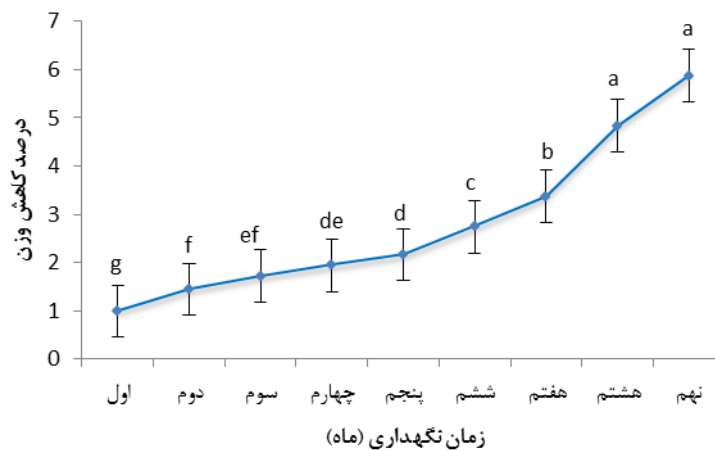
شکل ۲. مقایسه اثر تیمار بر شاخص رنگ a^* و b^* خرمای پیارم

درصد کاهش وزن

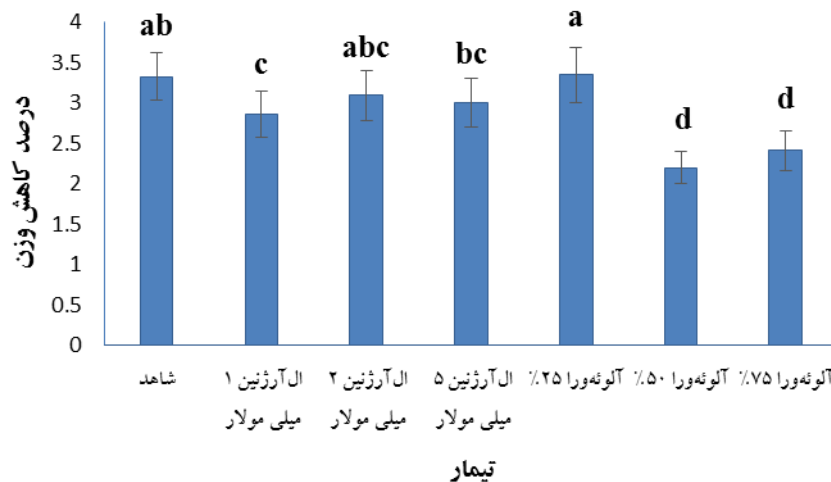
مقایسه میانگین اثر زمان بر درصد کاهش وزن خرمای پیارم نشان داد که با گذشت زمان تا ماه نهم درصد کاهش وزن افزایش معنی‌داری یافت به طوری که بیشترین درصد کاهش وزن در ماه نهم انبارداری (۴/۹۲) و کم‌ترین آن در ماه اول (۱/۳۵) مشاهده شد (شکل ۳).



مقایسه میانگین اثر تیمار بر درصد کاهش وزن نشان داد که بیشترین درصد کاهش وزن در تیمار ژل آلوئه‌ورا ۲۵ درصد (۶/۳۹) مشاهده شد؛ اگرچه از لحاظ آماری تفاوت معنی‌داری با شاهد و تیمار ال-آرژنین ۲ میلی‌مولار نداشت. با افزایش غلظت ژل آلوئه‌ورا درصد کاهش وزن کاهش معنی‌داری یافت؛ به‌طوری که کم‌ترین میزان آن به‌ترتیب در غلظت‌های ۵۰ و ۷۵ درصد (۲/۴۱ و ۲/۲۰) مشاهده شد (شکل ۴).



شکل ۳. مقایسه اثر زمان نگهداری بر درصد کاهش وزن خرمای پیارم



شکل ۴. مقایسه اثر تیمار بر درصد کاهش وزن خرمای پیارم



فنول

مقایسه میانگین فنول خرمای پیارم تحت تاثیر اثرمتقابل زمان و تیمار نشان داد که بیشترین میزان فنول در تیمار ال آرژنین ۱ و ۵ میلی‌مولار در زمان اول به ترتیب (۶۹/۵ و ۶۷) مشاهده شد هر چند تفاوت معنی‌داری با غلظت ۵۰ درصد آلوتئورا در همین زمان نشان نداد (جدول ۱). مقایسه میانگین فنول خرمای پیارم تحت تاثیر تیمارها در هر زمان نشان داد که در مجموع میزان فنول در همه تیمارها در ماه نهم انبارداری نسبت به ماه اول، کاهش معنی‌داری نشان داد. در مجموع در زمان‌های ششم، هفتم، هشتم و نهم تفاوت معنی‌داری بین تیمارها مشاهده نشد. در زمان‌های اول، دوم و پنجم تیمارها (به جز ۷۵ درصد ژل آلوتئورا) با شاهد تفاوتی نداشتند اما تفاوت جزئی با یکدیگر داشتند (جدول ۱).

جدول ۱- مقایسه میانگین فنول خرمای پیارم تحت تاثیر اثرمتقابل زمان و تیمار

تیمار	شاهد	ال-آرژنین (میلی‌مولار)					
		۱	۲	۵	۲۵	۵۰	۷۵
اول	۵۹/۳ ^{bcd}	۶۹/۵ ^a	۵۷/۶ ^{cde}	۶۷/۰ ^a	۵۹/۳ ^{bcd}	۶۴/۲ ^{ab}	۵۸/۷ ^{bcde}
دوم	۵۵/۸ ^{def}	۶۰/۳ ^{bcd}	۵۹/۲ ^{bcd}	۵۵/۵ ^{def}	۵۵/۳ ^{def}	۵۲/۱ ^{fgh}	۶۱/۴ ^{bc}
سوم	۴۳/۳ ^{j-o}	۴۲/۴ ^{lmno}	۴۸/۵ ^{ghij}	۴۳/۲ ^{j-o}	۴۲/۵ ^{klmno}	۴۵/۷ ^{ijklm}	۴۹/۶ ^{ghi}
چهارم	۴۳/۰ ^{k-o}	۴۴/۴ ⁱ⁻ⁿ	۴۷/۹ ^{hijk}	۴۴/۴ ⁱ⁻ⁿ	۴۱/۱ ^{mnop}	۵۳/۵ ^{efg}	۴۷/۰ ^{hijkl}
پنجم	۳۶/۶ ^p	۳۸/۳ ^{op}	۴۱/۱ ^{mnop}	۴۱/۴ ^{mnop}	۳۹/۹ ^{nop}	۴۲/۸ ^{klmno}	۴۳/۵ ^{j-o}
ششم	۲۴/۹ ^{qrs}	۲۴/۶ ^{qrst}	۲۴/۹ ^{qrs}	۲۵/۵ ^q	۲۳/۶ ^{qrstu}	۲۴/۵ ^{qrst}	۲۵/۰ ^{qr}
هفتم	۲۲/۳ ^{q-w}	۲۲/۲ ^{q-w}	۲۳/۱ ^{q-v}	۲۳/۴ ^{q-v}	۲۱/۸ ^{q-w}	۲۲/۱ ^{q-w}	۲۱/۲ ^{q-w}
هشتم	۱۹/۸ ^{r-w}	۱۹/۷ ^{r-w}	۱۹/۸ ^{r-w}	۱۸/۰ ^{v-w}	۱۷/۴ ^w	۱۸/۴ ^{uvw}	۱۹/۴ ^{tuvw}
نهم	۱۹/۲ ^{tuvw}	۱۸/۵ ^{uvw}	۱۸/۷ ^{uvw}	۱۹/۲ ^{tuvw}	۱۹/۵ ^{stuvw}	۱۸/۷ ^{uvw}	۱۸/۶ ^{uvw}

میانگین‌هایی که حداقل دارای یک حرف مشترک هستند، در سطح ۵٪ آزمون LSD اختلاف معنی‌داری با هم ندارند.

فلاونوئید

مقایسه میانگین فلاونوئید خرمای پیارم تحت تاثیر اثرمتقابل زمان و تیمار نشان داد که بیشترین میزان فلاونوئید در تیمار آلوتئورا ۲۵٪ و ال آرژنین ۱ میلی‌مولار در زمان اول (۱۸/۳۲) مشاهده شد هر چند تفاوت



معنی‌داری با غلظت‌های ۲ و ۵ میلی‌مولار ال-آرژنین در همین زمان نشان نداد (جدول ۲). در مجموع میزان فلاونوئید در همه تیمارها در ماه نهم انبارداری نسبت به ماه اول، کاهش معنی‌داری نشان داد. در مجموع در زمان‌های سوم، چهارم و هشتم تفاوت معنی‌داری بین تیمارها مشاهده نشد. در زمان‌های پنجم، ششم و هفتم تیمارها با شاهد تفاوتی نداشتند اما تفاوت جزئی با یکدیگر داشتند (جدول ۲).

جدول ۲- مقایسه میانگین فلاونوئید خرمای پیارم تحت تاثیر اثر متقابل زمان و تیمار

تیمار	شاهد	ال-آرژنین (میلی‌مولار)					
		۱	۲	۵	۲۵	۵۰	۷۵
اول	۱۲/۱۴ ^{e-l}	۱۸/۳۲ ^a	۱۷/۸۸ ^{ab}	۱۶/۸۲ ^{abc}	۱۸/۳۲ ^a	۱۳/۹۷ ^{def}	۱۵/۵۹ ^{bcd}
دوم	۸/۰۰ ^{q-z}	۱۲/۵۳ ^{e-j}	۱۱/۱۴ ^{g-n}	۱۱/۳۶ ^{f-n}	۱۰/۷۹ ^{h-p}	۱۰/۵۷ ^{h-r}	۹/۹۱ ^{j-v}
سوم	۹/۰۰ ^{n-y}	۱۰/۳۳ ^{h-t}	۱۰/۷۶ ^{h-p}	۹/۴۹ ^{l-x}	۱۰/۲۱ ^{h-t}	۹/۴۷ ^{l-x}	۱۱/۳۶ ^{f-n}
چهارم	۱۳/۶۷ ^{defg}	۱۲/۷۷ ^{efgh}	۱۲/۷۰ ^{efghi}	۱۲/۵۶ ^{e-j}	۱۲/۰۹ ^{e-l}	۱۴/۴۲ ^{cde}	۱۲/۵۷ ^{e-j}
پنجم	۱۱/۷۷ ^{e-m}	۱۱/۲۷ ^{g-n}	۱۱/۳۰ ^{f-n}	۱۲/۴۰ ^{e-k}	۱۰/۳۷ ^{h-s}	۹/۱۳ ^{m-y}	۱۰/۰۷ ^{i-u}
ششم	۱۰/۹۷ ^{h-o}	۹/۲۰ ^{m-y}	۱۱/۳۹ ^{f-n}	۱۰/۰۳ ^{j-u}	۱۰/۶۳ ^{h-q}	۱۱/۹۹ ^{e-l}	۹/۷۶ ^{k-w}
هفتم	۹/۰۹ ^{m-y}	۹/۵۰ ^{l-x}	۹/۹۳ ^{j-v}	۸/۱۴ ^{p-z}	۶/۹۷ ^{xyz}	۸/۱۷ ^{p-z}	۸/۳۸ ^{o-z}
هشتم	۷/۶۱ ^{t-z}	۷/۴۷ ^{u-z}	۸/۲۶ ^{p-z}	۷/۲۷ ^{vxyz}	۶/۷۰ ^{yzA}	۶/۸۵ ^{xyz}	۷/۹۴ ^{r-z}
نهم	۴/۰۳ ^A	۶/۷۶ ^{yz}	۷/۸۵ ^{s-z}	۵/۷۳ ^{zA}	۶/۰۰ ^{zA}	۷/۲۷ ^{vxyz}	۷/۱۲ ^{wxyz}

میانگین‌هایی که حداقل دارای یک حرف مشترک هستند، در سطح ۰.۵٪ آزمون LSD اختلاف معنی‌داری با هم ندارند.

بحث

شاخص L^* ، شاخص تیرگی روشنی است که هر چه بیشتر باشد نشان‌دهنده روشن‌تر بودن و هر چه کمتر باشد نشان‌دهنده تیرگی است. براساس نتایج این تحقیق، شاخص (L^*) در خرمای پیارم فقط تحت تأثیر زمان انبارداری قرار گرفت، به طوری که با گذشت زمان انبارداری، افزایش معنی‌داری یافت. با کاهش میزان رطوبت خرما در دوره نگهداری، قابلیت انعکاس نور و در نتیجه رنگ خرما تغییر می‌کند. نتایج این تحقیق با تحقیق انجام شده [14] بر روی خرمای رقم کبکاب مطابقت دارد. آنان نیز بیش‌ترین و کم‌ترین میزان این شاخص را در ماه ششم و آغاز دوره نگهداری (زمان صفر) مشاهده کردند. شاخص a^* ، شاخص قرمزی سبزی است که هر چه بیشتر باشد نشان‌دهنده قرمزی و هر چه کمتر باشد نشان‌دهنده سبزی می‌باشد. براساس نتایج این تحقیق،



شاخص قرمزی (a^*) و شاخص زردی (b^*) در رقم پیارم، با پوشش آل آرژنین ۱ میلی‌مولار افزایش معنی‌داری یافت. بهبود کیفیت رنگ میوه کیوی به همراه پوشش خوراکی آل‌وئه‌ورا مشاهده گردید [15].

براساس نتایج این پژوهش، درصد کاهش وزن با افزایش زمان نگهداری افزایش معنی‌داری یافت. کاهش وزن میوه عمدتاً به دلیل از دست دادن آب از طریق تنفس، تعرق و اختلاف فشار بخار آب بین میوه تازه و هوای محیط اطراف آن می‌باشد [5]. نتایج این تحقیق با تحقیقات پیشین مطابقت دارد، به طوری که افزایش درصد کاهش وزن در خرما می‌تواند با افزایش دوره نگهداری مشاهده شد [16]. کنترل کاهش وزن میوه‌ها و سبزی‌های تازه یکی از مهم‌ترین اهداف پوشش‌دهی است. براساس نتایج این پژوهش، استفاده از تیمارهای پوششی توانست درصد کاهش وزن در خرما را کاهش معنی‌داری دهد؛ به طوری که کم‌ترین درصد کاهش وزن در تیمار ژل آل‌وئه‌ورا ۵۰ و ۷۵ درصد مشاهده شد. اثر ژل آل‌وئه‌ورا ممکن است به دلیل خاصیت هیدروسکوپی باشد که باعث ایجاد مانع در انتشار گازها و بخار آب بین میوه و محیط می‌شود [16]. نتایج پژوهش حاضر با نتایج مطالعات پیشین مطابقت داشت، به طوری که پوشش‌دهی خرما می‌تواند با پوشش‌های آل‌وئه‌ورای حاوی سالیسیلیک‌اسید و چای سبز [17] و پلی‌ساکاریدی (نشاسته و پکتین) [18] نیز سبب کاهش معنی‌دار درصد کاهش وزن در مقایسه با نمونه شاهد شد. کاهش وزن یک پارامتر مهم است زیرا در حال تبدیل به یک کاهش اقتصادی واقعی است. از آنجا که تیمار با آرژنین با کاهش سرعت تنفس، پیری را به تأخیر می‌اندازد و نفوذپذیری سلولی را بهبود می‌بخشد بنابراین کاهش وزن به طور قابل توجهی مهار می‌شود. مشاهدات مشابهی برای خرما نیز گزارش شده است [19].

براساس نتایج این پژوهش، میزان فنول با افزایش زمان نگهداری کاهش معنی‌داری یافت. در طول مدت نگهداری، کاهش سطح کل فنل‌ها ممکن است به دلیل تجزیه ساختار سلولی در مرحله پیری باشد [2]. فرض بر این بود که تأثیر تیمارهای آل‌وئه‌ورا و آل آرژنین بر حفظ کل فنل را می‌توان به تأخیر در روند پیری نسبت داد. فعالیت بالای پلی فنول پراکسیداز می‌تواند در اکسیداسیون ترکیبات فنلی و تشکیل رنگدانه‌های قهوه‌ای تیره دخیل باشد [20]. بدیهی است که کلیه تیمارهای پس از برداشت کمترین کاهش فنل‌ها را در مقایسه با میوه‌های شاهد داشتند. علاوه بر این، تیمارهای پس از برداشت به ویژه آل‌وئه‌ورا تلفات کل فنول‌ها را کاهش می‌دهد که ممکن است به دلیل تأخیر در اکسیداسیون مواد فنلی از طریق فعالیت پلی فنول اکسیداز (PPO) باشد [21]، این را می‌توان به این توانایی نسبت داد که مواد فنلی استرس اکسیداتیو (رسیدن) را کاهش می‌دهد؛ زیرا کل فنول‌های موجود در میوه‌های خرما نقش مهمی در فعالیت‌های آنتی‌اکسیدانی ایفا می‌کنند [22] و سپس منجر به بهبود عمر نگهداری میوه‌های خرما می‌شود. این نتایج با نتایج بدست آمده توسط محققین [16, 23] مطابقت دارد.



فلاونوئیدها از متابولیت‌های ثانویه مهم گیاهی هستند که نقش مهمی در از بین بردن رادیکال‌های آزاد اکسیژن دارند [24]. کاهش میزان فلاونوئیدها کل در مدت نگهداری نشانه افزایش رادیکال‌های آزاد اکسیژن در پاسخ به تنش‌های فیزیولوژیکی ضمن رسیدن و پیری است. فلاونوئیدها ممکن است توسط رادیکال‌های آزاد اکسیژن، اکسید شده و تخریب شوند [24]. بیش‌ترین میزان فلاونوئید (۱۸/۳۲ میلی‌گرم کوئرستین در گرم وزن تر) در تیمار ال‌آرژنین ۱ میلی‌مولار در زمان اول نگهداری مشاهده شد. به‌طور کلی استفاده از تیمارها توانست میزان فلاونوئید را نسبت به شاهد مخصوصاً در زمان‌های اول و دوم و همچنین نهم افزایش دهد. نتایج این تحقیق [25] بر روی میوه گواوا مطابقت دارد. آنان گزارش کردند که محتوای کل فلاونوئیدها در طول انبارمانی در میوه‌های شاهد کاهش یافت. این کاهش فلاونوئیدها با تیمار با ژل آلوت‌ورا به صورت وابسته به دوز به تاخیر افتاد. میوه‌های تیمار شده با ژل آلوت‌ورا در مقایسه با نمونه‌های شاهد ۱/۶۵ برابر میزان فلاونوئید بیشتری نشان دادند. در سال ۲۰۱۸، محققان محتوای کل فلاونوئیدها بالاتری را در میوه‌های گواوا پوشیده از عصاره‌های کیتوزان و پوست انار مشاهده کردند [26]. فلاونوئیدها دارای فعالیت آنتی‌اکسیدانی با اثرات مثبت بر ماندگاری میوه‌ها هستند. فنیل‌آلانین آمونیاک لیز (PAL) آنزیم اصلی در سنتز فنولیک‌ها و فلاونوئیدها در گیاهان است. گزارش شده است که فعالیت PAL در میوه تمشک تحت پوشش ژل آلوت‌ورا در طول انبارمانی افزایش یافته است [24].

منابع

1. Homayouni A, Azizi A, Keshtiban A, Amini A, Eslami A. (2015). Date canning: a new approach for the long time preservation of date. *Journal of Food Science Technology*, 52(4), 1872-1880.
2. Ghasemnezhad M, Shiri MA, Sanavi M. (2010). Effect of chitosan coatings on some quality indices of apricot (*Prunus armeniaca* L.) during cold storage. *Caspian Journal of Environmental Sciences*, 8(1), 25-33.
3. Dhall RK. (2013). Advances in edible coatings for fresh fruits and vegetables: a review. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 53(5), 435-450.
4. Chauhan O, Raju P, Singh A, NJM A. (2011). Shellac and aloe-gel-based surface coatings for maintaining keeping quality of apple slices. *Food Chemistry*, 126(3), 961-966.
5. Radi M, Firouzi E, Akhavan H, Amiri S. (2017). Effect of gelatin-based edible coatings incorporated with *Aloe vera* and black and green tea extracts on the shelf life of fresh-cut oranges. *Journal of Food Quality*, 7, 1-10.
6. Misir J.H, Brishti F.M, Hoque M. (2014). *Aloe vera* gel as a novel edible coating for fresh fruits: A Review. *American Journal of Food Science and Technology*, 2, 93-97.
7. Sophia O, Robert GM, Ngwela W. (2015). Effects of *Aloe vera* gel coatings and storage temperature on quality of mango (*Mangifera indica* L.) fruits. *Annals of Biological Research*, 6(5), 1-6.



8. Assiry EAR. (2015). Nutritional composition of fruit of 10 date palm (*Phoenix dactylifera* L.) cultivars grown in Saudi Arabia. Journal of Taibah University for Science, 9, 75-79.
9. Eslami M, Nasibi F, Manouchehri Kalantari K, Khezri M, Oloumi H. (2019). Effect of exogenous application of L-arginine and sodium nitroprusside on fruit abscission and physiological disorders of pistachio (*Pistacia vera* L.) scions. International Journal of Horticultural Science and Technology, 6(1), 51-62.
10. Hagebi Seyed R, Rastegar S, Faramarzi Sh. (2021). Impact of edible coating derived from a combination of *Aloe vera* gel, chitosan and calcium chloride on maintain the quality of mango fruit at ambient temperature. Journal of Food Measurement and Characterization, 15, 2932-2942.
11. Waterhouse AL. (2002). Determination of total phenolics (Ed.). In: Wrolstad, R.E. Current Protocols in Food Analytical Chemistry. JohnWiley and Sons, New York, unit I: 111-118.
12. Chang C, Yang M, Wen H, Chern J. (2002). Estimation of total flavonoid content in propolis by two complementary colorimetric methods. Food and Drug Analysis, 10, 178-182.
13. Pek Z, Helyes L, Lugasi, A. (2010). Color changes and antioxidant content of vine and postharvest ripened tomato Fruits. Horticultural Science, 45, 466-468.
14. Cheraghi Dehdezi S, Hamdami N. (2011). Investigation of color and texture changes of dates (Kebkab cultivar) packed under atmospheric pressure or vacuum during storage at different temperatures. Iranian Journal of Biosystem Engineering, 42(2), 231-225.
15. Mansour Gorgani S, Sedaqat N, and Hosseini F. (2018). The effect of oral coating (*Aloe vera* gel) and type of packaging on the quality of Hayward cultivar. Food Science and Technology, 82(15), 450-437.
16. Abd-Elwahab SM, Abd-Allatif AM, Farid MA, Soliman SM. (2019). Effect of safe post-harvest alternatives on quality and storage life of “Barhi” date palm. Plant Archives, 19(2), 3937-3945.
17. Hosseini F, Akhavan Hur, Bolordi M, Bagheri P, Pakzad Moghaddam M. (2019). The effect of *aloe vera* coating containing green tea extract and salicylic acid on the shelf life of Mazafati dates during storage. Food Science and Technology, 88(16), 36-27.
18. Ayoubi A. (2017). Effect of polysaccharidebased edible coating (starch and pectin) on quality of Mazafati date fruit. Journal of Food Research, 26(4), 667-680.
19. Sghaier B, Kriaa W, Bahloul M, JorriNovo JV, Drira,N. (2009). Effect of ABA, arginine and sucrose on protein content of date palm somatic Embryos. Scientia Horticulturae, 120, 379-385.
20. Mortaza VI, Azizollahi SMH, Moalemi N. (2015).. Some quality attributes and biochemical properties of nine Iranian date (*Phoenix dactylifera* L.) cultivars at different stages of fruit development. International Journal of Horticultural Science and Technology, 2(2), 161-171.



21. Yamaguchi T, Katsuda M, Oda Y, Terao J, Kanazawa K, Oshima S, Matoba T. (2003). Influence of polyphenol and ascorbate oxidases during cooking process on the radical-scavenging activity of vegetables. *Food Science and Technology Research*, 9(1), 79-83.
22. Kosanic M, Rankovic B, Vukojevic J. (2011). Antioxidant properties some lichen species. *Journal of Food Science and Technology*, 48(5), 584-590.
23. Marpudi S.L, Abirami LSS, Srividya N. 2011. Enhancement of storage life and quality maintenance of papaya fruits using *Aloe vera* based antimicrobial coating. *Indian Journal of Biotechnology*, 10, 83-89.
24. Hassanpour H. (2015). Effect of *Aloe vera* gel coating on antioxidant capacity, antioxidant enzyme activities and decay in raspberry fruit. *Food Science and Technology*, 60, 495-501.
25. Rehman M.A, Asi M.R, Amjad Hameed A, Bourquin LD. (2020). Effect of Postharvest Application of *Aloe Vera* Gel on Shelf Life, Activities of Anti-Oxidative Enzymes, and Quality of 'Gola' Guava Fruit. *Foods*, 9, 1361.
26. Nair MS, Saxena A, Kaur C. (2018). Effect of chitosan and alginate based coatings enriched with pomegranate peel extract to extend the postharvest quality of guava (*Psidium guajava* L.). *Food Chemistry*, 240, 245-252.



ملاتونین به عنوان یک الیسیتور مفید در حفظ کیفیت محصولات

محبوبه محمدی^۱، سمیه رستگار^{۲*}

^۱ و ^۲ دانشجوی دکتری و دانشیار گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه هرمزگان،

بندرعباس

آدرس پست الکترونیکی: s.rastegar@hormozgan.ac.ir

چکیده

اکثر محصولات باغبانی پس از برداشت به شدت فاسد شدنی هستند که بازاریبندی و نگهداری آنها برای بازارهای دور دست را تا حد زیادی محدود می‌کند. در سال‌های اخیر، پیشرفت قابل توجهی در درک نقش ملاتونین در به‌تاخیر انداختن پیری ایجاد شده است، در حالی که ملاتونین به عنوان یک جایگزین پس از برداشت در حفظ کیفیت و افزایش انبارمانی محصولات باغبانی پس از برداشت توسعه یافته است. این بررسی پیشرفت‌های اخیر در عملکردهای چندگانه ملاتونین، تشخیص، محتوا و سنتز ملاتونین درون‌زا را در پس از برداشت محصولات باغبانی مرور می‌کند. مکانیسم‌های احتمالی ملاتونین را در حفظ کیفیت و افزایش عمر مفید محصولات باغبانی پس از برداشت مورد بحث قرار می‌دهد. بررسی این اثرات مفید استفاده از ملاتونین و دستورالعمل‌های تحقیقاتی آینده را برای جایگزینی پس از برداشت فراهم می‌کند. میزان ملاتونین در محصولات باغبانی پس از برداشت نسبتاً کم است که تحت تأثیر عوامل بسیاری قرار می‌گیرد. پیش‌سازها و ژن‌های اصلی مسیر بیوسنتزی ملاتونین در محصولات باغبانی‌های مختلف شناسایی شده است. تیمار خارجی ملاتونین نه تنها رسیدن، پیری و کاهش کیفیت را به‌تاخیر می‌اندازد، بلکه باعث افزایش مقاومت به بیماری و تحمل سرما در محصولات باغبانی پس از برداشت می‌شود. عملکردهای بیولوژیکی متعدد ملاتونین در پس از برداشت محصولات به‌القا و تعامل با گونه‌های فعال اکسیژن و اکسید نیتریک و هماهنگی با هورمون‌های گیاهی و سایر مولکول‌های سیگنال‌دهنده نسبت داده می‌شود که سیستم‌های آنتی‌اکسیدانی و دفاعی را تقویت می‌کند و سبب کاهش آسیب اکسیداتیو می‌شود.

واژگان کلیدی: ملاتونین، افزایش انبارمانی، پس از برداشت،



Melatonin as a useful elicitor in maintaining the quality of products

Mahboobe Mohammadi¹, Somayeh Rastegar^{2*}

PhD student and associate professor, Department of Horticultural Sciences, Faculty of Agriculture and Natural Resources, University of Hormozgan, Bandar Abbas.

E-mail address: s.rastegar@hormozgan.ac.ir

Abstract

Most post-harvest horticultural products are highly perishable, which greatly limits their marketability and storage for distant markets. In recent years, significant progress has been made in understanding the role of melatonin in delaying senescence, while melatonin has been developed as a post-harvest alternative in maintaining the quality and increasing the shelf life of post-harvest horticultural products. This study reviews recent advances in the multiple functions of melatonin, detection, content and synthesis of endogenous melatonin in post-harvest horticultural crops. Discusses the possible mechanisms of melatonin in maintaining the quality and increasing the useful life of horticultural products after harvest. Examining these beneficial effects of melatonin use provides future research directions for postharvest replacement. The level of melatonin in horticultural products after harvest is relatively low, which is influenced by many factors. The precursors and main genes of the melatonin biosynthetic pathway have been identified in various horticultural products. External melatonin treatment not only delays ripening, senescence and quality reduction, but also increases disease resistance and cold tolerance in horticultural products after harvest. Multiple biological functions of melatonin after harvest are attributed to the induction and interaction with reactive oxygen species and nitric oxide and coordination with plant hormones and other signaling molecules, which strengthen antioxidant and defense systems and reduce oxidative damage.

Key words: melatonin, increased storage, postharvest,



۱. مقدمه

محصولات باغبانی به دلیل طعم خوب و مواد مغذی غنی مانند قندهای محلول، اسیدهای آمینه، اسیدهای آلی، آنتوسیانین‌ها، فنل‌ها، کاروتنوئیدها، فلاونوئیدها و عطر فرار به‌عنوان غذای مورد علاقه مصرف‌کنندگان ترجیح داده می‌شود [۱-۳]. از آنجایی که محصولات باغبانی پس از برداشت با کمبود تغذیه و تامین آب از درخت مواجه است، محصولات باغبانی دچار یک سری خود مصرفی می‌شود. محصولات باغبانی‌های تازه بسیار فاسدشدنی هستند و به‌سرعت در طول ذخیره سازی فاسد می‌شوند، در نتیجه طعم و تغذیه آنها بدتر می‌شود که مستقیماً بر پذیرش مصرف‌کننده تأثیر می‌گذارد و باعث کاهش ارزش اقتصادی می‌شود از این رو حفظ کیفیت و افزایش ماندگاری پس از برداشت محصولات به یک معضل اساسی در صنعت تبدیل شده است [۴]. به‌طور کلی محصولات باغبانی را می‌توان بر اساس الگوی تنفسی به دو نوع فرازگرا و نافرزگرا تقسیم کرد. محصولات باغبانی فرازگرا رسیده و سپس پیر می‌شوند در حالی که محصولات باغبانی نافرزگرا مستقیماً پس از برداشت پیر می‌شوند. در طول پیری محصولات باغبانی، رنگ پوست و محتوای غذایی به تدریج تغییر می‌کند و سپس طعم آن به تدریج کاهش می‌یابد. علاوه بر این، خسارت سرمازدگی و پوسیدگی نیز عوامل مهمی هستند که منجر به از دست دادن ارزش اقتصادی پس از برداشت محصولات می‌شوند [۵، ۶]. انواع روش‌های پس از برداشت برای افزایش انبارمانی محصولات وجود دارد که تیمار خارجی ملاتونین نه تنها می‌تواند رسیدن و پیری را به‌تاخیر بیندازد، بلکه مقاومت آنها را در برابر بیماری و تحمل سرما نیز افزایش می‌دهد علاوه بر این، تیمار با ملاتونین تأثیر فراوانی در افزایش ماندگاری و حفظ کیفیت محصولات مختلف دارد و کاربرد تجاری بالقوه‌ای را نشان می‌دهد [۷-۹]. ملاتونین، همچنین به‌عنوان N-acetyl-5-methoxytryptamine شناخته می‌شود، یک مولکول سیگنال دهنده است که به‌طور گسترده در تعداد قابل توجهی از گونه‌های گیاهی یافت می‌شود [۱۰]. ملاتونین در بسیاری از فعالیت‌های فیزیولوژیکی گیاهان، مانند رشد بذر [۱۱]، رشد ریشه [۱۰]، رشد محصولات باغبانی [۱۲]، رسیدن و پیری [۱۳] و پاسخ به تنش‌های زیستی و غیرزیستی [۹، ۱۳] نقش دارد.

بنابراین، پیشرفت قابل توجهی در درک مکانیسم ملاتونین در به‌تاخیر انداختن پیری حاصل شده است و توسعه ملاتونین به‌عنوان یک جایگزین پس از برداشت در بهبود کیفیت و خواص مفید محصولات باغبانی تازه به‌سرعت افزایش یافته است. در این بررسی محتوا و سنتز ملاتونین درون زرا در پس از برداشت محصولات باغبانی و اثرات تیمار ملاتونین برون‌زا بر محصولات باغبانی مختلف پس از برداشت بررسی شد و سپس مکانیسم‌های احتمالی ملاتونین در تنظیم رسیدن یا پیری، افزایش مقاومت به‌بیماری و افزایش تحمل محصولات باغبانی به‌سرما پس از برداشت بر اساس دیدگاه‌های آتی مورد بحث قرار گرفت.



۲. تشخیص ملاتونین در محصولات باغبانی

تشخیص ملاتونین در محصولات باغبانی عمدتاً شامل سه مرحله است: استخراج، جداسازی و خالص‌سازی، و تجزیه و تحلیل کمی و کیفی. حلال‌های استخراج عمدتاً شامل متانول، استون-متانول، اسید پرکلریک، کربنات سدیم و اتر است. متانول بیشترین کاربرد را در استخراج ملاتونین درون‌زا از محصولات باغبانی‌های مختلف دارد، مانند مرکبات [۶]، انگور [۱۴] و گوجه فرنگی [۱۳]. به‌طور کلی، کارتریج استخراج فاز جامد C18 (SPE) کروماتوگرافی گازی (GC) کروماتوگرافی مایع با کارایی بالا (HPLC) و کروماتوگرافی مایع با عملکرد فوق العاده بالا (UPLC) روش‌های اصلی برای جداسازی و خالص‌سازی ملاتونین محصولات باغبانی هستند. روش‌های UPLC و HPLC رایج‌ترین روش‌هایی هستند که برای جداسازی و خالص‌سازی ملاتونین در محصولات باغبانی‌های مختلف مانند سیب [۱۵]، مرکبات [۶]، انگور [۱۴] استفاده می‌شوند.

۳. ملاتونین درون‌زا در پس از برداشت محصولات باغبانی

تفاوت‌های قابل توجهی در میزان ملاتونین درون‌زا در بافت‌های مختلف محصولات باغبانی وجود دارد، محتوای ملاتونین درون‌زا نیز به‌طور قابل توجهی در طول یا پس از پردازش محصولات باغبانی تغییر می‌کند. محتویات مختلف ملاتونین درون‌زا را می‌توان در محصولات باغبانی‌های مختلف تشخیص داد. میزان ملاتونین موجود در گوشت خرما تا ۱۷۰۰ نانوگرم بود [۱۶]. در حالی که میزان ملاتونین در گوشت موز تنها ۰/۱ نانوگرم در گرم بود [۱۷]. میزان ملاتونین درون‌زا به‌طور قابل توجهی با ارقام مختلف متفاوت است. استفاده از ملاتونین خارجی می‌تواند به‌طور قابل توجهی محتوای ملاتونین درون‌زا را در محصولات باغبانی مختلف افزایش دهد و بیان ژن‌های مربوط به سنتز ملاتونین را تنظیم کند [۱۳، ۱۸].

۴. سنتز ملاتونین در محصولات باغبانی پس از برداشت

ملاتونین به‌عنوان یک محصول طبیعی مشتق شده از تریپتوفان، در بافت‌های محصولات باغبانی از جمله پوست، پالپ و دانه‌ها سنتز می‌شود [۱۵، ۱۹]. بیوسنتز ملاتونین با تریپتوفان شروع می‌شود، شامل چهار مرحله آنزیمی است و حداقل شش آنزیم شناخته شده است که در بیوسنتز نقش دارند [۱۹]. آنزیمی که در مرحله اول سنتز ملاتونین نقش دارد به‌عنوان تریپتوفان دکربوکسیلاز شناسایی شده است و تریپتوفان را به تریپتامین کاتالیز می‌کند. به‌عنوان یک اسید آمینه ضروری مهم، تریپتوفان گام اولیه برای بیوسنتز اسید ایندول-۳-استیک (IAA) و آلکالوئیدهای ایندول است [۲۰].



۵. اثرات ملاتونین بر پس از برداشت محصولات باغبانی

ملاتونین با حذف گونه‌های فعال اکسیژن (ROS) و بیان ژن آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی را نیز القا می‌کند [۲۱]. علاوه بر این، ملاتونین می‌تواند متابولیسم فیزیولوژیکی مختلف را در گیاهان عالی تنظیم کند [۱۰، ۲۱]. تیمار آگروژن ملاتونین به‌طور قابل توجهی بلوغ پس از برداشت برخی از محصولات باغبانی‌ها، مانند موز [۱۷]، گیلان شیرین [۲۲]، کیوی [۲۳] و انبه [۷] را به‌تاخیر انداخت. از آنجایی که محصولات باغبانی‌ها در دمای پایین نگهداری می‌شوند، تیمار خارجی با ملاتونین می‌تواند مقاومت به‌سرما را به‌میزان قابل توجهی افزایش دهد و در نتیجه وقوع خسارت سرمازدگی را در پس از برداشت محصولات باغبانی مانند هلو [۹] و انار [۲۴] کاهش دهد. علاوه بر این، تیمار خارجی ملاتونین می‌تواند به‌طور قابل توجهی مقاومت به‌بیماری را افزایش داده و وقوع پوسیدگی را در محصولات باغبانی مختلف در طول نگهداری کاهش دهد، مانند کیوی [۲۳]، هلو [۲۵] و آلو [۲۶].

۱،۵. نقش ملاتونین در رسیدن محصولات باغبانی

پس از تیمار خارجی ملاتونین، رنگ محصولات باغبانی به‌طور قابل توجهی در انبه [۷]، موز [۱۷] به‌تاخیر افتاد و سفتی محصولات باغبانی به‌دلیل فعالیت‌های مهار شده دیواره سلولی و آنزیم‌های تخریب نشاسته در گلابی [۲۷]، موز [۱۷] و انبه [۷] حفظ شد. تعداد از ویژگی‌های کیفی را می‌توان به‌طور قابل توجهی در بسیاری از محصولات باغبانی‌ها پس از تیمار با ملاتونین حفظ کرد، از جمله کاروتن‌ها، سرعت تنفس، اسیدیته قابل تیتراسیون (TA)، کاهش وزن، قندهای محلول، اسیدهای آلی و رایحه فرار [۲۸] به‌عنوان مثال، تیمار ملاتونین به‌طور قابل توجهی کل مواد جامد محلول (TSS) را در گیلان [۲۲] و انبه [۷] حفظ کرد که با مهار بلوغ سازگار است. تیمار خارجی ملاتونین می‌تواند به‌طور قابل توجهی آنتی‌اکسیدان‌های آنزیمی و آنتی‌اکسیدان‌های غیر آنزیمی محصولات باغبانی را برای حذف ROS در مرحله بعدی ذخیره سازی القا کند [۲۹، ۳۰]. گزارش شده است که محتوای γ -آمینو بوتیریک اسید (GABA) در محصولات باغبانی توت فرنگی و هلو پس از تیمار خارجی با ملاتونین به‌طور قابل توجهی افزایش یافته است [۲۵، ۳۱]، در حالی که تیمار GABA خارجی می‌تواند ظرفیت آنتی‌اکسیدان را بهبود بخشد. بنابراین به‌طور موثر کیفیت و ماندگاری مرکبات و محصولات باغبانی انبه پس از برداشت را افزایش دادند [۳۲، ۳۳]. با توجه به‌اینکه ملاتونین و IAA هر دو از تریپتوفان مشتق می‌شوند، دریافت که تیمار خارجی ملاتونین باعث تجمع IAA شده و به‌طور قابل توجهی ماندگاری محصولات باغبانی موز را افزایش می‌دهد [۱۱].

۲،۵. نقش ملاتونین در مقاومت به‌بیماری در محصولات باغبانی

سیستم دفاعی محصولات باغبانی برای مقاومت در برابر بیماری پس از برداشت بسیار مهم است. همکاری هم‌افزایی ملاتونین با NO و ROS باعث ایجاد مقاومت در برابر بیماری در گونه‌های مختلف محصولات باغبانی



می‌شود [۲۷, ۴]. علاوه بر سیستم دفاعی، تغییراتی در ROS و متابولیسم آنتی‌اکسیدانی در نتیجه کاربرد خارجی ملاتونین در محصولات باغبانی پس از برداشت گزارش شده است. با اعمال تیمار خارجی ملاتونین، محتوای H_2O_2 در توت فرنگی [۱۱]، مرکبات [۶] و هلو [۲۵] کاهش یافت. فعالیت آنزیم‌های POD، POD، CAT و APX در هلو و کیوی در طول ذخیره سازی افزایش یافته است [۲۳, ۲۵].

۳,۵. نقش ملاتونین در آسیب سرمازدگی محصولات باغبانی

نگهداری در دمای پایین می‌تواند عمر مفید محصولات باغبانی را پس از برداشت بسیار افزایش دهد. با این حال، آسیب سرمازدگی ممکن است در برخی از محصولات باغبانی در طول نگهداری در دمای پایین رخ دهد و کیفیت و طعم محصولات باغبانی را کاهش دهد. در سال‌های اخیر نشان داده شده است که تیمار خارجی ملاتونین باعث بهبود تحمل سرما و کاهش آسیب سرما در محصولات باغبانی در طی نگهداری سرد می‌شود مانند هلو [۹]، گوجه فرنگی [۳۴]، انار [۳۵] و ساپوتا [۳۶]. تیمار ملاتونین باعث کاهش محتوای مالون‌دی‌آلدئید (MDA)، نشت الکتروولیت و فعالیت لیبوکسیژناز (LOX) محصولات باغبانی هلو پس از برداشت در طول ذخیره سازی در دمای پایین شد. با این حال، پس از تیمارهای مختلف ملاتونین، تغییر متفاوتی در سفتی محصولات باغبانی وجود دارد. تیمار ۰/۱ میلی‌مولار ملاتونین به مدت ۱۰ دقیقه به طور قابل توجهی سفتی را افزایش داد [۹]، در حالی که یک تیمار طولانی مدت ۱۲۰ دقیقه به طور قابل توجهی سفتی محصولات باغبانی هلو را کاهش داد [۳۷]. ROS همچنین نقش مهمی در وقوع آسیب سرمازدگی در محصولات باغبانی پس از برداشت دارد. تیمار خارجی ملاتونین به طور قابل توجهی ظرفیت آنتی‌اکسیدان‌های آنزیمی و آنتی‌اکسیدان‌های غیر آنزیمی را برای از بین بردن ROS محصولات باغبانی‌های پس از برداشت در طول ذخیره سازی در دمای پایین، مانند SOD، CAT، APX، POD، GR، فنل‌ها و افزایش ASA مهار کرد [۲۶, ۳۶, ۳۷].

۶. نتیجه‌گیری و چشم انداز آینده

بر اساس داده‌های موجود، تیمار ملاتونین می‌تواند سطوح درون‌زای ROS، NO و هورمون‌های گیاهی را تنظیم کند تا بر یکسری از متابولیسم‌ها تأثیر بگذارد و در نتیجه، ماندگاری را افزایش داده و کیفیت پس از برداشت محصولات باغبانی را حفظ کند. از آنجایی که تیمار خارجی ملاتونین برای پس از برداشت محصولات باغبانی اعمال شد، آسیب اکسیداتیو، تخریب نشاسته و دیواره سلولی، و سنتز و انتشار رایحه فرار تا حد زیادی به تعویق افتاد در حالی که سطوح انرژی، بیان ژن مرتبط حفظ و مقاومت به تنش‌ها افزایش یافت. ملاتونین به عنوان یک مولکول سیگنال‌دهنده، ممکن است مولکول‌های سیگنال‌دهنده دیگر را برای تنظیم رسیدن، پیری، پوسیدگی و آسیب سرمای پس از برداشت، مانند IAA، ABA، اتیلن، GABA، JA، NO، ROS و SA، تنظیم کند. به ویژه،



گیرنده احتمالی ملاتونین و ژن‌های پایین دست آن در رابطه با مسیرهای دقیق فعالیت فیزیولوژیکی باید در محصولات باغبانی بیشتر مورد بررسی قرار گیرد. درک بهتر فعالیت‌های مولکولی، بیوشیمیایی و فیزیولوژیکی ملاتونین می‌تواند به توسعه مدیریت مؤثر برای بهبود کیفیت و خواص سلامت محصولات باغبانی در طول ذخیره‌سازی کمک کند. تیمار خارجی ملاتونین می‌تواند به‌طور موثری رسیدن و پیری را به‌تأخیر بیندازد، عمر مفید را افزایش دهد، کیفیت را حفظ کند، آسیب ناشی از سرما را کاهش دهد و از پوسیدگی محصولات باغبانی در طول ذخیره‌سازی جلوگیری کند. البته تیمار بستگی به اثر متقابل غلظت ملاتونین خارجی و زمان در برخی محصولات باغبانی‌های دارد. استفاده از ملاتونین خارجی در ترکیب با سایر تیمارها اثرات مفید بهتری را روی کیفیت و خواص محصولات باغبانی در زمان نگهداری نشان می‌دهد. بنابراین قبل از استفاده از ملاتونین به صورت تجاری، تحقیقات بیشتری لازم است زیرا هزینه ملاتونین بالا و زمان تیمار طولانی است. در آینده، غلظت و زمان تیمار ملاتونین باید اصلاح شود تا زمان تیمار کوتاه شود. همچنین می‌توان انتظار داشت که تیمار بهبود یافته ملاتونین در ترکیب با سایر مولکول‌های سیگنال دهنده به کاهش استفاده از ملاتونین در محصولات باغبانی‌های پس از برداشت کمک کند.

منابع

- [۱]. Chen, X., et al., Changes in pericarp metabolite profiling of four litchi cultivars during browning. *Food Research International*, 2019. 120: p. 339-351.
- [۲]. Xia, H., et al., Melatonin accumulation in sweet cherry and its influence on fruit quality and antioxidant properties. *Molecules*, 2020. 25(3): p. 753.
- [۳]. Xu, L., et al., Effect of exogenous melatonin on sucrose metabolism in peach fruit exposed to low temperature stress. *Acta Agric Nucl Sin*, 2017. 31: p. 1963-1971.
- [۴]. Zhang, W., et al., Applications of nitric oxide and melatonin in improving postharvest fruit quality and the separate and crosstalk biochemical mechanisms. *Trends in Food Science & Technology*, 2020. 99: p. 531-541.
- [۵]. Aghdam, M.S., et al., Employing exogenous melatonin applying confers chilling tolerance in tomato fruits by upregulating ZAT2/6/12 giving rise to promoting endogenous polyamines, proline, and nitric oxide accumulation by triggering arginine pathway activity. *Food Chemistry*, 2019. 275: p. 549-556.



سومین کنفرانس ملی یافته‌های نوین زیست‌شناسی

3rd National Conference On New Biological Findings

۳ الی ۵ خرداد ۱۴۰۲



- [۶]. Lin, Y., et al., Melatonin decreases resistance to postharvest green mold on citrus fruit by scavenging defense-related reactive oxygen species. *Postharvest Biology and Technology*, 2019. 153: p. 21-30.
- [۷]. Liu, S., et al., Delay of ripening and softening in 'Guifei' mango fruit by postharvest application of melatonin. *Postharvest Biology and Technology*, 2020. 163: p. 111136.
- [۸]. Liu, G., et al., Novel role of ethanol in delaying postharvest physiological deterioration and keeping quality in cassava. *Food and Bioprocess Technology*, 2019. 12: p. 1756-1765.
- [۹]. Gao, H., et al., Melatonin treatment reduces chilling injury in peach fruit through its regulation of membrane fatty acid contents and phenolic metabolism. *Food Chemistry*, 2018. 245: p. 659-666.
- [۱۰]. Wang, Y., R.J. Reiter, and Z. Chan, Phytomelatonin: a universal abiotic stress regulator. *Journal of Experimental Botany*, 2018. 69(5): p. 963-974.
- [۱۱]. Liu, J., et al., Melatonin induces parthenocarpy by regulating genes in gibberellin pathways of 'Starkrimson' pear (*Pyrus communis* L.). *Frontiers in Plant Science*, 2018. 9: p. 946.
- [۱۲]. Wang, C., et al., Effect of cultivar, temperature, and environmental conditions on the dynamic change of melatonin in mulberry fruit development and wine fermentation. *Journal of Food Science*, 2016. 81(4): p. M958-M967.
- [۱۳]. Liu, G., et al., Comparative physiological analysis of methyl jasmonate in the delay of postharvest physiological deterioration and cell oxidative damage in Cassava. *Biomolecules*, 2019. 9(9): p. 451.
- [۱۴]. Gao, S., et al., Melatonin may increase disease resistance and flavonoid biosynthesis through effects on DNA methylation and gene expression in grape berries. *BMC plant biology*, 2020. 20(1): p. 1-15.
- [۱۵]. Zhang, H., et al., Melatonin in apples and juice: Inhibition of browning and microorganism growth in apple juice. *Molecules*, 2018. 23(3): p. 521.
- [۱۶]. Verde, A., J.M. Míguez, and M. Gallardo, Melatonin and related bioactive compounds in commercialized date palm fruits (*Phoenix dactylifera* L.): correlation with some antioxidant parameters. *European Food Research and Technology*, 2019. 245: p. 51-59.

- [۱۷]. Hu, W., et al., Natural variation in banana varieties highlights the role of melatonin in postharvest ripening and quality. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 2017. 65(46): p. 9987-9994.
- [۱۸]. Xu, L., et al., Melatonin promotes ripening of grape berry via increasing the levels of ABA, H₂O₂, and particularly ethylene. *Horticulture Research*, 2018. 5.
- [۱۹]. Back, K., D.X. Tan, and R.J. Reiter, Melatonin biosynthesis in plants: multiple pathways catalyze tryptophan to melatonin in the cytoplasm or chloroplasts. *Journal of Pineal Research*, 2016. 61(4): p. 426-437.
- [۲۰]. Erland, L.A., P.K. Saxena, and S.J. Murch, Melatonin in plant signalling and behaviour. *Functional Plant Biology*, 2017. 45(2): p. 58-69.
- [۲۱]. Wang, S.-Y., et al., Melatonin in fruit production and postharvest preservation: A review. *Food chemistry*, 2020. 320: p. 126642.
- [۲۲]. Tijero, V., P. Munoz, and S. Munné-Bosch, Melatonin as an inhibitor of sweet cherries ripening in orchard trees. *Plant Physiology and Biochemistry*, 2019. 140: p. 88-95.
- [۲۳]. Hu, M., J. Li, and J. Rao, Effect of melatonin on ripening and senescence of postharvest kiwifruits. *Shipin Kexue/Food Science*, 2018. 39(19): p. 226-232.
- [۲۴]. Jannatizadeh, A., Exogenous melatonin applying confers chilling tolerance in pomegranate fruit during cold storage. *Scientia Horticulturae*, 2019. 246: p. 544-549.
- [۲۵]. Gao, H., et al., Melatonin treatment delays postharvest senescence and regulates reactive oxygen species metabolism in peach fruit. *Postharvest Biology and Technology*, 2016. 118: p. 103-110.
- [۲۶]. Bal, E., Physicochemical changes in 'Santa Rosa' plum fruit treated with melatonin during cold storage. *Journal of Food Measurement and Characterization*, 2019. 13: p. 1713-1720.
- [۲۷]. Liu, J., et al., Melatonin inhibits ethylene synthesis via nitric oxide regulation to delay postharvest senescence in pears. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 2019. 67(8): p. 2279-2288.
- [۲۸]. Liu, J., et al., Effects of melatonin treatment of postharvest pear fruit on aromatic volatile biosynthesis. *Molecules*, 2019. 24(23): p. 4233.

- [۲۹]. Zheng, H., et al., Effects of melatonin treatment on the enzymatic browning and nutritional quality of fresh-cut pear fruit. *Food chemistry*, 2019. 299: p. 125116.
- [۳۰]. Zhang, Y., et al., Delay of postharvest browning in litchi fruit by melatonin via the enhancing of antioxidative processes and oxidation repair. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 2018. 66(28): p. 7475-7484.
- [۳۱]. Aghdam, M.S. and J.R. Fard, Melatonin treatment attenuates postharvest decay and maintains nutritional quality of strawberry fruits (*Fragaria* × *anannasa* cv. Selva) by enhancing GABA shunt activity. *Food Chemistry*, 2017. 221: p. 1650-1657.
- [۳۲]. Sheng, L., et al., Exogenous γ -aminobutyric acid treatment affects citrate and amino acid accumulation to improve fruit quality and storage performance of postharvest citrus fruit. *Food Chemistry*, 2017. 216: p. 138-145.
- [۳۳]. Rastegar, S., H.H. Khankahdani, and M. Rahimzadeh, Effects of melatonin treatment on the biochemical changes and antioxidant enzyme activity of mango fruit during storage. *Scientia Horticulturae*, 2020. 259: p. 108835.
- [۳۴]. Azadshahraki, F., B. Jamshidi, and S. Mohebbi, Postharvest melatonin treatment reduces chilling injury and enhances antioxidant capacity of tomato fruit during cold storage. *Advances in Horticultural Science*, 2018. 32(3): p. 299-310.
- [۳۵]. Jannatizadeh, A., et al., Impact of exogenous melatonin application on chilling injury in tomato fruits during cold storage. *Food and bioprocess technology*, 2019. 12: p. 741-750.
- [۳۶]. Mirshekari, A., et al., Postharvest melatonin treatment reduces chilling injury in sapota fruit. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 2020. 100(5): p. 1897-1903.
- [۳۷]. Cao, S., et al., Melatonin increases chilling tolerance in postharvest peach fruit by alleviating oxidative damage. *Scientific reports*, 2018. 8(1): p. 806.



گیاه پالایی: به عنوان روشی اقتصادی و دوست دار محیط زیست برای پالایش فلزات سنگین

زهرا خدادادی^{۱*}، مریم مودی^۲، سید موسی موسوی کوهی^۳ و محبوبه سادات حسین زاده^۴

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد، گروه علوم و مهندسی محیط‌زیست، دانشگاه بیرجند، بیرجند،

ایران، zahraa.khodadadi.77@gmail.com

۲- استادیار، گروه زیست‌شناسی، دانشگاه بیرجند، بیرجند، ایران، maryammoudi@birjand.ac.ir

۳- استادیار، گروه زیست‌شناسی، دانشگاه بیرجند، بیرجند، ایران، Smmousavi@birjand.ac.ir

۴- استادیار، گروه زیست‌شناسی، دانشگاه بیرجند، بیرجند، ایران، m.hosseinzadeh@birjand.ac.ir

چکیده

در حال حاضر همراه با افزایش جمعیت و توسعه سریع تکنولوژی، نگرانی‌ها و مشکلات محیطی نظیر آلودگی آب، هوا و خاک بوجود آمده است. یکی از آلودگی‌های جدی زیست محیطی، وجود فلزات سنگین می‌باشد. آلودگی به فلزات سنگین در طی سال‌ها به دلیل فرآیندهای صنعتی و فعالیت‌های انسانی به سرعت در حال توسعه می‌باشد و سمیت فلزات سنگین مشکلات عمده زیست محیطی و بهداشتی را ایجاد کرده است. از این رو، جستجو برای کاهش اثرات منفی این آلودگی‌ها بر محیط زیست برای محققان و مسئولین ضروری به نظر می‌رسد. در بین تکنولوژی‌های موجود، گیاه پالایی به عنوان روشی کارآمد، دوستدار محیط زیست و ارزان است که در آن جذب و جمع‌آوری آلاینده‌ها در بافتهای قابل برداشت گیاهی صورت می‌گیرد. در حقیقت، گیاه پالایی، استفاده از گیاهان برای حذف فلزات سمی از مناطق آلوده می‌باشد. تولید زی‌توده بالا، سیستم ریشه‌ای توسعه‌یافته و سیستم دفاعی قوی، مهم‌ترین معیارهای کلی گیاهان برای موفقیت در فرآیند گیاه‌پالایی مناطق آلوده به فلزات سنگین می‌باشد.

کلمات کلیدی: گیاه‌پالایی، فلزات سنگین، محیط زیست



Phytoremediation: A cost effective and environmentally friendly technique for removing heavy metals

Z. Khodadadi¹, M. Moudi², S.M. Mousavi Kouhi³, M.S. Hosseinzadeh⁴ and Z. Khodadadi⁴

1-Master student, Department of Environmental Engineering, Faculty of Natural Resources and Environment, University of Birjand, Birjand, Iran, zahraa.khodadadi.77@gmail.com

2- Department of Biology, University of Birjand, Birjand, Iran, maryammoudi@birjand.ac.ir

3- Department of Biology, University of Birjand, Birjand, Iran, smmousavi@ birjand.ac.ir

4- Department of Biology, University of Birjand, Birjand, Iran, m.hosseinzadeh@birjand.ac.ir

Abstract

Currently, along with the increase in population and the rapid development of technology, environmental concerns and problems such as water, air and soil pollution have arisen. One of the serious environmental pollutions is the presence of heavy metals. Over the years, heavy metal pollution is developing rapidly due to industrial processes and human activities, and the toxicity of heavy metals has caused major environmental and health problems. Therefore, the research for reducing the negative effects of these pollutions on the environment seems necessary for researchers. and authorities. Among the available technologies, plant remediation is an efficient, environmentally friendly and cheap method in which pollutants are absorbed and collected in plant tissues. In fact, phytoremediation is the use of plants to remove toxic metals from contaminated areas. High biomass production, well-developed root system and a strong defense system are the most important general criteria of plants for success in the phytoremediation process of areas contaminated with heavy metals.

Keywords: Phytoremediation, Heavy metals, Environment



۱. مقدمه

در پی افزایش جمعیت، توسعه شهرنشینی و صنایع مختلف در جهان، موجبات به خطر افتادن منابع طبیعی و آلودگی محیط زیست فراهم شده است. آلودگی‌های زیست محیطی، ناشی از توسعه صنعت، تغییرات آب و هوایی، آشفته‌گی‌های سیاسی و توسعه شهرنشینی و عوامل دیگر می‌باشد. به ورود آلاینده‌ها به یک محیط که باعث ناپایداری، اختلال و آسیب در آن محیط برای موجودات زنده شود، آلودگی گفته می‌شود [۱]. همچنین آلاینده به هر عاملی که میزان آن از آستانه تحمل بگذرد و باعث ناپایداری در هر محیط شود، اطلاق می‌گردد. آلودگی محیط زیست یک تهدید بزرگ برای بقای تمام موجودات زنده می‌باشد، که می‌تواند اثرات مخرب بر زندگی جانداران داشته باشد و به یک نگرانی جدی برای سلامت عمومی تبدیل شود [۲]. یکی از آلودگی‌های جدی زیست محیطی، وجود فلزات سنگین است. آلودگی به فلزات سنگین در طی سال‌ها به دلیل فرآیندهای صنعتی و فعالیت‌های انسانی به سرعت در حال توسعه می‌باشد و سمیت فلزات سنگین مشکلات عمده زیست محیطی و بهداشتی را ایجاد کرده است [۳]. این نوع از آلودگی باعث کاهش بازدهی کشاورزی و رشد گیاهان شده و در نهایت وارد چرخه غذایی می‌شود. جذب فلزات سنگین در گیاهان از قابل توجه ترین راه‌های قرار گرفتن انسان در معرض آلودگی از طریق فلزات سنگین است. افزایش غلظت فلزات سنگین در طبیعت موجب تاثیر سوء بر سلامت انسان می‌شود [۴]. اگرچه فلزات سنگین به خودی خود در پوسته زمین وجود دارند اما همه‌ی این فلزات در سطوح بالا برای گیاه سمیت ایجاد می‌کنند [۵]. روشهای مختلفی برای حذف یا کاهش فلزات سنگین ارائه شده است که شامل روشهای فیزیکی، روشهای شیمیایی و روشهای بیولوژیکی می‌باشد. حذف و کاهش فلزات سنگین با استفاده از روشهای فیزیکی و شیمیایی اغلب با مشکلاتی مانند هزینه زیاد و محدودیت استفاده در مقیاس وسیع مواجه هستند [۶]. از روشهای مهم برای بهسازی مناطق آلوده که نسبت به سایر روشها دارای معایب کمتری است میتوان به گیاه‌پالایی اشاره کرد. در مناطق آلوده به فلزات سنگین، انتخاب گیاهان زراعی با تحمل بالا نسبت به فلزات سنگین، جهت حذف و کاهش آلاینده‌ها می‌تواند یک استراتژی جدید برای مدیریت اراضی باشد [۷]. گیاه‌پالایی روشی است که آلاینده‌ها توسط مکانیسم‌هایی نظیر پالایش ریشه‌ای، تثبیت گیاهی، استخراج گیاهی، تبخیر گیاهی و تغییر شکل گیاهی از اکوسیستم آبی و خاکی جدا می‌شوند. گیاهان زیادی به منظور گیاه‌پالایی توسط محققان مورد استفاده قرار گرفته‌اند که توانایی ذاتی در سازگاری با محیط‌زیست و شرایط اقلیمی نقش تعیین‌کننده‌ای در گیاه‌پالایی دارد [۸]. در گیاه‌پالایی از گیاهان مقاوم جهت پالایش مناطق آلوده به ترکیبات آلی و معدنی استفاده می‌گردد. مزایایی که این روش نسبت به سایر روش‌ها دارد، سهولت و ارزان بودن و امکان بهره‌گیری در سطح وسیع می‌باشد. در این روش انتخاب گیاه از اهمیت ویژه‌ای برخوردار



بوده، که به شرایط اقلیمی و همچنین میزان آلودگی وابسته می‌باشد [۹]. هدف از این مطالعه بررسی فرایند گیاه‌پالایی به عنوان روشی کارآمد و دوستدار محیط زیست جهت پالایش مناطق آلوده به فلزات سنگین می‌باشد.

۲. آلودگی فلزات سنگین

فلزات سنگین شامل شبه فلزات و فلزاتی هستند که جرم اتمی آن بیشتر از ۸/۵۰ گرم یا جرم حجمی آن بیشتر از ۵ گرم بر سانتی متر مکعب می‌باشد و غلظت‌های کم آنها نیز باعث سمیت می‌شود. بنابراین عناصری شامل روی، سرب، مس، کادمیوم، کروم، نیکل و جیوه جزء فلزات سنگین هستند [۱۰]. یکی از آلودگی‌های جدی زیست محیطی فلزات سنگین می‌باشد که در طی سال‌ها به دلیل فرآیندهای صنعتی و فعالیت‌های انسانی به سرعت در حال توسعه می‌باشد. آلودگی زیست کره توسط فلزات سنگین از زمان آغاز انقلاب صنعتی به سرعت تسریع شده است. منابع طبیعی، کشاورزی و صنعتی از متداول ترین منابع آلودگی فلزات سنگین به شمار می‌روند [۱۱]. از منابع آلودگی فلزات سنگین در بخش صنعتی می‌توان به فعالیت‌هایی نظیر استخراج معادن و ورود پسابهای کارخانجات صنعتی از جمله کارخانجات رنگ و رزین، نساجی، دباغی، ذوب فلزات و آبکاری که به محیط‌های طبیعی وارد می‌گردند، اشاره کرد [۱۲]. هوازدهی مواد معدنی، فرسایش و فعالیت‌های آتشفشانی از منابع طبیعی فلزات سنگین هستند. منابع انسانی تولید فلزات سنگین شامل معادن، صنایع ذوب آهن و آبکاری می‌باشند. از دیگر عوامل افزایش و تولید فلزات سنگین در محیط می‌توان به سموم دفع آفات، کودهای شیمیایی و همچنین بیوسولیدها در بخش کشاورزی اشاره کرد [۱۳]. فلزات سنگین با عمر هزاران سال در طبیعت باقی می‌مانند و سلامتی موجودات زنده را تهدید می‌کنند و علاوه بر این بر رشد گیاهان، پوشش خاک تاثیر منفی می‌گذارند. آلودگی فلزات اثر مضر بر روی سیستم‌های بیولوژیکی دارند و تحت تجزیه بیولوژیکی قرار نمی‌گیرند [۱۴]. در جدول ۱ به تعدادی از فلزات سنگین و منبع تولید آنها اشاره شده است.

جدول (۱) انواع فلزات سنگین و منبع تولید آنها [۱۳]

ردیف	فلزات سنگین	منبع
۱	آرسنیک	سموم دفع آفات و مواد نگهدارنده چوب
۲	کادمیوم	رنگ و رنگدانه ها ، تثبیت کننده های پلاستیکی ، آبکاری کادمیوم حاوی پلاستیک ها ، کود فسفاته
۳	کروم	چرم سازی ، صنایع فولاد
۴	مس	سموم دفع آفات ، کودها
۵	جیوه	رها سازی از استخراج و احتراق ذغال سنگ Au-Ag ، زباله های پزشکی

۶	نیکل	پساب های صنعتی ، لوازم آشپزخانه ، ابزار جراحی ، آلیاژهای فولاد ، باتری های خودرو
۷	سرب	انتشار هوایی حاصل از احتراق بنزین، علف کش و حشره کش ها

با توجه به این که مناطق آلوده به فلزات سنگین برای کشاورزی و سایر کاربری‌ها مناسب نمیباشند، از این رو کاهش و حذف فلزات سنگین از مناطق آلوده از اهمیت زیادی برخوردار است. در واقع جابجایی، حذف و یا کاهش اثر آلاینده های زیست محیطی برپایه روشهای علمی و پژوهشی پیشرفته یک ضرورت محسوب می‌شود. فلزات سنگین به طور شیمیایی قابل تجزیه نبوده و باید به طور فیزیکی جابجا شده و یا به صورت آلی مورد تجزیه قرار گیرد [۱۵]. در کل مناطق آلوده به فلزات سنگین را می‌توان به روشهای فیزیکی، شیمیایی و زیستی پالایش کرد که این روشهای پالایش به دو گروه عمده تقسیم بندی می‌شوند:

➤ پالایش در محل

➤ پالایش خارج از محل

در پالایش در محل، پاک سازی مناطق آلوده بدون حفاری، جابجایی و انتقال صورت می‌گیرد. در واقع پالایش در محل مزایای مطلوبی نسبت به پالایش خارج از محل نظیر، حفظ زیست بوم و کاهش هزینه های پالایش دارد.

حذف فلزات سنگین با روشهای فیزیکی و شیمیایی در اکثر موارد گران بوده و نیازمند نیروی کار زیاد و هزینه های مهندسی قابل توجهی است و همچنین این روشها در سطوح به نسبت کوچک قابل استفاده است و برای مناطقی با وسعت زیاد نامناسب میباشند. بنابراین بهتر است تا حد ممکن از روشهای طبیعی و زیستی استفاده شود. پالایش زیستی فرآیندی است که از موجودات زنده (باکتریها، قارچها، جلبکها، پلانکتونها و گیاهان) برای پالایش مناطق آلوده به فلزات سنگین استفاده می‌شود [۱۶].

۳. فرایند گیاه‌پالایی

تعاریف زیادی از گیاه‌پالایی ارائه شده است. گیاه‌پالایی، یکی از روش‌های زیستی جدید اصلاح مناطق آلوده به فلزات سنگین می‌باشد که شامل استفاده از گیاهان به منظور از بین بردن یا بی اثر کردن آلاینده‌های فلزی خطرناک موجود در محیط زیست نظیر خاک و آب می‌باشد [۱۷]. استفاده از گیاهان بیش انباشتگر برای از بین بردن آلاینده‌های خطرناک از مناطق آلوده را نیز گیاه‌پالایی می‌گویند. گیاه‌پالایی فرایندی بسیار قوی و محافظ محیط زیست با هزینه‌های کم، باعث شده است که توسط جوامع قابل قبول بوده باشد و همچنین موجب تنوع



میکروارگانسیم های خاک ، افزایش فعالیت و افزایش سلامت اکوسیستم‌ها شود [۱۸]. در فرایند پالایش مناطق آلوده توسط گیاهان علاوه بر نوع گیاه، غلظت قابل جذب فلزات سنگین و همچنین روابط متقابل میان ریشه گیاه با میکروارگانسیم های خاک بر کارایی این فرایند تاثیر گذار است [۱۹]. یکی از مهمترین عواملی که بر تکنولوژی گیاه پالایی تاثیر می‌گذارد ارتقای روابط متقابل میان گیاهان و میکروارگانسیم های ریزوسفری مفید موجود در خاک است که می‌تواند موجب تولید بیوماس زیاد و افزایش تحمل گیاهان نسبت به فلزات سنگین شود [۲۰]. ناحیه‌ی ریزوسفر محیط خیلی کوچک در اطراف ریشه می‌باشد که بهترین شرایط را برای میکروارگانسیم های موجود در خاک فراهم می‌کند و در آن محیط، میکروارگانسیم‌های مرتبط با ریشه‌ی گیاه، اجتماعی را که دارای عملکرد قابل ملاحظه‌ای برای سم زدایی از ترکیبات زائد سمی که نظیر فلزات سنگین می‌باشد، تشکیل می‌دهند [۲۱]. گیاه‌پالایی یک تکنولوژی نوین است که با استفاده از گیاهان و میکروارگانسیم‌هایی که در ریزوسفر وجود دارند برای تغییر دادن، حذف کردن یا محدود کردن رسوبات، مواد شیمیایی سمی در خاک، آبهای سطحی، آب های زیرزمینی و اتمسفر استفاده می‌شود [۲۲]. استفاده از گیاهان بیش انباشتگر برای حذف آلودگی از خاک به عنوان روش اقتصادی و سبز مورد توجه قرار گرفته است. [۲۳]. در فرآیند گیاه پالایی از گیاهان سوپر جاذب استفاده می‌شود که علاوه بر جذب مقدار بالای فلزات زیست توده بالایی نیز تولید می‌کنند که در جدول ۲ به برخی از این گیاهان که مناسب فرایند گیاه‌پالایی هستند اشاره شده است [۲۴].

جدول (۲) برخی از گیاهان مناسب برای گیاه‌پالایی [۲۴]

ردیف	نام فارسی	نام علمی
۱	آرمربا	<i>Armeria maritima</i> L.
۲	پیر بهار	<i>Ambrosia artemisiifolia</i> L.
۳	خردل هندی	<i>Brassica juncea</i> L.
۴	کلزا	<i>Brassica napus</i> L.
۵	کلم زینتی	<i>Brassica oleracea</i> L.
۶	فستوکا	<i>Festuca ovina</i> L.
۷	آفتابگردان	<i>Helianthus annuus</i> L.
۸	کیسه چوبان	<i>Thalspi rotundifolium</i> L.
۹	گندم	<i>Triticum aestivum</i> L.
۱۰	ذرت	<i>Zea mays</i> L.

۴. تکنیک‌های مختلف گیاه‌پالایی

حذف فلزات سنگین از مناطق آلوده کار دشواری است. فلزات بر خلاف آلاینده‌های آلی نمی‌توانند از طریق فرایندهای زیستی یا شیمیایی تجزیه شوند و معمولاً برای حذف فلزات سنگین از مناطق آلوده نیاز به جداسازی فلزات از محیط است. روش‌های مورد استفاده مانند شستشوی خاک یا حفاری خاک بر پایه جداسازی شیمیایی و فیزیکی آلاینده‌ها استوار است که دارای هزینه بالایی می‌باشد. در حال حاضر برای پاکسازی خاک‌ها از مناطق آلوده به روش‌هایی با هزینه کم نیاز است [۲۵]. در سال‌های گذشته از گیاه‌پالایی به عنوان روشی مقرون به صرفه و مفید برای کاهش آلودگی فلزات سنگین استفاده شده است. گیاه‌پالایی روشی است که آلاینده‌ها توسط مکانیسم‌هایی نظیر پالایش ریشه‌ای، تثبیت گیاهی، استخراج گیاهی، تبخیر گیاهی و تغییر شکل گیاهی از اکوسیستم آبی و خاکی جدا می‌شوند [۲۶].

- **تغییر شکل گیاهی:** جذب، تجمع و تغییر شکل کامل یا جزئی مولکول‌های آلاینده‌های آلی در بافت‌های گیاهی.
- **پالایش ریشه‌ای:** تجزیه و تخریب میکروبی آلاینده‌های آلی خاک از طریق افزایش کربن آلی خاک، جمعیت باکتری‌ها و قارچ‌های ریشه و ترشحات یا آنزیم‌های گیاهی رها شده از ناحیه ریشه.
- **تصعید گیاهی:** جذب آلاینده‌های آلی و غیرآلی از خاک توسط گیاهان و انتقال آنها به صورت بخار به جو.
- **تثبیت گیاهی:** تثبیت و کاهش تحرک آلاینده در خاک توسط گیاهان از طریق فرایندهای جذب، رسوب و ایجاد کمپلکس.
- **استخراج گیاهی:** جذب آلاینده‌ها (اغلب فلزات) از خاک به وسیله‌ی ریشه گیاهان و انتقال و تجمع آنها در اندام هوایی گیاه.

۵. مکانیسم جذب، انتقال و مقاومت گیاهان به فلزات سنگین

میزان جذب آلاینده فلزی از خاک توسط گیاهان پالایش‌کننده علاوه بر خصوصیات خاک، به نوع فلز سنگین، گونه گیاهی و سن گیاه بستگی دارد. با توجه به این که پتانسیل جذب و تجمع فلزات سنگین در بین گونه‌های گیاهی متفاوت است، از این رو موفقیت فرآیند گیاه‌پالایی به انتخاب صحیح گیاه بستگی دارد. گیاهان مناسب گیاه‌پالایی، گیاهانی با ظرفیت بالا در تجمع مواد سمی و فلزات سنگین در درون خود می‌باشند و به عنوان



گیاهان انباشتگر شناخته میشوند، در برابر فلزات سنگین بیوماس^{۲۰} بالایی تولید کرده و از تحمل بالایی برای جذب فلزات سنگین برخوردارند [۲۷]. سیستم ریشه این گیاهان قادر به جذب آلاینده‌ها بوده، آنها را به سایر اندامها انتقال میدهند، یا در خود تجزیه کرده به مواد با سمیت کمتر تبدیل میکنند، گاه این مواد را بلوکه کرده به صورت غیر متحرک در خود نگاه میدارند. گیاه پالایی یک فناوری اکولوژیکی و بسیار مقرون به صرفه است که مبتنی بر انرژی خورشیدی است و هدف آن کاهش یا از بین بردن اثرات سمی فلزات سنگین در خاک های آلوده با جذب یا بی حرکتی آنها توسط برخی گیاهان سبز یا جلبک‌ها است [۲۸]. مطالعات انجام شده در این زمینه نشان داده است که کارایی گیاه پالایی به خاک، آلاینده‌ها و گیاهان از جمله خصوصیات فیزیکی شیمیایی خاک، فراهمی زیستی فلزات سنگین در خاک، نوع و میزان ترشحات آزاد شده توسط میکروارگانیسم‌ها و ریشه‌های گیاه و همچنین ظرفیت گیاهان برای بدست آوردن، جابجایی، تجمع و سم زدایی این فلزات بستگی دارد. برای بهبود بهره‌وری گیاه پالایی، میتوان از گیاهان متالوفیت اصلاح شده ژنتیکی، بهینه سازی روش های کشاورزی و ارتباط گیاهان متالوفیت با سویه های میکروبی استفاده کرد [۲۹]. در حال حاضر از رویکردهای مهندسی ژنتیک برای بهینه سازی فرآیند متابولیسم و فیزیولوژیک که گیاهان را قادر به گیاه پالایی، مکانهای آلوده به فلزات سنگین می کند، استفاده می شود. برای افزایش کارایی فرآیند گیاه پالایی مناطق آلوده به فلزات سنگین، روش‌های متعددی مانند استفاده از گیاهان تراریخته، افزایش زیست فراهمی فلزات سنگین، افزایش رشد و تولید زیتوده گیاه و استفاده از میکروارگانیسم‌ها پیشنهاد می‌شود در نهایت از آنجایی که طی فرایند گیاه پالایی زی توده گیاهی تولید می‌شود، مدیریت و دفع مناسب آن ضرورت دارد [۳۰].

۶. نتیجه‌گیری

گیاهان در زمره‌ی متحمل ترین جانداران نسبت به آلاینده‌های سمی قرار دارند، که این ویژگی سودمندی آن‌ها جهت استفاده در علم نوظهور گیاه پالایی را تایید می‌کند. هر یک از گونه‌های گیاهی دارای مزایای ویژه ای برای پالایش مناطق آلوده به فلزات سنگین هستند، اما کاستی‌هایی نیز دارند که کاربرد آن‌ها را به عنوان عامل زیستی پالایش دهنده با محدودیت مواجه می‌کند. از این رو، انتخاب دقیق ژنوتیپ و خانواده ی گیاهی مناسب به منظور حصول سازگاری مطلوب با محیط و آلاینده‌ی خاص، فاکتوری مهم و اساسی جهت موفقیت مکانیسم گیاه پالایی محسوب می‌شود. در گونه‌های گیاهی غیر مقاوم به تنش‌های محیطی و فلزات سنگین، طیف وسیعی از فعالیت‌های سلولی گیاه شامل فتوسنتز، تنفس و همچنین خصوصیات جوانه‌زنی، مورفولوژیکی و فیزیولوژیکی گیاه تحت تأثیر قرار می‌گیرد. گیاهان مقاوم به تنش‌های محیطی دارای پایداری بالایی می‌باشند. شاخص پایداری بالا نشان دهنده بی‌تأثیر بودن تنش به ویژگی‌های رویشی و آناتومیکی گیاه می‌باشد بنابراین برای انتخاب یک



گیاه مقاوم برای هدف گیاه‌پالایی باید قدرت جذب بالای گیاه، تولید زیست توده بالا و انتقال زیاد عنصر از ریشه به اندام هوایی مد نظر قرار بگیرد.

منابع

- 1) Pirzadah TB, Malik B, Dar FA. (2019). Phytoremediation potential of aromatic and medicinal plants: A way forward for green economy. *Journal of Stress Physiology & Biochemistry*, 15(3):174-182.
- 2) Ashraf M, Ali Q. (2008). Relative membrane permeability and activities of some antioxidant enzymes as the key determinants of salt tolerance in canola (*Brassica napus* L.). *Environ. Exp. Bot.* 63(1-3): 266-273.
- 3) Abd Manan F, Chai TT, Abd Samad A, & Mamat DD. (2017). Evaluation of the phytoremediation potential of two medicinal plants. *Sains Malaysiana*, 44(4): 503-509.
- 4) Aldjain IM, Al-Whaibi MH, Al-Showiman SS, Siddiqui MH. (2011). Determination of heavy metals in the fruit of date palm growing at different locations of Riyadh. *Saudi Journal of Biological Sciences*. 18(2):175-80.
- 5) Briffa J, Sinagra E, & Blundell R. (2020). Heavy metal pollution in the environment and their toxicological effects on humans. *Heliyon*, 6(9): 4691-4070.
- 6) Chen YG, Huang JH, Luo R, Ge HZ, Wołowicz A, Wawrzekiewicz M, Gładysz-Płaska A, Li B, Yu QX, Kołodyńska D, Lv GY. (2021). Impacts of heavy metals and medicinal crops on ecological systems, environmental pollution, cultivation, and production processes in China. *Ecotoxicology and Environmental Safety*. 219:112336.
- 7) Kummerova M, Zezulka S, Kralova K, Masarovicova E. (2010). Effect of zinc and cadmium on physiological and production characteristics in *Matricaria recutita*. *Biologia Plantarum*, 54(2): 308-314.
- 8) Mousavi Z, Ziarati P, Esmaeli Dehaghi M, Qomi M. (2014). Heavy metals (lead and cadmium) in some medicinal herbal products in Iranian market. *Iranian Journal of Toxicology*, 8(24): 1004-1010.
- 9) Prasad MN. (2003). Phytoremediation of metal-polluted ecosystems: Hype for commercialization. *Russ. J. Plant Physiol.* 50: 686-700.
- 10) Xiong ZT. (1997). Bioaccumulation and physiological effects of excess lead in a roadside pioneer species *Sonchus oleraceus* L. *Environmental Pollution*, 97(3): 275-279.
- 11) Kadukova J, Kalogerakis N. (2007). Lead accumulation from non-saline and saline environment by *Tamarix smyrnensis*Bunge. *Eur. J. Soil Biol.* 43(4): 216-223.
- 12) Ashraf M, Ali Q. (2008). Relative membrane permeability and activities of some antioxidant enzymes as the key determinants of salt tolerance in canola (*Brassica napus* L.). *Environ. Exp. Bot.* 63(1-3): 266-273.
- 13) Mauskar JM. (2007). Cadmium -An Environment Toxicant, Central Pollution Control Board, Ministry of Environment & Forests, Govt of India, Parivesh Bhawan, East Arjun Nagar, Delhi-110032.



- 14) Espana MS, A. Mendez EMP, Palma O, Li dF, Montelongo JG. (1998). Heavy metal concentrations in soils and accumulation in plants growing in a desert slag dumpsite in Nigeria. *Afri. J. Biotechnol.* 7(17): 3053-3060.
- 15) Wu G, Kang H, Zhang X, Shao H, Chu L, Ruan C. (2010). A critical review on the bio removal of hazardous heavy metals from contaminated soils: issues, progress, eco environmental concerns and opportunities. *Journal of Hazardous Materials.* 174(1-3): 1-8.
- 16) Yang B, Shu WS, Ye ZH, Lan CY, Wong MH. (2003). Growth and metal accumulation in vetiver and two *Sesbania* species on lead/zinc mine tailings. *Chemosphere.* 52(9): 1593-1600.
- 17) Prasad MN. (2003). Phytoremediation of metal-polluted ecosystems: Hype for commercialization. *Russ. J. Plant Physiol.* 50: 686-700.
- 18) Salt E, Prince C, Baker M, Raskin I, Pickering J. (1999). Zinc ligands in the PTE hyperaccumulator *Thlaspi caerulescens* determined using X-ray absorption spectroscopy. *Environ. Sci. Technol.* 33(5): 713-717.
- 19) Wang PC, Mori T, Komori K, Sasatsu M, Toda K, Ohtake H. (1989). Isolation and characterization of an *Enterobacter cloacae* strain that reduces hexavalent chromium under anaerobic conditions. *Appl. Environ. Microbiol.* 55(7):1665-1669.
- 20) Khoshgoftar AH, Shariatmadari H, Karimian N, Kalbasi M, Van der Zee SE, Parker DR. (2004). Salinity and zinc application effects on phytoavailability of cadmium and zinc. *Soil Science Society of America Journal.* 68(6):1885-9.
- 21) DeSouza MP, Huang N, Chee Terry N. (1999). Rhizosphere bacteria enhance that accumulation of selenium and mercury in wetland plants. *Planta.* 209: 259-263.
- 22) Du Laing G, De Vos R, Vandecasteele B, Lesage E, Tack FM, Verloo MG. (2008). Effect of salinity on heavy metal mobility and availability in intertidal sediments of the Scheldt estuary. *Estuarine, Coastal and Shelf Science.* 77(4):589-602.
- 23) Bagdat RB, & Eid EM. (2007). Phytoremediation behaviour of some medicinal and aromatic plants to various pollutants. *Journal of Field Crops Central Research Institute (Ankara).* 16(1-2): 1-10.
- 24) Ali BM, P.Vajpayee RD, Tripathi UN, Rai SN, Singht Singh SP. (2003). Phytoremediation of lead, nickel, and copper by *Salix acmophylla* boiss: role of Antioxidant Enzymes and Antioxidant substances. *Bull. Environ. Contam. Toxicol.* 70: 462-469.
- 25) Sun R, Zhou Q, Jin C. (2006). Cadmium accumulation in relation to organic acids in leaves of *Solanum nigrum* L. as a newly found cadmium hyperaccumulator. *Plant Soil.* 285: 125- 134.
- 26) Lasat MM, (2006) Phytoextraction of metals from contaminated soil: a review of plant/soil/metal interaction and assessment of pertinent agronomic issues. *J. Hazard Mater. Res.* 2(1):1-25.
- 27) Shetty KG., Hetrick BAD, Figge DAH, Schwab AP. (1994). Effects of mycorrhizae and other soil microbes on revegetation of heavy metal contaminated mine spoil. *Environ. Pollut.* 86(2): 181-188.

سومین کنفرانس ملی یافته‌های نوین زیست‌شناسی

3rd National Conference On New Biological Findings

۳ الی ۵ خرداد ۱۴۰۲



- 28) Belimov AA, N. Hontzeas VI, Safronova SV, Demchinskaya G, Piluzza S, bullitta glick br. (2005). cadmium-tolerant plant growth-promoting bacteria associated with the roots of Indian mustard (*Brassica juncea* L.). *Soil Biol. Biochem.* 37(2): 241-250.
- 29) Cioica N, Tudora C, Iuga D, Deak G, Matei M, Nagy EM, & Gyorgy Z. (2019). A review on phytoremediation as an ecological method for in situ clean-up of heavy metals contaminated soils. In *E3S Web of Conferences* (Vol. 112, p. 03024). EDP Sciences.
- 30) Jacob JM, Karthik C, Saratale RG, Kumar SS, Prabakar D, Kadirvelu K, Pugazhendhi A. (2018). Biological approaches to tackle heavy metal pollution: a survey of literature. *Journal of environmental management.* 217:56-70.

بررسی ترکیبات اسانس جمعیت شیرازی گیاه بادرنجبویه

لیلا عظیم خانی^{۱*}، سیدمهدی رضوی^۲

۱. دانشجوی کارشناسی ارشد فیزیولوژی گیاهی، دانشکده علوم، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل

۲. استاد تمام فیزیولوژی گیاهی، دانشکده علوم، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل

Email: leilaazimkhani@student.uma.ac.ir

Email: m_razavi@uma.ac.ir

چکیده

بادرنجبویه با نام علمی *Melissa officinalis L.* گیاهی چند ساله و متعلق به تیره نعناعیان (*Lamiaceae*) است. این گیاه به دلیل داشتن اسانس در صنایع دارویی، صنایع غذایی و آرایشی و بهداشتی کاربرد فراوانی دارد. هدف از این پژوهش بررسی ترکیبات اسانس جمعیت شیرازی از بادرنجبویه است. بدین منظور جمع آوری بذر از اطراف شیراز انجام شد سپس اقدام به کشت بذر بادرنجبویه شد و بعد گذشت ۵ ماه که ارتفاع گیاهچه‌ها به حدود ۳۰ سانتی متر (مرحله ۱۲ برگ) رسید، برگ‌ها از ساقه جدا و در مجاورت هوای آزاد و سایه خشک شد. سپس ۲۰ گرم از برگ‌های خشک شده آسیاب شد و با استفاده از دستگاه کلونجر اسانس گیاه استخراج و توسط دستگاه GC-MS آنالیز شد. مدت زمان استخراج اسانس ۳/۵ ساعت بود. نتایج به دست آمده نشان می‌دهد که ترکیبات موجود در اسانس کاربوفیلین اکسید (۰/۸۵۸٪)، آلفاکاربوفیلین (۱/۴۱۸٪)، کاربوفیلین (۴/۰۲۶٪)، گاما کاربوفیلین (۱/۲۶۴٪)، ژرانیال استات (۱/۸۴۸٪)، سیس سیترال (۲۹/۱۰۶٪)، ترانس سیترال (۲۹/۴۱۴٪)، سیترونال (۲۹/۷۲۲٪) هستند. نتایج حاصل از این تحقیق از لحاظ تعیین انواع ترکیب‌های اسانس موجود در گیاه بادرنجبویه با تحقیقات سودره و همکاران و طاهرپور و همکاران مطابقت داشت که سیترال، سیترونال و نرال را به عنوان اجزاء اصلی مشاهده کردند. تحقیقات ما با تحقیقات سام مختارزاده و همکاران سازگاری نسبی داشت که ژرانیال استات، ژرانیال و نرال مشابه بود و ترکیبات دیگر از جمله آلواروماندنرین و متیل-۵-هپتان-۲-وان متفاوت بود.

کلمات کلیدی: اسانس، بادرنجبویه، رقم شیراز.



Investigation of the Essential Oil Composition of the Shiraz Population of *Melissa Officinalis L.*

Leila Azimkhani^{*1}, Seyed Mehdi Razavi²

M.Sc. Student, Department of Biology, Faculty of Science, Mohaghegh Ardabili University, Ardabil, Iran.

Professor of Plant Physiology, Department of Biology, Faculty of Science, Mohaghegh Ardabili University, Ardabil, Iran.

Email: leilaazimkhani@student.uma.ac.ir

Email: m_razavi@uma.ac.ir

Abstract:

Lemon balm with the scientific name *Melissa Officinalis L.* is a perennial herbaceous plant belonging to the *Lamiaceae* (mint family). This plant is widely used in the pharmaceutical, food, cosmetic and hygienic industries due to its essential oil. The purpose of this research is to investigate the essential oil composition of *Melissa officinalis* population of Shiraz. For this purpose, *Melissa officinalis* seeds were collected from around Shiraz, then the seeds of *Melissa officinalis* were planted and after 5 months, when the height of the seedlings reached about 30 cm (12-leaf stage), the leaves were separated from the stem and dried in the open air and shade. Then, 20 grams of dried leaves were ground and its essential oil was extracted using a Clevenger and analyzed by GC-MS. The duration of essential oil extraction was three and a half hours. The obtained results show that the compounds in the essential oil are Caryophyllene oxide (0.858%), Alpha-caryophyllene (1.418%), caryophyllene (4.026%), Gamma-caryophyllene (1.264%), Geranyl acetate (1.848%), E-citral (29.414%), Z-citral (29.106%) and Citronellal (29.722%). The results of this research, in terms of determining the types of essential oil compounds present in *Melissa officinalis*, were in agreement with the researches of Sodre et al. and Tahirpour et al., who observed Citral, Citronellal, and Neral as the main components. Our research was relatively compatible with the research of Sam Mokhtarzadeh et al. that Geranyl, Neral, Geranyl acetate were similar and other compounds such as Alloaromadendrene and Methyl-5-hepten-2-one were different.

مقدمه:

امروزه گیاهان دارویی جزء گیاهان مهم اقتصادی هستند که به صورت خام یا فرآوری شده در طب سنتی و مدرن صنعتی مورد استفاده و بهره برداری قرار می‌گیرند. این گیاهان دارای مواد فعال و اسانس هستند که می‌توانند به انواع داروها تبدیل شوند. بادرنجبویه گیاهی دارویی با نام علمی *Melissa Officinalis L* متعلق به خانواده *Lamiaceae* و بومی غرب آسیا و جنوب اروپا است [۱، ۲]. بادرنجبویه دارای برگ‌های کرکدار و قلبی شکل و نازک به طول ۲ تا ۸ سانتی متر می‌باشد. سطح برگ زبر و دارای رگبرگ‌های عمیق و حاشیه برگ دندانه دار است. گل‌ها به رنگ سفید یا صورتی کمرنگ هستند که دسته‌های کوچک ۴ تا ۱۲ تایی شکوفه تشکیل می‌دهند. بادرنجبویه دارای دانه‌های بسیار کوچک حدود ۱ تا ۱/۵ میلی متر است که دانه‌ها تخم مرغی شکل و به رنگ قهوه‌ای تیره یا مشکی هستند. وزن دانه‌ها ۰/۵ تا ۰/۷ است. این گیاه سیستم ریشه‌ای مویی و تعداد زیادی ریشه جانبی دارد که باعث می‌شود گیاه با شرایط محیطی متفاوت سازگار شود [۳]. بیشتر خواص بادرنجبویه به عناصر تشکیل دهنده اسانس آن نسبت داده شده است [۲]. کمیت و کیفیت مواد موثر اسانس به منطقه جغرافیایی، میزان رطوبت، نور، دمای محیط، میزان بارندگی، ترکیب خاک، روش استخراج و... بستگی دارد [۴]. بیش از ۱۰۰ ماده شیمیایی در بادرنجبویه شناسایی شده که ترکیبات اصلی سیترال (مونوترپن) ۴۸٪، سیترونال (مونوترپن) ۳۹/۴٪ و بتا کاریوفیلین (آلکالوئید) ۲/۳۷٪ اسانس را تشکیل می‌دهند. اسانس به مقدار بسیار کم حاوی موادی مانند اسید رزماری، اسیدهای فنولیک یک کربنه و فلاونوئید است [۵].

سیترال از ترکیب‌های اصلی بادرنجبویه و یک مونوترپن تک حلقه‌ای است. سیترال مخلوط ایزومرهای سیس و ترانس می‌باشد [۶]. سیترال با مهار بیوسنتز ارگوسترول (ارگوسترول یک استرول در دیواره قارچ‌ها است) و توقف چرخه سلولی، فعالیت ضد قارچی را نشان می‌دهد [۷]. بتا کاریوفیلین، یک ترکیب گیاهی، عضوی از سزکوئی‌ترین‌ها (دو حلقه‌ای) است در طبیعت عمدتاً به صورت ترانس کاریوفیلین مخلوط با مقادیر کمی از ایزومرهای آن، ایزوکاریوفیلین، آلفا کاریوفیلین وجود دارد. مشتق اکسیداسیون آن، اکسید بتا کاریوفیلین است. بتا کاریوفیلین و اکسید بتا کاریوفیلین به دلیل داشتن بوی چوبی قوی و به عنوان افزودنی‌های آرایشی و بهداشتی استفاده می‌شوند [۸]. لیمونن یک ترپن تک حلقه‌ای است که از ۲ ایزوپرن به وفور در طبیعت به عنوان متابولیت‌های ثانویه تولید می‌شود [۹].

روش کار:

کشت گیاه:

این تحقیق در سال ۱۴۰۱-۱۴۰۲ در آزمایشگاه تحقیقاتی فیزیولوژی گیاهی دانشگاه محقق اردبیلی انجام شد. ابتدا اقدام به جمع آوری بذر از اطراف شیراز و سپس اقدام به کشت بذر بادرنجبویه در گلدان هایی به ابعاد ۱۹ شد. بذر کشت شده پس از ۷ روز تحت شرایط گلخانه جوانه زد و بعد از ۷ روز اقدام به آبیاری گلدان ها شد. برنامه آبیاری به صورت یک روز در میان ادامه یافت. وقتی ارتفاع گیاهچه ها به حدود ۱۲ سانتی متر رسید (مرحله ۶ برگ) اقدام به تنک گیاهچه ها در ۱۵ گلدان شد و در هر گلدان ۵ بوته قرار داده شد و برنامه آبیاری به ۳ روز در هفته تغییر یافت. وقتی ارتفاع گیاهچه ها به حدود ۳۰ سانتی متر رسید (مرحله ۱۲ برگ)، برگ ها از ساقه جدا و در هوای آزاد و سایه خشک شد.

تقطیر و تجزیه اسانس:

۲۰ گرم از برگ های خشک شده با آسیاب خانگی آسیاب شد و سپس با استفاده از روش تقطیر با آب به وسیله دستگاه کلونجر اقدام به استخراج اسانس گیاه شد. مدت زمان استخراج اسانس ۳/۵ ساعت بود. پس از ۳/۵ ساعت اسانس به دست آمده درون میکروتیوپ ریخته شد و به منظور بررسی ترکیبات اسانس بادرنجبویه، اسانس توسط دستگاه GC/MS آنالیز شد.

ارزیابی اسانس بادستگاه Agilent 7896B series GC و Agilent 5977A series MSD مجهز به دکتور Triple-Axis (EMP) و سه تکرار بیولوژیک انجام گرفت. این آشکارساز مجهز به سیستم یونیزاسیون از نوع EI بوده و آنالیز آن از نوع Single Quadrupole می باشد. یک ستون با فاز ساکن دی متیل سلوگزان به طول ۳۰ متر، قطر ۰/۲۵ میلی متر و اندازه ذرات ۰/۲۵ میکرومتر جهت انجام مطالعه حاضر مورد استفاده قرار گرفت و دمای اینجکتور ۲۸۰ درجه سلسیوس بود. دمای ستون با سرعت ۸۰ درجه سلسیوس در دقیقه به ۱۰۰ درجه سلسیوس رسیده و سپس با سرعت ۶۰ درجه سلسیوس در دقیقه به ۱۱۰ درجه سلسیوس می رسید و نهایتاً با ۶۰ درجه سلسیوس در دقیقه به ۳۱۰ درجه سلسیوس می رسید. انرژی یونیزاسیون MS، ۷۰ الکترون ولت تنظیم گردید. گاز حامل هلیوم بوده و با دبی یک میلی لیتر در دقیقه جریان داشت. یک میکرولیتر از هر نمونه در هربار اندازه گیری تزریق شد. نمونه ها ابتدا به نسبت ۱ به ۱۰۰ با ان هگزان رقیق شده و سپس به دستگاه تزریق شدند. بررسی طیف جرمی ترکیبات و مقایسه آنها با طیف جرمی پیشنهادی توسط کتابخانه های دستگاه GC-MS و همچنین با مقایسه طیف های جرمی ترکیب های استاندارد موجود در کتابخانه Wiley7n.1 و NIST50a.L مقایسه شدند.

سومین کنفرانس ملی یافته‌های نوین زیست‌شناسی

3rd National Conference On New Biological Findings

۳ الی ۵ خرداد ۱۴۰۲



نتایج:

ترکیبات تشکیل دهنده اسانس: بازده وزنی حجمی اسانس به دست آمده از برگ گیاه بادرنجبویه ۳/۳۳٪ و رنگ اسانس بی رنگ بود. بر اساس نتایج حاصل از بررسی طیف GC-MS، مهمترین ترکیبات تشکیل دهنده اسانس کاربوفیلین اکسید (۰/۸۵۸٪)، آلفاکاربوفیلین (۱/۴۱۸٪)، کاربوفیلین (۴/۰۲۶٪)، گاما کاربوفیلین (۱/۲۶۴٪)، ژرانیال استات (۱/۸۴۸٪)، سیس سیترال (۲۹/۱۰۶٪)، ترانس سیترال (۲۹/۴۱۴٪)، سیترونلال (۲۹/۷۲۲٪) بودند (جدول ۱).

درصد فراوانی: نتایج نشان دادند که (بر حسب درصد) ۴ ترکیب تشکیل دهنده اسانس بادرنجبویه، از ترکیب های دیگر بیشتر بود (جدول ۱). ترکیب عمده تشکیل دهنده اسانس شامل ترانس سیترال، سیس سیترال، کاربوفیلین و سیترونلال بودند.

جدول ۱. ترکیبات تشکیل دهنده اسانس بر اساس درصد فراوانی و زمان بازداری

شاخص بازداری	زمان بازداری (دقیقه)	درصد فراوانی	ترکیبات تشکیل دهنده اسانس
۱۴۱۱	۲۲/۳۵۸	۰/۸۵۸	کاربوفیلین اکسید
۱۴۵۶	۲۰/۰۳۰	۱/۴۱۸	آلفا کاربوفیلین
۱۳۹۶	۱۹/۳۴۹	۴/۰۲۶	کاربوفیلین
—	۱۹/۰۴۰	۱/۲۶۴	گاما کاربوفیلین
۱۳۷۹	۱۸/۴۸۵	۱/۸۴۸	ژرانیال استات
۱۳۳۸	۱۶/۴۴۲	۲۴/۴۱۴	ترانس سیترال
۱۱۴۸	۱۵/۹۶۶	۲۹/۷۲۲	سیترونلال
۱۳۱۶	۱۵/۵۰۶	۲۹/۱۰۶	سیس سیترال



بحث:

آنچه که از نتایج فوق حاصل می‌شود این است که فراوان ترین ترکیبات تشکیل دهنده اسانس ترانس سیترال، سیس سیترال، کاربوفیلین و سیترونلال هستند. آب و هوا، خاک، نور، نژاد گیاه، سن گیاه و... از عوامل موثر در کیفیت اسانس هستند. علاوه بر این زمان جمع آوری و حتی ساعات روز هم بر میزان ترکیبات تشکیل دهنده اسانس تاثیر می‌گذارند. این نتایج نشان می‌دهد که مطالعات ما با مطالعات سودره و همکاران که نرال، ژرانیال و سیترونلال را به عنوان اجزاء اصلی مشاهده کردند و با تحقیقاتی که طاهر پور و همکاران در منطقه کردستان انجام دادند که سیترال (۳۷/۲٪)، نرال (۲۳/۹٪) و سیترونلال (۲۰/۳٪) را به عنوان ترکیبات اصلی معرفی کردند سازگاری داشت [۱۱، ۱۰]. اما مطالعات ما با مطالعات سام مختارزاده و همکاران که ژرانیال (۴۳/۴٪ - ۴۴/۸٪)، نرال (۲۶/۸٪ - ۳۰/۳٪)، آلوارومادندین (۸/۵٪ - ۱/۶٪)، ژرانیال استات (۵/۷٪ - ۷/۴٪)، بتاکاریوفیلین، ۶ متیل-۵-هیپتان-۲-وان را به عنوان اجزاء اصلی اسانس مشاهده کردند [۱۲] سازگاری نسبی داشت. علاوه بر این در یک نمونه بررسی شده دیگر نرال (۳۲/۸٪ - ۳۳/۸٪) و ژرانیال (۴۵/۲٪ - ۴۵/۱٪) به عنوان اجزاء غالب برگ بادرنجبویه در سال اول و دوم رشد گیاه یافت شد. با توجه به این مطالعه سن گیاه ممکن است در ترکیبات فرار باعث تغییراتی شود [۱۳].

منابع:

- 1- Banerjee, A. & Roychoudhury, A. 2018. Effect of Salinit Stress on Growth and Physiology of Medicinal Plants. Sprin. 177-188.
- 2- Menezes, C., Guerra, F. Q., Pinheiro, L. S, Trajano, V. N., Pereira, F., deSouza, V. G., deSouza FS. & Lima, E. 2015. Investigation of Melissa officinalis L. essential oil for antifungal activity against Cladosporium carrionii. Inter. J. Tropica Disease Health.8,49.-54
- 3- Moradkhani, H., Sargsyan, E., Bibak, H., Naseri, B., Sadat-Hosseini, M., Fayazi-Barjin, A., & Meftahizade, H. (2010). Melissa officinalis L., a valuable medicine plant: A review. Journal of Medicinal Plants Research, 4(25), 2753- 2759.
- 4-Ehsani, A., Alizadeh, O., Hashemi, M. 2017. Phytochemical, antioxidant and Antibacterial properties of Melisa officinalis and Dracocephalum moldavica Essential oils. Veterinary Research Forum,8: 223-229.
- 5- Khorshidi, M., & Hamed, F. (2014). Effect of putrescine on lemon balm under salt stress . International Journal of Agriculture and Crop Sciences, 7(9), 601-605.
- 6- Wen-Cchien Lu & et al., (2016). Preparation, characterization, and antimicrobial activity of nanoemulsions incorporating citral essential oil.



سومین کنفرانس ملی یافته‌های نوین زیست‌شناسی

3rd National Conference On New Biological Findings

۳ الی ۵ خرداد ۱۴۰۲



کد اختصاصی:
۰۲۲۳۰۵۰۲۳۲

- 7- Zore GB, Thakre AD, Jadhav S, Karuppayil SM (2011) Terpenoids inhibit *Candida albicans* growth by affecting membrane integrity and arrest of cell cycle. *Phytomedicine*, 18, 1181–1190.
- 8-Sarpietro, M. G., A. Di Sotto, M. L. Accolla, and F. Castelli. 2015. Interaction of β -caryophyllene and β -caryophyllene oxide with phospholipid bilayers: differential scanning calorimetry study. *Thermochim. Acta* 600:28–34. doi:10.1016/j.tca.2014.11.029.
- 9- The stereochemical indicator “D” cannot be applied to limonene as the use of “D” And “L” notation to describe the absolute stereochemistry is meaningful only for monosaccharides and amino acids. See: E. C. Ressler, Naming Limonene Correctly. *Chem. Eng. News* 2011, 89 (23), 4
- 10- A.C.B. Sodre, J.M.Q. Luz, L.L. Haber, M.O.M. Marques, C.R. Rodrigues and A.F. Blank, *Organic and mineral fertilization and chemical composition of lemon balm (Melissa officinalis) essential oil*. *Braz. J. Pharmacog.*, 22, 40–44 (2011).
- 11- A. Taherpour, H. Maroofi, Z. Rafie and K. Larijani, Chemical composition analysis of the essential oil of *Melissa officinalis* L. from Kurdistan, Iran by HS/SPME method and calculation of the biophysicochemical coefficients of the components. *Nat. Prod. Res.*, 26, 152–160 (2012).
- 12- Sam Mokhtarzadeh, Betul Demirci, Gamze Goger, Khalid Mahmood Khawar & Nese Kirimer (2017) Characterization of volatile components in *Melissa officinalis* L. under in vitro conditions, *Journal of Essential Oil Research*, 29:4, 299-303, DOI: 10.1080/10412905.2016.1216900.
- 13- R. Nurzynska-Wierdak, A. Bogucka-Kocka and G. Szymczak, Volatile constituents of *Melissa Officinalis* leaves determined by plant age. *Nat. Prod. Commun.*, 9, 703–706 (2014).



بررسی ریخت‌شناسی و تنوع ژنتیکی گیاه استبرق (*Calotropis procera*) در ایران

محمد رضا کردستی^۱، مسعود شیدایی^۲، فهیمه کوهدار^۳

۱- کارشناسی ارشد سیستماتیک و بوم‌شناسی شهید بهشتی ۲- استاد تمام، دانشگاه شهید بهشتی ۳- استاد راهنما، دانشگاه شهید بهشتی

ایمیل: f_koohdar@yahoo.com - msheidai@yahoo.com - mjkordasti@gmail.com

چکیده

گونه *Calotropis procera* (استبرق) از خانواده (خرزهره) Apocynaceae و زیر تیره Asclepidoideae است. این گیاه بومی مناطق گرمسیری و نیمه گرمسیری آفریقا، آسیا است و به وفور در خاورمیانه یافت می‌شود. این گونه در استرالیا و جزایر اقیانوس اطلس، مکزیک، آمریکای جنوبی و مرکزی و جزایر کارائیب نیز رویش دارد. این گونه در رویشگاه‌های خشک و شور (۱۵۰ تا ۱۰۰۰ میلی متر بارندگی) و گاهی اوقات در خاکهای کاملاً زهکشی شده در نواحی با بیش از ۲۰۰۰ میلی متر بارندگی سالیانه می‌روید. استبرق معمولاً تا ارتفاع ۱۰۰۰ متر از سطح دریا رشد می‌کند. این گیاه در ایران در مناطق گرمسیر و سواحل جنوبی دریای عمان از خوزستان تا مکران بلوچستان دیده می‌شود. این گیاه دارای اهمیت بسیار زیاد دارویی، اقتصادی (صنعتی) و اکولوژیکی می‌باشد، در عین حال این گیاه دارای شیرابه سفید رنگ سمی است. در این مطالعه صفات مورفولوژیکی و مولکولی متعلق به گونه *Calotropis procera* به لحاظ صفات ریخت‌شناسی مورد بررسی قرار می‌گیرد. در مجموع، ۱۰ صفت کمی و ۷ صفت کیفی در ارتباط با ساختمان تشریحی استبرق، مورد ارزیابی و اندازه‌گیری قرار گرفتند. در بررسی تشریحی این گونه، صفاتی همچون وجود فرم رویشی درختی و درختچه ای، نوع خاک، شکل برگ، اندازه دم‌برگ، ضخامت برگ، رنگ بذر، رنگ کرک ابریشمی، نسبت طول به عرض برگ، فاصله میانگره، اندازه دم‌گل، اندازه بذر، اندازه میوه، اندازه کرک ابریشمی و... از ویژگی‌های بارز ریخت‌شناسی این گونه در ایران می‌باشند.

کلمات کلیدی: *Calotropis procera*، صفات ریخت‌شناسی استبرق، سیستان و بلوچستان، polymorphism



Investigating the morphology and genetic diversity of the *calotropis procera* plant in Iran

Mohammedreza Kordasti¹, Masoud Shidaei², FahimeKoohdar³

1- Shahid Beheshti Master of Systematics and Ecology

2- Full Professor, Shahid Beheshti University 3- Supervisor, Shahid Beheshti University

Email: mjkordasti@gmail.com, msheidai@yahoo.com - fkoohdar@yahoo.com

Abstract

Calotropis procera species is from Apocynaceae family and Asclepedioideae subfamily. This plant is native to tropical and subtropical regions of Africa, Asia and is abundantly found in the Middle East. This species also grows in Australia and the islands of the Atlantic Ocean, Mexico, South and Central America, and the Caribbean islands. This species grows in dry and salty habitats (150 to 1000 mm of rainfall) and sometimes in well-drained soils in areas with more than 2000 mm of annual rainfall. It usually grows up to 1000 meters above sea level. This plant can be found in Iran in tropical regions and southern coasts of the Oman Sea from Khuzestan to Makran, Baluchistan. This plant has great medicinal, economic (industrial) and ecological importance, at the same time, this plant has a poisonous white sap. In this study, the morphological and molecular traits of *Calotropis procera* are investigated in terms of morphological traits. In total, 10 quantitative traits and 7 qualitative traits were evaluated and measured in connection with the anatomical structure of *Istabargh*. In the anatomical investigation of this species, traits such as the presence of tree and shrub growth form, soil type, leaf shape, petiole size, leaf thickness, seed color, silky hair color, leaf length to width ratio, internode distance, flower stalk size, seed size, The size of the fruit, the size of the silk fluff, etc. are among the prominent morphological features of this species in Iran.

Key words: *Calotropis procera*, morphological characteristics of *Estbargh*, Sistan and Baluchistan



مقدمه

procera(A جنس

رنگ، برگ‌ها بزرگ، متقابل و متقاطع، نسبتاً گوشتی و ضخیم، گلها واقع در گرزن شبیه چتر محوری یا انتهایی. کاسه گل دارای ۵ لوب، لوبها بلند تر از بخش پیوسته، در نوک معمولاً ارغوانی. میوه برگه باد کرده، هر برگه دارای حدوداً ۳۰۰ تا ۵۰۰ دانه میباشد. دانه‌های مسطح رسیده به رنگ قهوه‌ای روشن تا تیره، دانه‌ها دارای دو ابعاد ۰/۶ یا ۰/۸ سانتیمتر می‌باشند. انتهای دانه دارای یک دسته تارهای ابریشمی که دارای اندازه‌های متنوع ۱/۵-۴ سانتیمتر و به رنگهای کرم تا سفید می‌باشند. این گیاه در ایران در مناطق گرمسیر و سواحل جنوبی دریای عمان از خوزستان تا مکران بلوچستان دیده می‌شود، از نزدیک دریا (بندر عامری بوشهر) تا ۱۱۰۰ متری (شهرستان بم، کرمان) رشد دارد. استبرق از غرب آفریقا تا جنوب آنگولا، شمال و شرق آفریقا، ماداگاسکار، شبه جزیره عرب، جنوب آسیا، ایران، افغانستان، پاکستان، هندوستان، کویت، عربستان، قطر، امارات، سوریه، فلسطین، هند و چین تا مالزی پراکنش دارد. این گونه در استرالیا و جزایر اقیانوس اطلس، مکزیک، آمریکای جنوبی و مرکزی و جزایر کارائیب نیز رویش دارد (Rahman and Wilcock, 1991). این گیاه در خوزستان غلب و عشار، در بوشهر غرق یا کرک، در جنوب فارس، هرمزگان، سینان بلوچستان و کرمان بنام کرک یا کرگ شناخته میشود. استبرق توسط بذر تکثیر میشود، ولی با آنکه بذر زیادی تولید میکند، از پراکنش کمی برخوردار است. به نظر میرسد که استقرار این گیاه به صورت طبیعی با مشکل روبرو میباشد. این گیاه تولید برگه‌هایی مینماید که بذرها درون آن قرار دارند. این برگه‌ها پس از رسیدن به طور طبیعی باز شده و بذرها از آن بیرون می‌ریزند (Katembe, al et. ۱۹۹۸). بذرها استبرق فاقد خواب اولیه هستند و هرچه مدت نگهداری بذر طولانی‌تر شود، درصد جوانه زنی و سرعت جوانه زنی آنها کاهش مییابد (Sobhi-Al, al ۲۰۰۶). Et. جوانه زنی تعیین کننده شروع رشد گیاه چه میباشد و به دنبال آن استقرار گیاهچه مهمترین مرحله در چرخه زندگی گیاه است (Blum and Delesalle. ۱۹۹۴)، پراکنش بذرها به وسیله باد میباشد. نهال‌ها ممکن است از یک دوره بارانی به وجود بیایند، اما فقط تعداد کمی زنده می‌مانند (Cuthbertson, ۲۰۰۱)، با استفاده از ذخیره غذایی ریشه اصلی، استبرق هر سال پس از آتش سوزی یا قطع شدن میتواند دوباره جوانه بزند (۲۰۱۵). Hassan and Parsons بررسی ریخت‌شناسی، اکولوژیکی، و ژنتیکی در مورد جنس Calotropis در مناطق محدود و مختلف جهان انجام شده است، با توجه به قرارگیری کشور ایران در مناطق کم باران و خشک تاکنون پژوهش‌های کافی برای شناخت ویژگی‌های مورفولوژیک و فیزیولوژیک استبرق انجام نشده است. در سال ۱۳۹۹ علیمرادی و همکاران با مطالعه ریخت‌شناسی تخمدان، میوه، دانه، و تارهای استبرق، ساختار و فراساختار آن را با میکروسکوپ نوری و الکترونی (نگاره) مورد مطالعه قرار دادند. در سال ۲۰۰۹ عاشوری، به



بررسی خواص مورفولوژیکی و شیمیایی استبرق با چوب معمولی پرداخت و الیاف پوست ساقه بلندتر و الیاف بذر کوتاهتر و متراکم تر بوده ،الیاف پوست دارای لیگنین پایین و سلولز بالایی بود و این حائز اهمیت است. سال (۲۰۱۴) Mariana، از برزیل به بررسی روغن های بذر های مختلف از جمعیت استبرق از مناطق با آب و هوای مختلف پرداخته و تاثیر مثبت شرایط محیطی بر بیوسنتز انواع روغن های اصلی اسید چرب را بررسی کرده است.

اهمیت دارویی جنس (Calotropis)

تقریباً از بیشتر قسمت‌های درختچه استبرق می توان در مصارف مختلف استفاده کرد (Hassan et al., 2016). همه قسمت‌های این درخت به غیر از گلها قادر به تولید مقادیر زیادی شیرابه سفید رنگ (Latex) می باشند (Mohamed et al., 2016). این شیره پس از جداسازی به وسیله سانتریفوژ شامل کائوچو، سرم و روغن می باشد (Mohamed et al., 2016). استبرق دارای پتانسیل های فراوان در این زمینه است ، یک ضد باکتری قوی (عصاره متانول)، ضد قارچ، دارای فعالیت آنتی اکسیدان قوی، فعالیت سیتوتوکسیک، ضد دیابت، ی ک لاروکش قوی، ضد اسهال، فعالیت نفروتیکی، سقط جنین ،حشره کش، ضد التهاب، و التیام زخم و ضد سرطان و... است. (Sri padmapriya et al., 2018) بافت های استبرق مخصوصاً پوست ریشه آن برای درمان بیماریهای مختلفی از قبیل جذام ،تب ،مالاریا و مارگزیدگی استفاده می شود (Parrotta, 2001). شیره استبرق سمی است و می تواند باعث تاول زدن ،خارش و تحریک پوست در اشخاص حساس شود (Little et al., 1974) استبرق دارای خاصیت آنتی اکسیدان، ضد میکروبی ، و ضد رشد سلولی است. در طب سنتی از برگ ها، ساقه ، و ریشه آن برای درمان زخم ها و امراض پوستی ،اسهال ،بیماری فیستول و سینوس مویی استفاده می شود. (Moronkola et al., 2011). در مناطق سواحل آفریقا این گیاه برای ورم پوستی ،اسهال خونی و واریس استفاده می شود (Von Maydell, 1986). در طب سنتی هندوستان از پودر خشک ریشه بطور موثری برای درمان برونشیت ،آسم ،امراض کبدی و طحال استفاده می گردد و از شیره آن برای درمان ریزش مو، دندان درد ،تب نوبه، تورم مفاصل ، و رعشه استفاده میشود (Vohra, 2004). برگ های استبرق به عنوان داروی روماتیسم ،اوریون و سوختگی در هندوستان استفاده می شود (Murti et al., 2010). گل های استبرق برای درمان عوارض گوارشی ،آکنه ،در مناطق سواحلی غرب و مرکز آفریقا استفاده می گردد (Von Maydell, 1986). الیاف ساقه این گونه میتواند جهت استفاده در صنایع لیگنوسلولزی از جمله کاغذسازی مورد بررسی جامع قرار گیرد (دهقانی فیروزآبادی و همکاران، ۱۳۹۵). الیاف تولید شده از این گیاه برخلاف سایر الیاف سلولزی طبیعی دیگر، دانسیته کمی (۰/۹ گرم بر سانتیمتر مکعب) دارند و تلاش شده است از ابریشم خام گل آذین این گیاه به عنوان ماده پرکننده در لباس استفاده شود (Kamran et al., 2010).



ترکیبات شیمیایی جنس (Calotropis)

استبرق یک گیاه چند منظوره است با قابلیت‌های بیولوژیکی مختلف، ثابت شده است که در ریشه، برگ، ساقه و گل استبرق حضور متابولیت‌ها مانند کربوهیدراتها، فلاونوئیدها، تانن‌ها، ترپنوئیدها، ساپونین‌ها، فنل‌ها، الکلونوئیدها، کالوتروپین، اوشارین، استروئیدها، و گلیکوزیدهای قلبی در انواع مختلف بخشهای گیاه وجود دارد. (Mossa et al., 1991). در عصاره برگ استبرق اسیدهای چرب چون پالمیتیک اسید، استر، اسید لینولئیک و اسیدهای آمینه وجود دارد. (Pattnaik et al., 2017).

این گیاه یک شاخص زیستی مفید برای پالایش آلودگی در مناطق شهری و حاشیه می باشد. استبرق دارای خاصیت تجمع فلزات سنگین در برگهای خود است (D souzaa et al., 2010). شیره درخت به عنوان شاخص زمین‌های در حال فرسایش در غرب آفریقا بکار می‌رود. (Leeuwenberg, 1987). استبرق به خاطر اثر آلوپاتیک به عنوان کنترل‌گر علف‌های هرز و حشره‌کش طبیعی به کار گرفته می‌شود. (Samreen et al., 2009). به عنوان یک اتصال دهنده خاک و سنگ، مانع از فرسایش خاک شده و به عنوان کود سبز، برای مالچ‌پاشی استفاده می‌شود. (Sri padmapriya et al., 2018).

روش کار:

به منظور بررسی ویژگیهای ریخت‌شناسی گونه استبرق در ایران، نمونه‌ها از رویشگاهها و مناطق طبیعی جمع‌آوری شدند و به وسیله منابع معتبر همچون فلور ایران (محمودضعیفی، ۲۰۰۱) گونه‌ای که نمونه‌ها بدان تعلق داشتند تایید گردید؛ سپس سطح نمونه‌های جمع‌آوری شده تمیز گشته، به وسیله روزنامه و کاغذ پارس خشک شده و به منظور نگهداری، بر روی مقوای مخصوص (شیت هرباریومی) چسبانده و لیبل-گذاری شدند. نمونه‌ها به وسیله ی لوپ مدل NOVEL بررسی شده و صفات ریخت‌شناسی آنها شرح داده شد.

ویژگیهای ریخت‌شناسی استبرق:

گیاهی درختچه‌ای افراشته یا درختی کوچک به ارتفاع ۵ متر و بیشتر با شاخه‌های منشعب خمیده یا نیمه افراشته تا افراشته از قاعده و شرابه شیری رنگ، شاخه‌های جوان پوشیده از کرکهای نمدی سفید رنگ. برگها به طول تا ۱۵ سانتیمتر، گاهی تا ۲۷ سانتیمتر (میناب) و بیشتر و به عرض تا ۱۰ سانتیمتر، گاهی تا ۱۹ سانتیمتر، تخم مرغی پهن، تخم مرغی_مستطیلی، بیضی شکل یا واژ تخم مرغی، ساده، در قاعده کم

سومین کنفرانس ملی یافته‌های نوین زیست‌شناسی

3rd National Conference On New Biological Findings

۳ الی ۵ خرداد ۱۴۰۲



وبیش قلبی و یا باریکتر ، نوک در بیشتر موارد تیز ، گاهی گرد (بوشهر) ، دم‌برگ کوتاه و یا تقریباً نیست ، برگ‌ها ی جوان دارای کرک‌های سفید نمدی . گل‌ها به قطر تقریبی ۲/۵ سانتیمتر . دم گل از ۱/۵ تا ۳ سانتیمتر و دم‌گل آذین به طول ۱۰ تا ۱۵ سانتیمتر . کاسبرگ‌ها به طول تقریبی ۵ میلیمتر . جام گل به طول تقریبی ۱۰-۱۵ میلیمتر ، سطح بیرونی جام سفید و سطح داخلی ارغوانی ، لوب‌ها در نوک ارغوانی پررنگ ، به طول ۶ تا ۸ میلیمتر ، بدون کرک ، نوک تیز . میوه به طول ۶ تا ۱۰ و ضخامت ۳ تا ۵ سانتی متر ، خمیده ، نوک غیر برگشته به داخل بافت ، دم میوه ۲ تا ۲/۵ سانتی متر . دانه‌ها به طول تقریبی ۶ تا ۸ میلیمتر ، تخت ، در دو رنگ قهوه‌ای روشن تا تیره ، تخم مرغی پهن دارای یک دسته تارهای ابریشمی به طول تقریبی ۱/۵ تا ۴ سانتی متر ، تارهای ابریشمی به رنگ کرم یا سفید می‌باشند. زمان گلدهی تقریباً تمام طول سال است ، گل‌ها بیشتر در اواخر ماه فروردین تا آبان مشاهده می‌شود .

جدول (۱) اطلاعات جمعیت‌های مورد مطالعه ارائه شده است

Pop	leaf base	L/W leaf	leafstalk	thickness leaf	internode	Peduncle	Heigh	Folicol size	seed color	popups seed size	popups color	Seed size
1	1	1.6	1	2	9	2.2	4.5	7.5	2	2	1	0.6
2	2	1.6	2	2	3	1.7	3	5.5	1	2	2	0.6
3	1	1.6	2	2	4	2	3	8	2	1.8	1	0.6
4	1	1.8	2	1	6.5	3	4.5	6.5	1	2.5	1	0.8
5	1	1.8	2	2	3	1.7	3	6	2	2.2	2	0.8
6	1	1.9	1	1	7.5	2	4.5	6	1	2.5	1	0.6
7	2	1.6	2	2	5	2	7	7	2	3	1	0.8
8	1	2	2	1	7	1.8	3	7	2	2	1	0.8
9	2	1.5	2	1	2.5	1.7	2.5	7	2	2	1	0.8
10	2	1.4	1	2	2	1.7	5	8	2	3	1	0.8
10	1	1.6	1	2	3	1.6	3.5	8	2	2	2	0.8
11	1	1.7	2	1	5	2.7	5	7	2	3	1	0.8
12	1	1.9	2	1	3.5	2	4	7	1	3.2	2	0.8

جهت انجام ریخت‌شناسی از مناطق مختلف جمعیت‌هایی با حداقل ۵ و حداکثر ۱۱ پایه مورد بررسی ریخت‌شناسی قرار گرفتند .



سومین کنفرانس ملی یافته‌های نوین زیست‌شناسی

3rd National Conference On New Biological Findings

۳ الی ۵ خرداد ۱۴۰۲



شکل ۱: الف) فرم رویشی (ب) شکل برگ، دمگل و میوه (ج) میوه شکوفا شده به همراه بذر، کرک ابریشمی نازک و گل

6





سومین کنفرانس ملی یافته‌های نوین زیست‌شناسی

3rd National Conference On New Biological Findings

۳ الی ۵ خرداد ۱۴۰۲



دانشگاه گیلان و بوستان



سومین کنفرانس ملی یافته‌های نوین زیست‌شناسی

ISC

کد اختصاصی:
۰۲۲۳۰۵۶۳۲



شکل ۲: برخی صفات مهم در استبرق: این صفات دارای ارزش تاکسونومیکی است. (استخراج شده از (Dalia G. Gabr, 2014).

سومین کنفرانس ملی یافته‌های نوین زیست‌شناسی

3rd National Conference On New Biological Findings

۳ الی ۵ خرداد ۱۴۰۲



کد اختصاصی:
۰۲۳۰۵-۰۲۳۰۵



شکل ۳. نقشه پراکنش استبرق در ایران جمعیت های ۱-۱۲ مطابق جدول ۲ هستند. در مجموع ۸۰ گیاه از ۱۲ جمعیت جغرافیایی برای تحقیقات ریخت شناسی و ژنتیکی مورد مطالعه قرار گرفتند

جدول (۲): اطلاعات جمعیت های مورد مطالعه در بررسی ریخت شناسی

No	POP	Habit	soil type	Altitude	Latitude	Longitude	Humidity	Temperature
1	Sistan, Pashamak	Shurbs	Sandy- Clay	635	2639	6143	50%	40-28
2	Boshehr, Ab pakhsh	Tree	Sandy- Clay	33	2936	5106	25%	50-38
3	Kerman, Kahnoj	Shurbs	Sandy- Clay	508	2795	5770	31%	45-30
4	Hormozgan, Bandar jask	Shurbs	Sandy	6	2563	5776	70%	37-33
5	Khozestan, Dezfol	Shurbs	Sandy	117	3235	4837	18%	45-23
6	Hormozgan, Minab	Shurbs	Sandy	30	2713	5702	40%	45-30
7	Kerman, Bam	Tree	Sandy- Clay	1074	1910	5830	33%	44-24
8	Khozestan, Shoahtar	Shurbs	Sandy	65	3211	4892	15%	50-28
9	Fars, Girkarzin	Shurbs	Sandy- Clay	870	2831	5284	33%	44-24
10	Boshehr, Samal	Tree	Sandy- Clay	72	2910	5122	20%	50-35
11	Hormozgan, Goarzonak	Shurbs	Sandy	20	2709	5702	40%	43-30
12	Sistan, Chabahar	Shurbs	Sandy- Clay	45	2529	6007	65%	38-35



میزان تنوع ژنتیکی (جدول ۲) در ۱۲ جمعیت از گونه *C.procera* بررسی شد. بالاترین سطح شاخص شانون (0.339)، هتروزیگوسیتی مورد انتظار (0.233) و درصد پلی مورفیسم (66.67) در جمعیت سیستان و بلوچستان (پشامگ، ایرانشهر) مشاهده شد.

Pop	N	Na	Ne	I	He	uHe	%P
Pop1	11.000	1.333	1.368	0.339	0.223	0.233	66.67%
Pop2	6.000	1.103	1.342	0.283	0.192	0.209	51.28%
Pop3	10.000	1.179	1.310	0.277	0.184	0.194	53.85%
Pop4	3.000	0.795	1.150	0.138	0.091	0.110	25.64%
Pop5	4.000	0.897	1.248	0.227	0.150	0.171	43.59%
Pop6	7.000	1.154	1.372	0.312	0.212	0.228	56.41%
Pop7	5.000	0.744	1.257	0.208	0.143	0.159	35.90%
Pop8	5.000	1.051	1.279	0.255	0.167	0.186	51.28%
Pop9	6.000	1.282	1.316	0.296	0.191	0.209	64.10%
Pop10	4.000	0.513	1.155	0.130	0.088	0.101	23.08%
Pop11	8.000	0.718	1.185	0.173	0.113	0.120	35.90%
Pop12	10.000	1.128	1.300	0.266	0.175	0.184	56.41%
Total	6.583	0.991	1.273	0.242	0.161	0.175	47.01%

جدول (۳): ما از نتایج تجزیه و تحلیل تنوع ژنتیکی مطالعه قبلی خود بر روی این گیاهان (کردستی و همکاران، تحت بررسی) استفاده کردیم و از آنها برای مطالعه تنوع ژنتیکی در این مقاله هم استفاده کردیم.

بحث و نتیجه گیری

مطالعه حاضر به منظور بررسی ریخت‌شناسی گونه *Calotropis procera* در ایران صورت پذیرفت. استبرق توسط بذر تکثیر میشود، ولی با آنکه بذر زیادی تولید میکند، از پراکنش کمی برخوردار است. به نظر میرسد که استقرار این گیاه به صورت طبیعی با مشکل روبرو میباشد. مدل‌های پیش‌بینی نشان میدهند، جهان طی ۳۰



سال آینده دچار یک خشکسالی بحرانی خواهد شد. ایران به واسطه قرار گرفتن در منطقه خشک، در زمره مناطق تأثیرپذیر جدی است (Kim and Lau 2013). یافته‌های حاصل از این پژوهش نشان داد که صفاتی همچون وجود فرم رویشی درختی و درختچه‌ای، نوع خاک، شکل برگ، اندازه دم‌برگ، ضخامت برگ، رنگ بذر، رنگ کرک ابریشمی، نسبت طول به عرض برگ، فاصله میانگره، اندازه دم‌گل، اندازه بذر، اندازه میوه، اندازه کرک ابریشمی و... از ویژگی‌های بارز ریخت‌شناسی این گونه در ایران می‌باشند. یکی از یافته‌های اصلی این پژوهش وجود اندازه‌های متفاوت و شکل‌های مختلف برگ، میانگره، کرک‌های ابریشمی و غیره در نقاط مختلف ایران است که شناسایی ژنوتیپ برتر این صفت دارای ارزش اقتصادی به عنوان منبع الیاف و فیبر جدید مطرح است. از دیگر یافته‌های مهم این پژوهش اینکه نمونه‌های استان سیستان و بلوچستان بیشترین تنوع ریخت‌شناسی و باندهای مولکولی را در ایران به خود اختصاص داد که این موضوع از لحاظ اکوتن این منطقه با توجه به رطوبت، دما، نوع خاک، و تلاقی حوزه نوبوسندی با ایران تورانی که باعث ایجاد بیشترین تنوع شده است دارای اهمیت می‌باشد. همچنین کمترین تنوع مربوط به استان بوشهر است. چنین استنباط می‌شود که صفات کمی و کیفی ریخت‌شناسی استبرق در مطالعات تاکسونومی و فیلوژنی دارای ارزش می‌باشد، بطوری که میتوان در خانواده این گیاه برای طبقه‌بندی جنس و گونه‌ها از این صفات تاکسونومیک برای طبقه‌بندی و حل مشکل تاکسونومیک در بین اعضای این خانواده به خوبی استفاده کرد. پیشنهاد می‌گردد با توجه به فراوانی این گونه در نواحی جنوب ایران و وجود زیرگونه‌ها و واریته‌هایی از آن با ویژگیهای مورفولوژیکی متفاوت، مطالعات وسیعتری در سطوح زیر گونه و جمعیتی انجام پذیرد تا به تکمیل مطالعات موجود در مقالات و فلورهای مختلف کمک کند.

منابع و مراجع:

۱. سالارپوری ع، درویشی م، بهزادی س، حاجب نودژ ر. ۱۳۹۷. بررسی کاربردها و پتانسیلهای اقتصادی درختچه استبرق، پژوهشکده اکولوژی پژوهشکده اکولوژی خلیج فارس و دریای عمان، مؤسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی بندرعباس
۲. دهقانی فیروزآبادی، م.، یداللهی، ر.، متینی، ب.ح. ۱۳۹۵. بررسی ویژگیهای آناتومیکی و ترکیبات شیمیایی چوب درختچه استبرق. نشریه حفاظت و بهره‌برداری از منابع طبیعی. سال ۵، شماره ۱، صفحات ۳۷-۵۲.

Mozaffarian V.1991. Plant Systematics: Amir Kabir: University Press

Zaeifi, M. (2001). The flora of Hormozgan province. Bandar Abbas, Iran: Research Centre of Agriculture and Natural Resources Publications.



- Ghahraman, A. (1994) Cormophytes of Iran. University Publishing Center, Tehran (In Persian).
- Kamrani, S., Sarayan, A.R. and Akbarpour, I., 2010. Studying from the Properties of Chemi-Mechanical Pulping and Alkaline Peroxide Mechanical Pulping of Wheat Straw Golestan province. Iranian Journal of Wood and Paper Science Research. 25:1 (In Persian).
- Hassan, L. M., Galal, T. M., Farahat, E. A., & El-Midany, M. M., 2015. The biology of *Calotropis procera* (Aiton) WT. *Trees*, 29(2), 311-320
- Little EL J.r, Woodbury R.O, and Wadsworth F.H., 1974. *Trees of Puerto Rico and the Virgin Islands*, vol. 2. Agriculture handbook 449. U.S. Department of agriculture, Washington, p 1,024
- Murti Y., Yogi B., and Pathak D., 2010. Pharmacognostic standardization of leaves of *Calotropis procera* (Ait.) R. Br. (Asclepiadaceae). *Int J Ayur Res* 1(1):14–17
- Parrotta, J.A. 2001. *Healing plants of Peninsular India*. CAB International, Wallingford, UK and New York. 944 p.
- Mohamed NH, Liu M, Abdel-Mageed WM, Alwahibi LH, Dai H, et al. (2016) Cytotoxic cardenolides from the latex of *Calotropis procera*. *Bioorganic & Medicinal Chemistry Letters* 25: 4615-4620
- Rahman, M. A., and Wilcock, C. C., 1991. A taxonomic revision of *Calotropis* (Asclepiadaceae). *Nordic Journal of Botany*, 11(3), 301-308
- Heneidak, S. and Hassan, A. R. (2005) Taxonomic significance of the seed characters of certain species of tribe Asclepiadeae in Egypt. *Taeckholmia* 25(1): 91-109.



مطالعه تنوع ژنتیکی گیاه باریجه (*Ferula gummosa*) در استان خراسان شمالی

مهدی شیرزاد^۱، ابوالفضل طهماسبی^{۲*}، اکبر فخریه^۲، فاطمه نصراله‌ی^۳

^۱ دانشجوی کارشناسی ارشد، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه گنبد کاووس

^۲ استادیار، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه گنبد کاووس

^۳ دانش آموخته دکتری، گروه زیست‌شناسی، دانشکده علوم پایه، دانشگاه قم

Corresponding author: ab_tahmasebi@gonbad.ac.ir

چکیده

ارزیابی تنوع ژنتیکی در میان جمعیت‌های داخل یک گونه برای درک بهتر فرایندهای تکاملی حیاتی است. *Ferula gummosa* با نام فارسی باریجه متعلق به تیره کرفسیان (Apiaceae Lindl.) می‌باشد که بهره‌برداری از شیر آن در ایران متداول است. تحقیقات ژنتیکی، استخراج DNA و بررسی تنوع ژنتیکی گیاه باریجه تاکنون بسیار اندک بوده است. در این مطالعه داده‌های ژنتیکی ۱۸ نمونه از ۶ جمعیت باریجه در نقاط مختلف استان خراسان شمالی مورد بررسی قرار گرفت. خوشه‌بندی UPGMA بر اساس داده‌های ISSR نشان دهنده وجود دو خوشه اصلی می‌باشد. نمودار DCA نشان داد مکان‌های ISSR به‌دست‌آمده دارای توزیع پراکنده هستند و در کنار هم قرار نمی‌گیرند. بنابراین، آنها نمایانگر مناطق مختلف ژنوم هسته‌ای در نمونه‌های باریجه مورد مطالعه هستند و می‌توانند نشانگر ژنتیکی مناسبی برای این گیاهان در نظر گرفته شوند. تنوع ژنتیکی در تداوم گونه‌های گیاهی از اهمیت اساسی برخوردار است، زیرا برای ایجاد سازگاری لازم برای کنار آمدن با تغییرات محیطی مورد استفاده قرار می‌گیرد. جمعیت‌هایی که دارای تنوع ژنتیکی بالایی هستند، در مقایسه با جمعیت‌هایی که درجه تنوع ژنتیکی کمتری دارند، شانس زنده ماندن بیشتری دارند. این امر در *F. gummosa* با توزیع جغرافیایی گسترده در ایران به اثبات رسید.

واژگان کلیدی: جمعیت، DCA، ISSR، UPGMA



Genetic study of *Ferula gummosa* in North Khorasan Province

Mahdi Shirzad¹, Abolfazl Tahmasebi^{1*}, Akbar Fakhireh¹, Fatemeh Nasrollahi²

1- Department of Range and Watershed Management, Faculty of Agriculture and Natural Resources, Gonbad Kavous University, Gonbad, Iran.

2 - Department of Biology, Faculty of Sciences, University of Qom, Qom, Iran

Abstract

Assessing genetic diversity among populations within a species is critical to better understanding evolutionary processes. *Ferula gummosa* with the Persian name of Barijeh belongs to Apiaceae Lindl. Family, whose extract is commonly used in Iran. Genetic research, DNA extraction and genetic diversity investigation of Barijeh plant have been very few so far. In this study, the genetic data of 18 Samples of 6 populations of *F. gummosa* from different parts of North Khorasan Province were examined. The UPGMA clustering based on ISSR data indicated the existence of two main clusters. The DCA diagram showed that the obtained ISSR locations have a scattered distribution and are not placed together. Therefore, they represent different regions of the nuclear genome in the studied Barijeh samples and can be considered as a suitable genetic marker for these plants. Genetic diversity is so important in the continuation of plant species, because create the necessary adaptation to environmental changes. Populations with high genetic diversity have a higher chance of survival compared to populations with a lower degree of genetic diversity. This hypothesis was proved in *F. gummosa* with wide geographical distribution in Iran.

Keywords: DCA, ISSR, Population, UPGMA



۱. مقدمه

در کشور ایران برخی گیاهان دارویی به عنوان محصولات فرعی مرتع کاربرد دارند، لذا برای بهره برداری درست به همراه حفاظت از تنوع موجود در مراتع ایران باید بررسی‌های ژنتیکی، ریخت‌شناسی، فیزیولوژی و اکولوژی انجام شود. تا به امروز شناسایی گونه‌ها اغلب بر اساس صفات مورفولوژیکی بوده که این روش دقت و تجربه بسیاری می‌خواهد، وقت گیر است و در فصول غیر رویشی قابل استفاده نیست [۳]. به همین دلیل در عصر کنونی از روش‌های ژنتیکی و مولکولی برای شناسایی گونه‌ها استفاده می‌شود [۱]. نشانگرهای مولکولی وسیله مطمئنی برای مطالعه ساختار اکولوژیکی و ژنتیکی جوامع گیاهی هستند. امروزه برای بررسی تنوع ژنتیکی جوامع گیاهی و نیز جانوری در موارد متعددی از مارکرهای مولکولی DNA استفاده شده است. به عنوان مثال میتوان به نشانگرهای ISSR و RAPD اشاره کرد. این نشانگرها برای تجزیه و تحلیل تنوع ژنتیکی بسیار مورد استفاده قرار گرفته و مفید گزارش شده اند [۱۴].

دقت بالا، تکرارپذیری، تجزیه و تحلیل همزمان تعداد زیادی از جایگاه‌های ژنی، تنوع بسیار بالا، هزینه پایین، و سهولت از ویژگی‌های نشانگر مولکولی ISSR هستند که باعث شده از آن به طور گسترده‌ای در بررسی تنوع ژنتیکی گیاهان استفاده گردد [۱۲].

Ferula L. متعلق به تیره کرفسیان (*Apiaceae Lindl.*) دارای حدود ۱۷۰ گونه است که از آسیای مرکزی به سمت غرب تا شمال آفریقا پراکنش دارند [۹]. حدود ۳۰ گونه از این جنس در فلور ایران وجود دارد که برخی از آنها انحصاری هستند [۸]. مهمترین گونه این جنس گونه *Ferula gummosa* Boiss. می‌باشد که بهره‌برداری از شیر آن در ایران متداول است، گونه *F. gummosa* با نام فارسی باریجه گیاهی چندساله با ساقه ضخیم به ارتفاع ۱ تا ۲ متر است و طول عمر این گیاه با توجه به شرایط اکولوژیکی منطقه متفاوت است. گل‌های آن زرد رنگ و مجتمع به صورت خوشه‌های مرکب با تراکم بالا است. این گیاه در ارتفاعات ۲۰۰۰-۱۰۰۰ متری با میزان بارندگی حدود ۲۵۰-۴۰۰ میلیمتر رشد می‌کند. گیاه باریجه از گیاهان بسیار باارزش از جنبه‌های مرتعی و دارویی و صنعتی می‌باشد. رویشگاه آن بیشتر مناطق کوهستانی و بیلاقی ایران با خاک عمیق و نرم است. مهمترین رویشگاه این گیاه در استان سمنان، تهران و خراسان می‌باشد. این گیاه از گذشته در مناطق مرتعی ایران مورد تغذیه دام قرار گرفته است. صمغ باریجه، در صنایع مختلف کاربرد دارد.

تحقیقات فراوانی در کشورهای نظیر هند، روسیه، ترکیه، آلمان، پاکستان، فرانسه، آمریکا، اسپانیا و ژاپن در رابطه با سرده *Ferula* انجام شده است که از منظر موضوعی بیشتر این تحقیق‌ها در زمینه دارویی و



کمترین آنها مربوط به جنبه های علوفه ای، زراعی، اکولوژیک و ژنتیکی گونه های گیاهی این سرده بوده است و تحقیقات ژنتیکی، استخراج DNA و بررسی تنوع ژنتیکی گیاه باریجه بسیار اندک است. طالبی کویخی و همکاران (۱۳۸۶) به بررسی تنوع ژنتیکی جوامع باریجه در ایران با استفاده از مارکرهای مولکولی RAPD پرداختند که نتایج این تحقیق بیانگر کارآمدی این نشانگر در تعیین تنوع ژنتیکی جمعیت‌های باریجه مورد مطالعه میباشد.

خونانی و همکاران (۱۳۸۹) تنوع ژنتیکی اکوتیپ‌های باریجه مناطق مختلف ایران با استفاده از نشانگر AFLP را مورد مطالعه قرار دادند که نتایج این بررسی حاکی از وجود تنوع بالا در بین اکوتیپ‌های موجود باریجه است و با توجه به اینکه اکوتیپ‌های باریجه از مناطق مختلف جغرافیایی هستند و ترکیبات اسانس آنها متفاوت است، وجود تنوع ژنتیکی تاییدکننده این مطلب میباشد که اختلافات فیتوشیمیایی نمونه ها تنها به واسطه اثر محیطی نمیشود، بلکه توسط عوامل ژنتیکی هم کنترل میشوند و این نتایج در مدیریت ژرم پلاسما باریجه میتواند مفید باشد.

کرم زاده و همکاران (۱۳۹۴) به مطالعه مولکولی و اکوفیزیولوژیکی گیاه دارویی باریجه در استان زنجان پرداختند. هدف از این پژوهش بررسی گیاه از دیدگاه مولکولی از طریق استخراج DNA ژنومی، تعیین توالی و مطالعات بیوانفورماتیکی جهت شناسایی موقعیت مولکولی گیاه و نیز معرفی نیازهای رشدی گیاه و همچنین شناخت ویژگی‌های اکوفیزیولوژیکی از قبیل موقعیت جغرافیایی، EC، pH خاک رویشگاه می باشد.

با توجه به این که گیاه باریجه چند ساله با ریشه‌های عمیق متعلق به مناطق کوهستانی و بیلاقی کشور ایران است و از نظر دارویی نقش مهمی دارد، لذا مطالعه‌ی ویژگی‌های مولکولی آن به منظور شناخت روش‌های موثر حفاظت و جلوگیری از انقراض آن ضروری به نظر می‌رسد.

۲. مواد و روش‌ها

۱.۲. منطقه مورد مطالعه

داده‌های ژنتیکی بررسی شده در مطالعه حاضر بر اساس ۱۸ نمونه از ۶ جمعیت *F. gummosa* از نقاط مختلف استان خراسان شمالی است (جدول ۱).

سومین کنفرانس ملی یافته‌های نوین زیست‌شناسی

3rd National Conference On New Biological Findings

۳ الی ۵ خرداد ۱۴۰۲



جدول ۱- جمعیت‌های بررسی شده در این مطالعه

ردیف	محل جمع آوری	ارتفاع از سطح دریا	طول و عرض جغرافیایی	شماره هرباریوم
۱	استان خراسان شمالی - بخش راز و جرگلان - تکه قوز	۱۳۲۶	۳۷۹۳۳۵-۵۷۱۱۱	۸۰۳۷۰۰
۲	استان خراسان شمالی - بخش راز و جرگلان - تازه قلعه	۱۳۷۸	۳۷۹۳۴۴-۵۷۱۲۳	۸۰۳۷۰۱
۳	استان خراسان شمالی - بجنورد - کوه کمر	۱۲۷۰	۳۷۴۵۴۷-۵۷۳۲۳۳	۸۰۳۷۰۲
۴	استان خراسان شمالی - بجنورد - باغچق	۱۳۱۰	۳۷۴۵۳۲-۵۷۳۲۲۹	۸۰۳۷۰۳
۵	استان خراسان شمالی - مانه و سملقان - آشخانه	۱۷۲۰	۳۷۵۶۲۳-۵۶۹۲۱۱	۸۰۳۷۰۴
۶	استان خراسان شمالی - مانه و سملقان - پیش قلعه	۱۷۴۵	۳۷۵۶۸۸-۵۶۹۲۷۶	۸۰۳۷۰۵



شکل ۱- گیاه باریجه در رویشگاه خراسان شمالی

۲.۲. روش تحقیق

نمونه‌های جمع‌آوری شده جهت انجام آزمایشات مولکولی به آزمایشگاه انتقال داده شد. نمونه‌های جمع‌آوری شده به دقت مطالعه و شناسایی شده و از برگ آنها جهت استخراج DNA با روش کیت استفاده شد. به منظور تعیین کمیت و کیفیت DNA از دستگاه نانودراپ استفاده شد. تعداد ۳ آغازگر مورد استفاده قرار گرفت (جدول ۲).

جدول ۲- مشخصات آغازگرهای مورد استفاده در این مطالعه

Code	Sequences
ISSR13	(ACG) 6Ga
ISSR810	(GA) 8T
ISSR7	((AC) 8AG

برای انجام واکنش، مقدار ۲ میکرولیتر از DNA تهیه شده باغلظت ۱۰ نانوگرم در میکرولیتر (۲۰ نانوگرم) DNA به ۱۳ میکرولیتر از مخلوط واکنش PCR شامل Taq پلیمرز (۱ واحد)، آغازگرها (10pmol)، کلریدمنیزیم (2mM)، مخلوط نوکلئوتید (0/2mM)، فرمامید (۰.۳٪)، بافر PCR (X 1) و آب دو بار تقطیر سترون افزوده شد و در نهایت حجم محلول واکنش PCR به ۱۵ میکرولیتر رسید. واکنش PCR در دستگاه ترموسایکلر اپندورف (Mastercyclergradient) با برنامه حرارتی یک سیکل ۳ دقیقه‌ای در ۹۴ درجه سلسیوس و ۳۵ سیکل ۳۰ ثانیه‌ای در ۹۴ درجه سلسیوس، ۱ دقیقه در ۴۸ - ۵۹ درجه سلسیوس برحسب نوع آغازگر، یک دقیقه در ۷۲ درجه سلسیوس و مرحله تکثیر نهایی با ۳ دقیقه در ۷۲ درجه سلسیوس انجام شد و سرانجام محصولات PCR بر روی ژل آگارز ۲،۵ درصد الکتروفورز شدند. اندازه قطعات با استفاده از نردبان اندازه مولکولی ۱۰۰ جفت باز ارزیابی شد. آزمایش ۳ بار تکرار شد و از نوارهای ثابت ISSR برای تجزیه و تحلیل بعد استفاده شد. امتیازبندی نوارها به صورت حضور (۱) و عدم حضور (۰) برای هر نوار صورت گرفت.

باندهای ISSR مشاهده شده به صورت صفات دوحالتی کدگذاری شدند: (حضور باند= ۱، عدم حضور= ۰). پارامترهای تنوع ژنتیکی در هر جمعیت مشخص شدند (Freeland et al. 2011). قرابت گونه‌ها با استفاده از فاصله ژنتیکی Li و Nei محاسبه شد و از طریق درخت UPGMA (unweighted pair-group method) با استفاده از نرم افزار PAST ver. 2.17 (Paleontological statistics software package) [۶] بدست آمد.

۳. نتایج

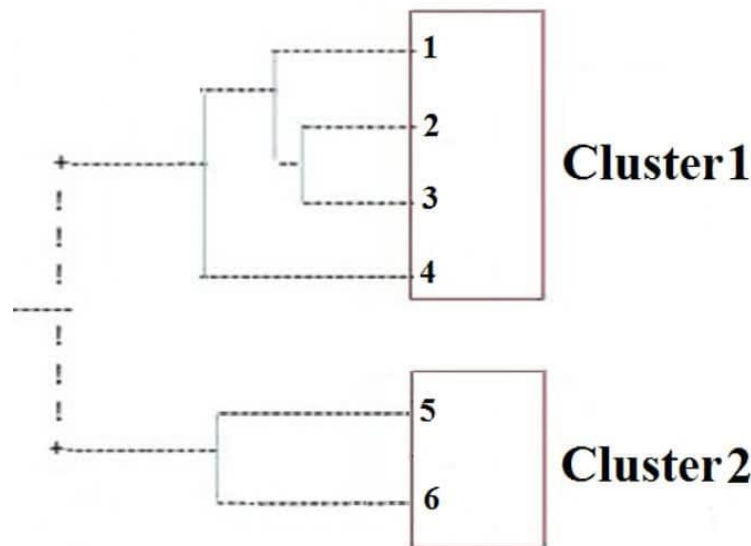
آغازگرهای ISSR تعداد ۱۹ باند تولید کردند. قدرت تمایز مکان‌های ISSR نشان داد که تقریباً همه جایگاه‌های ISSR قدرت تفکیک عالی دارند. بنابراین، نشانگرهای ISSR در تمایز جمعیت گیاه *F. gummosa* مورد مطالعه کارآمد هستند.



خوشه‌بندی UPGMA بر اساس داده‌های ISSR نشان دهنده وجود دو خوشه اصلی می باشد (شکل ۲). جمعیت‌های ۱، ۲، ۳، ۴ شباهت ژنتیکی نشان می‌دهند و خوشه اصلی اول را تشکیل می‌دهند. از طرف دیگر، جمعیت‌های ۵، ۶ خوشه اصلی دوم را تشکیل داده‌اند.

مناسب بودن نشانگرهای ISSR برای گونه باریجه نیز با نمودار تجزیه و تحلیل DCA (Determined Correspondence Analysis) این نشانگرها اثبات شده است (شکل ۳). همانطور که در نمودار DCA مشهود است، مکان‌های ISSR به‌دست‌آمده دارای توزیع پراکنده هستند و در کنار هم قرار نمی‌گیرند. بنابراین، آنها نمایانگر مناطق مختلف ژنوم هسته‌ای در نمونه‌های باریجه مورد مطالعه هستند و می‌توانند نشانگر ژنتیکی مناسبی برای این گیاهان در نظر گرفته شوند.

فاصله ژنتیکی جمعیت‌های *F. gummosa* مورد مطالعه با نمودار PCoA پس از ۱۰۰۰ بار جایگشت نیز مورد آنالیز قرار گرفت (شکل ۴). نمودار PCoA با خوشه‌بندی UPGMA انطباق دارد و نشان می‌دهد که جمعیت‌های مورد مطالعه را می‌توان در دو گروه قرار داد. جمعیت‌های ۱، ۲، ۳، ۴ اولین گروه را تشکیل می‌دهند و جمعیت‌های ۵ و ۶ دومین گروه را شامل می‌شوند.



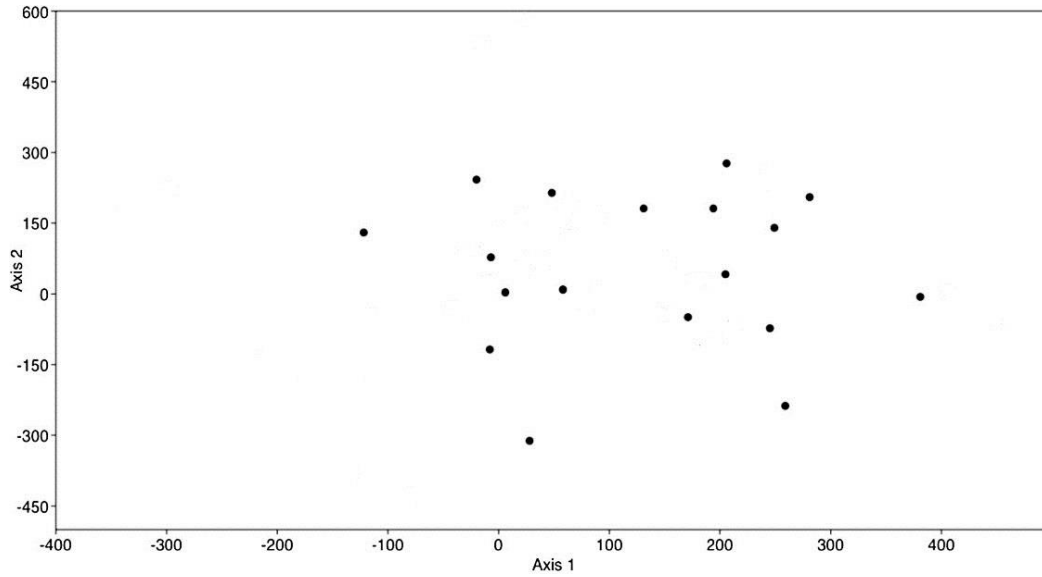
شکل ۲- فنوگرام رسم شده به روش UPGMA بر اساس داده‌های مولکولی



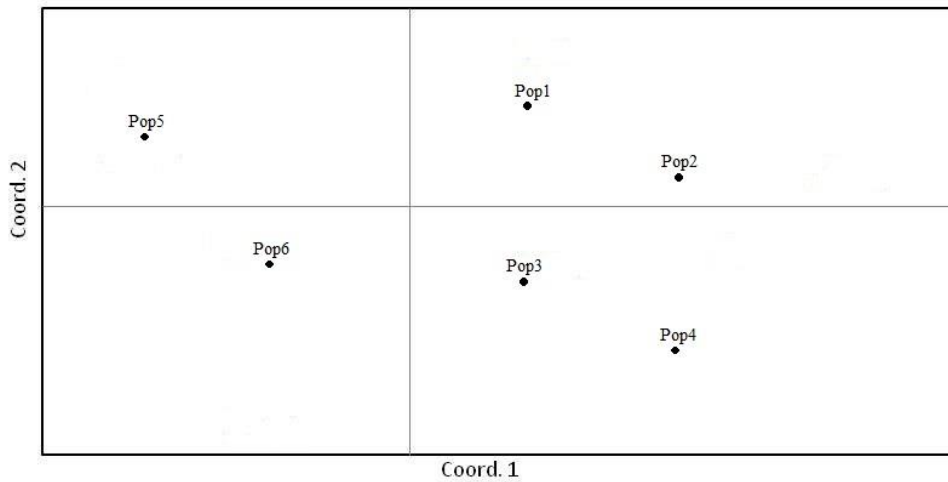
سومین کنفرانس ملی یافته‌های نوین زیست‌شناسی

3rd National Conference On New Biological Findings

۳ الی ۵ خرداد ۱۴۰۲



شکل ۳- نمودار DCA نمونه‌های مورد مطالعه باریجه بر اساس نشانگرهای مولکولی ISSR



شکل ۴- نمودار PCoA نمونه‌های مورد مطالعه باریجه پس از ۱۰۰۰ بار جایگشت



۴. بحث و نتیجه‌گیری

تنوع ژنتیکی در تداوم گونه‌های گیاهی از اهمیت اساسی برخوردار است، زیرا برای ایجاد سازگاری لازم برای کنار آمدن با تغییرات محیطی مورد استفاده قرار می‌گیرد. جمعیت‌هایی که دارای تنوع ژنتیکی بالایی هستند، در مقایسه با جمعیت‌هایی که درجه تنوع ژنتیکی کمتری دارند، شانس زنده ماندن بیشتری دارند [۱۱]. این امر به ویژه در *F. gummosa* با توزیع جغرافیایی گسترده در ایران انتظار می‌رود.

ارزیابی تنوع ژنتیکی در میان جمعیت‌های داخل یک گونه برای درک بهتر فرایندهای تکاملی و ماهیت گونه حیاتی است. با توجه به اینکه گونه *F. gummosa* باد کرده افشان است، دارای پراکنش بسیار وسیع بوده و دامنه صفات بسیار گسترده در بخش بزرگی از جهان قدیم دارد، و تاکنون هم به صورت گونه‌های مجزا یا زیرگونه‌ها و واریته‌ها در این گستره وسیع جغرافیایی تفکیک نشده است، انتظار می‌رفت که دارای شارش ژنتیکی بین جمعیتی بالا برای حفظ پیوستگی درون گونه‌ای و هویت گونه‌ای خود باشد. احتمال دارد با توجه به اینکه این مطالعه در محدوده جغرافیایی کم و تنها در سطح استان گلستان انجام گرفته این فرضیه محقق نشده است. احتمالاً به دلیل درجه کم جریان ژن در بین جمعیت‌های مورد مطالعه، اختلافات ژنتیکی افزایش می‌یابد. در مواردی که فقدان کامل یا مقدار بسیار کم جریان ژن وجود دارد، رانش ژنتیکی یک نیروی تکاملی قوی است و سطح بالایی از همگنی ژنتیکی درون جمعیتی را ایجاد می‌کند. این ممکن است به سازگاری لازم با زیستگاه‌های محلی منجر شود [۷]. در واقع، بسیاری از گونه‌های گیاهی در محدوده‌ای از زیستگاه‌های مشخص رشد می‌کنند و استراتژی‌های سازگارانه متناسب با زیستگاه خاص آنها را توسعه داده‌اند [۱۰].

تشکر و قدردانی

بدینوسیله از اساتید محترم و مسئولین آزمایشگاه دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه گنبد کاووس تشکر و قدردانی می‌گردد.

منابع

- ۱) حسنی، س.م، آزادفر، د. ۱۳۹۵. شناسایی گونه‌های گیاهی با استفاده از نشانگرهای نوین مولکولی و تکنیک DNA بارکدینگ. چهارمین همایش ملی انجمن‌های علمی دانشجویی رشته‌های کشاورزی، منابع طبیعی و محیط زیست.
- ۲) خونانی، ز، نقوی، م، امیدی، م، سبکدست، م، طالبی کویخی، ا. ۱۳۸۹. بررسی تنوع ژنتیکی اکوتیپ‌های باریجه مناطق مختلف ایران با استفاده از نشانگر AFLP فصلنامه گیاهان دارویی. ۱۰ (۲)، ۱۱۷-۱۲۶.



۳) فارسی، م.، ذوالعلی، ج.، شهریاری، ف. ۱۳۹۴. اصول بیوتکنولوژی گیاهی، انتشارات دانشگاه فردوسی مشهد.

۴) کرم زاده، ل.، جعفریان، و.، وطن خواه، ا.، عمارلو، ع. ۱۳۹۴. مطالعه مولکولی و اکوفیزیولوژیکی گیاه دارویی باریجه (*Ferula gummosa* Boiss.) زیست فناوری گیاهان دارویی. ۱ (۲)، ۴۷-۵۵.

- 5) Freeland, JR., Kirk, H., Peterson, S.D. 2011. Molecular Ecology, second ed. Wiley-Blackwell, UK, pp. 449.
- 6) Hammer, Q., Harper, D.A.T., Ryan, P.D. 2012. PAST: Paleontological Statistics software package for education and data analysis. *Palaeontologia Electronica*, 4: 9.
- 7) Hou, Y., Lou, A. 2011. Population genetic diversity and structure of a naturally isolated plant species, *Rhodiola dumulosa* (Crassulaceae). *PLOS ONE*. 6: 24-497.
- 8) Mozaffarian, V. 1984. Plant of family of Umbelliferae in Iran, Vol. 35. Research Institute of Forest and Rangelands Press, Tehran.
- 9) Pimenov, M.G., Leonov, M.V. 1993. The genera of the Umbelliferae. Kew: Royal Botanic Gardens.
- 10) Schneller, J., Liebst, B. 2007. Patterns of variation of a common fern (*Athyrium filix-femina*; Woodsiaceae). population structure along and between altitudinal gradients. *American Journal of Botany*. 94: 965-971.
- 11) Sheidai, M., Ziaee, S., Farahani, F., Talebi, S.M., Noormohammadi, Z., Hasheminejad, Ahangari Farahani, Y. 2014. Infra-specific genetic and morphological diversity in *Linum album* (Linaceae). *Biologia*, 69: 32-39.
- 12) Sicard, D., Nanni, L., Porfiri, O., Bulfon, D., Papa, R. 2005. Genetic diversity of *Phaseolus vulgaris* L. P. coccineus L. landraces in central Italy. *Plant Breeding*. 124(5): 464-472.
- 13) Talebi Kohyakhy E., Mohammad Aliha M., Naghavi M.R. Genetic diversity in *Ferula gummosa* Bioss. Populations of Iran using RAPD molecular markers. *Iranian J. Medicinal and Aromatic Plants* 2008; 23 (4): 514 – 22.
- 14) Williams, J.G.K., Kubelik, A.R., Livak, K.J., Rafalskiand, J.A., Tingey, S.V. 1990. DNA polymorphism mplified by arbitrary Primers are useful as genetic markers. *Nucleic Acid Research*. 18 (1): 6531-6535. *The Iranian Journal of Botany*, 12(1): 15-35.



تعیین شاخص‌های پوشش گیاهی در جنگل‌های مانگرو با استفاده از سنجش از دور

متین خالقی^۱، مهسا قادری^۲

۱- استادیار دانشگاه دریانوردی و علوم دریایی چابهار، دانشکده علوم دریایی، گروه زیست

دریا (matinkhaleghi@yahoo.com)

۲- دانشجوی دانشگاه دریانوردی و علوم دریایی چابهار، دانشکده علوم دریایی، گروه زیست دریا

(qaderimahsa80@gmail.com)

چکیده

مانگروها اکوسیستم‌هایی غنی هستند که علاوه بر ارزش اقتصادی، در پایداری جمعیت و معیشت مناطق مجاور از جنبه‌هایی مانند تولید علوفه، گیاهان دارویی و تهیه غذا دارای ارزش زیستگاهی بالایی هستند. این اکوسیستم‌ها اغلب در نزدیکی مراکز جمعیتی و نواحی صنعتی قرار دارند، به همین علت در معرض آلودگی‌ها و مشکلات مختلف زیست محیطی قرار دارند. شناسایی و تحلیل ساختارها، تغییرات و چگونگی پوشش‌های گیاهی جنگل‌های مانگرو کمک شایانی به مدیریت، بهره‌وری و حفاظت از آنها خواهد داشت. با توجه به شرایط باتلاقی مانگروها و محدودیت‌های فصلی که امکان آماربرداری و اندازه‌گیری آن را دشوار می‌کند، فناوری سنجش از دور امکان ارزیابی تغییرات پوشش‌های گیاهی جنگل‌های مانگرو و مساحت آن را بدون نیاز به بررسی میدانی فراهم می‌سازد. هدف از این تحقیق بررسی روش ارزیابی مهمترین شاخص‌های پوشش گیاهی (RVI/WDVI/DVI/IPVI/PVI/NDVI/SAVI/OSAVI) است. با کمک علم سنجش از دور می‌توان اطلاعات بسیار کاملتری از وضعیت سلامت جنگل‌های مانگرو و ویژگی‌های آن‌ها در فرکانس زمانی بالا فراهم آورد که می‌تواند راهگشای مدیران و برنامه‌ریزان در اتخاذ تصمیمات تکنیکی و تاکتیکی باشد.

واژه‌های کلیدی: جنگل مانگرو، شاخص گیاهی، تصاویر ماهواره‌ای، پوشش گیاهی

Vegetation indexes in mangrove forests by using remote sensing

Matin Khaleghi¹, Mahsa Qaderi²

1-Assistant Professor of University of Maritime and Marine Sciences, Faculty of Marine Sciences, Department of Biology, matinkhaleghi@yahoo.com)

2-Student of Chabahar Maritime and Marine Sciences University, Faculty of Sciences, Department of Biology, qaderimahsa80@gmail.com)

Abstract

Mangroves are rich ecosystems that, as well as economic value, have high habitat values in the stability of the population and the livelihood of nearby areas from aspects such as fodder production, Medicinal plants, and food preparation. These ecosystems are often located near population centers and industrial areas, so they are exposed to pollution and various environmental problems. Identifying and analyzing the structures, changes and vegetation cover of mangrove forests will help in their management, productivity and protection. Due to the swampy conditions of mangroves and seasonal limitations that make it difficult to collect statistics and measure them, remote sensing technology provides the possibility of evaluating the changes in the vegetation of mangrove forests and their area without the need for field investigation. The purpose of this research is to investigate the evaluating method of the most important vegetation indexes (RVI/WDVI/DVI/IPVI/PVI/NDVI/SAVI/OSAVI) with the help of remote sensing science, it is possible to provide much more complete information about the health status of mangrove forests and their characteristics in high time frequency, which can help managers and planners in making technical and tactical decisions.

Keywords: Mangrove Forest, Vegetation Index, Satellite images, Vegetation



مقدمه

جنگل‌های مانگرو، اکوسیستم‌های منحصر بفردی هستند که در نواحی جزر و مدی، رودخانه‌ها، مصب‌ها و خلیج‌های مناطق گرمسیری و نیمه گرمسیری رشد می‌کنند. این گیاهان به علت عدم توانایی در رقابت با سایر گونه‌های گیاهی در خشکی، در ساحل دریا مستقر شده‌اند. این منطقه کشند، مامن بسیاری از جانداران مانند ماهی‌ها، سخت‌پوستان، پستانداران، میگوها و خزندگان است. جنگل‌های مانگرو به عنوان محیطی برای ته نشینی رسوبات آبرفتی و صاف کردن و حفظ کیفیت آب‌های سواحل می‌باشند و در طی طوفان‌های دریایی سواحل را از فرسایش حفاظت می‌کنند. همچنین منبعی برای تولید چوب می‌باشند و یک منطقه امن نوزادگاهی برای سخت‌پوستان و ماهیان تجاری که در آن‌جا از شکارچیان در امانند. با توجه به اینکه امروزه گردشگری جزو پنج صنعت مهم جهان بشمار می‌رود این اکوسیستم خاص و جذاب می‌تواند برای صنعت توریسم به شدت مورد توجه قرار گیرد. نکته نگران‌کننده وضعیت نامطلوب و آهنگ رو به رشد تخریب این اکوسیستم‌های نادر در جهان می‌باشد. تخریب این جنگلها، این منطق را به سمت بیابانی شدن پیش می‌برد. عوامل تهدید کننده جنگل‌های مانگرو بیشتر شامل ساخت و سازهای ساحلی، برداشت و چرای بی‌رویه، آلودگی ناشی از حمل و نقل دریایی در خورها و کاهش جریان آب و تغییر در مسیر آن و قطع بیش از حد درختان می‌باشد (Meyers, 1998).

در دهه‌های اخیر دانش سنجش از راه دور و تصاویر ماهواره‌ای به طور گسترده برای بررسی‌های پوشش گیاهی و ارزیابی تغییرات آن‌ها مورد استفاده قرار گرفته است. پوشش‌های گیاهی در محدوده امواج الکترومغناطیسی رفتار طیفی خاصی دارد که از آن برای تهیه شاخص‌های سنجش از راه دور پوشش‌های گیاهی استفاده می‌کنند. مانگروها رفتار طیفی مشخصی مخصوصاً در دامنه طیفی مرئی قرمز، مادون قرمز نزدیک و مادون قرمز میانی دارند. بنابراین در مقایسه با انواع پوشش‌های خشکی راحت‌تر طبقه‌بندی می‌شوند. پیشرفت در سنجش از دور با دسترسی به قدرت تفکیک مکانی، طیفی، زمانی بالاتر و دسترسی به داده‌های سنجش از دوری تاریخی یک شانس و موقعیت مناسب برای نظارت، نقشه‌برداری و شناسایی بهتر فراهم می‌کند (Giri, 2016).

سنجش از دور ویژگی‌های طیفی و مکانی جنگل‌های مانگرو را برداشت می‌کند و بنابراین یک روش موثر برای تخمین پوشش گیاهی، تراکم و ساختار مانگروها می‌باشد. مزایای این روش این است که می‌تواند اطلاعات مکانی در مقیاس‌های مختلف و دامنه کمتر از یک متر (تصویربرداری هوایی) تا ۱۸۰ کیلومتر تولید کرده و اطلاعات را از مناطق غیرقابل دسترس جمع‌آوری کند و حتی اطلاعات را برای مناطق قابل دسترس و دارای داده‌های مکانی، تکرار نماید. سنجنده‌های زیادی با مزایا و محدودیت‌های مختلف وجود دارد که برای روش‌های طبقه-



بندی و تفسیر اطلاعات مختلف مناسب هستند. فرآیند تفسیر تصویر می‌تواند پیچیده یا نسبتاً آسان شود که این بسته به روش انتخابی دارد. دقت بالاتر نتایج با استفاده از تصاویر با قدرت تفکیک بهتر به دست می‌آید (Rabiatul Khairunnisa and Mohd Hasmadi, 2012).

تغییرات جنگل‌های مانگرو تحت اثر پدیده‌های مختلف صورت می‌گیرد که قاعدتاً ترکیبی از تغییرات اقلیمی و هیدرولوژیکی می‌باشد و با استفاده از سنجش از دور و داده‌های ماهواره‌ای به راحتی و با کمترین هزینه و وقت، حتی بصورت تاریخی از گذشته تا حال می‌توان این تغییرات را بررسی کرد. برای مثال مهدوی و همکاران در سال ۱۳۸۱ مطالعه‌ای روی تغییرات سطح جنگل‌های مانگرو بندر خمیر و قشم انجام داده‌اند و به کمک داده‌های ماهواره‌ای شاخص پوشش گیاهی تفاضل نرمال شده (NDVI) را بررسی کرده و نشان دادند سطح پوشش جنگل‌های مانگرو در یک دوره روند افزایشی و بعد کاهش و دوباره افزایشی داشته است.

در مطالعه‌ای که توسط Chellamani و همکاران در جنگل‌های مانگرو هند صورت گرفته است، شاخص NDVI با استفاده از باند گیاهی ماهواره SPOT همزمان با دوره استرس در ماه‌های مارس تا می برای ده سال (۲۰۰۸-۱۹۹۹) مورد بررسی قرار گرفت و سلامت این اکوسیستم طبقه‌بندی شده است (Chellamani et al., 2014).

نتایج پژوهش‌ها نشان می‌دهد که استفاده از شاخص‌های پوشش گیاهی به منظور شناسایی جنگل‌های مانگرو و حفظ و بقای آنها بسیار حائز اهمیت می‌باشد.

مواد و روش‌ها

در این پژوهش با استفاده از جمع‌آوری و مطالعات کتابخانه‌ای به بررسی وضعیت سلامت اکوسیستم مهم و حساس مانگرو پرداخته و با توجه به پیشرفت علم و تکنولوژی سنجش از دور و پردازش داده‌های ماهواره‌ای، هشت شاخص پوشش گیاهی معرفی و روشهای محاسبه آنها بررسی شده است.

پیشرفت‌های اخیر در به دست آوردن داده‌های سنجش از دور، پیشرفت در پیش پردازش تصاویر، طبقه‌بندی الگوریتم‌ها، بهبود قابل توجه در محاسبات، دسترسی به افراد متخصص در بکارگیری داده‌های سنجش از دوری، افزایش آگاهی انطباق محصولات سنجش از دوری، به طور فوق‌العاده‌ای درک علمی ما را از تغییر ویژگی‌های جنگل‌های مانگرو بهبود داده است (Giri, 2016).

شاخص‌های پوشش گیاهی

امروزه شاخص‌های پوشش گیاهی در بررسی اکوسیستم‌های بسیار مهم و حساس از جمله جنگل‌های مانگرو بسیار کاربرد دارد و در پایش این اکوسیستم‌ها بسیار کارآمد است. جنگل‌های مانگرو اکوسیستم‌های ساحلی بسیار پربار در مناطق گرمسیری و نیمه گرمسیری می‌باشند. بر خلاف اهمیت وجود آنها در محیط زیست ساحلی تخریب این اکوسیستم‌ها به دلیل فشارهای انسانی بشدت ادامه دارد. در طول چند دهه گذشته ماهواره‌ها با سنجش از دور تغییرات جنگل‌های حرای سراسر جهان را پایش می‌کنند.

در واقع شاخص پوشش گیاهی یک شاخص عددی است تا ارتباطی با مفاهیم بیولوژی، شیمی و یا فیزیک داشته باشد و می‌تواند اطلاعات مفیدی را در خصوص وضعیت پوشش گیاهی در اختیار ما قرار دهد. بعضی از این شاخص‌ها عبارتند از:

(۱) شاخص (Ratio Vegetation Index) RVI

(۲) شاخص (Weighted Difference Vegetation Index) WDVI

(۳) شاخص (Divergence Vegetation Index) DVI

(۴) شاخص (Infrared Percentage Vegetation Index) IPVI

(۵) شاخص (Perpendicular Vegetation Index) PVI

(۶) شاخص (Normalized Difference Vegetation Index) NDVI

(۷) شاخص (Soil Adjusted Vegetation Index) SAVI

(۸) شاخص (Optimized Soil Adjusted Vegetation Index) OSAVI

(۱) شاخص (Ratio Vegetation Index) RVI :

این شاخص اولین بار توسط Jordan در سال ۱۹۶۹ مطرح شد. شاخصی است بر اساس نسبت باندهای قرمز و مادون قرمز و در آن خطوط هم‌سبزی‌نگی در مبدا به هم می‌رسند. خط خاکی با شیب ۰/۱ از مبدا عبور می‌کند. تغییرات این شاخص از صفر تا بینهایت است.



(۱)

رابطه

$$RVI = \frac{NIR}{R}$$

۲) شاخص (WDVI (Weighted Difference Vegetation Index

توسط Clevers در سال ۱۹۸۸ ارائه شد. WDVI نسخه خلاصه شده ای از شاخص PVI است اما دارای دامنه نامحدود است. همانند PVI، WDVI خیلی حساس به تغییرات اتمسفری است (Qi et al., 1994).

شاخص WDVI یک شاخص عمودی است که در آن خط هم سبزینه موازی خط خاکی می‌باشد. خط خاکی با شیب کم از مبدا عبور می‌کند و تغییرات آن نامحدود است.

(۲)

رابطه

$$WDVI = NIR - s \cdot RED$$

که در آن s؛ شیب خط خاکی است.

۳) شاخص (DVI (Divergence Vegetation Index

توسط Richardson و Everett ارائه شد. شاخص DVI یک شاخص عمودی است که در آن خطوط هم سبزینه موازی خط خاکی می‌باشد. خط خاکی با شیب ناچیز (arbitrary) از مبدا عبور می‌کند و تغییرات آن نامحدود است. ساده ترین شاخص گیاهی است که به مقدار پوشش گیاهی حساس بوده و بنابراین مناسب برای تشخیص خاک و گیاه است.

(۳)

رابطه

$$DVI = NIR - RED$$

۴) شاخص (IPVI (Infrared Percentage Vegetation Index

برای اولین بار توسط Crippen در سال ۱۹۹۰ مطرح شد. شاخص IPVI نیز بر اساس نسبت باندهای است. خطوط هم سبزینه از مبدا عبور می‌کند و تغییرات آن بین ۰ تا ۱ می‌باشد. خط خاکی دارای شیب ۱ بوده و از مرکز عبور می‌کند. ارتباط آن با شاخص NDVI به این صورت می‌باشد:



$$IPVI = (NDVI) / 2$$

و به روش زیر محاسبه می‌گردد:

(۴)

رابطه

$$IPVI = \frac{NIR}{NIR + R}$$

(۵) شاخص PVI (Perpendicular Vegetation Index) :

این شاخص برای اولین بار توسط Richardson و Wigand در سال ۱۹۷۷ ارائه شد. یک شاخص عمودی است که خطوط هم‌سبزینه موازی خط خاکی بوده و خط خاکی با شیب ناچیز از مبدا عبور می‌کند. تغییرات آن بین +۱ تا -۱ می‌باشد.

$$PVI = NIR -$$

رابطه (۵)

$$\alpha Red / \sqrt{1 + \alpha^2}$$

که در آن α ؛ زاویه بین خط خاکی و محور NIR است.

(۶) شاخص گیاهی تفاضلی نرمال شده (NDVI):

این شاخص بوسیله Rouse و همکارانش در سال ۱۹۶۷ مطرح شد. بر اساس نسبت بانندی عمل می‌کند. خطوط هم‌سبزینه در مرکز به هم می‌رسند و خط خاکی دارای شیب ۱ بوده و از مرکز عبور می‌کند.

وقتی افراد از شاخص پوشش گیاهی صحبت می‌کنند در واقع چیزی که به آن رفرنس می‌دهند. شاخص NDVI است و در بررسی اکوسیستم‌های مانگرو بیشترین کاربرد را دارد. این شاخص تفاضل بین بیشترین جذب در ناحیه قرمز ناشی از رنگدانه‌های کلروفیل و بیشترین بازتاب در ناحیه مادون قرمز ناشی از ساختار سلولی برگ است که با استفاده از رابطه زیر تعریف می‌شود. بازه تغییرات این شاخص از +۱ تا -۱ است که برای مناطقی که تراکم پوشش گیاهی متوسط و بالاتر و مناسب است زیرا نسبت به خاک زمینه روشن و اثرهای اتمسفر حساسیت کمتری دارد اما برای مناطق پوشش گیاهی کم مناسب نیست (خورانی و همکاران، ۱۳۹۴).

(۶)

رابطه

$$NDVI = \frac{(NIR - R)}{(NIR + R)}$$



شاخص RVI را مطابق رابطه زیر می‌توان به شاخص NDVI تبدیل کرد. البته شاخص RVI از صفر تا بینهایت متغیر است ولی شاخص NDVI از ۱- تا ۱- در تغییر است:

$$NDVI = (RVI-1) / (RVI+1)$$

این شاخص برای تشخیص سلامتی، شادابی و همچنین تراکم پوشش گیاهی است. شاخص پوشش گیاهی (NDVI) برای نمایش توده حیاتی (بیوماس) پوشش گیاهی، شاخص سطح برگ، تولیدات گیاهی و تفکیک پوشش گیاهی بسیار مناسب بوده و همچنین در ارتباط با مسائل مرتبط با پوشش گیاهی از این شاخص استفاده می‌گردد. در طول زمان تغییرات مشاهده شده در NDVI بیان کننده تیپ پوشش گیاهی، فنولوژی و حالات محیطی منطقه است. این شاخص بیشترین رابطه را با حجم زنده گیاهی در میان مشخصه های پوشش گیاهی دارد. با افزایش پوشش گیاهی، میزان ارزش حاصل از این نسبت گیری نیز افزایش می یابد. کاهش اثرات اتمسفری، توپوگرافی و همچنین تصحیح تغییرات تابش ورودی خورشید، از قابلیت‌های این شاخص بوده ولی تداخل بین خاک و گیاه در محدوده مادون قرمز را برطرف نمی کند ولی چون اختلاف بازتاب پوشش گیاهی در این دو باند بیشتر از اختلاف بازتاب خاک در آنها است، خاک بسیار کمتر از پوشش گیاهی تحت تاثیر این فرایند قرار می گیرد.

۷) شاخص (SAVI (Soil Adjusted Vegetation Index

برای اولین بار توسط Huete در سال ۱۹۸۸ ارائه شد. اساس آن نسبت بانندی است. خطوط هم سبزینه در محدوده NIR و IR همدیگر را قطع می کنند. شیب خط خاکی ۱ و از مبدا عبور می کند. تغییرات از +۱ تا -۱ است. بازسازی اولیه این شاخص بر اساس اندازه گیری هایی بود که بر روی تغییرات پنبه (کتان) و کانوپی های روی خاک های زمینه سیاه و روشن انجام گرفت و فاکتور الحاقی L بوسیله اندازه گیری خطای معادل شاخص پوشش گیاهی در خاکهای روشن و تیره محاسبه گردید. هوت به این مسئله توجه کرد که این شاخص برای تشخیص بهتر زمینه در شاخص پوشش گیاهی مناسبتر است.

به دلیل تغییرات در خصوصیات طیفی خاک ، شاخص های متعدد با حداقل حساسیت به زمینه تاج پوشش پیشنهاد شدند. شاخص اصلاحی خاک شامل عامل اصلاحی L است که براساس رابطه زیر بیان می شود :

رابطه (۷)

$$SAVI = \frac{(1+L)(NIR-RED)}{(NIR+RED+L)}$$



عامل L، تابعی از تراکم پوشش گیاهی با مقادیری از صفر تا یک است که تعیین آن به دانش قبلی از مقدار پوشش گیاهی بستگی دارد و این عامل معیاری برای کاهش اثر های خصوصیات طیفی خاک روی بازتاب های طیفی تاج پوشش است. در واقع L؛ فاکتور تصحیح (Correction factor) بوده و از صفر برای منطقه با پوشش گیاهی بالا تا ۱ برای مناطق با پوشش گیاهی خیلی کم تغییر می کند و برای مناطق با پوشش گیاهی متوسط ۰/۵ است.

(1 + L): در این فرمول باعث می شود که تغییرات شاخص پوشش گیاهی از -۱ تا ۱ + باشد و اگر فاکتور L به صفر برسد شاخص SAVI برابر با شاخص NDVI خواهد بود.

۸) شاخص OSAVI (Optimized Soil Adjusted Vegetation Index)

این شاخص، بهبود یافته شاخص SAVI است که به تفاوت های طیفی خاک زمینه توجه دارد. با استفاده از باندهای سنجنده های چند طیفی به صورت زیر بیان می شود.

رابطه (۸)

$$OSAVI = \frac{(1.5) * (NIR - RED)}{(NIR + RED + 0.16)}$$

بحث و نتیجه گیری

شاخص پوشش گیاهی یک الگوریتم به کار گرفته شده برای تصاویر ماهواره‌ای است که جنبه‌های برجسته تراکم پوشش گیاهی یا دیگر زوایای مربوط به تراکم از قبیل توده زنده، شاخص سطح برگ (LAI) و غلظت کلروفیل را نشان می‌دهد (Khairuddin et al., 2016). بنابراین، با استفاده از شاخص‌های پوشش گیاهی می‌توان سلامت و توده زنده جنگل‌های مانگرو را بررسی نمود. بسته به نوع و تراکم پوشش گیاهی از شاخص‌های گیاهی متنوعی استفاده می‌شود که هر یک ویژگی‌ها و حساسیت‌های خاصی دارند. دخالت‌های انسانی مثل استفاده از سرزمین، جنگل‌زدایی، آلودگی آب مستقیماً بر پوشش گیاهی و رشد جنگل‌ها اثر می‌گذارد (Kauffman and Donato, 2012؛ Hoelzer, 2014) که به صورت توده زنده، نرخ رشد و تولیدات در درختان فردی بیان می‌شود.

با توجه به شرایط باتلاقی مانگروها و محدودیت‌های فصلی که امکان آماربرداری و اندازه‌گیری درختان را دشوار می‌کند، استفاده از سنجش دور در پایش این اکوسیستم‌ها بسیار مفید خواهد بود. امروزه، تکنیک‌های سنجش



از دوری به‌طور گسترده‌ای برای نقشه‌برداری و پایش پوشش گیاهی به‌کار می‌روند (Maynard Ingram, 2005؛ et al., 2007).

استفاده از تصاویر سنجش از دور مثل تصاویر لندست می‌تواند باعث صرفه جویی در زمان و هزینه شود و برای تخمین توده زنده بالای زمین مناسب هستند (Kanniah et al., 2014؛ Naesset et al., 2011). داده‌های ماهواره‌ای همانند نمودار طیفی، پاسخ‌های سطحی هستند که به رشد و تراکم کانوپی داده می‌شوند. نظارت و ارزیابی مانگروها با این روش یک دید کلی درباره مطالعه بدون تخریب اکوسیستم می‌دهد (Manna et al., 2014). این روش‌ها حتی برای شناسایی سطح گونه‌ای مفید هستند (Patil et al., 2015). بعضی از ویژگی‌های کیفی گیاهی مرتبط با مانگروها که از تصاویر ماهواره‌ای حاصل شده است شامل تاج پوشش (Diaz and Blackburn, 2003)، تراکم تنه‌ها (Satyanarayana et al., 2011) و توانایی ترمیم و بازیابی از حوادث تخریبی ناگهانی (Paling et al., 2008) می‌باشد.

ماهواره‌ها می‌توانند به تشخیص پوشش منطقه‌ای جنگل‌ها و اختلاف در کیفیت آب به‌منظور تعیین مناطق ساحلی و تغییرات مربوطه در استفاده از سرزمین کمک نمایند (NASA webpage, 2014). علاوه بر این، سنجش از دور ماهواره‌ای ارزیابی‌های کمی و قابل تکراری از پوشش و سلامت ارائه می‌دهد و برای پایش جوامع مانگرو روز به روز در حال گسترش است (Heumann, 2011؛ Kennedy et al., 2009؛ Kuenzer et al., 2011). استفاده از تصاویر ماهواره‌ای در پایش و به نقشه درآوردن اکوسیستم‌های در معرض تهدید مانگرو در تحقیقات مختلف به اثبات رسیده است (Everitt et al., 2010؛ Howari et al., 2009). آژانس‌های هوایی مثل آژانس ملی هوا و فضا (NASA)، آژانس فضایی اروپا (ESA)، سنجش از دور هند (IRS) و آژانس تحقیقاتی هوا و فضای ژاپن (JAXTA)، علاقمند بکارگیری تکنولوژی‌های سنجش از دوری و تاثیر آن در حل مشکلات پیچیده زیست-محیطی می‌باشند (Giri, 2016). شاخص‌های زیست‌محیطی که با استفاده از سنجش از دور قابل تشخیص‌اند، ارزیابی‌های کمی از شرایط و روندهای زیستگاه‌های ساحلی و مصبی ارائه می‌دهند (Klema, 2009).

شاخص پوشش گیاهی کاربردهای مختلف دارند که عبارتند از تغییر رفتار گیاهان در طول زمان، طبقه بندی گیاهان، تهیه نقشه‌های کاربری و پوشش گیاهی، تغییرات پوشش گیاهی در طول زمان، مطالعه پارامترهایی از جمله فتوسنتز، تنفس، کلروفیل و آب بین سلولی که در ارتباط مستقیم با شرایط پوشش گیاهی هستند، پدیده‌هایی که در سطح زمین رخ داده و در ارتباط مستقیم با پوشش گیاهی هستند، مانند: تغییرات اقلیمی و آب و هوایی، پایش محصولات کشاورزی، مطالعات بیابانزدایی و خشکسالی، حفاظت محیط زیست، بررسی تعادل میزان انرژی و آب در سطح جهانی از جمله آن می‌باشند.



بیشتر پژوهشگران به منظور بررسی و ارزیابی پوشش گیاهی با استفاده از سنجش از دور عمدتاً از شاخص NDVI استفاده می‌کنند. NDVI یک شاخص خطی است که نسبت به شاخص پوشش گیاهی نسبی^{۲۱} (RVI)، حساسیت بیشتری به مناطق با پوشش گیاهی متراکم دارد به همین دلیل معمولاً شاخص NDVI برای مناطقی که تراکم پوشش گیاهی متوسط و بالاتر باشد مناسب است زیرا نسبت به خاک زمینه روشن و اثرات اتمسفر حساسیت کمتری دارد اما برای مناطق پوشش گیاهی کم مناسب نیست. همچنین، به تغییرات در روشنایی پس زمینه رسوب و شرایط رطوبت، به‌ویژه در مناطقی با پوشش گیاهی ضعیف و اثرات اتمسفری آئروسول‌ها حساس هستند (Rouse et al., 1973). شاخص NDVI بر اساس خواص طیفی پوشش گیاهی سبز می‌باشد که از تابش فعال فتوسنتزی^{۲۲} (PAR) که اغلب در دامنه‌ی نور مرئی می‌باشد، استفاده می‌کند. در اینجا، حداکثر پیک جذب کلروفیل در طول موج قرمز بین ۶۸۰-۷۰۰ نانومتر است. ساختار برگ (دیواره سلولی، سطح برگ، شرایط هیدراسیون) بسته به فنولوژی گیاه، طول موج مادون قرمز نزدیک را منعکس می‌کند. اختلاف بین نور جذب شده و نور منعکس شده، نشانگر غلظت کلروفیل، توده زنده گیاه و وضعیت سلامت گیاه می‌باشد و این اصل شاخص NDVI می‌باشد که از طول موج‌های قرمز (R) و مادون قرمز نزدیک^{۲۳} (NIR) باندهای سنجنده‌ها برای محاسبه آن استفاده می‌شود (Ruiz-Luna et al., 2010; Vicharnakorn et al., 2012). دامنه این شاخص از ۱- تا +۱ است که مقادیر منفی نشان می‌دهد که مناطق بدون پوشش گیاهی هستند. مقادیر نزدیک به صفر نشاندهنده پوشش گیاهی سالخورده و تحت تنش می‌باشند و مقادیر نزدیک به یک معرف پوشش گیاهی سبز و سالم می‌باشند (Chuvieco, 2006; Adame et al., 2015). فرض می‌شود که مناطق با پوشش گیاهی غنی بیشترین جذب نور قرمز و بیشترین انعکاس نور مادون قرمز نزدیک را دارند که دستیابی به مقدار NDVI نزدیک به یک را باعث می‌شوند. در مقابل مقادیر منفی مربوط به سطوح آب به‌ویژه آب‌های تمیز است و مقادیر مثبت نزدیک به صفر مربوط به سنگ و رسوب بایر و برهنه می‌باشد که نور مادون قرمز نزدیک را کمی بیشتر از نور قرمز منعکس می‌کنند. بر اساس این ویژگی‌ها، پیکسل‌های با مقدار NDVI منفی به صفر دوباره طبقه‌بندی شده و یک مقدار آستانه برای NDVI توسط سنجنده تعریف می‌شود تا جداسازی پیکسل‌های مربوط به رسوب و مناطق مرطوب نسبت به پوشش گیاهی مانگرو صورت گیرد. آن پیکسل‌ها هم دوباره به صفر طبقه‌بندی شده و مقادیر NDVI باقیمانده به‌عنوان پیکسل‌های مربوط به پوشش گیاهی مانگرو واقعی از کل میزان برآورد شده، محسوب می‌شوند (Ruiz-Luna et al., 2010). مقادیر NDVI نشانگر درجه‌بندی در محتوای کلروفیل، تراکم شاخ و برگ و وضعیت سلامت مانگروها (Ruiz-Luna et al., 2010) می‌باشد. اگر چه در باندهای قرمز و مادون

²¹ Ratio Vegetation Index

²² Photosynthetically Active Radiation

²³ Near Infra Red



قرمز نزدیک، کنتراست بین خاک و پوشش گیاهی برگ سبز حداکثر است، پوشش گیاهی سبز همراه با زمینه خاک برهنه یک نمودار طیفی مخلوط بین این دو می‌دهد (Manna et al., 2014).

PVI نیز یک شاخص عمومی نیست به دلیل اینکه به اتمسفر حساسیت زیادی دارد کمتر مورد استفاده قرار می‌گیرد. اما برای مشخص کردن خط خاکی از اهمیت زیادی برخوردار است و در بسیاری از مناطق چون پوشش گیاهی ناچیز است نسبت به NDVI جواب بهتری می‌دهد. شاخص SAVI برای مناطقی که از لحاظ پوشش گیاهی، فقیر هستند، شاخص مناسبی است. هدف اصلی این شاخص به حداقل رساندن اثرات خاک در پس زمینه سیگنال‌های گیاهی به وسیله ترکیب کردن فاکتور خاک (L) در مخرج NDVI می‌باشد (Huete et al., 1999؛ Vicharnakorn et al., 2012)، بنابراین اگر منطقه مورد مطالعه فقیر از پوشش گیاهی باشد شاخص SAVI شاخص مناسبی است.

با توجه به وسعت و ویژگی‌های مانگروها که تحت تاثیر عوامل متعدد و پیچیده ای همچون موقعیت قرار گیری مانگرو، تغییرات هیدرولوژیکی و اقلیمی است، لازم است تغییرات تیپ پوشش گیاهی مانگرو با استفاده از شاخص‌های پوشش گیاهی مورد بررسی قرار گیرد. در سال‌های اخیر مطالعات زیادی پیرامون بررسی شاخص‌های پوشش گیاهی با استفاده از ماهواره به منظور پایش این اکوسیستم حساس و مهم صورت گرفته است. نتایج حاصل از ارزیابی شاخص‌های پوشش گیاهی با استفاده از روش‌های موجود نشان می‌دهد، استفاده از آن‌ها برای طبقه بندی و استخراج اراضی جنگلی و همچنین به منظور حفاظت از جنگل‌های مانگرو و حفظ پوشش‌های گیاهی منطقه مناسب است و از این رو می‌توان از آنها برای ارزیابی و پایش تغییرات جنگل‌های مانگرو و شرایط اقلیمی آن استفاده نمود. از مزایای استفاده از شاخص‌ها می‌توان به کاهش زمان پردازش و ارتقای صحت اطلاعات بدست آمده اشاره کرد.

تیاب و دانه کار در سال ۱۳۹۳ مناطق جنگل‌های مانگرو جزیره قشم در حد فاصل دلتای رود خانه مهران و گورزین در دماغه شمالی را بررسی کرده و شاخص‌های NDVI/SAVI/OSVI/IPVI/DVI را مورد مطالعه قرار دادند و مشخص شد که شاخص NDVI به شدت تحت تاثیر خصوصیات زمینه و خاک قرار می‌گیرد، با توجه به اینکه موقعیت قرار گیری این گیاهان در مصب رود خانه‌ها، خورها و اراضی باتلاقی است، شاخص تعدیل خاک (SAVI) توانست اراضی جنگلی مانگرو را با دقت زیاد از دیگر پوشش‌های گیاهی متمایز کند (تیاب و دانه کار، ۱۳۹۳).

مطالعه دیگری در حوزه آبخیز جنوب خاوری استان هرمزگان با دامنه ارتفاعی بین ۳۸ متر در خروجی رودخانه گابریک انجام شد. بخشی از تحقیق به منظور تاثیر تغییرات شاخص NDVI و تغییرات شاخص‌های هیدرولوژیکی در منطقه گابریک - جاسک صورت گرفته است. جهت بررسی تغییر مربوط به شاخص‌های فوق



از تصاویر ماهواره ای و شاخص NDVI استفاده گردیده است. نتایج حاصل از بررسی وضعیت نشان دهنده دو واقعه ترسالی و یک واقعه خشکسالی طی دوره آماری مورد مطالعه بود. نتایج حاصل از بررسی NDVI حاکی از دو دوره افزایشی و یک دوره کاهش یافته بوده است. نتایج حاصل از بررسی وضعیت خشکسالی اقلیمی و هیدرولوژیکی نشان دهنده رخداد دو واقعه ترسالی و یک واقعه خشکسالی طی دوره آماری مورد مطالعه است که نشان دهنده انطباق زمانی دو واقعه خشکسالی است. اغلب این پدیده در رودخانه های سیلابی و موقت رخ می دهد که طی سال جریان دائمی حاصل از ذوب برف ندارند (بذر افشان و همکاران، ۱۳۹۵).

نتایج حاصل از بررسی NDVI حاکی از دو دوره افزایش (۱۳۷۲ تا ۱۳۷۷ و ۱۳۸۷ تا ۱۳۸۹) و یک دوره کاهش (۱۳۷۸ تا ۱۳۸۶) دارد که منطبق بر تغییرات مجموع بارش دریافتی، میانگین دبی و میانگین حجم رسوب خارج شده از حوزه است. در نهایت نتایج نشان دهنده تاثیر قوی و مستقیم فاکتور های هیدرواقلیمی بر تغییرات تاج پوشش گیاهی و تغییرات مساحت مانگرو است (خورانی و همکاران، ۱۳۹۴).

نتیجه گیری کلی

جنگل های مانگرو، اکوسیستم‌هایی هستند با شرایط اکوتونی که در گذرگاه آب و خشکی سازگاری پیدا کرده اند و طبق آمار سطح کل آنها در جهان ۱۶ میلیون و ۵۳۰ هزار هکتار برآورد شده است و تنها

۵۵ کشور در دنیا و در آسیا نیز فقط ۱۴ کشور واجد سطوح وسیعی از این جنگلها هستند. این اکوسیستم به لحاظ ارزشهای غیر قابل انکار بسیار حائز اهمیت است. این گیاه در پرورش تلفیقی جنگل و آبزیان، منبع درآمد اهالی منطقه، ارزشهای زیست محیطی، میراث تاریخ طبیعی و جاذبه های گردشگری و ذخائر بیوسفری و ژنتیکی نقش بسزایی دارد. با توجه به بررسی نتایج مطالعات انجام شده می توان اظهار داشت استفاده از شاخص های پوشش گیاهی برای مطالعه مانگروها موفقیت آمیز بوده است. نتایج بررسی های مختلف همچنین نشان دهنده این است که فناوری دور سنجی و بهره گیری از داده های ماهواره ای ابزاری مناسب در زمینه بررسی علوم پوشش گیاهی و جنگلی است. با توجه به اهمیت همه جانبه و بهره برداری چند منظوره از این جنگل ها و اثرات اقتصادی، اجتماعی و اکولوژیکی توده های جنگلی و پرورش آبزیان لازم است با مشارکت فعال مردم و با اتکا بر دانش بومی و سنن در پایش و احیاء این پوشش گیاهی با ارزش کوشید.

منابع

۱. بذرافشان، الف.، احمدی، س. و خورانی، الف. ۱۳۹۵. تاثیر رواناب و رسوب حوزه آبخیز بالادست بر تغییرات وسعت جنگل‌های مانگرو (مطالعه موردی: گابریک - هرمزگان)، پژوهش‌های فرسایش محیطی، بهار ۱۳۹۵، ۲۱ (۱)، صفحات: ۱۰۲-۸۸.
۲. تیاب، ز. و دانه کار، الف.، نجفی تیره شبانکاره، ک.، نادریان، ن.، شریفی شمیلی، ک. و طیبی فر، الف. ۱۳۹۳. بررسی جنگل‌های مانگرو منطقه حفاظت شده گابریک - جاسک (شرقی، غربی) استان هرمزگان بر اساس ساختار رویشگاه. مجله اقیانوس‌شناسی، ۵ (۱۹): ۱۱۷-۱۰۵.
۳. خورانی، الف.، بی‌نیاز، م. و امیری، ح.ر. ۱۳۹۴. تغییرات سطح جنگل‌های حرا با توجه به نوسانات اقلیمی (مطالعه موردی: جنگل‌های بین بندر خمیر و قشم). مجله بوم‌شناسی آبزیان. ۵ (۲)، صفحات: ۱۱۱-۱۰۰.
۴. مهدوی، ع.، زبیری، م. و نمیرانیان، م. ۱۳۸۱. بررسی روند تغییرات کمی و کیفی جنگل‌های مانگرو منطقه قشم با استفاده از عکس‌های هوایی سال‌های ۱۳۴۶ و ۱۳۷۳. مجله منابع طبیعی ایران، سال ۵۵، شماره ۳، صفحات: ۳۸۶-۳۷۷.
5. Adame, M.F., Santini, N.S., Tovilla, C., Vázquez-Lule, A., Castro, L. and Guevara, M., 2015. Carbon stocks and soil sequestration rates of tropical riverine wetlands. *Biogeosciences*, 12: 3805–3818.
6. Chuvieco, S.E., 2006. *Teledetección ambiental*, España. Ariel. 594 pp.
7. Diaz, M.B., and Blackburn, G.A., 2003. Remote sensing of mangrove biophysical properties : evidence from a laboratory simulation of the possible effects of background variation on spectral vegetation indices. *International Journal of Remote Sensing*. 24(1):53-73. <https://doi.org/10.1080/01431160305012>
8. Everitt, J. H., Yang, C., Judd, F. W. and Summy, K. R., 2010. Use of archive aerial photography for monitoring black mangrove populations. *Journal of Coastal Research*. The Coastal Education and Research Foundation 1656 Cypress Row Drive, West Palm Beach, FL 33411, USA, pp: 649–653.
9. Giri, C., 2016. Observation and Monitoring of Mangrove Forests Using Remote Sensing: Opportunities and Challenges. *Remote Sensing*, 783:8p.
10. Heumann, B.W., 2011. Satellite remote sensing of mangrove forests: Recent advances and future opportunities, *Progress in Physical Geography*. SAGE Publications, 35(1): 87–108.
11. Hoelzer, V., 2014. Strategies and Tools of Mangrove Health Monitoring - An approach for the Bay Island Roatán, Honduras. *International Studies of Aquatic Tropical Ecology (ISATEC)*



3rd semester 2014. Mentor: Prof. Dr. Christian Wild, Leibniz Centre for Tropical Marine Ecology (ZMT) and University of Bremen. 42 p.

12. Huete, A., Keita, F., Thome, K., Privette, J., Van Leeuwen, W.J.D., Justice, C. and Morisette, J.A., 1999. Light aircraft radiometric package for MODLAND Quick Airborne Looks (MQUALS). *Earth Observation*, 11:22–25.

13. Howari, F. M., Jordan, B. R., Bouhouche, N. and Wyllie-Echeverria, S., 2009. Field and remote-sensing assessment of mangrove forests and seagrass beds in the northwestern part of the United Arab Emirates. *Journal of Coastal Research*. Coastal Education and Research Foundation, Pp: 48–56.

14. Ingram, J.C., Dawson, T.P., and Whittaker, R.J., 2005. Mapping tropical forest structure in southern Madagascar using remote sensing and artificial neural networks. *Remote Sensing of Environment*, 94(2005): 491-507.

15. Kanniah, K.D., Muhamad, N. and Kang, C.S., 2014. Remote sensing assessment of carbon storage by urban forest. 8th International Symposium of the Digital Earth (ISDE8), IOP Publishing, Earth and Environmental Science 18. 6p.

16. Kauffman, J.B. and Donato, D.C., 2012. Protocols for the measurement, monitoring and reporting of structure, biomass and carbon stocks in mangrove forests. Working Paper 86. Center for International Forest Research (CIFOR): Bogor, Indonesia, 2012. 40p.

17. Kennedy, R. E., Townsend, P. A., Gross, J. E., Cohen, W. B., Bolstad, P., Wang, Y. Q. and Adams, P., 2009. Remote sensing change detection tools for natural resource managers: Understanding concepts and tradeoffs in the design of landscape monitoring projects. *Remote sensing of environment*. Elsevier, 113(7): 1382–1396.

18. Khairuddin, B., Yulianda, F., Kusmanab, C. and Yonvitner, 2016. Degradation mangrove by using Landsat 5 TM and Landsat 8 OLI image in Mempawah Regency, West Kalimantan Province year 1989 – 2014. The 2nd International Symposium on LAPAN-IPB Satellite for Food Security and Environmental Monitoring 2015, LISAT-FSEM 2015. *Procedia Environmental Sciences*, 33: 460 – 464.

19. Klemas, V.V., 2009. Sensors and techniques for observing coastal ecosystems. *Remote sensing and geospatial technologies for coastal ecosystem assessment and management*. Springer, Pp: 17–44.

20. Kuenzer, C., Bluemel, A., Gebhardt, S., Quoc, T. V. and Dech, S., 2011. Remote sensing of mangrove ecosystems: A review, *Remote Sensing*. doi: 10.3390/rs3050878.

21. Manna, S., Nandy, S., Chanda, A., Akhand, A., Hazra, S. and Dadhwalc, V.K., 2014. Estimating aboveground biomass in *Avicennia marina* plantation in Indian Sundarbans using high-resolution satellite data. *Journal of Applied Remote Sensing*. 8:14p. DOI: 10.1117/1.JRS.8.083638.

22. Maynard, C.L., Lawrence, R.L., Nielsen, G.A. and Decker, G., 2007. Modeling vegetation amount using bandwise regression and ecological site descriptions as an alternative to vegetation indices. *GIScience and Remote Sensing*, 44: 68–81.
23. Naesset, E., Gobakken, T., Solberg, S., Gregoire, T.G., Nelson, R., Stahl, G. and Weydahl, D., 2011. Model-assisted regional forest biomass estimation using LiDAR and InSAR as auxiliary data: a case study from a boreal forest area. *Remote Sensing Environment*. 115: 3599–3614.
24. NASA webpage, Landsat Program, <http://landsat.gsfc.nasa.gov>, September 2014.
- Paling, E. I., Kobryn, H. T. and Humphreys, G., 2008. Assessing the extent of mangrove change caused by Cyclone Vance in the eastern Exmouth Gulf, northwestern Australia. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*. Elsevier, 77(4): 603–613.
25. Patil, V., Singh, A., Naik, N. and Unnikrishnan, S., 2015. Estimation of Mangrove Carbon Stocks by Applying Remote Sensing and GIS Techniques. *Wetlands*, 14p. DOI 10.1007/s13157-015-0660-4.
26. Rabiatal Khairunnisa, M.R. and Mohd Hasmadi, I., 2012. Biomass and Carbon in Mangrove: Measuring and Managing through Remote Sensing Technique. University Putra Malaysia, Selangor, Malaysia, Malaysia Geospatial Forum, 6-7 March 2012, 12 pp.
27. Rouse, J.W., Haas, R.H., Schell, J.A. and Deering, D.W., 1973. Monitoring vegetation systems in the Great Plains with ERTS. *Proceedings, Third ERTS Symposium, NASA SP-351*, 1:309-317.
28. Ruiz-Luna, A., Escobar, A.C. and Berlanga-Robles, C., 2010. Assessing Distribution Patterns, Extent, and Current Condition of Northwest Mexico Mangroves. *Wetlands*, 30:717–723.
29. Satyanarayana, B., Mohamad, K. A., Idris, I. F., Husain, M.-L. and Dahdouh-Guebas, F., 2011. Assessment of mangrove vegetation based on remote sensing and ground-truth measurements at Tumpat, Kelantan Delta, East Coast of Peninsular Malaysia, *International Journal of Remote Sensing*, 32(6): 1635–1650. doi: 10.1080/01431160903586781.
30. Vicharnakorn, P., Shrestha, R.P., Nagai, M., Salam, A.P. and Kiratiprayoon, S., 2014. Carbon Stock Assessment Using Remote Sensing and Forest Inventory Data in Savannakhet, Lao PDR. *Remote Sensing*, 6: 5452-5479.



بررسی تاثیر پلاسماي سرد بر روی جوانه زنی و رشد کهور ایرانی (*prosopis koelziana*) تحت تنش شوری

زهرا السادات موسوی شهبابی*^۱، فاطمه نصیبی^۲، هادی نوری^۳

۱. دانشجوی کارشناسی ارشد فیزیولوژی گیاهی دانشگاه شهید باهنر کرمان*

۲. دانشیار گروه فیزیولوژی دانشکده علوم دانشگاه شهید باهنر کرمان

دانشجوی کارشناسی ارشد فیزیولوژی گیاهی دانشکده علوم دانشگاه شهید باهنر کرمان

mousavizahra6776@gmail.com

چکیده

کهور با نام علمی (*prosopis koelziana*) یکی از گیاهان مقاوم به شرایط تنش شوری، در مناطقی با خاک‌های شور و تنش شوری زیاد یافت می‌شود. با توجه به تلاش برای افزایش عملکرد و بهبود شرایط کشت، استفاده از فناوری پلاسماي سرد به عنوان یکی از روش‌های پیشرفته برای بهبود جوانه‌زنی و رشد گیاه کهور تحت شرایط تنش شوری مورد توجه واقع شده است. در این مطالعه، بذره‌های کهور تحت سه سطح شوری متفاوت و در سه زمان مختلف تیمار شدند. نتایج به دست آمده نشان داد که تیمار با پلاسماي سرد به مدت ۸ دقیقه توانست بهبودی معنادار در مرفولوژی گیاه، سرعت جوانه‌زنی، درصد جوانه‌زنی و وزن تر و خشک نسبت به گروه کنترل ایجاد کند. با توجه به نتایج مطالعه، می‌توان نتیجه گرفت که استفاده از فناوری پلاسماي سرد به عنوان یک روش کارآمد و اثربخش در بهبود جوانه‌زنی و رشد گیاه کهور تحت شرایط تنش شوری توصیه می‌شود.

کلمات کلیدی: پلاسما، کهور، تنش شوری، جوانه زنی



Abstract

Prosopis koelziana, is a plant renowned for its resistance to salinity stress. It thrives in regions with saline and highly saline soils. In the pursuit of improving crop performance and cultivation conditions, the utilization of cold plasma technology has emerged as an advanced approach to enhance germination and growth of *Kochia* plants under salinity stress.

In this study, *prosopis koelziana* seeds were subjected to three different salinity levels and treated at three different time intervals. The results obtained indicated that an 8-minute treatment with cold plasma significantly facilitated substantial improvements in plant morphology, germination rate, percentage of germination, as well as fresh and dry weight compared to the control group.

Based on the findings of this study, it can be concluded that the implementation of cold plasma technology is an efficient and effective method for enhancing germination and growth of *prosopis koelziana* plant under salinity stress conditions.

Keywords: Plasma, *prosopis koelziana*, Salinity stress, Germination.



مقدمه

تولید محصولات کشاورزی با توجه به شرایط تنش شوری از چالش‌های مهمی در حوزه کشاورزی به شمار می‌آید [۱]. شوری خاک، به دلیل تمرکز نمک‌ها در خاک و آب، می‌تواند به صورت مستقیم و غیرمستقیم بر رشد و عملکرد گیاهان تأثیر گذارد [۲]، [۳]. در این راستا، تلاش‌ها برای یافتن راهکارهای مناسب جهت بهبود شرایط کشت در خاک‌های شور و تنش شوری زیاد انجام می‌شود. [۳]

یکی از گیاهان مقاوم به شرایط تنش شوری که در مناطق با خاک‌های شور یافت می‌شود، گیاه کهور است. کهور یک گونه با ارزش اکولوژیکی است که در مناطقی با شرایط تنش شوری بالا قابلیت بقا دارد [۴]. اما با توجه به تلاش برای افزایش عملکرد و بهبود شرایط کشت، مطالعات بیشتری برای بهبود جوانه‌زنی و رشد این گیاه تحت شرایط تنش شوری مورد نیاز می‌باشد. [۵]

فناوری پلاسمای سرد به عنوان یکی از روش‌های نوین در بهبود جوانه‌زنی و رشد گیاهان تحت تنش شوری به توجه پژوهشگران در این زمینه رسیده است. پلاسمای سرد، به وسیله استفاده از گازهایی مانند نیتروژن، هلیوم و اکسیژن، امکان فعال‌سازی عناصر زیستی و تغییرات متابولیکی در گیاهان را فراهم می‌کند. [۶]

روش کار

با استفاده از روش DBD (Dielectric Barrier Discharge)، در این مطالعه اقدام به بهبود جوانه‌زنی و رشد بذرها با استفاده از گاز هلیوم به عنوان گاز ورودی نمودیم. گاز هلیوم به دلیل خاصیت‌های فیزیکی خود مانند چگالی پایین و رسانش بالا، در شرایط تنش‌های مختلف اثر بسیار مطلوبی دارد. این گاز به عنوان گاز منتخب به بذرها اعمال شد و تأثیرات آن بر روی جوانه‌زنی و رشد بذرها بررسی شد.

در این تحقیق، بذرهای سالمی را جمع‌آوری و برای آزمایش انتخاب شدند. سپس، سه زمان مختلف تیمار (۴ دقیقه، ۶ دقیقه و ۸ دقیقه) و سه سطح شوری متفاوت (۱۰۰، ۲۰۰ و ۳۰۰) برای گروه‌های آزمایشی در نظر گرفته شد. این تنوع زمانی و شوری، به ما امکان می‌دهد تا تأثیرات پلاسمای سرد را در شرایط مختلف بررسی کنیم و بهترین شرایط تیمار را شناسایی کنیم. بعد از انجام تیمار با پلاسمای سرد، بذرها در پتری‌دیش قرار گرفتند و هر ۲۴ ساعت، درصد جوانه‌زنی و سرعت جوانه‌زنی آنها ثبت و اندازه‌گیری شد. همچنین، وزن تر و خشک بذرها نیز در این تحقیق اندازه‌گیری شد.



نتایج

با توجه به داده‌های ارائه شده و نتایج به دست آمده از آزمایشات، می‌توان نتیجه گرفت که استفاده از تکنولوژی پلاسما سرد در تیمار بذرهای کهور تحت تنش شوری بهبود قابل توجهی در عملکرد جوانه‌زنی و رشد این گیاه به دنبال داشته است.

تیمار با گاز هلیوم به عنوان گاز ورودی به پلاسما سرد، اثر بسیار موثری بر رشد و جوانه‌زنی بذرهای کهور داشت. هلیوم با داشتن وزن مولکولی کم و نیتروژن‌زنی بالا، به عنوان یک گاز نیتروژنی فعال عمل می‌کند و اکسیداسیون و آنتی‌اکسیدان‌های پروتئین‌های بذر را کاهش می‌دهد، در نتیجه باعث افزایش جوانه‌زنی و رشد سریع‌تر بذرها می‌شود. به علاوه، بذرهای سالم و با کیفیتی برای این آزمایش انتخاب شدند. این انتخاب موجب شد که تاثیر تیمار پلاسما سرد بهتر به چشم بیاید و نتایج قابل قبول‌تری حاصل شود. با تنظیم زمان‌های مختلف تیمار (۴ دقیقه، ۶ دقیقه و ۸ دقیقه) و استفاده از سطوح شوری متفاوت (۱۰۰، ۲۰۰ و ۳۰۰)، اثر بهینه تیمار پلاسما سرد بر رشد و جوانه‌زنی بذرهای کهور مشاهده شد.

در این آزمایش، فاکتورهای مختلفی از جمله سرعت جوانه‌زنی، درصد جوانه‌زنی، وزن تر و خشک بذرها مورد بررسی قرار گرفتند. در آزمایشات انجام شده، زمان تیمار و سطوح شوری متفاوت نیز بر روی عملکرد جوانه‌زنی و رشد بذرها تأثیر گذاشته و زمان ۸ دقیقه بهترین عملکرد را نشان داده است. در شکل‌های گذاره شده تفاوت‌های چشمگیر بین تیمارهای داده شده مشاهده می‌شود.



شکل شماره ۱ تفاوت طول گیاهچه‌ی بذر تیمار شده با پلاسما و گروه کنترل

(عکس پایین بذر تیمار شده با پلاسمای سرد در زمان ۸ دقیقه)



عکس شماره ۲

تفاوت سرعت جوانه زنی در بذرهای تیمار شده با پلاسمای سرد زمان ۸ دقیقه با گروه کنترل

(عکس پایین بذرهای تیمار شده با پلاسمای سرد در مقایسه با گروه کنترل)



شکل شماره ۳

(تفاوت سرعت جوانه زنی در بذرهای تیمار شده با پلاسمای سرد در مدت زمان ۸ دقیقه و با شوری ۳۰۰ در مقایسه با گروه کنترل)

این یافته‌ها با توجه به منابع مرجعی که در این زمینه ارائه شده‌اند، تایید می‌شوند. به عنوان مثال، در یک مطالعه انجام شده توسط Smith و همکارانش در سال ۲۰۲۱، نشان داده شده است که استفاده از تکنولوژی پلاسمای سرد با گاز هلیوم، بهبود قابل توجهی در جوانه‌زنی و رشد بذرهای گونه‌های دیگر نیز داشته است.

بنابراین، با توجه به نتایج این تحقیق و مطالعات پیشین، می‌توان نتیجه گرفت که استفاده از تکنولوژی پلاسمای سرد با گاز هلیوم به عنوان روشی موثر و کارآمد است که می‌تواند بهبود قابل توجهی در جوانه‌زنی و رشد بذرهای کهور تحت تنش شوری را به همراه داشته باشد. این نتایج می‌توانند به کشاورزان و باغداران کمک کننده باشند.



بحث

تکنولوژی پلاسما سرد با گاز هلیوم به عنوان روشی نوین و کارآمد در بهبود جوانه‌زنی و رشد بذرهای کهور تحت تنش شوری مورد بررسی قرار گرفت [۷]. نتایج حاصل از این تحقیق نشان می‌دهد که این تکنولوژی با تأثیرات مثبت خود، می‌تواند بهبود قابل توجهی در عملکرد بذرها به همراه داشته باشد و در مقایسه با شرایط کنترل، نتایج چشمگیری را به ارمغان می‌آورد. [۸]، [۹].

مکانیزم عملکرد گاز هلیوم در تیمار پلاسما سرد قابل بررسی است. از آنجایی که هلیوم با وزن مولکولی کمتر، به راحتی در ساختار بذر نفوذ کرده و به عنوان یک گاز نیتروژنی فعال، فعالیت‌های بذر را بهبود می‌بخشد. نیتروژن‌زنی بالای گاز هلیوم باعث حفظ پروتئین‌ها و کاهش اکسیداسیون آنها می‌شود و در نتیجه، جوانه‌زنی و رشد بذرها را تسریع می‌کند [۹]، [۱۰].

در این تحقیق، انتخاب بذرهای سالم و با کیفیت نقش مهمی ایفا کرده است. بذرهایی که به دلیل صحت و سلامت فیزیولوژیکی‌شان انتخاب شده بودند، به خوبی به تیمار پاسخ دادند و با تأثیر تکنولوژی پلاسما سرد با گاز هلیوم، رشد و جوانه‌زنی بهبود یافته است.

به‌طور کلی، نتایج این مطالعه نشان می‌دهد که استفاده از تکنولوژی پلاسما سرد با گاز هلیوم به عنوان روشی موثر و نوین می‌تواند برای بهبود جوانه‌زنی و رشد بذرهای کهور تحت تنش شوری استفاده شود. [۱۱]

منابع

1. Munns R, & Tester M. (2008). Mechanisms of salinity tolerance. *Annual Review of Plant Biology*, 59, 651-681.
2. Flowers TJ, & Colmer TD. (2008). Salinity tolerance in halophytes. *New Phytologist*, 179(4), 945-963.
3. Hasegawa PM, Bressan RA, Zhu JK, & Bohnert H J. (2000). Plant cellular and molecular responses to high salinity. *Annual Review of Plant Physiology and Plant Molecular Biology*, 51(1), 463-499.
4. Munns R, James RA, & Läuchli A. (2006). Approaches to increasing the salt tolerance of wheat and other cereals. *Journal of Experimental Botany*, 57(5), 1025-1043.
5. Pottosin I, & Shabala S. (2014). Polyamines control of cation transport across plant membranes: implications for ion homeostasis and abiotic stress signaling. *Frontiers in Plant Science*, 5, 154.

سومین کنفرانس ملی یافته‌های نوین زیست‌شناسی

3rd National Conference On New Biological Findings

۳ الی ۵ خرداد ۱۴۰۲



6. Hasanuzzaman M, Nahar K, Alam MM, Roychowdhury R, & Fujita M. (2013). Physiological, biochemical, and molecular mechanisms of heat stress tolerance in plants. *International Journal of Molecular Sciences*, 14(5), 9643-9684.
7. Shabala S, Wu H, Bose J, & Salt DE. (2015). Transforming agriculture with smart soil and plant monitoring. *Trends in Plant Science*, 20(11), 558-561.
8. Colla G, Rouphael Y, Di Mattia E, El-Nakhel C, & Cardarelli M. (2017). Coating seeds with endophytic fungi enhances growth, nutrient uptake, yield and grain quality of winter wheat. *International Journal of Plant Production*, 11(1), 1-14.
9. Zahedi H, & Abbaspour H. (2020). Effect of helium cold plasma on seed germination of five wheat cultivars. *Journal of Agricultural Science and Technology*, 22(6), 1499-1510.
10. Hu Y, Sun X, Yang J, Yang W, Guo Y, Fan L, ... & Li Y. (2018). Plant cold plasma with helium: The effect of treatment time on the enhancement of seed germination, seedling growth, and seed yield. *Plasma Processes and Polymers*, 15(3), 1700163.
11. Li Z, Zhang H, Li D, Zhang H, & Zhu C. (2018). Effect of cold plasma treatment on seed germination and seedling growth of wheat. *Plasma Science and Technology*, 20(9), 095503.

مطالعه ریزریخت شناسی برگه در سرده‌ی *Psychrogeton* (Asteraceae)

طاهره ابدالی^۱، ربابه شاهی شاوون^{۲*}، فرزانه جعفری^۳

^۱ دانشجوی کارشناسی ارشد، گروه زیست‌شناسی، دانشکده‌ی علوم، دانشگاه یاسوج، یاسوج، ایران

^۲ استادیار گروه زیست‌شناسی، دانشکده‌ی علوم، دانشگاه یاسوج، یاسوج، ایران

^۳ محقق پسادکتری گروه علوم زیستی، دانشکده‌ی گیاهشناسی، دانشگاه الزهراء، تهران، ایران

* استادیار گروه زیست‌شناسی، r.shahi@yu.ac.ir

چکیده

سرده‌ی *Psychrogeton* Boiss متعلق به طایفه‌ی Astereae (Asteraceae) است و بومی ایران، آسیای مرکزی و آناتولی است. *Psychrogeton* شامل ۱۱ گونه در فلور ایران است. این گونه‌ها بر اساس برخی ویژگی‌های ریخت‌شناسی مانند نوع زیستگاه، شکل برگ‌ها، وجود یا عدم وجود کرک‌های غده‌ای از یکدیگر متمایز می‌شوند. شناسایی گونه‌ها بر اساس خصوصیات ریخت‌شناسی بسیار دشوار است، به خصوص زمانی که گلی در نمونه‌ها وجود نداشته باشد. بنابراین، اهمیت ویژگی‌های ریزریخت‌شناسی برگه در جداسازی گونه‌ها در مطالعه حاضر مورد بحث قرار گرفته است. برگه‌های سرده‌ی *Psychrogeton* از نمونه‌های هرباریومی و زیستگاه‌های طبیعی جمع‌آوری و با استفاده از دینولایت و میکروسکوپ الکترونی روبشی (SEM) مورد بررسی قرار گرفتند. نتایج نشان داد ویژگی‌های ریزریخت‌شناسی برگه مانند شکل و نوع کرک، بود یا نبود روزنه، بود یا نبود شیار و تزئینات سطح برگه در تعیین حدود گونه‌ها دارای اهمیت ویژه هستند.

کلمات کلیدی: برگه، ریزریخت‌شناسی، *Psychrogeton*، آرایه شناسی



سومین کنفرانس ملی یافته‌های نوین زیست‌شناسی

3rd National Conference On New Biological Findings

۳ الی ۵ خرداد ۱۴۰۲



Abstract

Psychrogeton Boiss. belongs to the tribe Astereae (Asteraceae), which is native to Iran, Central Asia, and Anatolia. *Psychrogeton* includes 11 species in the flora of Iran. The species are distinguished from each other based on some morphological characteristics such as habit type, leaves shape, presence, or absence of glandular trichomes. Identifying the species are very difficult based on morphological characters, especially when there are no flowers in the samples; Therefore, the importance of phyllary micromorphological characteristics in the separation of species has been discussed in the present study. The leaves of the genus *Psychrogeton* were collected from herbarium specimens and natural habitats and were examined using Dinolite and scanning electron microscope (SEM). The results showed that the micromorphological characteristics of the phyllary, such as the shape and type of trichomes, the presence or absence of stomata and ribs, and phyllary surface ornamentation are of particular importance in determining the boundaries of species.

Keywords: Phyllary, Micromorphology, *Psychrogeton*, Taxonomy



مقدمه

مطالعات مقایسه‌ای ساختار گیاهان همواره پایه‌ی سیستماتیک گیاهی است تا تنوع و تکامل گیاهان را روشن کند. به‌طور سنتی از ویژگی‌های ریخت‌شناسی و کروموزومی و هم‌چنین ریزریخت‌شناسی در مطالعات طبقه‌بندی گیاهان استفاده می‌شود. خصوصیات ریزریخت‌شناسی در روابط تاکسونومی و فیلوژنی گروه‌های مختلف گیاهی از اهمیت ویژه‌ای برخوردار هستند و طی چندین دهه با موفقیت در مطالعات سیستماتیک گیاهان مورد استفاده قرار گرفته‌اند [2].

تیره‌ی *Asteraceae* (Compositae)، که به‌عنوان خانواده‌ی کاسنی یا آفتابگردان شناخته می‌شود، بیش از ۲۵٪ از نهاندانگان موجود را تشکیل می‌دهد. تیره‌ی کاسنی، با ۳۵۰۰۰-۲۵۰۰۰ گونه، ۱۰٪ از نهاندانگان را تشکیل می‌دهد. اعضای خانواده‌ی کاسنی در تمام قاره‌ها از جمله قطب جنوب وجود دارند و در زیستگاه‌های مختلف با بیشترین تمرکز در بیابان‌ها، دشت‌ها، مناطق کوهستانی و مناطقی با آب و هوای شبه‌مدیترانه‌ای وجود دارند. بر اساس داده‌های فسیلی، منشأ تیره‌ی کاسنی احتمالاً در اواخر کرتاسه است. این تیره از ۱۳ زیرتیره و ۴۷ طایفه تشکیل شده است و هم‌چنین شامل گونه‌هایی با فواید اقتصادی گسترده است؛ به‌عنوان مثال، سبزیجات، منابع روغن، گیاهان دارویی، حشره‌کش‌ها و بسیاری از گیاهان زینتی باغبانی و باغی [2]. Grau در سال ۱۹۷۷ و Bremer در سال ۱۹۹۴ خاطر نشان کردند که اعضای طایفه‌ی *Astereae* در سرزمین‌های پیرامونی اقیانوس آرام و اقیانوس هند حضور دارند و از قطب شمال تا مناطق استوایی پراکنش یافته‌اند، اگرچه گونه‌های بیشتری در مناطق معتدل وجود دارند [3,4].

طایفه‌ی *Astereae* دومین طایفه‌ی بزرگ در تیره‌ی کاسنی یا آفتابگردان با حدود ۲۲۲ سرده و حدود ۳۱۰۰ گونه و ۱۸ زیرطایفه شامل تعداد زیادی گیاهان دارویی است. این طایفه اغلب با بساک (بساک بدون زائده، پایه‌ی بساک سه‌گوش به شکل مثلث و نیزه‌مانند) و ویژگی‌های خامه (زائده‌های منقطع تا مثلثی یا نیزه‌ای) مشخص می‌شود. این طایفه هم‌چنین از نظر شیمیایی با فقدان لاکتون‌های پنتاینین و سسکوئی‌ترین از سایر طایفه‌ها متمایز می‌گردد [5].

Psychrogeton Boiss متعلق به طایفه‌ی *Astereae* است که بومی ایران، آسیای مرکزی و آناتولی است [6]. *Psychrogeton* شامل ۱۱ گونه در فلور ایران است. این گونه‌ها بر اساس برخی ویژگی‌های ریخت‌شناسی مانند نوع زیستگاه، وجود یا عدم وجود کرک‌های غده‌ای، شکل برگ‌ها مانند برگ‌های ساقه‌ای دنداندار یا بدون دندان، برگ‌های سرنیزه‌ای یا واژتخم‌مرغی و هم‌اندازه بودن یا نبودن جام گل‌های ماده با خامه از یکدیگر متمایز می‌شوند [1].



به دلیل وجود گونه‌های متعدد در سرده‌ی *Psychrogeton* و شباهت ظاهری بسیار زیاد آن‌ها به یکدیگر و از طرفی مشکل شناسایی این تاکسون‌ها به‌خصوص در هنگام نبود گل در نمونه‌های مورد مطالعه، لذا در این مطالعه به بررسی نقش صفات ریزریخت‌شناسی برگه در تعیین حدود تاکسون‌های این سرده در سطح گونه پرداخته شده است.

روش کار

نمونه‌های هرباریوم‌های مختلف مانند هرباریوم دانشگاه فردوسی مشهد و سازمان محیط زیست تهران مورد مطالعه و بررسی قرار گرفته و شناسایی شدند. پس از آن در فصل بهار آرایه‌های این سرده از رویشگاه‌های طبیعی خود نمونه‌برداری شدند. *Psychrogeton* شامل ۱۱ گونه در فلور ایران است که ما در مطالعه‌ی خود ۶ گونه را بررسی کردیم. در مرحله‌ی بعد، برگه‌ها را انتخاب نموده و سپس صفات ریخت‌شناسی برگه مانند رنگ، اندازه، کرک‌دار بودن یا نبودن و غیره را با استرئومیکروسکوپ مورد بررسی قرار دادیم.

برگه‌ها برای انجام مطالعات ریزریخت‌شناسی انتخاب شده، بر روی پایک‌های آلومینیومی مخصوص میکروسکوپ الکترونی قرار گرفتند و سپس طلاپوش شدند. برگه‌ها توسط میکروسکوپ الکترونی در دانشگاه شهید بهشتی عکس‌برداری شدند. سپس صفات مهم برگه‌ها مانند شکل، نوع کرک‌ها، بود یا نبود روزنه، بود و نبود شیارها و ... مورد بررسی قرار گرفتند.

نتایج

۱- گونه‌ی *Ps. pseudoerigeron*

سطح فوقانی برگه دارای کرک‌های غده‌ای است. موقعیت کرک‌ها نسبت به سطح سلول اپیدرم نیمه‌افراشته است. تزئینات سطح فوقانی چروکیده است. کرک‌ها دو سلولی و تزئینات سطح کرک‌ها به‌صورت چروکیده است. دیواره‌ی پری‌کلینال و آنتی‌کلینال بر روی سطح فوقانی و تحتانی برگه مشاهده نشد. تزئینات سطح تحتانی مخطط است. بر روی سطح فوقانی برگه روزنه وجود دارد که دارای اشکال مومی شکل به‌صورت صفحات کوچک غشایی است. لبه‌ی بیرونی روزنه دیده نشد. الگوی لبه‌ی درونی روزنه برجسته هم‌پوشان ایستاده است و دهانه‌ی روزنه به صورت موج‌دار برجسته است. اندازه‌ی برگه $11,1 \times 5,6$ - $1,7 \times 2,8$ میلی‌متر است (شکل ۱، A).



۲- گونه‌ی *Ps. amorphoglossus*

سطح فوقانی برگه دارای کرک‌های غده‌ای است. موقعیت کرک‌ها نسبت به سطح سلول اپیدرم نیمه‌افراشته است. تزئینات سطح فوقانی مشبک-چروکیده است. کرک‌ها دو سلولی و تزئینات سطح کرک‌ها به صورت صاف است. تزئینات سطح تحتانی برگه مخطط است. دیواره‌ی پری کلینال سطح فوقانی برگه برجسته و دیواره‌ی آنتی-کلینال سطح فوقانی به صورت فرورفته و تقریباً "موج‌دار" است. این دیواره‌ها بر روی سطح تحتانی برگه مشاهده نشدند. روزنه بر روی سطح فوقانی برگه وجود دارد. لبه‌ی بیرونی روزنه دیده نشد. الگوی لبه‌ی درونی روزنه هم-پوشان و نوع دهانه‌ی روزنه به صورت موج‌دار برجسته است. اندازه‌ی برگه $۱۰,۲ \times ۴,۶$ - $۱,۳ \times ۲,۵$ میلی‌متر است (شکل ۱، B).

۳- گونه‌ی *Ps. nigromontanus*

سطح فوقانی برگه دارای کرک‌های بلند، مسطح، نوک تیز، زگیل‌دار و کرک‌های غده‌ای است. موقعیت کرک‌ها نسبت به سطح سلول اپیدرم نیمه‌افراشته است. تزئینات سطح فوقانی برگه به صورت مشبک-چروکیده است. کرک‌ها دارای شش الی هفت سلول و تزئینات سطح کرک‌ها به صورت زگیلکی است. تزئینات سطح تحتانی به صورت مخطط و منقوط است. دیواره‌ی پری کلینال و آنتی کلینال بر روی سطح فوقانی و تحتانی برگه دیده نشد. روزنه بر روی سطح فوقانی برگه وجود دارد. لبه‌ی بیرونی روزنه دیده نشد. الگوی لبه‌ی درونی روزنه برجسته هم‌پوشان ایستاده است و دهانه‌ی روزنه به صورت موج‌دار برجسته است. اندازه‌ی برگه $۹,۷ \times ۹$ - $۱,۴ \times ۲,۹$ میلی‌متر است (شکل ۱، C).

۴- گونه‌ی *Ps. aellenii*

سطح فوقانی برگه دارای کرک‌های کوتاه و بلند، مسطح، نوک تیز، صاف و کرک‌های غده‌ای است. موقعیت کرک‌ها نسبت به سطح سلول اپیدرم نیمه‌افراشته است. تزئینات سطح فوقانی برگه مشبک-چروکیده است. کرک‌ها دارای سه الی هشت سلول و تزئینات سطح کرک‌ها به صورت چروکیده است. تزئینات سطح تحتانی برگه به صورت مخطط است. دیواره‌ی پری کلینال سطح فوقانی برجسته و دیواره‌ی آنتی کلینال این سطح فررفته و تقریباً صاف است. این دیواره‌ها بر روی سطح تحتانی برگه مشاهده نشدند. بر روی سطح فوقانی برگه روزنه مشاهده شد. لبه‌ی بیرونی روزنه مشاهده نشد. الگوی لبه‌ی درونی روزنه هم‌پوشان و دهانه‌ی روزنه به صورت موج‌دار است. اندازه‌ی برگه $۷,۳ \times ۵,۴$ - $۱,۳ \times ۲,۵$ میلی‌متر است (شکل ۱، D).

سومین کنفرانس ملی یافته‌های نوین زیست‌شناسی

3rd National Conference On New Biological Findings

۳ الی ۵ خرداد ۱۴۰۲



۵- گونه‌ی *Ps. alexeenkoi*

سطح فوقانی برگه دارای کرک‌های کوتاه و بلند، مسطح، نوک تیز، صاف و کرک‌های غده‌ای است. موقعیت کرک‌ها نسبت به سطح سلول اپیدرم نیمه‌افراشته است. تزئینات سطح فوقانی برگه چروکیده است. کرک‌ها دو سلولی و تزئینات سطح کرک‌ها به‌صورت صاف است. تزئینات سطح تحتانی برگه به‌صورت مخطط است. دیواره‌ی پری‌کلینال و آنتی‌کلینال بر روی سطح فوقانی و تحتانی برگه مشاهده نشد. بر روی سطح فوقانی برگه روزنه مشاهده شد. الگوی لبه‌ی بیرونی روزنه هم‌پوشان، الگوی لبه‌ی درونی روزنه به‌صورت برجسته هم‌پوشان ایستاده و دهانه‌ی روزنه به‌صورت موج‌دار برجسته است. اندازه‌ی برگه $۱۱,۶ \times ۸,۳$ - $۱,۸ \times ۳,۷$ میلی‌متر است (شکل ۱، E).

۶- گونه‌ی *Ps. aucheri*

سطح فوقانی برگه دارای کرک‌های بلند، مسطح، نوک تیز، صاف و کرک‌های غده‌ای است. موقعیت کرک‌ها نسبت به سطح سلول اپیدرم خوابیده است. تزئینات سطح فوقانی برگه مشبک-چروکیده است. کرک‌ها دارای پنج الی شش سلول و تزئینات سطح کرک‌ها به‌صورت صاف است. دیواره‌ی پری‌کلینال سطح فوقانی برگه برجسته و دیواره‌ی آنتی‌کلینال فرورفته و موج‌دار است. دیواره‌های مذکور بر روی سطح تحتانی برگه مشاهده نشدند. سطح تحتانی برگه دارای کرک‌های کوتاه، مسطح، نوک تیز و صاف است. موقعیت کرک‌ها بر روی سطح تحتانی نیمه‌افراشته است. تزئینات این سطح به‌صورت چروکیده است. سطح فوقانی برگه دارای روزنه است. الگوی لبه‌ی بیرونی روزنه هم‌پوشان، الگوی لبه‌ی درونی روزنه برجسته هم‌پوشان ایستاده و نوع دهانه‌ی روزنه موج‌دار برجسته است. اندازه‌ی برگه $۹,۹ \times ۶,۹$ - $۱,۴ \times ۲,۸$ میلی‌متر است (شکل ۱، F).



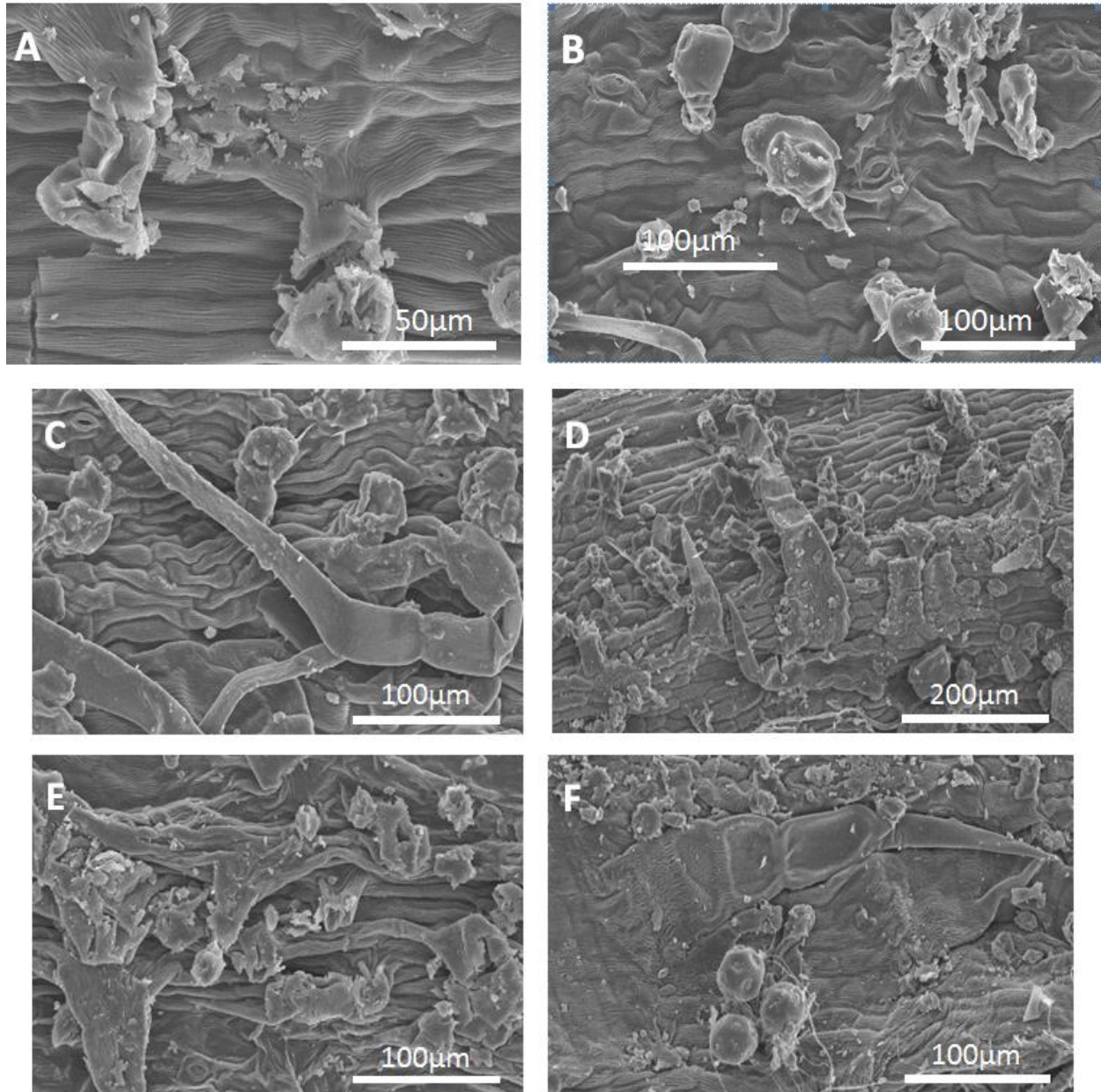
سومین کنفرانس ملی یافته‌های نوین زیست‌شناسی

3rd National Conference On New Biological Findings

۳ الی ۵ خرداد ۱۴۰۲



ISC
کد اختصاصی:
۰۲۶۳۰۵-۰۲۶۳۰۵



شکل ۱- تزئینات و کرک‌های سطح فوقانی گونه‌های مطالعه شده



بحث

کرک‌های غده‌ای در ۶ گونه‌ی این مطالعه که شامل *Ps. amorphoglossus pseudoerigeron* *Ps. aellenii nigromontanus* *Ps. alexeenkoi* *Ps. aucheri* و *Ps. aucheri* دیده شدند. Payne در سال ۱۹۷۸ در گزارشات خود به ساختار انواع کرک‌ها اشاره کرد که بر طبق مطالعات او در *Ps. pseudoerigeron* و *Ps. amorphoglossus* کرک‌های غده‌ای و در *Ps. nigromontanus* علاوه بر کرک‌های غده‌ای، کرک‌های بلند، مسطح، نوک تیز و زگیل‌دار دیده شد. اما در گونه‌ی *Ps. aellenii* *Ps. alexeenkoi* و *Ps. aucheri* علاوه بر کرک‌های غده‌ای، کرک‌های کوتاه و بلند، مسطح، نوک تیز و صاف دیده شد. موقعیت کرک‌ها نسبت به سطح سلول اپیدرم در *Ps. pseudoerigeron* *Ps. aellenii* *Ps. amorphoglossus* *Ps. nigromontanus* و *Ps. Ps. alexeenkoi* نیمه افراشته، در حالی که در *Ps. aucheri* خوابیده است. در گونه‌های مورد بررسی این مطالعه تزئینات سطح فوقانی *Ps. pseudoerigeron* و *Ps. alexeenkoi* و سطح تحتانی *Ps. aucheri* چروکیده اما در *Ps. amorphoglossus* *Ps. nigromontanus* *Ps. aellenii* *Ps. aucheri* تزئینات سطح فوقانی برگه مشبک-چروکیده است. اما تزئینات سطح تحتانی برگه در *Ps. pseudoerigeron* *Ps. amorphoglossus* *Ps. aellenii* و *Ps. alexeenkoi* به صورت مخطط اما در *Ps. nigromontanus* به صورت مخطط و منقوط دیده شد که مطابق با مشاهدات Gabr در سال ۲۰۱۵ است. در مطالعات بیگم فقیر و همکاران در سال ۲۰۱۸ تجزیه و تحلیل‌های SEM، هفت نوع از الگوی لبه‌ی بیرونی و درونی روزنه و سه نوع دهانه‌ی روزنه در دو طرف برگه نشان داده شده است. اما در مشاهدات SEM این مطالعه چهار نوع از الگوی لبه‌ی بیرونی و درونی روزنه دیده شد. الگوی لبه‌ی بیرونی روزنه در *Ps. pseudoerigeron* *Ps. nigromontanus* *Ps. alexeenkoi* و *Ps. aucheri* برجسته هم‌پوشان ایستاده، اما در *Ps. aellenii* و *Ps. amorphoglossus* هم‌پوشان است. الگوی لبه‌ی بیرونی روزنه در *Ps. pseudoerigeron* *Ps. amorphoglossus* *Ps. nigromontanus* *Ps. aellenii* و *Ps. Ps. alexeenkoi* و *Ps. aucheri* الگوی لبه‌ی بیرونی روزنه هم‌پوشان است. در *Ps. pseudoerigeron* *Ps. amorphoglossus* *Ps. nigromontanus* *Ps. alexeenkoi* و *Ps. aucheri* نوع دهانه‌ی روزنه به صورت موج‌دار برجسته اما در *Ps. aellenii* به صورت موج‌دار است. این مطالعه تنوع ویژگی‌های ریزریخت-شناسی را در میان ۶ گونه مورد بررسی، نشان می‌دهد. نوع کرک‌ها، موقعیت کرک‌ها نسبت به سطح سلول اپیدرم، تزئینات سطح، نوع روزنه و الگوی لبه‌ی بیرونی و درونی روزنه و نوع دهانه‌ی روزنه از جمله صفاتی هستند که بررسی شدند.

سومین کنفرانس ملی یافته‌های نوین زیست‌شناسی

3rd National Conference On New Biological Findings

۳ الی ۵ خرداد ۱۴۰۲



منابع

- مظفریان، و.، قهرمانی‌نژاد، ف.، نریمیسا، س.، جعفری، ع.، کاظم‌پور اوصالو، ش.، لطفی، ا.، اسدی، م. ۱۳۹۷. فلور ایران، تیره‌ی کاسنی. چاپ اول. انتشارات موسسه‌ی تحقیقات جنگل‌ها و مراتع، ۷۹۶ صفحه.
- Janačković P, Susanna A, Marin PD. (2019). Micromorphology and Anatomy in Systematics of Asteraceae. An Old-fashioned Approach?. *Biologica Nyssan*, 10(2), 77-85.
- Bremer K. (1994). *Asteraceae. Cladistics and Classification*. Timber Press, Portland
- Grau J. (1977). *Astereae. Systematic Review*, In the *Biology and Chemistry of the Compositae*. 1, 539-565.
- Talukdar T. (2015). Cypselas Diversity as Novel Taxonomic Marker in the Tribe Astereae (Family Asteraceae). *Emergent Life Sciences Research*, 1(2), 26-34.
- Perveen A, Qaiser M, Omer SA. (2017). A New Species Of *Psychrogeton* (Astereae-Asteraceae) From Pakistan. *Pak J Bot*, 49(6), 2367-2370.
- Payne WW, (1978). A Glossary of Plant Hair Terminology. *Brittonia*, 30, 239-255.
- Gabr DG. (2015). Comparative Morphological Studies on Achene of Some Taxa of Asteraceae. *Arab Universities Journal of Agricultural Sciences*, 23(2), 601-614.
- Faghir MB, Razaz M, Attar F, Salehi Z. (2018). Leaf Epidermal Micromorphology of the Genus *Hypericum* (hypericaceae) from Iran. *Acta Botanica Hungarica*, 60(3-4), 313-330.



ارائه الگوی غذایی با تغذیه پودر اسپیرولینا و تعیین نسبت بهینه با سنجش رشد و بقاء و استرس شوری و دمایی در *A.franciscana* در شرایط آزمایشگاهی

رضا روشندل^{۱*} رامین مناف^۱ سعید مشکینی^۲

۱- کارشناسی ارشد زیست فناوری دریا دانشگاه ارومیه

۱- دانشیار دانشکده منابع طبیعی

۱- دانشیار دانشکده دامپزشکی

۱- گروه شیلات، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه ارومیه

۲- گروه شیلات، دانشکده دامپزشکی، دانشگاه ارومیه

آدرس: ارومیه، کیلومتر ۱۱ جاده سرو، پردیس نازلو دانشگاه ارومیه، دانشکده منابع طبیعی، گروه شیلات

کد پستی: ۵۷۵۶۱۵۱۸۱۸

reza.roshandel2017@gmail.com

چکیده

گونه آرتمیا یک غذای طبیعی است که در سیست گشایی ماهیان دریایی، سخت‌پوستان، مصرف ماهیان آب شیرین و ماهیان زینتی بسیار مهم است. ناپلی‌های آرتمیا یکی از متداول‌ترین طعمه‌های کشت شده در آبی پروری هستند. آرتمیا را می‌توان از نظر اندازه و کیفیت تغذیه ای دستکاری کرد. استراتژی تغذیه در طول چند دهه اخیر از طریق پیشرفت در ایجاد تغذیه بهینه مورد توجه قرار گرفته است. در این مطالعه به بررسی الگوی غذایی اسپیرولینا و ارائه دستور العمل در استفاده از این جلبک در آرتمیا و مقاومت این ارگانسیم در برابر استرس‌های شوری و دمایی را مورد بررسی و شرح قرار می‌دهیم. یک کارآزمایی تغذیه برای بررسی اثر جایگزینی پودر اسپیرولینا بر رشد و بلوغ نسبت به دونالیلا انجام شد. در تیمار بندی آرتمیاها به غیر از تیمار شاهد ۱۵ جیره مختلف از دوز ۲۰٪ تا ۳۰٪ اسپیرولینا با تکرارهایش بر روی آرتمیا فرانسیسکانا مورد آزمایش قرار گرفت و بازده رشد پایین را در غلظت‌های کم و بسیار بالا (همراه با سطوح پایین و زیاد مصرف، به ترتیب) و حداکثر در مقادیر متوسط یافت شد. همچنین این ارگانسیم های تغذیه شده مورد استرس های شوری و دمایی قرار گرفتند. با استفاده از این داده‌ها، دستورالعمل غذایی را مطابق کاربردهای آرتمیا می‌توان تعریف کرد

سومین کنفرانس ملی یافته‌های نوین زیست‌شناسی

3rd National Conference On New Biological Findings

۳ الی ۵ خرداد ۱۴۰۲



دانشگاه گیلان و بوستان



سومین کنفرانس ملی
یافته‌های نوین زیست‌شناسی

ISC

کد اختصاصی:
۰۲۲۳۰۵۲۶۳۲

و همچنین مدل سازی نظری مبتنی بر شبیه سازی را ارائه می‌کنیم که به بهینه سازی غلظت اسپیرولینا در گونه *A. franciscana* کمک می‌کند.

کلمات کلیدی: آرتمیا؛ اسپیرولینا؛ استرس شوری؛ رشد



Providing a food model by feeding spirulina by feeding spirulina powder and determining the optimal ratio by measuring growth and survival and salt stress in *Artemia franciscana* in laboratory conditions.

Abstract

Artemia species is a natural food that is very important in cyst opening of marine fish, crustaceans, consumption of freshwater fish and ornamental fish. *Artemia nauplii* are one of the most commonly cultivated baits in aquaculture. *Artemia* can be manipulated in terms of size and nutritional quality. Nutritional strategy has received attention over the past few decades through advances in optimal nutrition. In this study, we investigate the food pattern of spirulina and provide a recipe for the use of this algae in *Artemia* and resistance of this organism against salinity stress. A feeding trial was conducted to investigate the effect of replacing spirulina powder on growth and maturity compared to *Donalilla*. In the treatment of artemias, apart from the control treatment which was done as a standard based on the formula of Coutteau et al.(1992), different rations from 20% to 30% spirulina doses were tested on *Artemia franciscana* with its repetitions and showed low growth efficiency in low and very high cocentrations.(along with low and high consumption levels, respectively) and the maximum was found in moderate amounts. Also, these fed organisms were subjected to salinity stress. Using these data, food guidelines can be defined according to *Artemia* applications, and we also provide simulation-based theoretical modeling that helps to optimize the concentration of spirulina in *A. franciscana* species.

Key word: *Artemia*, *Spirulina*, Protein, Growth, Survival

۱. مقدمه

صنعت آبی پروری در حال رشد است و به یکی از بخش‌های کلیدی اقتصادی بسیاری از کشورها تبدیل شده است. با افزایش روز افزون تجارت پرورش ماهی، اهمیت نقش غذای ماهی در تسریع نرخ رشد ماهی نیز احساس می‌شود و برای به دست آوردن آن باید انواع غذاهای طبیعی را بشناسند که دارای مزیت و قابل کشت و همچنین دارای پروتئین و مواد مغذی بالایی هستند که یکی از آنها آرتمیا است. مزیت آرتمیا نسبت به سایر مواد غذایی طبیعی در آبی پروری این است که به صورت کیست معامله می‌شود تا در صورت نیاز در هر زمان از آن استفاده شود. آرتمیا می‌تواند با شرایط محیطی مختلف سازگار شود، یک فیلتر فیدر است و می‌تواند در تراکم بالا رشد کند و اندازه ناپلیوس مطابق با آنچه مورد نیاز اکثر لاروهای ماهی و میگو است (1).

آرتمیا به عنوان غذای طبیعی برای لاروهای مختلف ماهی مورد نیاز است. نیاز به آرتمیا به عنوان خوراک لارو بستگی به باز شدن و سرعت هضم لارو ماهی دارد. لارو ماهی سرعت هضم سریع‌تری دارد و نیازهای تغذیه‌ای کاملی دارد، تمام این نیازها تاکنون فقط با غذای طبیعی به‌ویژه آرتمیا تامین می‌شود. میگوی آب نمک به عنوان یکی از ساکنان اصلی جانوران دریاچه‌های شور، نمونه‌ای منحصر به فرد از چگونگی توسعه استراتژی در مواجهه با شرایط بحرانی مورد نیاز بقا است. سازگاری با شرایط سختی که دریاچه‌های نمک بر بقا و تولید مثل افراد و همچنین بر جمعیت‌ها و گونه‌ها تحمیل می‌کنند، یک واکنش تکاملی پیچیده را تشکیل می‌دهد که سطوح مختلف سازمان بیولوژیکی را ادغام می‌کند. هر گونه تغییر در عوامل محیطی که هموستاز یا حالت پایدار بدن موجودات آبی را مختل کند می‌تواند به عنوان یک عامل استرس‌زا در نظر گرفته شود. با این وجود، آرتمیا تغییرات محیطی بسیار زیادی را که در بسیاری از دریاچه‌های نمکی وجود دارد، به خوبی تحمل می‌کند و به جمعیت بسیار زیادی دست می‌یابد. شوری و نوسانات مورد انتظار آن و سازگاری گونه‌های سخت بوستان کشت شده، ملاحظات اصلی برای بهینه‌سازی بهره‌وری مزارع آبی پروری است. اکثر سخت بوستان با تنظیم اسمزی عمدتاً با آبشش‌ها، غدد فک بالا و روده، با استرس نمک سازگار می‌شوند. تامین غذای زنده در مراحل اولیه کشت یک فعالیت غیر قابل جایگزین است، بنابراین تلاش‌هایی برای بهبود آنها صورت گرفته است آرتمیا میگوی آب شور احتمالاً محبوب‌ترین رژیم غذایی زنده در آبی پروری است که با روش‌های غنی سازی می‌توان باعث بهبود عملکرد و غنی سازی این ارگانسیم شد (2).

در میان جلبک‌ها، ریز جلبک اسپیرولینا به دلیل ارزش غذایی فراوان محبوبیت قابل ملاحظه‌ای دارد، که قدمت استفاده از آن به اوایل دهه ۱۹۵۰ برمی‌گردد. اسپیرولینا یک جلبک سبز-آبی، پرسلولی، تاژکدار و مارپیچی شکل است. این ریز جلبک دارای ترکیبات فعال زیستی متعددی است که می‌تواند برای استفاده تجاری به کار رود. جلبک اسپیرولینا ارزش غذایی بالایی دارد و به دلیل محتوای پروتئین بالا (۶۰ تا ۷۰٪ براساس وزن خشک)



ویتامین، مواد معدنی، اسیدهای چرب و سایر مواد مغذی، غذایی ایده آل می‌باشد. غذایی فوق العاده، حاوی غلظت بالا از بتا کارتن، ویتامین، B12، آهن، عناصر کمیاب، گاما لینولئیک اسید می باشد(3).

اکثر مطالعات قبلی در جیره‌های غذایی آبزیان، نشان از اثرات مثبت استفاده از جلبک اسپیرولینا بر رشد و بازماندگی، هم آوری، رنگ پذیری، ایمنی و شاخصه‌های خون داشته است. این پژوهش سعی دارد جایگزین غذایی بهتری را برای برنامه غذایی موجود آرتمیا (Coutteau et al., 1992) ارائه کند که هم ویژگی‌ها و فاکتورهای لازم برای رشد مناسب و هم باعث افزایش مقاومت این ارگانیسم در مقابل استرس‌های محیطی به ویژه استرس شوری و دما و کاهش مرگ میر شود. بنابراین تحقیق حاضر با هدف بررسی اثرات سطوح مختلف پودر جلبک اسپیرولینا پلاتنسیس بر شاخص‌های رشد و بازماندگی پست لارو آرتمیا و همچنین بهینه سازی و ارائه مدل غذایی مناسب با تغذیه پودر اسپیرولینا طراحی و اجرا گردید(4).

۲. مواد و روش‌ها

تفریح سیست آرتمیا تحت شرایط استاندارد انجام شد (Lavens and Sorgeloos, 1996) بدین منظور سیست‌ها در شرایط آزمایشگاهی استاندارد (نور: ۳۰۰۰ - ۲۰۰۰ lux، دما: $27 \pm 1^{\circ}C$ ، $pH = 8 \pm 1$ ، هوادهی کافی و شوری ۳۵ گرم در لیتر) از آب رقیق شده دریاچه ارومیه توسط آب شهری (در صورت استفاده از آب شیر باید به مدت یک تا دو ساعت هوادهی کرد تا کلر آب خارج گردد)، تخم‌گشایی شدند. هوادهی برای هج تا ۲۴ ساعت ادامه یافت و نهایتاً لاروهای تفریح شده با استفاده از نورگرایی مثبت توسط پیپت از پوسته جدا شدند. در مرحله بعد پرورش لاروها با تراکم ۵۰۰ عدد ناپلیوس در ۱۰۰۰ میلی لیتر آغاز شد. پرورش آرتمیا در درون مخروط‌های پلاستیکی و بصورت همزمان در تمامی تیمارها و تکرارها انجام شد. در تیمار بندی آرتمیاها به غیر از تیمار شاهد که بصورت استاندارد بر اساس فرمول Coutteau و همکاران (۱۹۹۲) صورت گرفت. تیمارهای غذایی شامل مخمر نان با درصدهایی مختلف از پودر اسپیرولینا استفاده شد. پرورش به مدت ۱۵ روز تا انتهای مرحله بلوغ آرتمیا صورت گرفت. ۳ بار در طول دوره آرتمیاها شمارش و بیومتری شدند و درصد بقاء و رشدی دقیقاً برای هر تیمار محاسبه شد (Lavens and Sorgeloos, 1996) (۵). پس از ۱۵ روز آرتمیاها در معرض استرس شوری و دمایی قرار گرفتند (۵).

۳. نتایج

از نتایج شاخص رشد طول بدن لارو آرتمیا فرانسيسکانا در تیمارهای مربوط به سطوح مختلف پودر اسپیرولینا مشخص شد که میزان رشد لاروهای آرتمیا با افزایش درصد پودر جلبک اسپیرولینا افزایش می‌یابد و در دوزهای بالاتر از ۲۰۰ درصد اسپیرولینا معمولاً رشد متوقف و تلفات زیاد می‌شود. در این مطالعه همچنین آرتمیاها



تغذیه شده با پودر جلبک اسپیرولینا و مخمر نان به مدت ۱۴ روز تحت شرایط استرس‌های شوری ppt، ۱۸۰، ۲۳۰، ۲۸۰ و استرس‌های دمایی ۳۳ درجه سانتی گراد قرار گرفتند. داده‌های بدست آمده نشان می‌دهد که با افزایش میزان استرس شوری تلفات بیش‌تر می‌شود. در پژوهش حاضر بعد از تغذیه آرتمیا فرانسیسکاناها با پودر جلبک اسپیرولینا و مخمر نان به مدت ۱۴ روز تیمارهای تحت شرایط استرس دمایی ۳۴ درجه سانتی گراد قرار گرفتند. برطبق نتایج بدست آمده تا ۲۴ ساعت تغییرات خاصی در ارگانسیم‌ها مشاهده نشد و تفاوت چندانی در استرس دمایی در بین تیمارها مشاهده نشد.

۱،۳ بحث و نتیجه گیری

کار حاضر به بررسی اثرات تغذیه پودر جلبک اسپیرولینا بر رشد *A. franciscana* در طی ۱۵ روز مطالعه می‌باشد که هدف بررسی تاثیر پودر اسپیرولینا و بهینه سازی غلظت پودر اسپیرولینا برای این ارگانسیم با انجام آزمایش‌هایی در دوزهای مختلف پودر اسپیرولینا می‌باشد. برای تغذیه از پروتکلی پیروی کردیم که توسط *couttea* مشخص شده بود. بهینه سازی غلظت پودر اسپیرولینا برای *A. franciscana* شامل چندین تکرار از آزمایش‌هایی با دوزهای متفاوت است که با سنجش و بیومتری طول بدن و رسیدن زود به بلوغ و حداکثر زنده مانی و مقاومت نسبت به استرس‌های محیطی همراه می‌باشد. نتایج این تحقیق نشان از افزایش شاخص رشد طول آرتمیا در تغذیه با اسپیرولینا و مخمر نان نسبت به دونالیلا و مخمر نان می‌باشد. نتایج اخیر بیانگر این مطلب است که استفاده از ریز جلبک اسپیرولینا نه تنها تاثیر سوء در عملکرد رشد لارو آرتمیا ندارد بلکه به علت وجود پروتئین بالا یک منبع با کیفیت برای تغذیه لاروهای آرتمیا می‌باشد و همچنین می‌تواند به عنوان محرک رشد عمل کرده و در برخی از سطوح نیز موجب افزایش رشد بهتر لاروها باشد. برطبق برخی از گزارش‌ها، استفاده از اسپیرولینا در جیره آبزیان باعث بهبود کارایی و کیفیت غذا و تاثیر بر میزان اشتها، افزایش میزان تغذیه می‌گردد. در پژوهش حاضر هر چه دوز اسپیرولینا بیش‌تر می‌شود رشد روند خوبی را نشان می‌دهد ولی این افزایش دوز اسپیرولینا برای پیدا کردن اپتیمم رشد تا جایی انجام شد که افزایش مقدار اسپیرولینا سبب خفگی و مرگ و میر شد. علاوه بر این در مطالعه حاضر بعد از شمارش که در هر ۵ روز انجام می‌شد میزان بازماندگی در دوز های ۲۰،۴۰ درصد اسپیرولینا هم نسبت به دوزهای دیگر کاهشی بود که علت این امر رو درصد کم پودر اسپیرولینا در تغذیه آرتمیا می‌توان عنوان کرد. اما در بین تیمارهای غذایی تیمار حاوی پودر ۱۰۰ درصد اسپیرولینا و مخمر نان تفاوت در شاخص رشد بدن نسبت به همان نسبت جلبک دونالیلا و مخمر نان که تیمار شاهد نام داشت مشاهده شد که نشان دهنده اثر مثبت وجود پودر اسپیرولینا در تغذیه آرتمیا دارد. لذا در این جانور پودر اسپیرولینا را می‌توان دلیل رشد بهتر تیمارها نسبت به گروه شاهد دانست. همچنین در این مطالعه شاهد به بلوغ رسیدن آرتمیاها در روز ۱۱ ام در تیمار ۱۲۰ درصد اسپیرولینا شدیم.



با استفاده از این داده‌ها، دستورالعمل‌های غذایی را می‌توان مطابق توصیه و کاربردهای آرتمیا بکار برد. دستور العمل غذایی بر اساس شواهد علمی از مطالعات و آزمایش‌های انجام شده از دوزهای مختلف اسپیرولینا می‌باشد. با استفاده از این داده‌ها تیمار ۱۲۰ درصد اسپیرولینا با مخمر با توجه به شاخص‌های بالا از لحاظ اقتصادی بهینه‌ترین شرایط را برای استفاده در کشت گسترده در مزارع پرورش را دارد. با این تفاوت نسبت به برنامه غذایی et couttea al., 1992 که این کشت در ۱۱ روز انجام می‌شود و مقدار استفاده آب برای هر ناپلی به ۲ ml به ۲,۵ ml تغییر و ۳ روز آخر به جای ۳ ml به ۳,۵ ml تغییر می‌کند. انتظار می‌رود این مطالعه دیدگاه ارزشمند و درک عمیقی را برای محققان آبی پروری و کنسرسیون‌های که مایل به ترویج آرتمیا به عنوان غذای زنده پایدار در صنعت آبی پروری در جهان هستند ارائه دهد.

۴. منابع

1. Coutteau, P. Brendonck, L. Lavens, P. & Sorgeloos, P. (1992). The use of manipulated baker's yeast as an algal substitute for the laboratory culture of Anostraca. *Journal of Hydrobiologia*, 234, 25–32.
2. Hamdani, H. & Astuti, S. (2001). Pengaruh Salinitas terhadap Laju Pertumbuhan Populasi Artemia SP. *Bionatura*, 3(1).
3. Jisha, J. & Babu, P. (2014). Biochemical effects of cadmium, salinity and temperature on the catabolism of proteins and purines in oreochromis mossambicus (Peters) (Doctoral dissertation, Cochin University of Science & Technology).
4. Lavens, P. & Sorgeloos, P. (1991). Production of Artemia in culture tanks. In R. A. Browne, P. Sorgeloos, & C. N. A. Trotman (Eds.), *Artemia biology* (pp. 317–351). Boca Raton, Florida: CRC Pres
5. Santos, T. D. de Freitas, B. C. B., Moreira, J. B., Zanfonato, K., & Costa, J. A. V. (2016). Development of powdered food with the addition of Spirulina for food supplementation of the elderly population. *Innovative food science & emerging technologies*, 37, 216-220.



مطالعه تنوع ریخت‌شناسی گیاه باریجه (*Ferula gummosa*) در استان خراسان شمالی

مهدی شیرزاد^۱، ابوالفضل طهماسبی^{۲*}، اکبر فخریه^۲، فاطمه نصرالهی^۳

^۱ دانشجوی کارشناسی ارشد، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه گنبد کاووس، گنبد کاووس

^۲ استادیار، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه گنبد کاووس، گنبد کاووس

^۳ دانش‌آموخته دکتری، گروه زیست‌شناسی، دانشکده علوم پایه، دانشگاه قم، قم

ab_tahmasebi@gonbad.ac.ir

چکیده

گیاه باریجه از ذخایر با ارزش صنعتی، دارویی و علوفه‌ای کشور ایران است که به صورت گونه‌ی غالب و گونه‌ی همراه، تیپ‌های گیاهی وسیعی را در مناطق کوهستانی تشکیل می‌دهد. این گیاه یک گونه‌ی بومی ایران است و از نظر دارویی در طب سنتی اهمیت زیادی دارد. با توجه به پراکنش وسیع باریجه در سطح استان خراسان شمالی و با توجه به نبود گزارشی مبنی بر ارزیابی تنوع مورفولوژیکی این گیاه، پژوهش حاضر با هدف بررسی تنوع ریختی گیاه مذکور در رویشگاه‌های استان خراسان شمالی موثر در تفکیک جمعیت آن‌ها انجام شد. فنوگرام UPGMA بدست آمده نشان‌دهنده وجود دو خوشه اصلی می‌باشد. جمعیت‌های خوشه اول در غرب و جمعیت‌های خوشه دوم در شمال و مرکز استان خراسان شمالی قرار می‌گیرند. نمودار رسته‌بندی PCA بر اساس دو مؤلفه اصلی اول میزان نزدیکی یا واگرایی جمعیت‌های مطالعه شده را نشان می‌دهد. تنوع ریختی در تداوم گونه‌های گیاهی از اهمیت اساسی برخوردار است زیرا برای ایجاد سازگاری لازم برای کنار آمدن با تغییرات محیطی مورد استفاده قرار می‌گیرد. مطالعه حاضر ثابت کرد که هر دو ویژگی ریخت‌شناسی کمی و کیفی برای تمایز جمعیت گونه مورد مطالعه مهم و مناسب هستند.

واژگان کلیدی: ریختی، جمعیت، فنوگرام، PCA

Morphologic study of *Ferula gummosa* in North Khorasan Province

Mahdi Shirzad¹, Abolfazl Tahmasebi^{1*}, Akbar Fakhireh¹, Fatemeh Nasrollahi²

1- Department of Range and Watershed Management, Faculty of Agriculture and Natural Resources, Gonbad Kavous University, Gonbad, Iran.

2- Department of Biology, Faculty of Sciences, University of Qom, Qom, Iran

Abstract

Ferula gummosa is one of the valuable industrial, medicinal and fodder resources of Iran, which forms a wide variety of plants in the mountainous areas as a dominant species. This plant is a native species of Iran and is medicinally important in traditional medicine. Considering the wide distribution of Barijah in North Khorasan province and considering the lack of a report evaluating the morphological diversity of this plant, the present study was conducted with the aim of investigating the morphological diversity of the mentioned plant in the habitats of North Khorasan province, effective in separating their populations. The obtained UPGMA phenogram shows the existence of two main clusters. The populations of the first cluster are located in the west and the populations of the second cluster are located in the north and center of North Khorasan province. The PCA ranking chart based on the first two principal components shows the degree of closeness or divergence of the studied populations. Morphological diversity is of fundamental importance in the continuation of plant species because it is used to create the adaptation necessary to cope with environmental changes. The present study proved that both quantitative and qualitative morphological characteristics are important and suitable for distinguishing the population of the studied species.

Keywords: Fenogram, Morphology, PCA, Population

۱. مقدمه

گونه *Ferula gummosa* Boss. با نام فارسی باریجه متعلق به تیره کرفسیان (Apiaceae Lindl.)، از ذخایر با ارزش صنعتی، دارویی و علوفه ای کشور است که به صورت گونه ی غالب و گونه ی همراه، تیپ های گیاهی وسیعی را در مناطق کوهستانی تشکیل می دهد [۴]. این گیاه ارزش علوفه ای چندانی ندارد ولی اهمیت آن به سبب وجود ماده ای است که از آن استخراج می شود. این ماده دارای مصارف دارویی و صنعتی می باشد. از زمان های گذشته از این گیاه در درمان زخم ها، ترمیم کردن زخم های سطح بدن، تاول های پوستی، درمان دندان درد، قولنج، دفع کرم های معده و روده، ضد تشنج، تسهیل کننده ی هضم، ضد گرفتگی عضلانی، بادشکن، خلط آور و داروی سینه استفاده می شده است. باریجه اثر نیرو دهنده و ضد تشنج دارد [۱].

باریجه گیاهی چند ساله است. در چند سال اول رشد رویشی داشته و برگ های طوقه ای تولید می کند و در سال آخر به ساقه رفته و گل و میوه نیز در آن تشکیل می شود، سپس ریشه پوسیده و گیاه از بین می رود (قهرمان، ۱۳۷۲). ریشه این گیاه حجیم و دارای بافت الیافی است که می تواند تا عمق حدود ۱/۵ متر در خاک نفوذ کند. پوست ریشه قهوه ای رنگ وضخامت آن ۱ تا ۳ میلی متر و قطر آن ۶ تا ۱۷ سانتی متر است. ساقه ی این گیاه با قطر ۳ تا ۶ سانتی متر و ارتفاع آن بین ۷۰ سانتی متر الی ۲ متر است. برگ ها به رنگ نقره ای گسترده بر روی زمین به طول ۳۰ سانتی متر و پوشیده از کرک های ریز و کوتاه هستند. گل ها در انتهای ساقه های اصلی و فرعی به رنگ زرد و به شکل گل آذین چتر مرکب است. میوه آن شیزوکارپ است و هر میوه شامل دو بذر به هم نیمه متصل است که به آسانی از هم جدا می شوند. باریجه گیاهی منوکارپیک است که طی عمر خود تنها یک بار گل و بذر تولید می کند و پس از آن چرخه ی زندگی گیاه خاتمه می یابد [۲].

تحقیقات فراوانی در کشورهای نظیر هند، روسیه، ترکیه، آلمان، پاکستان، فرانسه، آمریکا، اسپانیا و ژاپن در رابطه با سرده *Ferula* انجام شده است که از منظر موضوعی بیشتر این تحقیق ها در زمینه دارویی و کمترین آنها مربوط به جنبه های علوفه ای، زراعی، اکولوژیک و ژنتیکی گونه های گیاهی این سرده بوده است. Mustafina و همکاران (۲۰۲۱) به بررسی خصوصیات مورفولوژیکی میوه در گونه های *Ferula* پرداختند. این تحقیق با هدف مشخص کردن گروه های گونه ای در جنس *Ferula* از نظر اقتصادی، طبقه بندی پیچیده، مولکولی و شیمیایی انجام شد. با توجه به پیشینه تحقیقات کم صورت گرفته در رابطه با گیاه باریجه در ایران و پراکنش وسیع آن در سطح استان خراسان شمالی و با توجه به نبود گزارشی مبنی بر ارزیابی تنوع مورفولوژیکی این گیاه، پژوهش حاضر به عنوان اولین مطالعه با هدف بررسی تنوع ریختی گیاه مذکور در رویشگاه های استان خراسان شمالی موثر در تفکیک جمعیت آن ها انجام شد.



۲. مواد و روش‌ها

۱،۲. منطقه مورد مطالعه

ابتدا به مطالعه منابع موجود پرداخته شد. از فلور ایرانیکا، فلور پاکستان، فلور عراق، ترکیه، اروپا و فلور فارسی ایران برای شناسایی به عنوان مرجع اصلی و در کنار آن نمونه‌های هرباریومی استفاده گردید. در نهایت ۶ جمعیت از گیاه مورد نظر انتخاب و مورد آنالیز قرار گرفتند. (جدول ۱، شکل ۱).

جدول ۱- جمعیت‌های بررسی شده در این مطالعه

ردیف	محل جمع آوری	ارتفاع از سطح دریا	طول و عرض جغرافیایی	شماره هرباریوم
۱	استان خراسان شمالی - بخش راز و جرگلان - تکه قوز	۱۳۲۶	۳۷۹۳۳۵-۵۷۱۱۱	۸۰۳۷۰۰
۲	استان خراسان شمالی - بخش راز و جرگلان - تازه قلعه	۱۳۷۸	۳۷۹۳۴۴-۵۷۱۲۳	۸۰۳۷۰۱
۳	استان خراسان شمالی - بجنورد - کوه کمر	۱۲۷۰	۳۷۴۵۴۷-۵۷۳۲۳۳	۸۰۳۷۰۲
۴	استان خراسان شمالی - بجنورد - باغچق	۱۳۱۰	۳۷۴۵۳۲-۵۷۳۲۲۹	۸۰۳۷۰۳
۵	استان خراسان شمالی - مانه و سملقان - آشخانه	۱۷۲۰	۳۷۵۶۲۳-۵۶۹۲۱۱	۸۰۳۷۰۴
۶	استان خراسان شمالی - مانه و سملقان - پیش قلعه	۱۷۴۵	۳۷۵۶۸۸-۵۶۹۲۷۶	۸۰۳۷۰۵



شکل ۱- گیاه باریجه در رویشگاه خراسان شمالی

۲.۲. روش تحقیق

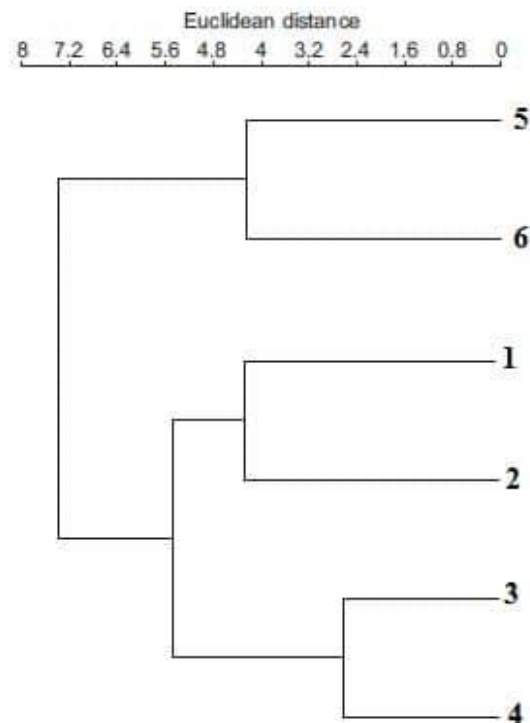
پس از انجام بررسی های لازم تعداد ۱۵ صفت کمی و کیفی برای مطالعات بیومتری و ریخت شناسی انتخاب شد و با استفاده از استریومیکروسکوپ دیجیتال Dino-Lite مدل AM413T و میکروسکوپ نوری Olympus مدل B×51 مطالعه شدند. به منظور انجام آنالیزهای آماری چند متغیره صفات کیفی به صورت دو یا چند حالت کدگذاری شدند و برای صفات کمی از میانگین اندازه گیری ها در واحدهای جمعیتی استفاده شد. سپس با استفاده از نرم افزار SPSS Ver. 16 بررسی های آماری مقدماتی با استفاده از صفات کمی و کیفی و سپس آنالیزهای آماری چند متغیره انجام گرفت.

۳. نتایج

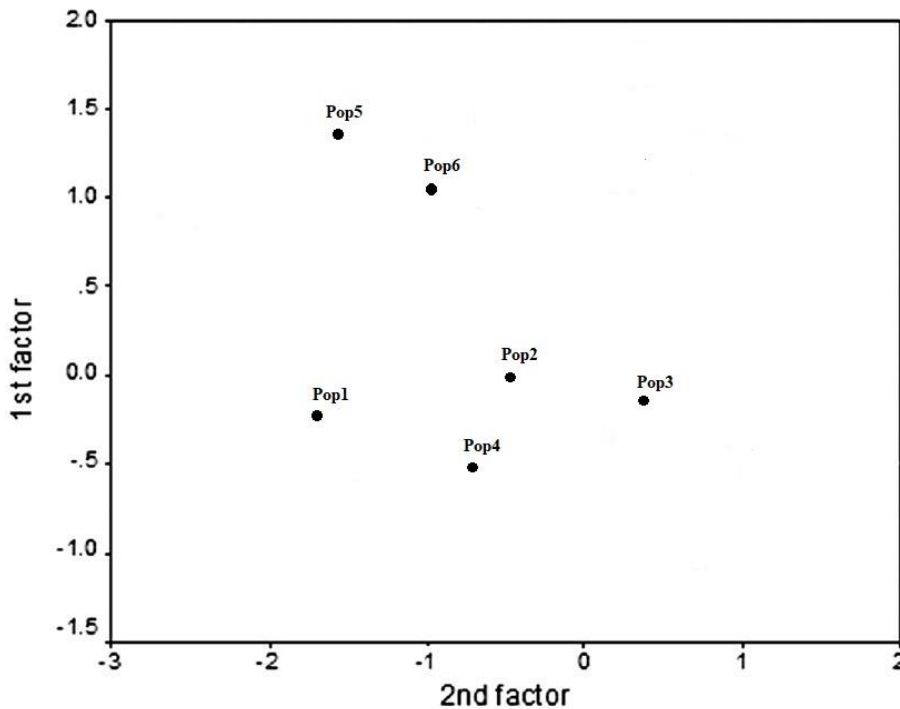
فنوگرام رسم شده به روش UPGMA نشان دهنده وجود دو خوشه اصلی می باشد (شکل ۲). جمعیت های ۵، ۶ خوشه اصلی اول را تشکیل داده اند. این جمعیت ها منطقه پراکندگی یکسانی دارند و در غرب استان خراسان شمالی قرار می گیرند. جمعیت های ۱، ۲، ۳، ۴ شباهت ریخت شناسی نشان می دهند و خوشه اصلی دوم را تشکیل می دهند. این جمعیت ها در نزدیکی مناطق جغرافیایی یکدیگر قرار دارند و در شمال و مرکز استان خراسان شمالی قرار می گیرند.



برای مشخص نمودن متنوع‌ترین صفات بین گونه‌ها و جمعیت‌های مطالعه شده نیز از روش تجزیه به عامل‌ها (Factor Analysis) استفاده شد و با بهره‌گیری از نتایج به دست آمده نمودار رسته‌بندی با استفاده از مؤلفه‌های اصلی (PCA (Principle Component Analysis) رسم گردید. نمودار رسته‌بندی PCA بر اساس دو مؤلفه اصلی اول در شکل ۳ بیانگر میزان نزدیکی یا واگرایی جمعیت‌های مطالعه شده بر اساس این دو مؤلفه می‌باشد. با بررسی تجزیه به عامل‌ها و مقایسه سهم هر یک در تنوع حاصله مشخص شد که دو عامل اول در مجموع سبب ۳۹/۸۸٪ تنوع مشاهده شده هستند. در فاکتور اول که حدود ۲۲/۱۹٪ کل تنوع را نشان می‌دهد فرم ریشه، طول ساقه و شکل بذر بیشترین ضریب همبستگی (>0.7) را نشان می‌دهند. در فاکتور دوم که ۱۷/۶۹٪ کل تنوع را نشان می‌دهد رنگ بذر، قطر ساقه و رنگ برگ بیشترین ضریب همبستگی (>0.7) را نشان می‌دهند.



شکل ۲- فنوگرام رسم شده به روش UPGMA بر اساس داده‌های ریختی



شکل ۳- نمودار رسته‌بندی بر اساس صفات ریختی

۴. بحث و نتیجه‌گیری

در مجموع نتایج مؤید آن بود که مجموعه صفات ریختی به کار رفته دارای ارزش افتراقی است. تنوع مورفولوژیکی در تداوم گونه‌های گیاهی از اهمیت اساسی برخوردار است زیرا برای ایجاد سازگاری لازم برای کنار آمدن با تغییرات محیطی مورد استفاده قرار می‌گیرد. مطالعه حاضر ثابت کرد که هر دو ویژگی ریخت‌شناسی کمی و کیفی برای تمایز جمعیت گونه مورد مطالعه مهم و مناسب هستند.

داده‌های ریخت‌شناسی مشابهت بین جمعیت‌های ۱، ۲، ۳، ۴ را نشان داد. در واقع، این جمعیت‌ها از نظر جغرافیایی نزدیک یکدیگر قرار دارند و در شمال و مرکز استان خراسان شمالی واقع شده‌اند. همین‌طور داده‌های ریختی مشابهت بین جمعیت‌های ۵ و ۶ را نشان داد. این جمعیت‌ها منطقه پراکندگی یکسانی دارند و در غرب استان خراسان شمالی قرار می‌گیرند. می‌توان نتیجه گرفت که ویژگی‌های محیطی (عرض جغرافیایی، طول جغرافیایی و ارتفاع) به‌طور همزمان ساختار ژنتیکی و ریختی جمعیت‌های مورد مطالعه را تحت تأثیر قرار می‌دهد. بنابراین، این جمعیت‌های واگرا ممکن است گروه‌های مختلف طبقه‌بندی زیر سطح گونه در باریجه را



نشان دهند. در بسیاری از مطالعات، به دلیل اختلافات ژنتیکی بین جمعیتی و به دنبال آن واگرایی ریخت‌شناسی جمعیت، اکوتایپ‌های مختلفی گزارش شده است [۶، ۷، ۸، ۹، ۱۰].

تشکر و قدردانی

بدینوسیله از اساتید محترم و مسئولین آزمایشگاه دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه گنبد کاووس تشکر و قدردانی می‌گردد.

منابع

۱) خونانی ز، نقوی م، امیدی م، سبکدست م، طالبی کویخی ا. ۱۳۸۹. بررسی تنوع ژنتیکی اکوتیپ‌های باریجه مناطق مختلف ایران با استفاده از نشانگر AFLP. فصلنامه گیاهان دارویی. سال دهم، دوره دوم، شماره سی و هشتم. صفحه ۱۱۷-۱۲۶.

۲) کرم زاده، ل، و. جعفریان، ا. وطن خواه و ع. عمارلو. ۱۳۹۴. مطالعه مولکولی و اکوفیزیولوژیکی گیاه دارویی باریجه (*Ferula gummosa* Boiss). زیست فناوری گیاهان دارویی. سال اول. شماره دوم، ص ۴۷-۵۵.

۳) قهرمان، ا. (۱۳۷۲). کورموفیت های ایران، انتشارات دانشگاه تهران، جلد دوم.

- 4) Mozaffarian, V. 1984. Plant of family of Umbelliferae in Iran, Vol. 35. Research Institute of Forest and Rangelands Press, Tehran.
- 5) Mustafina, F., Lee, H., Sharipova V., Lee A., Kim D., Choi M., Jang, J., Kim, Y. (2021). Comparative fruit morphology and its systematic significance in *Ferula* (Apiaceae) species from different growth habitats. *Flora*. Volume 283.
- 6) Minaeifar, A., Sheidai, M. & Attar, F. 2015. Genetic and morphological diversity in *Cousinia cylindracea* (Asteraceae) populations: Identification of gene pools. *Biodiversitas*. 16: 288-294.
- 7) Minaeifar, A., Sheidai, M., Attar, F., Noormohammadi, Z. & Ghasemzadeh-Baraki, S. 2016. Biosystematic study in the genus *Cousinia* Cass. (Asteraceae), section *Cousinia*. *Biochemical Systematics and Ecology*. 69 (1): 252-260.
- 8) Sheidai, M., Seif, E., Nouroozi, M. & Noormohammadi, Z. 2012. Cytogenetic and molecular diversity of *Cirsium arvense* (Asteraceae) populations in Iran. *Journal of Japanese of Botany*. 87 (2): 193-205.
- 9) Sheidai, M., Zanganeh, S., Haji-Ramezanali, R., Nouroozi, M., Noormohammadi, Z. & Ghasemzadeh-Baraki, S. 2013. Genetic diversity and population structure in four *Cirsium* (Asteraceae) species. *Biologia*, 68 (1): 384-397.

سومین کنفرانس ملی یافته‌های نوین زیست‌شناسی

3rd National Conference On New Biological Findings

۳ الی ۵ خرداد ۱۴۰۲



سومین کنفرانس ملی
یافته‌های نوین زیست‌شناسی

ISC

کد اختصاصی:
۰۲۲۳۰-۵۲۶۳۲

- 10) Sheidai, M., Ziaee, S., Farahani, F., Talebi, S.M., Noormohammadi, Z., Hasheminejad & Ahangari Farahani, Y. 2014. Infra-specific genetic and morphological diversity in *Linum album* (Linaceae). *Biologia*, 69: 32-39.

نقش گیاهان درختی بر روی پالایش فلزات سنگین موجود در خاک

زهرا خدادادی^{۱*}، مریم مودی^۲، سید موسی موسوی کوهی^۳ و محبوبه سادات حسین زاده^۴

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد، گروه علوم و مهندسی محیط‌زیست، دانشگاه بیرجند، بیرجند،

ایران، zahraa.khodadadi.77@gmail.com

۲- استادیار، گروه زیست‌شناسی، دانشگاه بیرجند، بیرجند، ایران، maryammoudi@birjand.ac.ir

۳- استادیار، گروه زیست‌شناسی، دانشگاه بیرجند، بیرجند، ایران، smmousavi@birjand.ac.ir

۴- استادیار، گروه زیست‌شناسی، دانشگاه بیرجند، بیرجند، ایران، m.hosseinzadeh@birjand.ac.ir

چکیده

فعالیت‌های صنعتی باعث ورود مقادیر فراوانی از عناصر سنگین به محیط زیست می‌شود. بنابراین رفع این آلودگی‌ها برای حفظ و نگهداری سلامت محیط و تجدید اکولوژی بسیار مهم است. برای حذف و کاهش این عناصر سنگین از محیط زیست روش‌های فیزیکی و شیمیایی زیادی وجود دارد، که اغلب با مشکلاتی مانند هزینه زیاد و محدودیت استفاده در مقیاس وسیع مواجه هستند، در نتیجه باید به دنبال روشی کارآمد بود. استفاده از گونه‌های گیاهی می‌تواند راه حل موثر و کاربردی برای حذف و یا کاهش این آلاینده‌ها از محیط زندگی و اکوسیستم باشد. گیاه‌پالایی یکی از این فناوری‌های سبز برای پالایش مناطق آلوده به فلزات سنگین و دیگر آلاینده‌ها می‌باشد. در بین گیاهان، درختان یکی از مهم‌ترین گیاهان با توانایی بالا در فرایند گیاه‌پالایی هستند که نقش بسیار کاربردی ایفا می‌کنند. مکانیسم‌هایی نظیر، تولید چوب، تولید ریشه‌های عمیق و گسترده، تولید زیتوده و دارا بودن نرخ بالای تبخیر و تعرق درختان را به بهترین گزینه برای فرایند گیاه‌پالایی تبدیل کرده است.

کلمات کلیدی: گیاه‌پالایی، فلزات سنگین، درخت پالایی، محیط‌زیست



The role of tree plants on Phytoremediation of heavy metals in soil

Z. Khodadadi¹, M. Moudi², S.M. Mousavi Kouhi³, M.S. Hosseinzadeh⁴

- 1-Master student, Department of Environmental Engineering, Faculty of Natural Resources and Environment, University of Birjand, Birjand, Iran, zahraa.khodadadi.77@gmail.com
- 2- Department of Biology, University of Birjand, Birjand, Iran, maryammoudi@birjand.ac.ir
- 3- Department of Biology, University of Birjand, Birjand, Iran, smmousavi@birjand.ac.ir
- 4- Department of Biology, University of Birjand, Birjand, Iran, m.hosseinzadeh@birjand.ac.ir

Abstract

Industrial activities cause the entry of large amounts of heavy elements into the environment. Therefore, removing these pollutions is very important to preserve and maintain the health of the environment and renew the ecology. To remove and reduce these heavy elements from the environment, there are many physical and chemical methods, which often face problems such as high cost and limitation of use on a large scale, so an efficient method should be sought. The use of plant species can be an effective and practical solution to remove or reduce these pollutants from the living environment and ecosystem. Phytoremediation is one of these green technologies for refining areas contaminated with heavy metals and other pollutants. Among the plants, trees are one of the most important plants with high ability in the process of phytoremediation, which play a very practical role. Mechanisms such as wood production, deep and extensive root production, biomass production, and having a high rate of evaporation and transpiration have made trees the best option for the phytoremediation process.

Keywords: Phytoremediation, Heavy metals, Dendroremediation, Environment



۱. مقدمه

یکی از بزرگترین چالش‌های محیط‌زیستی، پراکندگی پسماندهای صنعتی و کشاورزی حاصل از فعالیت‌های دست بشر به درون خاک و افزایش سطح آلاینده‌های خاک است [۱]. دامنه وسیعی از ترکیبات آلی و معدنی از جمله عناصر سنگین، مواد قابل احتراق، مواد در حال فساد، پسماندهای خطرناک کارخانه‌ها و بیمارستان‌ها، ضایعات و محصولات نفتی همگی در زمره آلاینده‌های محیط‌زیست قرار دارند. پراکندگی عناصر سنگین در مناطق شهری و زمین‌های کشاورزی به علت فعالیت‌های صنعتی در سال‌های اخیر افزایش یافته است [۲]. یکی از مسائل محیط‌زیستی آلوده شدن خاک زیرکشت گیاهان مختلف به فلزات سنگین است که از مهم‌ترین آلاینده‌ها در محیط می‌باشد [۳]. فلزات سنگین گروه بزرگی از آلودگی‌ها هستند که از طریق افزایش آلودگی شهری، آفت‌کش‌ها، کودهای شیمیایی و معادن فلزات به خاک اضافه می‌شود [۴]. اگرچه فلزات سنگین به خودی خود در پوسته زمین وجود دارند اما همه‌ی این فلزات در سطوح بالا برای گیاه سمیت ایجاد می‌کنند [۵]. تعدادی از فلزات (مس، روی، نیکل، منگنز و آهن) عناصر کم‌مصرف ضروری هستند که در رشد طبیعی و بسیاری از فرایندهای متابولیسمی شرکت می‌کنند، ولی مقدار اضافی آن در خاک‌ها موجب اختلال متابولیسمی و بازدارندگی رشد در بیشتر گیاهان می‌شود. تعداد دیگری از آنها مانند سرب، کادمیوم، کروم و جیوه غیرضروری بوده و حتی در غلظت‌های کم هم برای گیاه سمی هستند [۶]. این فلزات سنگین در محیط تجزیه نمی‌شود، بنابراین نیاز به خارج کردن آنها از محیط می‌باشد. پالایش خاک‌های آلوده به فلزات سنگین با استفاده از روش‌های فیزیکی و شیمیایی اغلب با مشکلاتی مانند هزینه زیاد، تخریب ساختار فیزیکی و شیمیایی و فعالیت‌های حیاتی خاک و محدودیت استفاده در مقیاس وسیع مواجه هستند [۷]. امروزه استفاده از گیاهان جهت پالایش اراضی آلوده به ویژه آلودگی‌های شیمیایی موضوعی علمی و جالب برای بسیاری از محققین است. مدیریت گیاهان در این‌گونه اراضی در حفظ منابع محیط‌زیست می‌تواند نقش قابل توجهی داشته باشد [۸]. روش‌های بسیاری جهت پاکسازی خاک‌های آلوده به فلزات سنگین گسترش یافته‌اند، از میان این روش‌ها گیاه‌پالایی به عنوان یک روش پاکسازی موثر و ارزان عرضه شده است که در آن جذب و جمع‌آوری آلاینده‌ها در بافت‌های قابل برداشت گیاهی مدنظر می‌باشد [۹]. در بین گیاهان درختان به عنوان یکی از بهترین گزینه‌ها در فرایند گیاه‌پالایی، نقش بسیار مهمی را ایفا می‌کنند. مکانیسم‌هایی نظیر تولید ریشه‌های عمیق و گسترده، تولید چوب، دارابودن نرخ بسیار بالای تبخیر و تعرق و همچنین تولید بالای زیتوده درختان را به عنوان بهترین گزینه برای فرایند گیاه‌پالایی مطرح می‌کند [۱۰]. هدف از این مطالعه مروری بر مکانیسم عمل گیاه‌پالایی توسط درختان جهت کاهش و یا حذف فلزات سنگین از محیط می‌باشد.



۲. مکانیسم گیاه‌پالایی

به استفاده از گیاهان برای حذف و یا کاهش فلزات سنگین از محیط زیست گیاه‌پالایی (Phytostabilization) گفته می‌شود. این روش، دوستدار محیط زیست بوده و برای پاکسازی مناطق آلوده به فلزات سنگین در محل کاربرد بسیار بالایی دارد [۱۱]. در گیاه‌پالایی از ریشه گیاهان برای کاهش تحرک و یا قابلیت زیست‌پذیری آلاینده‌ها در محیط زیست استفاده می‌شود. گیاه‌پالایی روشی است که آلاینده‌ها توسط مکانیسم‌هایی نظیر پالایش ریشه‌ای، تثبیت گیاهی، استخراج گیاهی، تبخیر گیاهی و تغییر شکل گیاهی از اکوسیستم آبی و خاکی جدا می‌شوند که در جدول ۱ به آن اشاره شده است [۱۲]. مهمترین مزیت گیاه‌پالایی نسبت به سایر روش‌های پاکسازی هزینه کم آن می‌باشد. در برابر مزیت گیاه‌پالایی محدودیت اصلی این روش نیاز داشتن به دوره زمانی با مدت زیاد است. گیاهانی که برای گیاه‌پالایی استفاده میشوند باید دارای ریشه‌هایی با قابلیت زیادی در تجمع زیستی فلزات، انتقال کم فلزات به شاخه‌ها و سیستم ریشه‌ای وسیع باشند [۱۳]. درختان بهترین گزینه هستند که دارای این ویژگی می‌باشند که در سال‌های اخیر برای استفاده در فرایند درخت‌پالایی و کاهش آلودگی مناطق آلوده مورد توجه قرار گرفته‌اند. کلمه (Dendroremediation) از کلمه یونانی باستانی Dendron به معنی درخت و لاتین remediate گرفته شده است [۱۴]. درخت‌پالایی یک فناوری گیاه‌پالایی برای پاکسازی آلاینده‌های آلی یا غیرآلی با استفاده از درختان زنده جهت حذف، ترسیب یا تجزیه شیمیایی آلاینده‌ها می‌باشد [۱۵]. درختان گیاهان چوبی هستند که با زیست‌توده بزرگ، ساقه مرکزی دائمی، سیستم ریشه پایدار شناخته می‌شوند. درختان قابلیت مناسبی برای جذب نور، عناصر غذایی و آب نسبت به دیگر انواع پوشش گیاهی دارند. از آن‌جا که درختان در معرض انواع تنش‌های ریستی یا غیرزیستی قرار دارند مکانیسم‌هایی برای مواجهه با این تنش‌ها در آنها شکل گرفته است. برای مثال، تشکیل چوب به عنوان یک مکانیسم سازگارکننده، درختان را در یک موقعیت برتر در اکوسیستم حفظ می‌کند. چوب دارای ویژگی‌هایی مانند انتقال آب و مواد غذایی و ذخیره ترکیبات آلی و گازهاست که در درخت‌پالایی کارایی زیادی دارند [۱۶].

جدول (۱) انواع فرایندهای گیاه‌پالایی و مکانیسم آنها [۱۲]

ردیف	فرایند	مکانیسم	آلاینده
۱	پالایش ریشه‌ای Rhizofiltration	تجمع در ریشه	آلی / معدنی
۲	تثبیت گیاهی		



معدنی	مجتمع سازی	Phytostabilization	
		تبخیر گیاهی	۳
آلی / معدنی	تبخیر توسط برگ ها	Phytovolatilization	
		استخراج گیاهی	۴
معدنی	فرا انباشته سازی	Phytoextraction	
		تغییر شکل گیاهی	۵
آلی	تجزیه در گیاه	Phytotransformation	

۳. آلودگی فلزات سنگین

فلزات سنگین فلزاتی هستند که دارای عدد اتمی بالاتر از 61 و چگالی بالاتر از 1 گرم بر سانتیمتر مکعب می‌باشند. در بسیاری از مناطق جهان با گسترش شهرها، افزایش صنایع و استفاده‌ی بی‌رویه از کودهای شیمیایی و فاضلابهای شهری و همچنین پیشرفت فناوری تجمع این فلزات افزایش یافته است که در جدول ۱ به منابع تولید فلزات سنگین اشاره شده است [۱۷]. آلودگی خاک‌ها و محیط‌های آبی با فلزات سنگین مشکلی جدی و در حال گسترش می‌باشد. اکثر خاک‌های کشاورزی به واسطه‌ی فلزات سنگین که شامل کادمیوم، مس، روی، نیکل، کبالت، سرب و آرسنیک می‌شوند، آلوده شده است. تغییرات مکانی فلزات سنگین در خاک‌های سطحی کشاورزی ممکن است تحت تاثیر مواد مادری خاک و فعالیت‌های انسانی باشد [۱۸]. آلودگی خاک‌های کشاورزی به عناصر سنگین یک مشکل عمده زیست محیطی می‌باشد که می‌تواند کمیت و کیفیت تولیدات گیاهی را تحت تاثیر قرار دهد که در نهایت منجر به آسیب رساندن به موجوداتی که از گیاهان استفاده می‌کنند می‌شود. ورود فلزات سنگین به زنجیره غذایی محیط زیست و رسیدن به غلظت‌های بحرانی، اثرات سوء متابولیسی و فیزیولوژیکی در موجودات زنده برجای می‌گذارد [۱۹].

آلودگی خاک به وسیله‌ی فلزات سنگین با آلودگی آب یا هوا متفاوت است، چرا که فلزات سنگین در داخل خاک به مدت طولانی‌تری نسبت به سایر بخش‌های بیوسفر باقی می‌مانند و در خاک دوام و بقاء بیشتری دارند. سمیت فلزات سنگین و تجمع آنها در زنجیره‌های غذایی یکی از اصلی‌ترین معضلات زیست محیطی و بهداشتی جوامع امروزی می‌باشد. این فلزات به دلیل تجزیه‌ناپذیری، داشتن نیمه عمر بیولوژیکی طولانی، پتانسیل تجمع در



اندام‌های گیاهی، ورود به زنجیره‌ی غذایی، جهش‌زا و سرطان‌زا بودن به‌عنوان مهمترین مشکل محیط زیست به‌حساب می‌آیند [۲۰].

تعدادی از فلزات (مس، روی، نیکل، مولیبدن، منگنز و آهن) عناصر کم‌مصرف ضروری هستند که در رشد طبیعی، واکنش‌های اکسایش-کاهش، انتقال الکترون و بسیاری از فرآیندهای متابولیکی دیگر شرکت میکنند، ولی مقدار اضافی آن در خاکها موجب اختلالات متابولیکی و بازدارندگی رشد در بیشتر گونه‌های گیاهی میشود. تعداد دیگری از آنها مانند سرب، کادمیم، کروم و جیوه غیرضروری بوده و حتی در غلظت‌های کم هم برای گیاه سمی هستند. یونهای فلزات سنگین زمانی که در مقادیر زیاد در محیط وجود داشته باشند به‌وسیله‌ی ریشه‌ی گیاهان جذب و به اندام‌های هوایی منتقل شده و موجب اختلال در سوخت و ساز گیاه و کاهش رشد گیاه می‌شوند [۲۱].

جدول (۲) انواع فلزات سنگین و منبع تولید آنها [۱۷]

ردیف	فلزات سنگین	منبع
۱	آرسنیک	سموم دفع آفات و مواد نگهدارنده چوب
۲	کادمیوم	رنگ و رنگدانه ها ، تثبیت کننده های پلاستیکی ، آبکاری کادمیوم حاوی پلاستیک ها ، کود فسفاته
۳	کروم	چرم سازی ، صنایع فولاد
۴	مس	سموم دفع آفات ، کودها
۵	جیوه	رها سازی از استخراج و احتراق ذغال سنگ Au-Ag ، زباله های پزشکی
۶	نیکل	پساب های صنعتی ، لوازم آشپزخانه ، ابزار جراحی ، آلیاژهای فولاد ، باتری های خودرو
۷	سرب	انتشار هوایی حاصل از احتراق بنزین، علف کش و حشره کش ها

۴. جذب و انتقال آلاینده‌ها در درختان

در دهه‌های اخیر استفاده از درختان به عنوان یک پوشش گیاهی بسیار مناسب برای پالایش مکان‌های آلوده به فلزات سنگین افزایش یافته است. درختان به عنوان بهترین کاندید و راه‌حل مناسب و کم هزینه برای زدودن آلاینده‌ها از محیط زیست نام برده می‌شوند [۲۲]. فواید درختان بیشتر بر تثبیت خاک یا پسماندها تکیه دارد و برای تثبیت بهتر و کاهش آلودگی‌ها باید بر روی مکان آلوده به خوبی استقرار یافته و رشد کنند. در فرایند درخت پالایی، یک درخت به عنوان یک سیستم تصفیه که با نور خورشید هدایت می‌شود، ابتدا آلاینده‌ها را جذب



کرده و از انتشار آنها جلوگیری می‌کند. بیشترین کاربرد درخت پالایی در پاکسازی خاک‌های آلوده به نفت خام، مواد منفجره، فلزات، آفت کش‌ها، هیدروکربن‌های آروماتیک و حلال‌ها می‌باشد [۲۳]. در درخت پالایی، درخت با محیط فیزیکی و بیولوژیکی اطراف آن در نظر گرفته می‌شود. ریشه‌های درختان مواد شیمیایی آلی آزاد کرده و یک محیط مناسب برای تجزیه‌ی آلاینده‌ها به وسیله میکروب‌ها ایجاد می‌کند. تراوشات ریشه‌های درختان مانند اسیدهای آلی و کتون‌ها رشد میکروب‌ها را تسریع کرده و ماده آلی خاک را افزایش می‌دهند. میکروارگانیسم‌های موجود در ریشه‌ی درختان، اثر معنی داری بر پالایش آلاینده‌ها دارند [۲۴]. برای افزایش جذب مناسب آلاینده‌ها به وسیله درختان، نیاز به یک سیستم ریشه دهی عمیق و بزرگ و نرخ تعرق بالا است. درختانی که دارای توان تولید بیوماس بالا، سرعت رشد زیاد و مقاوم به انواع تنش‌ها هستند و نیازهایی غذایی و خاک کمی دارند مناسب‌ترین گزینه برای پالایش فلزات سنگین از مناطق آلوده می‌باشند. طی مطالعات متعدد مشخص شده است که جنس بیدها (*Salix*) و صنوبر (*Populus*) نه تنها به دلیل رشد سریع و تولید زیتوده بالا، سیستم ریشه‌ای عمیق و گسترده و جذب بالای آب، بلکه به دلیل مقاومت و ظرفیت انباشت بالای فلزی گزینه مناسبی برای گیاه‌پالایی خاک‌های آلوده به فلزات سنگین معرفی شده‌اند [۲۵] که در جدول ۳ به برخی از گونه‌های درختی مناسب جهت فرایند درخت‌پالایی اشاره شده است [۲۶].

جدول (۳) گونه‌های درختی مناسب جهت فرایند درخت‌پالایی [۲۶]

ردیف	نام علمی	نام فارسی	آلاینده‌ی جذب کننده
۱	<i>Salix alba</i>	بید	کادمیوم، روی، سرب
۲	<i>Eucalyptus</i>	اکالیپتوس	آرسنیک، کروم، جیوه، نیکل، مس
۳	<i>Robinia pseudocacia</i>	اقاقیا	کادمیوم، مس، سرب، روی، آرسنیک
۴	<i>Fraxinus Americana</i>	زبان گنجشک	دود و دوده
۵	<i>Eunymus alatus</i>	شمشاد	ازن
۶	<i>Acer sp.</i>	افرا	دی اکسید گوگرد، اسید کلریدریک
۷	<i>Juglans regia</i>	گردوی ایرانی	آهن، منگنز، روی، مس، منیزیم



گونه‌های درختی به دلیل سطح بزرگ پوشش برگ، تراکم روزنه‌ها، توانایی جذب بالای دی اکسید کربن و دیگر گازهای آسیب‌زا و انواع آلودگی‌های آلی و غیر آلی (مانند فلزات سنگین) اثرات اکولوژیکی مناسبی بر محیط می‌گذارند. جذب و انتقال یک آلاینده در درختان به غلظت آلاینده در خاک، نحوه ورود آن به سیستم ریشه و توان تعرق درخت بستگی دارد که به برخی از ویژگی‌های درختان که از آنها برای پالایش مناطق آلوده به فلزات سنگین استفاده می‌شود اشاره می‌کنیم [۲۷].

➤ تولید زیتوده بالا

➤ توانایی پایدار کردن و تثبیت رویشگاه‌ها: رشد درختان در مناطق آلوده سبب پایداری رویشگاه در برابر باد و فرسایش میشود و همچنین جذب آب و تعریق در درختان سبب محدود شدن حرکت عناصر سنگین به پایین در اثر فعالیتهایی مانند آبخویی شده و در نتیجه به حفاظت از زمین و آب های زیرزمینی کمک میکند.

➤ تنوع ژنتیکی بالا

➤ توانایی زیبا کردن چشم اندازها

گونه‌های درختی دارای صفات ویژه‌ای می‌باشند که آنها را برای جذب آلاینده‌ها از محیط رشد مناسب می‌سازد. برای مثال گونه‌های درختی زیتوده زیادی تولید می‌کنند، نسبت به گونه‌های زراعی منابع غذایی برای چهارپایان نیستند، سیستم ریشه‌ای قوی برای جذب فلزات سنگین از خاک دارند و میزان تبخیر و تعرق زیاد در آنها موجب افزایش جریان آب در درخت و انتقال فلزات به اندام‌های هوایی می‌گردد. بیشتر گونه‌های درختی مانند بید، صنوبر، اوکالیپتوس، غان، توسکا و افرا توانایی خوبی در انباشت فلزات سنگین و عناصر کمیاب دارند. گونه‌های درختی پهن برگ با توانایی رشد بسار سریع مانند صنوبرها و بیدها و گونه‌های سوزنی برگی مانند کاج ها توانایی گیاه استخراجی نسبتا بالایی دارند و از جمله گونه‌های مهم در پالایش خاکهای آلوده به فلزات سنگین به شمار می‌آیند [۲۸].

۵. نتیجه گیری

مهمترین عامل موثر در میزان حذف فلز، انتخاب گیاه است که به عنوان پالایش محیط‌های آلوده از آن استفاده می‌شود. در بین گیاهان، درختان بهترین گزینه برای فرایند گیاه‌پالایی در مناطق آلوده می‌باشند. ویژگی اصلی درختان که آنها را برای گیاه‌پالایی مناسب کرده است، تولید زیتوده‌ی بالای آنها در هر دو بخش هوایی و زیرزمینی می‌باشد و همچنین فرایند تثبیت گیاهی به سادگی به وسیله‌ی درختان در مکان‌های آلوده انجام



سومین کنفرانس ملی یافته‌های نوین زیست‌شناسی

3rd National Conference On New Biological Findings

۳ الی ۵ خرداد ۱۴۰۲



می‌شود علاوه بر این میکروارگانیسم‌های موجود در ریشه‌ی درختان، اثر معنی داری بر پالایش آلاینده‌ها دارند و موجب تثبیت مستقیم خاک به وسیله‌ی ریشه‌های درختان می‌شوند.

منابع

- 1) Ramirez A, Garcia G, Werner O, Navarro-Pedreno J, Ros R M. (2021). Implications of the phytoremediation of heavy metal contamination of soils and wild plants in the industrial area of Haina, Dominican Republic. *Sustainability*, 13(3), 1403.
- 2) Cioica N, Tudora C, Iuga D, Deak G, Matei M, Nagy E M, Gyorgy Z. (2019). A review on phytoremediation as an ecological method for in situ clean-up of heavy metals contaminated soils. In *E3S Web of Conferences* (Vol. 112, p. 03024). EDP Sciences.
- 3) Tangahu BV, Sheikh Abdullah SR, Basri H, Idris M, Anuar N, Mukhlisin M. (2011). A review on heavy metals (As, Pb, and Hg) uptake by plants through phytoremediation. *International Journal of Chemical Engineering*.
- 4) Hooda V. (2007). Phytoremediation of toxic metals from soil and waste water. *Journal of Environmental Biology*, 28(2), 367.
- 5) Youssef NA. (2021). Changes in the morphological traits and the essential oil content of sweet basil (*Ocimum basilicum* L.) as induced by cadmium and lead treatments. *International Journal of Phytoremediation*, 23(3): 291-299.
- 6) Arif N, Yadav V, Singh S, Singh S, Ahmad P, Mishra RK, Sharma S, Tripathi DK, Dubey NK, Chauhan DK. (2016). Influence of high and low levels of plant-beneficial heavy metal ions on plant growth and development. *Frontiers in environmental science*, 4, 69.
- 7) Guerra Sierra BE, Munoz Guerrero J, Sokolski S. (2021). Phytoremediation of Heavy Metals in Tropical Soils an Overview. *Sustainability*, 13(5), 2574.
- 8) Pirzadah TB, Malik B, Dar FA. (2019). Phytoremediation potential of aromatic and medicinal plants: A way forward for green economy. *Journal of Stress Physiology & Biochemistry*, 15(3):62-57.
- 9) Liphadzi MS, Kirkham MB, Musil CF. (2005). Phytoremediation of soil contaminated with heavy metals: a technology for rehabilitation of the environment. *South African Journal of Botany*, 71(1), 24-37.
- 10) Dietz AC, & Schnoor JL, (2001) *Advances in phytoremediation*. Environmental Health Perspectives, 109: 163-168.
- 11) Raskin I, Ensely BD, (2000). *Phytoremediation of toxic metals*. John Wiley and Sons, Ltd. Publisher.
- 12) Linger P, Ostwald A, Haensler J. (2005). *Cannabis sativa* L. growing on heavy metal contaminated soil: growth, cadmium uptake and photosynthesis. *Biologia plantarum*, 49(4): 567-576.



- 13) Pilon-Smits, E. (2005) Phytoremediation. *Ann Rev Plant Biol* 56: 15-39.
- 14) Dickmann DI, Nguyen PV, Pregitzer KS. (1996) Effects of irrigation and coppicing on above ground growth, physiology, and fine-root dynamics of two field – grown hybrid poplar clones. *J Forest Ecology and Management* 80(1-3): 163-174.
- 15) Azzarello E, Pandolfi C, Pollastri S, Masi E, Mugnai S, Mancuso S. (2011). The use of trees in phytoremediation. *Perspectives in Agriculture, Veterinary Science, Nutrition and Natural Resources*, 6(37), 1-15.
- 16) Pulford ID, Watson C, (2003). Phytoremediation of heavy metal contaminated land by trees-a review. *Journal of Environmental International* ,29(4):529-540.
- 17) Kramer U. (2005). Phytoremediation: novel approaches to cleaning up polluted soils. *Current Opinion in Biotechnology*. 16(2):133-141.
- 18) Suguey LM, Lopez YC, Lara Corona VH, Lagunas-Rivera S. (2018). Rhoeo discolor: a medicinal plant with phytoremediation potential. *Int. J. Adv. Res.*6:763-70.
- 19) Shehata SM, Badawy RK, Aboulsoud YI. (2019). Phytoremediation of some heavy metals in contaminated soil. *Bulletin of the National Research Centre*, 43:1- 15.
- 20) Pirzadah TB, Malik B, Dar FA. (2019). Phytoremediation potential of aromatic and medicinal plants: A way forward for green economy. *Journal of Stress Physiology & Biochemistry*, 15(3):62-57.
- 21) Street RA. (2012). Heavy metals in medicinal plant products an African perspective. *South African Journal of Botany*, 82(3): 67-74.
- 22) Li Q, Yu L, Deng Y, Li W, Li M, & Cao J, (2007). Leaf epidermal characters of *Lonicera japonica* and *Lonicera confuse* and their ecology adaptation. 18(2): 103-108.
- 23) Nikoli NA, Koji DC, Pilipovi AN, Pajevi SL, Krsti BO, Borisev MI, Orlovi SA. (2008). Responses of hybrid poplar to cadmium stress: photosynthetic characteristics, cadmium and proline accumulation, and antioxidant enzyme activity. *Acta Biologica Cracoviensia Series Botanica* 50(2): 95-103.
- 24) Xu J, Yin H, Liu X. (2010). Salt affects plant Cd-stress responses by modulating growth and Cd accumulation. *Planta*, 231(2):449–459.
- 25) Dietz AC, Schnoor JL. (2001). Advances in phytoremediation. *Environmental Health Perspectives*, 109:163-168.
- 26) Komives T, Gullner G. (2006). Dendroremediation: the use of trees in cleaning up polluted soils. *Phytoremediation rhizoremediation*. 23-31.
- 27) Cao Y, Yu L, Dang N, Sun L, Zhang P, Cao J, Chen G. (2023). Dendroremediation Potential of Six *Quercus* Species to Polluted Soil in Historic Copper Mining Sites. *Forests*, 14(1), 62.
- 28) Li X, Xiao J, Salam MM, Chen G. (2022). Evaluation of dendroremediation potential of ten *Quercus* spp. for heavy metals contaminated soil: A three-year field trial. *Science of The Total Environment*. 851:158232.



سنجش شاخص‌های مقاومت به گرما در بذر گیاهچه‌های گرما دوست و سرما دوست پیش تیمار شده با محرک‌های زیستی

مرضیه شاهرودی^۱، لیلا شبانی^۱، سمیه رئیسی^۲

^۱گروه علوم گیاهی، دانشکده علوم پایه، دانشگاه شهرکرد، شهرکرد، ایران

^۲گروه ژنتیک، دانشکده علوم پایه، دانشگاه شهرکرد، شهرکرد، ایران

* نویسنده مسئول: لیلا شبانی، ایمیل: lshabani@gmail.com

چکیده

تیمار بذرهای با محرک‌های زیستی فناوری مهمی برای مقابله با تنش گرمایی در زمان کاشت و بهبود عملکرد است که همگی از جوانه‌زنی بذر شروع می‌شود. لذا پژوهش حاضر با هدف تاثیر دو محرک زیستی جلبکی و اسیدآمینهای بر شاخص‌های مقاومت گرمایی در مرحله جوانه‌زنی بذر گیاهچه‌های سرما دوست (کاهو و جو) و گیاهچه‌های گرمادوست (کلزا و لوبیا سبز) در قالب طرح کاملاً تصادفی بصورت فاکتوریل با سه تکرار انجام شد. این آزمایش با هدف بررسی نقش ۲ محرک زیستی بر شاخص‌های مقاومت گرمایی هر ۴ گونه گیاهی طراحی شد. برای این منظور پیش تیمار بذرهای به مدت ۲ ساعت در محلول آبی ۰/۵ گرم در لیتر Algabon® و ۲ گرم در لیتر Bonamid® انجام شد. سپس بذرهای در شرایط تاریکی به مدت ۷۲ ساعت در دمای ۲۸ درجه سانتی‌گراد (شاهد) و دمای ۳۵ درجه (تنش گرمایی) انکوبه شدند. در گیاهچه‌های گرمادوست (کلزا و لوبیاسبز) مقایسه گیاهچه‌های پیش تیمار شده با محرک زیستی آلگابن و بنامید نشان داد که بذرهای پیش تیمار شده با محرک‌های زیستی نسبت به بذرهای شاهد (پیش تیمار شده با آب) مقاومت بیشتری نسبت به تنش گرمایی دارند. نتایج شاخص‌های مقاومت (شاخص کاهش مطلق، شاخص بازداری و مقاومت نسبی گرما) نشان داد که در میان ۴ گونه مورد مطالعه در این تحقیق کلزا بهترین عملکرد را در طی تنش گرمایی داشته است. همچنین مطابق با نتایج شاخص کاهش مطلق، کمترین مقدار شاخص بازداری و بیشترین مقدار شاخص مقاومت نسبی گرما در بذرهای کلزا پیش تیمار شده با بنامید مشاهده شد و بذرهای کلزا پیش تیمار شده با بنامید مقاومترین گیاهچه‌ها به تنش گرمایی شناخته شدند. نتایج معیارهای استاندارد تعیین عملکرد گیاه در تنش گرمایی با نتایج بیشترین مقدار افزایش محتوای کربوهیدرات‌های محلول در بذرهای کلزا پیش تیمار شده با بنامید کاملاً مطابقت دارد.

کلمات کلیدی: آلگابن، بنامید، تنش گرمایی، محرک‌های زیستی



Measurement of heat resistance indices in the seeds of warm-season and cool-season plants pretreated with biostimulants

Marzieh Shahverdi¹, Leila Shabani^{1*}, Somayeh Reisi²

3- Department of Plant Science, Faculty of Basic Sciences, Shahrekord University, Shahrekord, Iran.

4- Department of Genetics, Faculty of Basic Sciences, Shahrekord University, Shahrekord, Iran.

*Corresponding author; E-mail address: lshabani@gmail.com

Abstract

Treatment of seeds with biostimulants is an important technology to deal with heat stress during planting and improve yield, which all starts with seed germination. Therefore, the current study aims to investigate the effect of seaweed and amino acid-derived biostimulants, on the heat resistance indices during the seed germination stage of cool-season plants (lettuce and barley) and warm-season plants (canola and green beans). The experiment was set up in a completely randomized design with three treatments repeated three times. This experiment was designed with the aim of investigating the role of 2 biostimulants on the heat resistance indices of all 4 plant species. For this purpose, seeds were pretreated for 2 hours in an aqueous solution of 0.5 g/l Algabon® and 2 g/l Bonamid®. Then the seeds were incubated in the dark for 72 hours at 28°C (control) and 35°C (heat stress). In warm-season seedlings (canola and green beans): the comparison of seedlings pre-treated with Algabon and Bonamid biostimulant showed that the seeds pre-treated with biostimulants were more resistant than the control seeds (pre-treated with water). The results of the resistance indices (absolute reduction index, inhibition index and relative heat resistance) showed that among the 4 species studied in this research, canola had the best performance during heat stress. Also, according to the results of the absolute reduction index, the lowest value of the inhibition index and the highest value of the relative heat resistance index were observed in canola pretreated with Bonamid, and the canola pretreated with Bonamid were known to be the most resistant seedlings to heat stress. The results of the standard criteria for determining plant performance in heat stress are completely consistent with the results of the highest amount of increase in the content of soluble carbohydrates in canola seeds pre-treated with Bonamid.

Key Words: Algabon, Biostimulant, Bonamid, Heat stress

مقدمه

امروزه شاهد افزایش دمای کره زمین هستیم بنابراین نیاز به گیاهان مقاوم به دمای بالا ضروری است. بررسی پاسخ‌های مورفوفیزیولوژیکی گیاهان به تنش دمای بالا، به درک بهتر مکانیسم‌های گیاهان در مقابله با تنش و همچنین تسهیل برنامه‌های اصلاحی جهت توسعه ارقام مقاوم به گرما کمک می‌نماید. یکی از راه‌های مقابله با اثرات نامطلوب تنش گرمایی استفاده برون‌زا از مولکول‌هایی است که پتانسیل محافظت از گیاهان را در برابر اثرات مضر تنش گرمایی دارند. در دهه‌های اخیر، کاربرد برون‌زا محافظ‌هایی مانند محافظ‌کننده‌های اسمزی، فیتوهورمون‌ها، مولکول‌های سیگنالی‌نگ، عناصر کمیاب و محرک‌های زیستی و غیره، تأثیر مفیدی بر گیاهان رشد یافته تحت تنش گرمایی نشان داده‌اند، زیرا این محافظ‌ها دارای محرک رشد و ظرفیت آنتی‌اکسیدانی هستند (Hasanuzzaman et al., 2013). مطالعات اخیر نشان می‌دهد که مولکول‌های مختلف دارای پتانسیل عمل به عنوان یک محرک زیستی در برابر تنش‌های غیرزیستی مختلف هستند. استفاده از اسیدهای آمینه، هورمون‌ها، گونه‌های فعال اکسیژن-نیترژن-گوگرد یا حتی آب می‌تواند در افزایش تحمل گیاه به تنش‌های غیرزیستی مختلف موثر باشد (Savvides et al., 2016). گیاهان را می‌توان در مراحل مختلف رشد (مرحله رویشی یا زایشی) پیش تیمار کرد. با این حال، در دهه‌های گذشته توجه به تقویت بذر برای کاهش تنش محیطی بر جوانه‌زنی و رشد اولیه گیاهچه معطوف شده است. فن‌آوری‌های تیمار بذر روش‌هایی را برای اعمال ترکیبات مصنوعی یا طبیعی با هدف افزایش یکنواختی و بنیه گیاهچه‌ها و افزایش تحمل گیاهان به تنش‌های غیرزیستی مختلف ارائه می‌دهد. تیمار در مرحله بذر هزینه نسبتاً کمی دارد، چرا که تنها یک تیمار نیاز دارد و اغلب منجر به محافظت طولانی مدت بذر می‌شود (Savvides et al., 2016). به طور کلی پیش تیمارهای محرک زیستی باعث جوانه زنی و سبز شدن سریعتر می‌شود که به ویژه در موارد نامطلوب پیامدهای زراعی عملی و تجربی دارند (Yildirim et al., 2000).

بررسی و تحقیق روی مواد جدیدی که می‌توانند به عنوان محرک زیستی عمل کنند، تبدیل به یک هدف مهم در دانشگاه‌ها و صنعت بذر شده است. در میان این محصولات جدید، محرک‌های زیستی نقش کلیدی را به عنوان عاملی برای تیمار بذر ایفا می‌کنند (Masondo et al., 2018). به طور کلی، تغییرات دما به طور قابل توجهی بر جوانه‌زنی بذر از طریق ممانعت ظهور ریشه‌چه و رشد پس از جوانه‌زنی در گیاهچه‌ها تأثیر می‌گذارد. به این دلیل، استفاده از محرک‌های زیستی برای غلبه بر تنش گرمایی یک روش مهم برای حفظ تولید محصول نهایی و بازده شده است (Bulgari et al., 2019; Campobenedetto et al., 2020).

جوانه‌زنی بذر کاهو، جو، کلزا و لوبیا سبز به شدت وابسته به دما است و در دماهای بالا، جوانه‌زنی اکثر ژنوتیپ‌ها می‌تواند نامنظم یا کاملاً مهار شود. با توجه به اینکه مطالعه‌ای درباره مقایسه تاثیر پیش تیمار محرک‌های



زیستی آلگابن و بنامید بر کاهش اثرات تنش گرمایی در مرحله جوانه‌زنی در بذر گیاهان گیاهان سرمدوست (کاهو و جو) و گرمادوست (کلزا و لوبیا سبز) صورت نگرفته، هدف از این پژوهش بررسی تاثیر محرک‌های زیستی جلبکی (آلگابن) و آمینواسیدی (بنامید) بر شاخص‌های مقاومت به تنش گرمایی در گیاهان مذکور است.

مواد و روش‌ها

در این تحقیق از بذر دو گیاه گرمادوست (کلزا و لوبیا سبز) و دو گیاه سرمدوست (کاهو و جو) استفاده شد. بذر لوبیای سبز از مرکز تحقیقات کشاورزی شهرستان لردگان و بذر کلزا و جو از مرکز تحقیقات کشاورزی شهرستان بروجن در استان چهارمحال و بختیاری تهیه شد. بذرهای کاهو از شرکت پاکان بذر اصفهان خریداری شد. در این مطالعه، از دو محرک زیستی آلگابن® و بنامید® موجود در بازار هر کدام با فرمولاسیون بسیار متفاوت استفاده شد. آلگابن، محرک زیستی مشتق شده از عصاره جلبک دریایی، حاوی ترکیباتی شامل: اسید آلزینیک (۱۸ درصد)، NO₃ (۱ درصد)، K₂O (۱۶ درصد)، H₂PO₄ (۱ درصد) و بنامید به عنوان محرک زیستی اسیدآمینو، حاوی اسیدآمینو (۸۵ درصد) و نیتروژن (۴ درصد) بودند.

این آزمایش با هدف بررسی نقش ۲ محرک زیستی بر کاهش اثرات ناشی از گرما بر شاخص‌های جوانه‌زنی و رشد هر ۴ گونه گیاهی طراحی شد.

برای این منظور بذرهای استریل هر چهار گونه به طور جداگانه در محلول آبی ۰/۵ گرم در لیتر Algabon® و ۲ گرم در لیتر Bonamid® (غلظت‌های پیشنهادی شرکت سازنده) به مدت ۲ ساعت در دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد خیس شدند. پس از پیش تیمار، بذرهای در دمای اتاق خشک شدند و سپس در ظروف پتری ۹ سانتیمتری با دو لایه کاغذ صافی مرطوب شده با آب مقطر قرار داده شدند. بذرهای تیمار شده با همان دستورالعمل، اما با آب مقطر به جای محرک‌های زیستی، به عنوان شاهد استفاده شدند. این آزمایش به صورت فاکتوریل از سه تیمار محرک زیستی (آب، آلگابن و بنامید) و دو تیمار دمایی [بدون تنش (۲۸ درجه سانتی-گراد) و تنش گرمایی (۳۵ درجه سانتی‌گراد)] در قالب طرح کاملاً تصادفی با ۳ تکرار در هر تیمار، سازمان‌دهی شدند.

سنجش شاخص‌های مقاومت نسبی گرما (RHT)، کاهش مطلق (AD) و شاخص بازدارندگی (II)

معیارهای استاندارد برای تعیین عملکرد گیاهان مورد استفاده در این تحقیق تحت تنش گرمایی شامل درصد نهایی جوانه‌زنی در شرایط بدون تنش (PG_{Control})، درصد نهایی جوانه‌زنی تحت تنش گرمایی (PG_{Heat})، AD، II و RHT بود (Bolton and Simon, 2019). این اندازه‌گیری‌ها با روابط زیر محاسبه شد:



$$AD = PG_{Control} - PG_{Heat}$$

رابطه ۱

$$II = 100 * (PG_{Control} - PG_{Heat}) / (PG_{Control})$$

رابطه ۲

$$RHT = PG_{Heat} / PG_{Control}$$

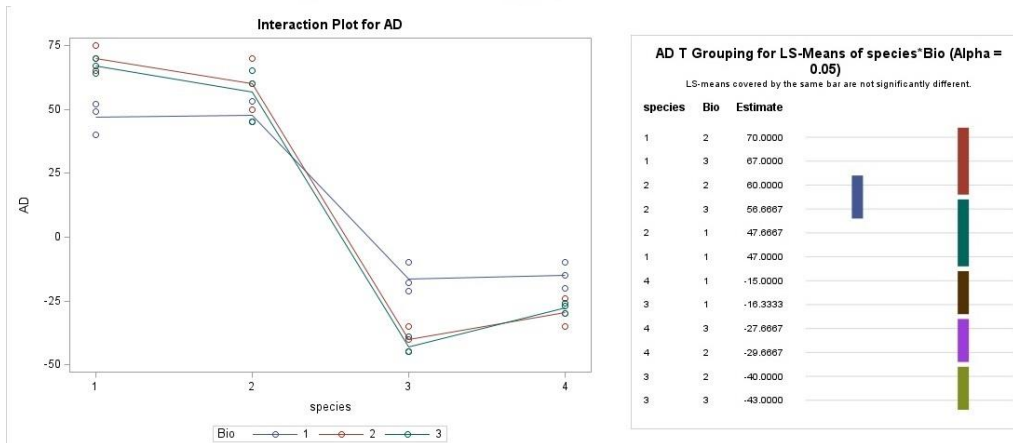
رابطه ۳

تجزیه و تحلیل آماری

آزمایشات به صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی در سه تکرار انجام شد. داده‌ها بر اساس روش GLM نرم افزار آماری SAS (نسخه ۹/۴؛ SAS Institute Inc., Cary, NC, United States) تجزیه و تحلیل شدند. برای تعیین تفاوت معنی‌دار بین تیمارها از پس آزمون LSD استفاده شد. سطح معنی‌داری با $\alpha \leq 0.05$ تعیین شد.

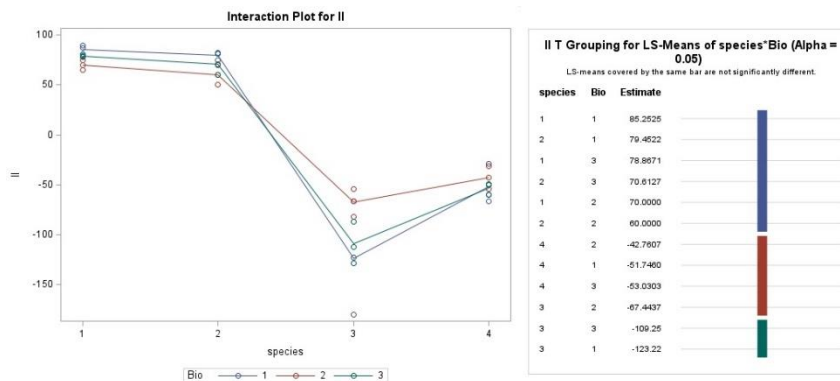
نتایج

نتایج نشان داد که کمترین مقادیر شاخص کاهش مطلق متعلق به بذره‌های کلزا پیش تیمار شده با محرک‌های زیستی بنامید و آلگابن (۴۳- و ۴۰-)، بترتیب بود که نشان دهنده بالاترین مقاومت به تنش گرمایی در گیاهچه-های آنها بود (شکل ۱). بیشترین مقدار این شاخص به ترتیب در بذره‌های کاهو پیش تیمار شده با آلگابن و بنامید، و بذره‌های جو پیش تیمار شده با آلگابن بود، که حساسیت گیاهچه‌های آنها را به تنش گرمایی نشان می‌دهد.



شکل ۱ نمودارهای پلات برهمکنش و میانگین تاثیر محرک‌های زیستی (۱، آب؛ ۲، آلگابن؛ ۳، بنامید) بر شاخص کاهش مطلق تحت تنش گرمایی ۳۵ درجه سانتی‌گراد. (۱) کاهو، (۲) جو، (۳) کلزا و (۴) لوبیا سبز. میله‌های مختلف بر اساس آزمون LSD تفاوت معنی‌داری را نشان می‌دهد ($P \leq 0.05$).

همچنین مطابق با نتایج شاخص کاهش مطلق، کمترین مقدار شاخص بازداری در بذره‌های کلزا پیش تیمار شده با بنامید مشاهده شد. بیشترین مقدار این شاخص هم متعلق به بذره‌های کاهو و جو پیش تیمار شده با آب و محرک‌های زیستی مشاهده شد (شکل ۲).

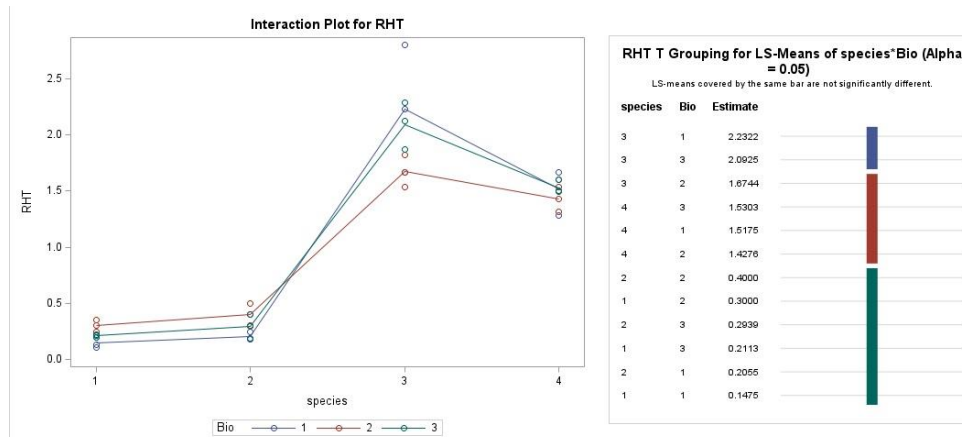


شکل ۲ نمودارهای پلات برهمکنش و میانگین تاثیر محرک‌های زیستی (۱، آب؛ ۲، آلگابن؛ ۳، بنامید) بر شاخص بازداری تحت تنش گرمایی ۳۵ درجه سانتی‌گراد. (۱) کاهو، (۲) جو، (۳) کلزا و (۴) لوبیا سبز. میله‌های مختلف بر اساس آزمون LSD تفاوت معنی‌داری را نشان می‌دهد ($P \leq 0.05$).

مطابق با نتایج شاخص بازداری، در شاخص مقاومت نسبی گرما بذره‌های کلزا پیش تیمار شده با بنامید مقاومترین گیاهچه‌ها به تنش گرمایی شناخته شدند. بذره‌های گونه‌های سرمدوست پیش تیمار شده با آب و



محرك‌های زیستی مختلفی در این شاخص نشان ندادند و گیاهچه‌های آنها حساسترین نسبت تنش گرما بودند (شکل ۳).



شکل ۳ نمودارهای پلات برهمکنش و میانگین تاثیر محرك‌های زیستی (۱، آب؛ ۲، آنگابن؛ ۳، بنامید) بر شاخص مقاومت نسبی گرما تحت تنش گرمایی ۳۵ درجه سانتی‌گراد. (۱) کاهو، (۲) جو، (۳) کلزا و (۴) لوبیا سبز. میله‌های مختلف بر اساس آزمون LSD تفاوت معنی‌داری را نشان می‌دهد ($P \leq 0.05$).

بحث و نتیجه گیری

در این تحقیق از ۳ معیار استاندارد (شاخص کاهش مطلق، شاخص بازداری و مقاومت نسبی گرما) برای تعیین عملکرد گیاهان در طی تنش گرمایی استفاده شد. در دهه‌های آینده، تامین نیازهای غذایی بدون ایجاد تخریب بیشتر محیط‌زیست به یک چالش جدی تبدیل خواهد شد. محرك‌های زیستی گیاهی حاوی ماده و یا میکروارگانسیم‌هایی هستند که عملکرد آنها هنگامی که روی گیاهان اعمال می‌شوند مشخص می‌شود که سبب تحریک فرآیندهای طبیعی و افزایش و بهبود جذب مواد مغذی، بهبود عملکرد گیاه، افزایش تحمل به تنش غیرزیستی و کیفیت محصول است (Calvo et al., 2014; Du Jardin., 2015). نتایج این تحقیق نشان داد کمترین مقدار شاخص کاهش مطلق متعلق به بذرهای کلزا پیش تیمار شده با محرك‌های زیستی بنامید و آنگابن بود که نشان دهنده بالاترین مقاومت در گونه کلزا نسبت به گونه‌های دیگر در برابر تنش گرما است (شکل ۱). کم بودن این شاخص در دمای ۳۵ درجه سانتی‌گراد نشان می‌دهد که تنش گرما درصد جوانه‌زنی را در مقایسه با شرایط غیرتنش افزایش می‌دهد. از طرفی بیشترین مقدار این شاخص به ترتیب در بذرهای کاهو پیش تیمار شده با آنگابن و بنامید، و بذرهای جو پیش تیمار شده با آنگابن بود، که حساسیت گیاهچه‌های آنها را به تنش گرمایی نشان می‌دهد. همچنین مطابق با نتایج شاخص کاهش مطلق، کمترین مقدار شاخص بازداری و بیشترین مقدار شاخص مقاومت نسبی گرما در بذرهای کلزا پیش تیمار شده با بنامید مشاهده شد و بذرهای



کلزا پیش تیمار شده با بنامید مقاومترین گیاهچه‌ها به تنش گرمایی شناخته شدند (شکل‌های ۲ و ۳). نتایج معیارهای استاندارد تعیین عملکرد گیاه در تنش گرمایی با نتایج بیشترین مقدار افزایش محتوای کربوهیدرات-های محلول (در تحقیقات قبلی نویسندگان) در بذره‌های کلزا پیش تیمار شده با بنامید کاملا مطابقت داشت.

منابع

- Bolton A and Simon P (2019). Variation for salinity tolerance during seed germination in diverse carrot [*Daucus carota* (L.)] germplasm. HortScience. 54:38-44.
- Bulgari R, Franzoni G and Ferrante A (2019). Biostimulants application in horticultural crops under abiotic stress conditions. Agronomy. 9:306.
- Calvo P, Nelson L and Kloepper JW (2014). Agricultural uses of plant biostimulants. Plant and Soil. 383:3-41.
- Campobenedetto C, Grange E, Mannino G, van Arkel J, Beekwilder J, Karlova R, Garabello C, Contartese V and Berteza CM (2020). A biostimulant seed treatment improved heat stress tolerance during cucumber seed germination by acting on the antioxidant system and glyoxylate cycle. Frontiers in Plant Science. 11: 836.
- Du Jardin P (2015). Plant biostimulants: Definition, concept, main categories and regulation. Scientia Horticulturae. 196:3-14.
- Hasanuzzaman M, Nahar K, Alam MM, Roychowdhury R and Fujita M (2013). Physiological, biochemical, and molecular mechanisms of heat stress tolerance in plants. International Journal of Molecular Sciences. 14: 9643-9684.
- Masondo N, Kulkarni M, Finnie J, Van Staden J (2018). Influence of biostimulants-seed-priming on *Ceratotheca triloba* germination and seedling growth under low temperatures, low osmotic potential and salinity stress. Ecotoxicology and Environmental Safety. 1:43-48.
- Savvides A, Ali S, Tester M and Fotopoulos V (2016). Chemical priming of plants against multiple abiotic stresses: mission possible? Trends in Plant Science. 21:329 -340.
- Yildirim E, Dursun A, Güvenc I and Kumlay AM (2000). The effects of different salt, biostimulant and temperature levels on seed germination of some vegetable species. In II Balkan Symposium on Vegetables and Potatoes 579 (pp. 249-253).

مطالعه‌ی تشریحی برگ گونه‌های سرده‌ی *Psychrogeton* از طایفه‌ی *Astereae* (تیره‌ی کاسنی) در

ایران

صدیقه حمیدی امیرآباد^۱، ربابه شاهی شاوون^{۲*}، فرزانه جعفری^۳

^۱ دانشجوی کارشناسی ارشد، گروه زیست‌شناسی، دانشکده‌ی علوم، دانشگاه یاسوج، یاسوج، ایران

^۲ استادیار گروه زیست‌شناسی، دانشکده‌ی علوم، دانشگاه یاسوج، یاسوج، ایران

^۳ محقق پسادکتری گروه علوم زیستی، دانشکده‌ی گیاهشناسی، دانشگاه الزهراء، تهران، ایران

* استادیار گروه زیست‌شناسی، r.shahi@yu.ac.ir

چکیده

تیره‌ی کاسنی یکی از سه تیره‌ی بزرگ و متنوع است که بیشتر از ۲۵ درصد همه‌ی گونه‌های نهاندانگان موجود را دربر می‌گیرد. طایفه‌ی *Astereae* دومین طایفه‌ی بزرگ در تیره‌ی کاسنی است. در این مطالعه ساختار تشریحی برگ ۷ گونه از سرده *Psychrogeton* از طایفه فوق مورد بررسی قرار گرفت. مطالعه‌های تشریحی، با استفاده از برش‌های دستی تهیه شده از برگ و رنگ‌آمیزی با آبی متیل و قرمز کنگو انجام گرفت. بر اساس نتایج به‌دست آمده ویژگی‌های تشریحی مانند فرم کلی رگبرگ اصلی، بافت مزوفیل پهنک، شکل و نحوه‌ی قرارگیری دسته‌جات آوندی، تعداد رگه‌ی چوب، فیبر و مجاری ترشحی، و نوع کرک در شناسایی گونه‌های این سرده موثر است.

کلمات کلیدی: برگ، صفات تشریحی، *Psychrogeton*

Abstract

Asteraceae family is one of the three largest and most diverse families, which includes more than 25% of all the existing species of angiosperms. Tribe Astereae is the second largest tribe in the Asteraceae family. In this study, the anatomical structure of the leaves of eight species of the genus *Psychrogeton* was investigated. Anatomical experiments were performed using manual sections prepared from leaves and stained with methyl blue and Congo red. Based on the obtained results, anatomical features such as the general form of the main vein, the mesophyll tissue of the leaf blade, the form and arrangement of vascular bundles, number of xylems, fiber, and secretory ducts, and type of trichomes are effective in identifying species of this genus.

Keywords: Leaf, Anatomical characteristics, *Psychrogeton*



مقدمه

طایفه‌ی *Astereae* دومین طایفه‌ی بزرگ در تیره‌ی کاسنی است. تیره‌ی کاسنی با داشتن ۱۳ زیرتیره، ۴۷ طایفه و با حدود ۲۵۰۰۰ تا ۳۵۰۰۰ گونه، یکی از سه تیره‌ی بزرگ و متنوع است که بیشتر از ۲۵ درصد همه‌ی گونه‌های نهاندانگان موجود را دربر می‌گیرد [۲]، [۱]. گیاهان این تیره در همه‌ی قاره‌ها و زیستگاه‌ها با گونه‌هایی در بیابان‌ها، چمن‌زارها، استپ، نواحی کوهستانی و نواحی با آب و هوای مشابه مدیترانه وجود دارند [۲]. این طایفه در سطح جهانی از قطب شمال تا مناطق استوایی پراکنده شده است و در مناطق معتدل توزیع بیشتری دارد. مراکز عمده تنوع در جنوب غربی آمریکای شمالی، رشته کوه‌های آند، آفریقای جنوبی، استرالیا و نیوزلند هستند [۳]. از نظر پراکنش به نظر می‌رسد که *Astereae* از نیم‌کره جنوبی، احتمالاً در آفریقای جنوبی، منشأ گرفته و متعاقباً در نیم‌کره شمالی پراکنده شده است [۵]، [۴]. این طایفه در زیرتیره‌ی *Asteroideae* قرار داشته و تک‌تبار است. محدوده‌ی طایفه از زمان مطالعات *Bentham* در سال (۱۸۷۳) که این طایفه را به شش زیرطایفه تقسیم کرد، بدون تغییر ماند و توسط سایر کاربران نیز پذیرفته شد. این اعتقاد وجود دارد که طایفه‌ی *Astereae* موردقبول‌ترین طایفه در تیره‌ی کاسنی است. این طایفه نزدیک‌ترین خویشاوندی را با طایفه‌ی *Anthemideae* دارد [۶]. طایفه‌ی *Astereae* دومین طایفه‌ی بزرگ بعد از *Senecioneae* در تیره‌ی کاسنی با ۲۲۵-۲۰۵ سرده و ۳۰۸۰-۳۱۰۰ گونه و ۱۸ زیرگونه از تیره *Asteraceae* است [۷]، [۳]. طایفه‌ی *Astereae* شامل گیاهان یک‌ساله و چندساله است، اغلب با ویژگی‌هایی مانند بساک بدون زائده، گلچه با زائده‌های ضخیم تا مثلثی یا نیزه‌ای شکل، انواع مونوترپنوئیدها، عدم وجود پنتانین و کمبود لاکتون‌ها است [۸]، [۴]. این قبيله براساس تجزیه و تحلیل مولکولی در حدود فعلی خود شامل ۳۸ گونه و ۱۶ سرده در ایران است [۹].

طایفه‌ی *Astereae* از نظر صفت‌های فیتوشیمیایی، به دلیل فقدان پنتانین و لاکتون‌های سسکویی ترپن از سایر طایفه‌ها متمایز می‌گردد [۴]، [۱۰]. بر اساس مطالعات مظفریان و همکاران در سال (۱۳۹۷) طایفه‌ی *Astereae* با ویژگی‌هایی مانند برگه‌های گریبانی با اشکال و اندازه‌های مختلف، در چند ردیف، بدون برگه‌های فرعی در پای گریبان و شاخک‌های خامه‌ای با زائده‌ی عقیم، کرکی، درفشی تا مثلثی از سایر طایفه‌های تیره-*Asteraceae* در ایران جدا می‌شوند.

چند صفت مهمی که می‌توان برای شناسایی سرده‌های این طایفه نام برد عبارتند از: گیاهانی شورپسند یا غیرشورپسند، گیاهان یک‌ساله یا چندساله، برگ‌ها تقریباً گوشتی یا غیرگوشتی، برگ‌های گریبان کرک‌دار یا بی‌کرک، برگ‌ها طوقه‌ای یا پراکنده در طول ساقه، کافشه‌ها با جقه یا بدون جقه، گیاهان با کرک‌های بلند



پنبه‌ای یا پشمی یا بدون کرک یا با کرک‌های کوتاه، یا رگبرگ‌های سطح پشتی برگ‌ها تیره‌رنگ و یا رگبرگ‌ها بدون رگبرگ تیره‌رنگ می‌توان اشاره کرد [۱] بر طبق کتاب فلور ایران سرده‌ی *Psychrogeton* دارای ۱۱ گونه در ایران است که این گونه‌ها عبارتند از:

Ps. cabulicus, *Ps. andryaloides*, *Ps. amorphoglossus*, *Ps. alexeenkoi*, *Ps. obovatus*, *Ps. aellenii*, *Ps. persicus*, *Ps. chionophilus*, *Ps. pseuderigeron*, *Ps. aucheri*, *Ps. nigromontanus*.

در تیره‌ی کاسنی، ویژگی‌های تشریحی ساختار برگ بی‌نهایت متنوع هستند [۱۲]، [۱۱]. و از جنبه‌های مختلف اکولوژیکی [۱۶]، [۱۵]، [۱۴]، [۱۳]، فیزیولوژیکی [۱۹]، [۱۸]، [۱۷] و جنبه‌های دارویی [۲۱]، [۲۲]، [۲۰] مورد ارزیابی قرار گرفته است. با توجه به تنوع و نقش صفات تشریحی برگ در این تیره و طایفه و مشکلات شناسایی تاکسون‌های با صفات ریخت‌شناسی مشابه به بررسی این صفات در این طایفه پرداخته خواهد شد.

روش کار

در مطالعات تشریحی، ویژگی‌های تشریحی برگ گونه‌های مختلف سرده‌ی *Psychrogeton* برای اولین بار در ایران تحت بررسی قرار گرفت. گونه‌های مورد بررسی و محل جمع‌آوری آن‌ها در جدول ۱ اشاره شده است (جدول ۱).

جدول ۱- آرایه‌های مورد بررسی و محل جمع‌آوری آن‌ها

آرایه	محل جمع‌آوری
<i>Psychrogeton. amorphoglossus</i>	کرمان، لاله‌زار
<i>Psychrogeton. pseuderigeron</i>	کرمان، لاله‌زار
<i>Psychrogeton. nigromontanus</i>	کرمان، لاله‌زار
<i>Psychrogeton. andryaloides</i>	کرمان، لاله‌زار
<i>Psychrogeton. alexeenkoi</i>	کرمان، لاله‌زار
<i>Psychrogeton. aellenill</i>	جنگل سیستان، شمال غربی مشهد
<i>Psychrogeton. aucheri</i>	خراسان رضوی



به‌منظور مطالعه‌ی ساختار تشریحی برگ، ابتدا از برگ نمونه‌های تازه جمع‌آوری شده و هرباریومی، برش‌های عرضی تهیه شد و پس از فرایند رنگ‌بری، بافت‌ها به ترتیب در متیلن آبی و قرمز کنگو رنگ‌آمیزی شدند.

مراحل آماده‌سازی و رنگ‌آمیزی مضاعف از قرار زیر می‌باشد: ابتدا نمونه‌های برگ سالم و بالغ در تمامی گونه‌ها از قسمت میانی برگ (سعی شد همگی از یک ناحیه مشابه) تهیه شوند. سپس نمونه‌ها در محلول تثبیت‌کننده الکل-گلیسرول ۵۰٪ به مدت یک الی سه ماه نگهداری شدند، سپس برش‌گیری عرضی از برگ به صورت دستی و به کمک تیغ و یونولیت انجام شده و با انتخاب برش‌های مناسب به منظور فرایند رنگ‌بری، برش‌ها را در محلول آب ژاول ۲۰٪ به مدت ۲۵ الی ۳۰ دقیقه قرار داده و بعد از فرایند رنگ‌بری، برش‌ها را در استیک‌اسید گلاسیال ۵٪ به مدت ۲۰ تا ۳۰ ثانیه قرار داده، سپس با رنگ آبی متیل به مدت ۱۰ ثانیه رنگ‌آمیزی شد. در مرحله‌ی بعد، برش‌های رنگ‌آمیزی شده را پس از شستشو توسط آب مقطر، با رنگ قرمز کنگو به مدت پنج الی هفت دقیقه رنگ‌آمیزی کرده، و در آخر با آب مقطر شستشو داده و برش‌ها را به لام انتقال داده و توسط میکروسکپ نوری مشاهده و توسط گوشی موبایل سامسونگ A32 عکس‌برداری شد.

نتایج

گونه‌های مختلف *Psychrogeton* بر اساس ساختار مزوفیل به دو گروه همگن و ناهمگن تقسیم می‌شوند، که گونه‌های *Ps. nigromontanus*, *Ps. pseudorigeron* و *Ps. aellenill* ناهمگن، دارای پارانشیم اسفنجی و نردبانی و گونه‌های *Ps. amorphoglossus*, *Ps. andryaloides* و *Ps. alexeenkoi* همگن دارای پارانشیم نردبانی است (شکل ۱). در حالی که گونه‌ی *Ps. aucheri* دارای بافت پارانشیم اسفنجی است. بیشینه‌ی ضخامت پارانشیم نردبانی در *Ps. amorphoglossus* و بیشینه‌ی ضخامت پارانشیم اسفنجی در *Ps. nigromontanus* مشاهده شد (شکل ۱). در همه‌ی گونه‌های بررسی شده ضخامت اپیدرم بالایی پهنک بیشتر از اپیدرم زیرین بود و بیشترین ضخامت اپیدرم بالایی پهنک (۳۲/۶۲ میکرومتر) و اپیدرم زیرین (۲۸/۳۲ میکرومتر) مربوط به گونه‌ی *Ps. pseudorigeron* بود. برعکس کم‌ترین اندازه مربوط به گونه‌ی *Ps. aucheri* بود (جدول ۲). ضخامت پهنک تفاوت‌هایی به نسبت چشمگیری را نشان داد، که کم‌ترین آن مربوط به گونه‌ی *Ps. aucheri* و بیشترین مربوط به گونه‌ی *Ps. amorphoglossus* است. شکل‌های مختلف دسته‌های آوندی بیضی، دایره‌ای، بیضی تا مستطیلی در برش عرضی مشاهده شد. تعداد رگه‌های چوب در دسته‌جات آوندی در همه‌ی گونه‌های مورد بررسی ۷ رگه چوب بود، به جز گونه‌های *Ps. amorphoglossus* و *Ps. pseudorigeron* که حدود ۱۴-۱۲ رگه‌ی چوب مشاهده شد. در گونه‌های *Ps. amorphoglossus*, *Ps. nigromontanus*، رگه‌های فیبر مشاهده شد. و در گونه‌های *Ps. pseudorigeron* و *Ps. andryaloides* مجاری ترش‌چی دیده شد. بافت استحکامی دیده شده در



گونه‌های مورد بررسی کلانشیم است، که ضخامت کلانشیم بخش بالایی در همه‌ی گونه‌های مورد بررسی به جز *Ps. pseudorigeron* و *Ps. nigromontanus* کمتر از کلانشیم بخش پایینی است (جدول ۲). در همه‌ی گونه‌های مورد بررسی، تعداد لایه‌های کلانشیم ۶-۷ ردیف است، به جز گونه *Ps. aucheri* کلانشیم بخش بالایی ۴ ردیف و در گونه‌ی *Ps. andryaloides* کلانشیم بالایی و پایینی ۵ ردیف است. اغلب اشکال اپیدرم بالایی و پایینی بیضی، دایره‌ای و بیضی تا مستطیلی دیده می‌شود. ضخامت اپیدرم بالایی در همه موارد به جز *Ps. pseudorigeron* و *Ps. alexeenkoi* بیشتر از اپیدرم زیرین است. در گونه‌ی *Ps. pseudorigeron* اپیدرم پایین دو ردیفه بود. گونه‌های *Ps. amorphoglossus*, *Ps. amorphoglossus* و *Ps. aucheri* دارای کرک ساده و گونه‌های *Ps. nigromontanus* و *Ps. alexeenkoi* دارای کرک غده‌ای، و گونه‌ی *Ps. pseudorigeron* و *Ps. andryaloides* فاقد کرک هستند (شکل ۳ و ۲).

جدول ۲-ویژگی‌های تشریحی برگ گونه‌های مختلف سرده *Psychrogeton*. واحدها برحسب میکرومتر.

	<i>Ps. amorphoglossus</i>	<i>Ps. Pseudorigeron</i>	<i>Ps. nigromontanus</i>	<i>Ps. andryaloides</i>	<i>Ps. alexeenkoi</i>	<i>Ps. aellenill</i>	<i>Ps. aucheri</i>
ضخامت پهنک	۲۶۵/۱	۱۷۰	۱۶۲/۴۳	۱۴۶/۶۲	۱۰۳	۱۲۴/۸۸	۷۵/۴۰
ضخامت اپیدرم فوقانی	۱۱	۳۲	۲۶/۸۸	۱۶	۱۰/۴۵	۱۲/۹۳	۴/۸۵
ضخامت اپیدرم زیرین	۹/۹	۲۸	۲۶/۸۸	۱۲/۶۴	۸/۵۵	۱۰/۵۵	۵/۹۴
اندازه‌ی رگبرگ میانی	۶۵۷	۴۷۹/۴۳	۷۰۹	۳۷۵/۳۶	۳۸۵/۴	۳۹۶/۴	۴۸۹/۴۷
ضخامت بافت کلانشیم فوقانی	۱۷۵	۱۸۹/۸۵	۲۵۶/۹۵	۸۱/۶	۹۳/۶	۱۲۴/۲	۵۱/۷۰
ضخامت بافت کلانشیم زیرین	۲۵۱	۱۳۶/۵	۱۶۰/۹۷	۱۲۸/۹۲	۱۴۶/۶۴	۱۰۹/۲	۲۰۳



سومین کنفرانس ملی یافته‌های نوین زیست‌شناسی

3rd National Conference On New Biological Findings

۳ الی ۵ خرداد ۱۴۰۲



دانشگاه گیلان و بوستان



سومین کنفرانس ملی یافته‌های نوین زیست‌شناسی

ISC

کد اختصاصی:
۰۲۲۳۰۵۲۶۳۲

تعداد رگه‌ی چوب	۱۲-۱۳	۱۲-۱۴	۷	۷	۷	۷	۷
تعداد ردیف کلانشیم بخش بالایی	۶	۷	۷	۵	۷	۷	۷
تعداد ردیف کلانشیم بخش پائینی	۶	۷	۷	۵	۷	۷	۴



سومین کنفرانس ملی یافته‌های نوین زیست‌شناسی

3rd National Conference On New Biological Findings

۳ الی ۵ خرداد ۱۴۰۲



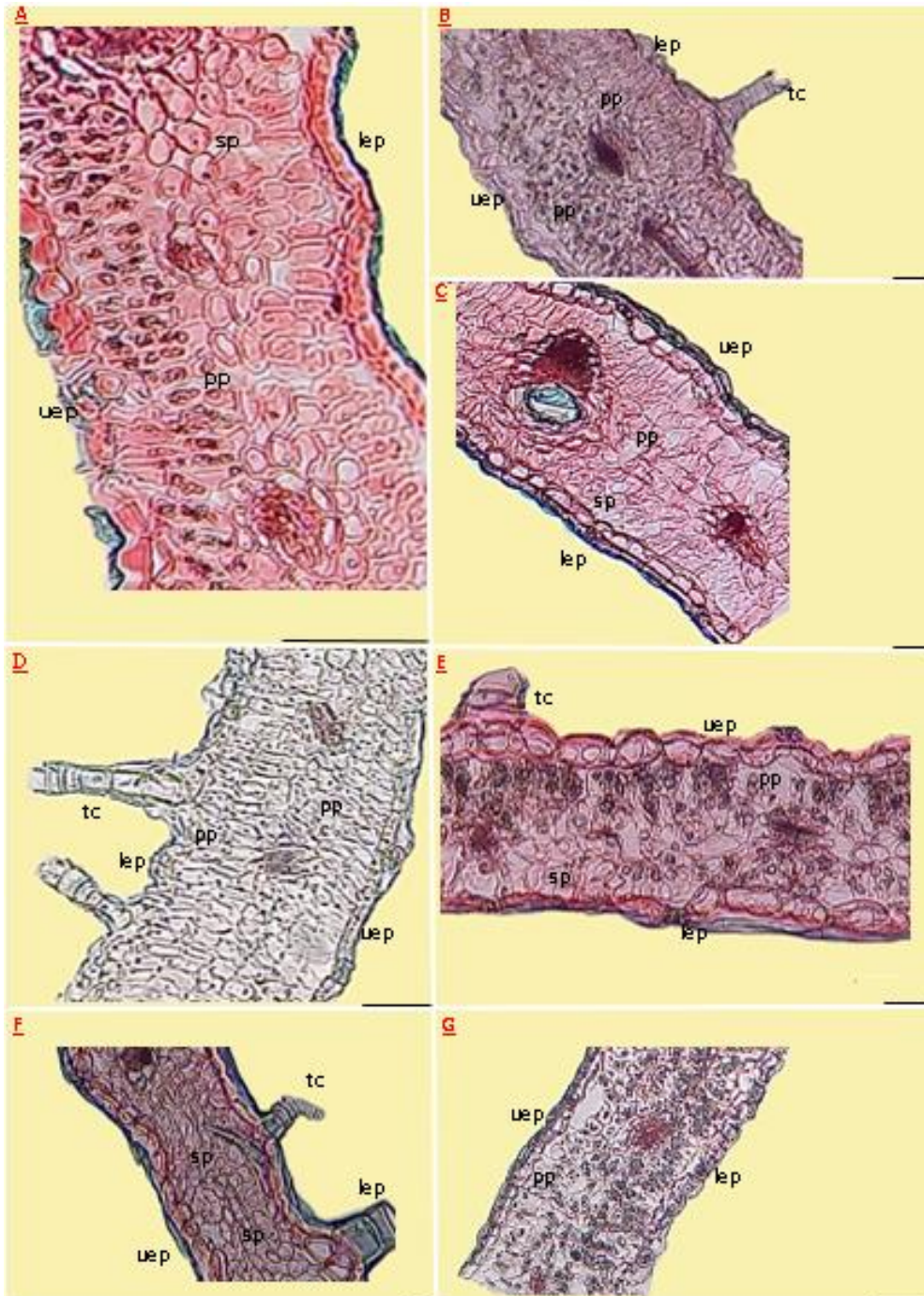
دانشگاه گیلان و بوستان



سومین کنفرانس ملی یافته‌های نوین زیست‌شناسی

ISC

کد اختصاصی:
۰۲۶۳۰۵-۰۲۲۳۰



شکل ۱- برش عرضی پهنک A: *Ps. aellenii*, B: *Ps. amorphoglossus*, C: *Ps. pseuderigeron*, D: *Ps. alexeenkoi*, E: *Ps. nigromontanus*, F: *Ps. aucheri*, G: *Ps. andryaloides*.
 lep اپیدرم سطح پایینی برگ؛ uep اپیدرم سطح بالایی برگ؛ tc کرک؛ pp پارانشیم اسفنجی؛ sp پارانشیم نردبانی. (مقیاس=۵۰ میکرومتر)



سومین کنفرانس ملی یافته‌های نوین زیست‌شناسی

3rd National Conference On New Biological Findings

۳ الی ۵ خرداد ۱۴۰۲



دانشگاه گیلان و بوستان



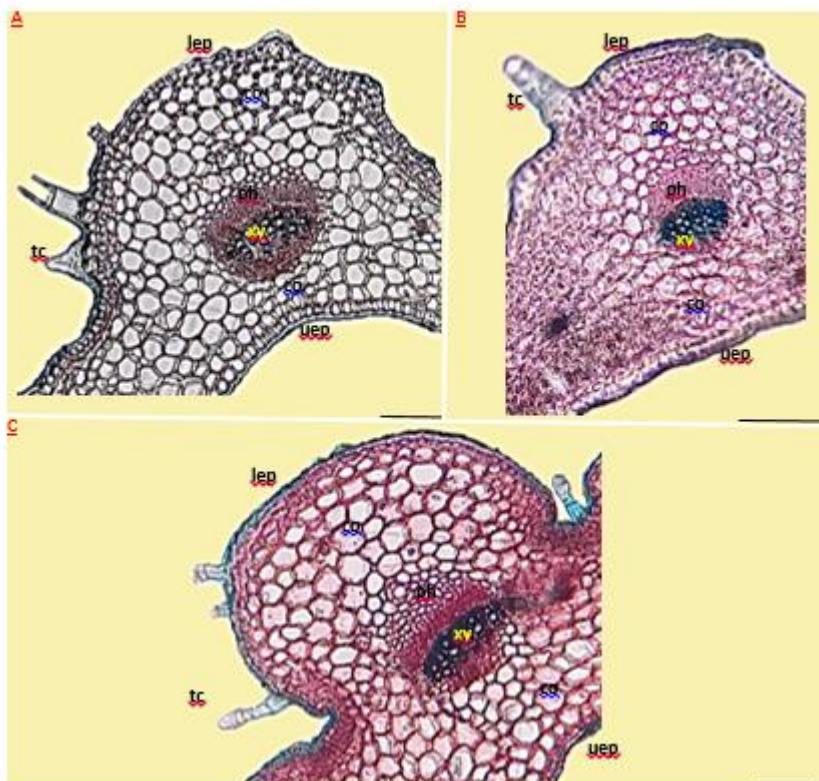
سومین کنفرانس ملی یافته‌های نوین زیست‌شناسی

ISC

کد اختصاصی:
۰۲۲۳۰۵۶۳۲



شکل ۲- برش عرضی رگ‌برگ اصلی A:Ps. pseudorigeron, B: Ps. nigromontanus, C:Ps. amorphoglossus, D: Ps. andryaloides. lep اپیدرم بالایی برگ؛ uep اپیدرم تحتانی برگ؛ tc کرک؛ co کلانشیم؛ ph آوند آبکش؛ xy آوند چوب؛ fi فیبر، sd مجاری ترش‌حی.



شکل ۳- برش عرضی رگبرگ اصلی A: *Ps. aucheri*, B: *Ps. aellenii*, C: *Ps. alexeenkoi* اپیدرم بالایی برگ؛ lep؛ اپیدرم تحتانی برگ؛ tc؛ کرک؛ co؛ کلانشیم؛ ph؛ آوند آبکش؛ xy؛ آوند چوب؛ fi؛ فیبر. (مقیاس = ۵۰ میکرومتر)

بحث

فرم کلی رگبرگ اصلی در برش عرضی برگ، در تمام گونه‌های مورد بررسی در بخش بالایی تقریباً مسطح است، به جز گونه‌های *Ps. andryaloides* و *Ps. aucheri* که معقر است. در سطح زیرین فرم کلی رگبرگ اصلی محدب (تقریباً U شکل) است. در مطالعه‌ی تشریحی فرم کلی رگبرگ می‌تواند در شناسایی و تشخیص برخی گونه‌ها موثر باشد. در همه‌ی گونه‌های مورد بررسی آوند آبکش دور چوب را کامل احاطه کرده است، به جز گونه‌های *Ps. amorphoglossus* و *Ps. nigromontan* که به صورت هلالی بخش پایینی چوب را احاطه کرده است. دسته‌جات آوندی در نمونه‌های *Ps. Amorphoglossus*, *Ps. alexeenkoi* و *Ps. aucheri* تقریباً بیضی، در نمونه‌های *Ps. pseudorigeron* و *Ps. andryaloides* تقریباً مستطیلی و در نمونه‌های *Ps. nigromontan* و *Ps. alexeenkoi* دایره‌ای است. فرم کلی و طرز قرارگیری دسته‌جات آوندی و تعداد رگه‌ی چوب می‌تواند در



شناسایی گونه‌های این سرده موثر باشند. در گونه‌های *Ps. Amorphglossus* و *Ps. nigromontanus* در بالای آوند آبکش نیز دسته‌جات فیبر مشاهده شد. وجود فیبر نیز می‌تواند برای شناسایی گونه‌ها مفید باشد.

در گونه‌های *Ps. pseudrigeron* و *Ps. andryaloides* مجاری ترش‌حی بالای آوند آبکش دیده شد. تعداد لایه‌های کلانشیم بخش بالایی و پایینی در همه‌ی گونه‌ها یکسان بود، به‌جز گونه‌ی *Ps. aucheri* که بخش بالایی ۴ لایه و بخش پایینی ۷ لایه دارد. ضخامت بافت کلانشیم بخش بالایی و پایینی در هر گونه با گونه دیگر متغیر است؛ به‌طور کلی در اکثر گونه‌ها ضخامت بافت کلانشیم در بخش پایینی بیشتر از بالایی است. در گونه‌ی *Ps. pseudrigeron* برعکس ضخامت بافت کلانشیم بالایی بیشتر از بافت پایینی است. تعداد لایه‌های کلانشیم و ضخامت برای شناسایی گونه‌ها می‌تواند موثر باشد. کرک غده‌ای و کرک ساده در گونه‌های مورد بررسی مشاهده شد، گونه‌ی *Ps. aucheri* کرک غده‌ای با پایه‌ی ۲ سلولی و سر کروی، گونه‌ی *Ps. alexeenkoi* پایه ۳-۲ سلولی، سر مخروطی و گونه‌ی *Ps. nigromontanus* غده‌ای با پایه‌ی ۲ سلولی و سر مخروطی مشاهده شد. نمونه‌ی *Ps. amorphglossus* دارای کرک‌های کوتاه و بلند ۲ و ۵ سلولی ساده، گونه‌ی *Ps. aellenill* کرک ساده ۴ سلولی، گونه‌ی *Ps. pseudrigeron* و *Ps. andryaloides* فاقد کرک بودند. شکل اپیدرم در برخی گونه‌ها مانند *Ps. pseudrigeron* و *Ps. nigromontanus* با سایر گونه‌ها تفاوت بیشتری دارد و بیشتر به اشکال چندضلعی غیر منظم و لوزی دیده می‌شود. سایر گونه‌ها به اشکال بیضی، بیضی تا مستطیلی و دایره‌ای بودند. در بین گونه‌های مورد بررسی، گونه‌های *Ps. alexeenkoi*، *Ps. amorphglossus*، *Ps. andryaloides*، *Ps. pseudrigeron*، *Ps. nigromontanus* و *Ps. aucheri* بافت پارانشیم نردبانی در مزوفیل پهنک به‌صورت همگن دیده می‌شود. بافت پارانشیم نردبانی و اسفنجی *Ps. pseudrigeron*، *Ps. nigromontanus* و *Ps. aellenill* دیده می‌شود. بافت پارانشیم اسفنجی به‌صورت همگن در گونه‌ی *Ps. aucheri* مشاهده شد. پارانشیم نردبانی از ویژگی‌های گیاهان خشکی پسند است [۲۳]. شدت تابش آفتاب موجب تحریک تشکیل پارانشیم نردبانی می‌شود [۲۴] و مناطق کوهستانی به دلیل وجود باد و برخورداری از اقلیم خشک و شدت پرتوهای فرابنفش، بیشتر نوعی سازگاری برای بردباری به تنش‌های آبی و پرتویی محسوب می‌شود [۲۵]. به‌طور کلی براساس نتایج حاصل، فرم کلی رگبرگ اصلی، بافت مزوفیل پهنک، فرم و نحوه‌ی قرارگیری دسته‌جات آوندی، تعداد رگه‌ی چوب، فیبر و مجاری ترش‌حی، نوع کرک در شناسایی گونه‌ها موثر است.

منابع:

- ۱- مظفریان، و.، قهرمانی‌نژاد، ف.، نریمیسا، س.، جعفری، ع.، کاظم‌پور اوصالو، ش.، لطفی، ا. و اسدی، م. ۱۳۹۷. فلور ایران، تیره‌ی کاسنی. چاپ اول، انتشارات مؤسسه‌ی تحقیقات جنگل‌ها و مراتع کشور، تهران.



- 1- Smith RIL, and Richardson M. (2011). Fuegian plants in Antarctica: natural or anthropogenically assisted immigrants?. *Biological Invasions*, 13 (1), 1-5.
- 10- Bremer K. (1987). Tribal interrelationships of the Asteraceae. *Cladistics*, 3, 210-253.
- 11- Bombo ABTS De, Oliveira ADSS De, Oliveira V, Rehder MAG, Magenta B, Appezzato DG. (2012). Anatomy and essential oils from aerial organs in three species of *Aldama* (Asteraceae-Heliantheae) that have difficult delimitation. *Australian Journal of Botany*, 60 (7), 632-642.
- 13- Bercu RM, Fagara L, Broasca L. (2012). Anatomical features of *Aster tripolium* L. (Asteraceae) to saline environments. *Annals of the Romanian Society for Cell Biology*, 17 (1), 271-277.
- 14- Moroney JR, Rundel PW, Sork, VL. (2013). Phenotypic plasticity and differentiation in fitness-related traits in invasive populations of the Mediterranean forb *Centaurea melitensis* (Asteraceae). *American Journal of Botany*, 100 (10), 2040-2051.
- 15- Rivera P, Villasenor JL, Terrazas T. (2017). Meso- or xeromorphic? Foliar characters of Asteraceae in a xeric scrub of Mexico. *Botanical Studies*, 58 (1), 12.
- 16- Ferraro A, Scremin-Dias, E. (2018). Structural features of species of Asteraceae that arouse discussions about adaptation to seasonally dry environments of the Neotropics. *Acta Botanica Brasilica*, 32 (1), 113-127.
- 17- Bondarev NI, Sukhanova M, Reshetnyak OV, Nosov AM. (2003). Steviol glycoside content in different organs of *Stevia rebaudiana* and its dynamics during ontogeny. *Biologia Plantarum*, 47 (2), 261- 264.
- 19- Mc Kown AD, Dengler NG. (2007). Key innovations in the evolution of Kranz anatomy and C4 vein pattern in *Flaveria* (Asteraceae). *American Journal of Botany*, 94(3): 382-399.
- 19- Santiago LS, Kim SC. (2009). Correlated evolution of leaf shape and physiology in the woody *Sonchus* alliance (Asteraceae: Sonchinae) in Macaronesia. *International Journal of Plant Sciences*, 170 (1): 83-92
- 2- Mandel JR, Dikow RB, Siniscalchi C M, Thapa R, Watson LE, Funk VA. (2019). Fully resolved backbone phylogeny reveals numerous dispersals and explosive diversifications throughout the history of Asteraceae. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 116 (28), 14083-14088.
- 20- Cambi V, Bucciarelli A, Flemmer A, Hansen P. (2006). Morfoanatomia de *Pluchea sagittalis* (Asteraceae), especie nativa de interes medicinal. *Acta Farmaceutica Bonaerense*, 25 (1), 43-49.



- 21- Hadad MA, Gattuso SJ, Gattuso MA, Feresin E, Tapia AA. (2013). Anatomical studies of *Baccharis grisebachii* Hieron.(Asteraceae). Used in folk medicine of San Juan province, Argentina. *Dominguezia*, 29 (2), 41-47.
- 22- Garcia-Sanchez F, Lupez-Villafranco, ME, Aguilar-Rodriguez S, Aguilar-Contreras A. (2012). Etnobotanica y morfo-anatomia comparada de tres especies de Tagetes que se utilizan en Nicolas Romero, Estado de Mexico. *Botanical Sciences*, 90 (3), 221-232.
- 23- Fahn A. 1982. Plant anatomy. Pergamon, Oxford. 545 pp.
- 24- Van der Werme, A Van der Walt JA. Maris EM. 1994. Anatomical adaptation in leaves selected fynbos species. – S. Afr. J. Bot. 60, 99-107.
- 25- Jamzad Z. (2012). Lallelantia. In: Flora of Iran. (eds. Asadi M Maassoumi AA , Mozaffarian V.) 76, 444-454. – Rresearch Institute of Forest and Renglands Publications, Tehran.
- 3- Nesom GL, Robinson H. (2007) Astereae. In: Kadereit, J.W. and Jeffrey, C. (Eds.) The families and genera of vascular plants, vol. 8. Springer, Berlin, pp. 284–341.
- 4- Brouillet L, Lowrey TK, Urbatsc L, Karaman-Castro V, Sancho G, Wagstaff S, Semple, GC. (2009). Systematics, Evolution and Biogeography of the Compositae. *Madrono*, 56 (3), 209-211.
- 5-Noyes RD, Rieseberg LH. (1999). ITS sequence data support a single origin for North American Astereae (Asteraceae) and reflect deep geographic divisions in *Aster* sl. *American Journal of Botany*, 86 (3), 398–412.
- 6- Mukherjee SK, Sarkar AK. (1992). Cypselar morphology and anatomy in some members of the family Compositae - tribe Anthemideae, In Proceedings of the National Symposium on Plant Sciences in the Nineties, pp. 448-464.
- 8- Bremer K. (1994). Astereae. In: Asteraceae: Cladistics and Classification. Timber Press, Portland, pp. 377–434.
- 9- Farhani T, Kazempour-Osaloo S, Zare-Maivan H, Mozaffarian V. (2018). Evolutionary history of the tribe Astereae in the Flora Iranica area: systematic implications. *Phytotaxa*, 379 (1), 95–117.



اثرات کلاتورهای سیترات و اتیلن دی آمین تترا استیک اسید بر جوانه‌زنی بذر و رشد گیاهچه‌های زنیان تحت تیمار روی

مریم مظاهری تیرانی^{۱*}؛ سلیمان دیانی^۲

۱- استادیار، گروه زیست‌شناسی، دانشکده علوم پایه، دانشگاه جیرفت، جیرفت

۲- گروه بیوتکنولوژی، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه بین‌المللی امام خمینی (ره)، قزوین

Email: mazaheri@ujiroft.ac.ir; mtmb_83@yahoo.com

چکیده

وجود عنصر روی قابل دسترس کافی در خاک برای تداوم رشد و توسعه گیاهان ضروری است. کلاتورها بر میزان حلالیت عناصر در خاک اثر گذاشته و در دسترس بودن عناصر برای جذب و انتقال درون گیاهان را افزایش می‌دهند. مجموعه کلاتور-فلز، ممکن است سبب انتشار آرام‌تر ذرات فلزی گردد. بنابراین بررسی اثرات عناصر بر روی گیاهان در حضور کلاتورها از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. بنابراین در آزمون حاضر، اثرات غلظت‌های مختلف اکسید روی (۱۰۰ ppm و ۵۰، ۱۰، ۵، ۲/۵، ۰/۲) همراه/فاقد کلاتور آلی (سیترات) و معدنی (اتیلن دی آمین تترا استیک اسید: EDTA) بر جوانه‌زنی و رشد گیاهچه‌های زنیان (*Carum copticum*) بررسی شد و آب‌دی‌یونیزه به عنوان شاهد در نظر گرفته شد. آزمایش در قالب طرح کاملاً تصادفی با ۳ تکرار در پتری اعمال گردید. براساس نتایج، کلاتور با/بدون اکسید روی منجر به افزایش درصد و سرعت جوانه‌زنی و طول گیاهچه‌ها (به جز غلظت ۵۰ و ۱۰۰ پی‌پی‌ام روی توام با EDTA) بذور زنیان شد. در تیمارهای توأم روی با سیترات اثرات مثبت بر این شاخص‌ها بیشتر از EDTA مشاهده گردید. درحالیکه اکسید روی به همراه کلاتور محدود کننده وزن تر گیاهچه‌ها شد. بیشترین سمیت مربوط به تیمار ۵۰ پی‌پی‌ام روی توام با EDTA بود. در این تیمار پس از ظهور ریشه‌چه، در گیاهچه ناحیه یقه نکروز و مرگ سلولی مشاهده گردید. بنابراین استفاده از کلاتور سیترات توأم با روی در غلظت‌های کمتر از ۵ پی‌پی‌ام برای بهبود جوانه‌زنی و استقرار گیاهچه‌های زنیان پیشنهاد می‌گردد.

کلمات کلیدی: آجوا، بقا گیاه، جوانه‌زنی، فلز سنگین، کلیت



Investigating the effects of citrate and ethylene diamine tetra acetic acid chelates on seed germination and growth of *Carum copticum* seedlings treated with zinc treatment.

Maryam Mazaheri-Tirani^{1*}, Soleyman Dayani²

¹Department of Biology, Faculty of Science, University of Jiroft, Jiroft 78671-61167, Iran.

²Department of Agricultural Biotechnology, Payame Noor University (PNU), P.O. Box 19395-4697 Tehran, Iran

*Corresponding author: mazaheri@ujiroft.ac.ir; mtmb_83@yahoo.com

Abstract:

The presence of sufficient available zinc in the soil is necessary for the continued growth and development of plants. Chelates affect the solubility of elements in the soil and increase the availability of elements for absorption and transport in plants. The chelates-metal complex may cause a slower release of metal particles. Therefore, investigating the effects of elements on plants in the presence of chelates is of particular importance. Therefore, in the present test, the effects of different concentrations of zinc oxide (0.2, 2.5, 5, 10, 50 and 100 ppm) with/without organic (citrate) and inorganic (ethylene diamine tetra acetic acid: EDTA) chelates on germination and the growth of Ajwain seedlings (*Carum copticum*) was investigated and deionized water was considered as a control group. The examination was conducted out in a completely randomized design with three replications in a petri dish. Based on the results, chelates with/without zinc oxide led to an increase in the percentage and speed of germination and seedling length (except for the concentration of 50 and 100 ppm zinc combined with EDTA) of Ajwain seeds. In zinc with citrate treatments, positive effects on these indicators were observed more than EDTA. While zinc oxide along with chelates limited the fresh weight of seedlings. The highest toxicity was related to the treatment of 50 ppm zinc combined with EDTA. In this treatment, after the appearance of the root, necrosis and cell death were observed in the collar area of the seedling. Therefore, the use of chelates citrate combined with zinc in concentrations less than 5 ppm is suggested to improve the germination and establishment of *Carum copticum* seedlings.

Key words: Ajwain, EDTA, germination, heavy metal, plant survival,

مقدمه:

عنصر روی (Zn) برای رشد و نمو گیاهان و جانوران مهم می‌باشد [10]. وجود روی قابل دسترس کافی در خاک برای تداوم رشد و توسعه گیاهان ضروری است. بر اساس گزارشات موجود، حدود دو میلیارد نفر در کشورهای در حال توسعه از کمبود روی رنج می‌برند. از این رو، اشکال مختلفی از روی عموماً به عنوان مکمل‌های غذایی برای سلامت انسان استفاده می‌شود [3]. علاوه بر این، باید در نظر داشت که روی یک فلز سنگین است و علائم مسمومیت آن گسترده‌تر از اثرات مفیدش است. با این وجود، برخی از گزارش‌ها به اثرات سمی ناشی از تجمع روی در آب‌ها و خاک‌های آلوده شده در اطراف معادن اشاره می‌کند. همچنین گاهی اوقات مزارع کشاورزی با فاضلاب‌ها آلوده شده و در این نوع زمین‌ها مقدار روی به ویژه در مناطق اسیدی افزایش می‌یابد [4]. نقش کلاتورها در خصوص افزایش در دسترس بودن عناصر برای جذب و انتقال به درون گیاهان به خوبی شناسایی شده است و در این رابطه آزمون‌های زیادی اهمیت وجود آنها نشان داده‌اند. برخی گزارشات نشان داده‌اند که حتی گیاهان نیز به‌طور طبیعی در ریزوسفر خود کلاتورهای فلزات را رها می‌کنند و این ترکیبات بر میزان حلالیت یونهای فلزی اثر دارند. بر همین اساس، از کلاتورهای متعددی نظیر EDTA، اسید سیتریک، هستیدین، اسیدهای آمینه، اسید هومیک و ... به منظور ممانعت از خارج شدن عناصر فلزی از دسترس ریشه‌ها استفاده شده است [6,9]. از سوی دیگر، در صورت تشکیل مجموعه کلاتور-فلز، ممکن است سبب انتشار آرام‌تر ذرات فلزی به ویژه نانوذرات گردد، احتمالاً می‌تواند در بهبود اثرات منفی آلودگی کودها برای بذور مفید بوده و بنابراین مقدار فلزات قابل دسترس به خصوص در خاک‌های نامناسب را تعدیل می‌کنند [9]. گیاه دارویی زنیان (*Trachyspermum ammi* L. یا *Carum capticum*) متعلق به خانواده چتریان، گیاهی یکساله، بومی ایران، مصر، هند و عراق است. زنیان دارای خواص ضد میکروبی، ضد اسپاسم، ضد قارچ، آنتی‌اکسیدانی و ضد التهابی است. به دلایل فوق، بررسی اثرات عناصر بر روی گیاهان با توجه به کلاتورها از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. در مطالعه حاضر پاسخ یک گیاه زنیان (*Carum copticum*) در غلظت‌های مختلف اکسید روی توده‌ای و شکل‌های کلات شده آنها سترات و EDTA (کلاتورهای آلی و معدنی)، بر استقرار دانه‌های گیاهان زنیان مانند جوانه‌زنی بذور و استقرار گیاهچه‌ها مورد بررسی قرار گرفت.

مواد و روشها

در این تحقیق ابتدا بذرهای گیاه زنیان مدت ۶۰ ثانیه در اتانول ۷۰٪ قرار داده و سپس پنج بار آب دیونیزه شستشو شدند. در مرحله بعد با استفاده از هیپوکلریت سدیم تجاری ۵۰٪ (وایتکس با ۵ درصد کلر فعال) به مدت ۱۵ دقیقه ضد عفونی و دوباره شش تا هشت بار با آب دیونیزه شستشو شدند. تا سطح بذرهای از هر گونه مواد خارجی تهی شود. ابتدا غلظت‌های ppm ۱۰۰ و ۵۰، ۱۰، ۵، ۲/۵، ۰/۲، اکسید روی به‌طور جداگانه با

$$GP = \frac{n}{N} \times 100$$



استفاده از آب دوبار تقطیر تهیه گردیدند و به مدت ۲۰ دقیقه در دمای °C ۴۵ در دستگاه اولتراسونیک (Ultrasonic cleaner 2200 MH, Soltec, Italy) قرار داده شدند و آب دوبار تقطیر نیز به عنوان شاهد در نظر گرفته شد. کلاتور سیترات در یک نسبت مولی (Zn: Citrate) ۳:۲ و کلاتور EDTA در یک نسبت مولی (Zn: EDTA) ۱:۱ اضافه شدند (Watson et al., 1991). در نهایت و pH تمام محلول‌ها بر روی ۶/۰±۰/۲ توسط سود و اسید کلریدریک یک مولار تنظیم شد. سپس محلول‌های به دست آمده به مدت ۵ دقیقه در دمای °C ۴۵ در اولتراسونیک قرار داده شدند. سه نمونه شاهد به ترتیب شاهد حاوی آب مقطر و فاقد کلاتور، شاهد دارای کلاتور سیترات و شاهد دارای کلاتور EDTA برای آزمون در نظر گرفته شدند. غلظت کلاتورها برای تیمارهای شاهد‌های دارای کلاتور و بدون ZnO معادل مولی ۱۰ ppm استفاده گردید. بنابراین در این آزمون ۱۵ گروه تیماری در قالب طرح کاملاً تصادفی با ۳ تکرار در نظر گرفته شد، هر تکرار شامل یک پتری‌دیش (حاوی ۲۰ بذر) در نظر گرفته شد. سپس ۱۰ میلی‌لیتر از محلول‌های فوق به هر یک از پتری‌دیش‌ها حاوی کاغذ واتمن اضافه گردید و سپس ۱۰ عدد بذر سالم زنیان در پتری‌دیش، در درون ژرمیناتور و شرایط (°C ۲۳-۲۴، به مدت ۱۶ ساعت)، شب (°C ۱۷-۱۸، به مدت ۸ ساعت)، و رطوبت ۵۰٪ قرار داده شدند. ۲۱ روز پس از اعمال تیمار طول و وزن گیاهچه‌ها اندازه‌گیری شد. برای محاسبه درصد جوانه‌زنی (GP) و سرعت جوانه‌زنی (میانگین روز لازم برای جوانه‌زنی: MDG) از رابطه‌های زیر استفاده شد.

$n =$ تعداد بذرهای جوانه زده شده؛ $N =$ تعداد کل بذر

$$MDG = \sum \frac{G_t D_t}{G}$$

G_t : تعداد بذرهای جوانه‌زده شده در زمان t ; D_t : زمان (روز)؛ G : مجموع بذرهای جوانه‌زده شده

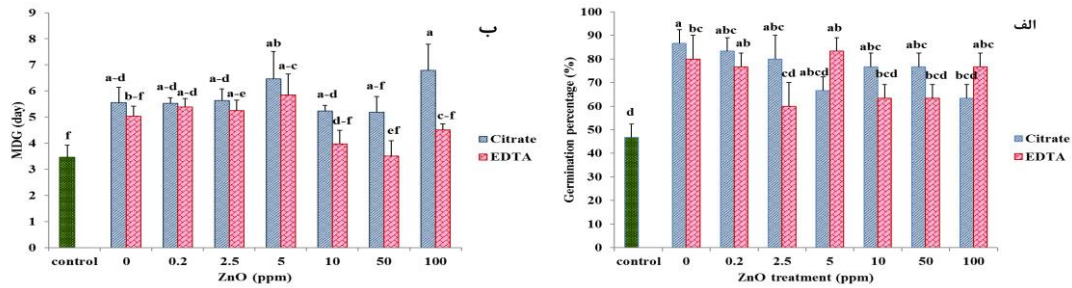
داده‌ها با نرم افزار آماری SPSS (نسخه ۲۶) آنالیز شد و مقایسه بین تیمارهای مختلف بر مبنای آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال خطای $P < 0.05$ صورت گرفت.

نتایج و بحث:

نتایج حاصل از آنالیز واریانس داده‌ها نشان داد که کلاتورهای سیترات و EDTA به تنهایی و در حضور اکسید روی می‌تواند درصد و سرعت جوانه‌زنی بذور زنیان را در تمام تیمارها نسبت به شاهد بهبود بخشد (شکل‌های ۱-الف و ۱-ب). کلاتورها نقش مهمی در پایداری و افزایش دسترسی زیستی عناصر معدنی و جذب عناصر توسط گیاهان ایفا می‌کند [7]. علاوه بر این، نشت الکترولیت‌ها و دیگر اجزای سیتوپلاسمی از بذرهای جوانه‌زده

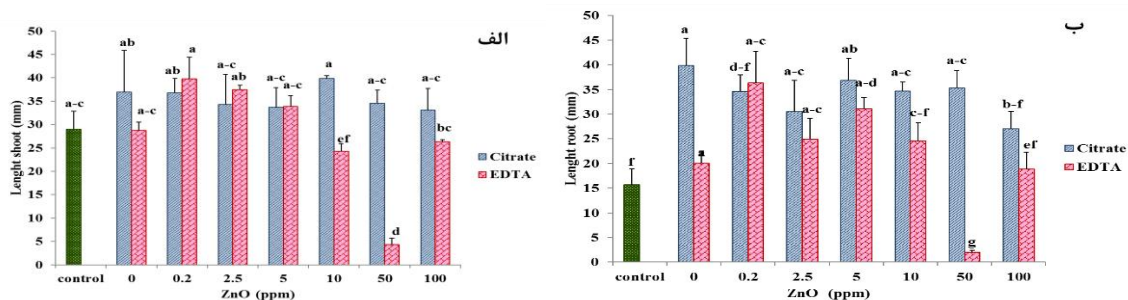


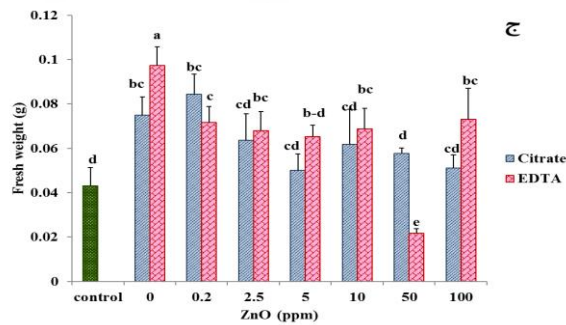
شده ممکن است هدایت الکتریکی (EC) را در محیط جوانه‌زنی افزایش دهد [11]. اکسید روی همراه با سیترات و EDTA در غلظت ۲/۵ پی‌پی‌ام، درصد جوانه‌زنی بذور تنباکو را بالا برد [1]. در حالی که برخی محققین نیز تأثیر منفی آن بر روی جوانه‌زنی بذور را گزارش نموده‌اند [2]. بنابراین به نظر می‌رسد که درصد جوانه‌زنی نهایی می‌تواند بسته به نوع گیاه، غلظت اکسید روی و نوع گیاه متفاوت باشد.



شکل ۱ - تأثیر اکسید روی بدون/با کلاتورهای سیترات و EDTA بر (الف) درصد و (ب) سرعت جوانه‌زنی بذور زنبان، حروف مشابه نشان‌دهنده عدم وجود اختلاف معنی‌دار می‌باشند.

طول اندام هوایی و ریشه و وزن تر گیاه در تیمارهای اکسید روی توأم با سیترات افزایش یافت. این افزایش بر طول ریشه شدیدتر (۷۲-۱۵۴ درصد افزایش نسبت به شاهد) از طول اندام هوایی (۱۴-۳۷ درصد) و وزن تر گیاهچه (۱۸-۹۶ درصد) بود. تیمارهای کلاتور EDTA در غلظت‌های کمتر از ۵ پی‌پی‌ام بر طول و وزن گیاهچه‌ها اثر مثبت داشته و در غلظت‌های بالا دارای اثر مهاری است. بیشترین سمیت مربوط به تیمار ۵۰ پی‌پی‌ام روی توأم با EDTA بود. در این تیمار پس از ظهور ریشه‌چه، در گیاهچه ناحیه یقه نکروز و مرگ سلولی مشاهده گردید.





شکل ۲ - تاثیر اکسید روی بدون/با کلاتورهای سیترات و EDTA بر (الف) طول اندام هوایی، (ب) طول ریشه و (ج) وزن تر گیاهچه‌های زینان، حروف مشابه نشان‌دهنده عدم وجود اختلاف معنی‌دار می‌باشند.

سیترات به مقدار فراوان در سیستم‌های بیولوژیک وجود دارد، بنابراین اثرات منفی اکسید روی را می‌تواند کاهش دهد. در حالی که به دلیل تعلق EDTA به گروه ترکیبات اسیدهای پلی‌آمینوکرپوکسیلیک، اثرات سمی اکسید روی را افزایش می‌دهد. برخی گزارش‌ها نشان داده‌اند که حضور EDTA آزاد می‌تواند با بر هم زدن تعادل عناصر معدنی (به عنوان مثال؛ روی، مس، آهن و کلسیم) منجر به اختلال در متابولیسم سلولی و بی‌ثباتی غشاهای زیستی گردد [8]. همچنین گزارش شده است که افزودن EDTA به خاک منجر به افزایش قابل توجهی در مقدار مس و کمبود فسفر در اندام هوایی گیاهان می‌شود [7]. از سوی دیگر، EDTA به‌عنوان موتازن شیمیایی نیز کاربرد دارد [5].

نتیجه‌گیری کلی:

کلاتور می‌تواند تأثیرات ZnO متفاوتی بر روی بذور و گیاهچه‌ها سبب شوند و این ممکن است به خواص فیزیکیوشیمیایی مختلف کلاتورها و غلظت اکسید روی مربوط باشد. بر اساس مطالعه حاضر، اثرات مثبت کلاتورهای بررسی شده بیشتر از اثرات منفی آن بود. اثرات آن به گیاه مورد آزمایش، نوع و غلظت کلاتور استفاده شده و شرایط اعمال تیمار مربوط می‌باشد.

منابع:

- [1] Adhikari T, Kundu S, Rao AS (2015) Zinc Delivery to Plants Through Seed Coating with Nano Zinc Oxide Particles Journal of Plant Nutrition, 39, 136-146
- [2] Boonyanitipong P, Kositsup B, Kumar P, Baruah S, Dutta J (2011) Toxicity of ZnO and TiO₂ Nanoparticles on Germinating Rice Seed International Journal of Bioscience Biochemistry and Bioinformatics, 1, 282-285



- [3] Broadley MR, White PJ, Hammond JP, Zelko I, Lux A (2007) Zinc in Plants New Phytologist, 173(4), 677-702
- [4] Chaney RL (1993) Zinc Phytotoxicity Developments in Plant and Soil Sciences, 55, 135-135
- [5] İlbaş AI, Eroğlu Y, Eroğlu HE (2006) Effects of Dosages And Application Periods of EDTA On Morphological and Cytogenetic Characters of Barley (*Hordeum vulgare* L) Seedlings Turkish Journal of Biology, 30(2), 59-63
- [6] Karamouz H, Shahryar HA, Ghaleh-kandi JG, Gorbani A (2013) Effect of Inorganic Chelate of Zinc and Restaurant Residual Oil Added to Feed Mixture on The Biochemical Traits of Thigh Muscles inn Male Broilers African Journal of Biotechnology, 10(40), 7926-7931
- [7] Pastor J, Aparicio AM, Gutierrez-Maroto A, Hernández AJ (2007) Effects of Two Chelating Agents (EDTA and DTPA) on The Autochthonous Vegetation of a Soil Polluted with Cu, Zn and Cd Science of the total Environment, 378(1), 114-118
- [8] Ruley AT, Sharma NC, Sahi SV, Singh SR, Sajwan KS (2006) Effects of Lead and Chelators on Growth, Photosynthetic Activity and Pb Uptake in *Sesbania drummondii* Grown in Soil Environmental pollution, 144 (1), 11-18
- [9] Sekhon B, Chelates for Micronutrient Nutrition among Crops (2003) Resonance, 8(7), 46-53
- [10] Van Liedekerke P, Tijsskens E, Dintwa E, Anthonis J, Ramon H (2006) A Discrete Element Model for Simulation of a Spinning Disc Fertilizer Spreader I Single Particle Simulations Powder Technology, 170 (2), 71-85
- [11] Xu G, Kafkafi U (2003) Seasonal differences in mineral content distribution and leakage of sweet pepper seeds Annals of Applied Biology, 143 (1), 45-52



مطالعه ی ریزریخت شناسی اپیدرم برخی گونه های زرشک (Berberis) در استان گلستان

اکبر دلاور اردهانی^{۱*}، ابوالفضل دانشور^۲، علی ستاریان^۳، الهام امینی^۴

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد زیست شناسی گیاهی، گروه زیست شناسی، دانشکده علوم پایه و فنی مهندسی، دانشگاه گنبد کاووس، گلستان

۲- استادیار، گروه زیست شناسی، دانشکده علوم پایه و فنی مهندسی، دانشگاه گنبد کاووس، گلستان

۳- دانشیار، گروه زیست شناسی، دانشکده علوم پایه و فنی مهندسی، دانشگاه گنبد کاووس، گلستان

۴- استادیار، گروه زیست شناسی، دانشکده علوم پایه و فنی مهندسی، دانشگاه گنبد کاووس، گلستان

*دانشجوی کارشناسی ارشد سیستماتیک و اکولوژی. ایمیل: akbardelavar53@gmail.com

چکیده

گیاهان دارویی در ملل مختلف از هزاران سال پیش تاکنون و در طول قرن‌ها مورد استفاده قرار گرفته‌اند. در ایران نیز مانند سایر کشورها، گیاهان دارویی به طور گسترده رشد می‌کنند و همچنین برای اهداف تغذیه‌ای و اقتصادی کشت می‌شوند. از جمله این گیاهان دارویی می‌توان به جنس *Berberis* اشاره کرد. «زرشک» نام رایج ایرانی برای این جنس است که به طور مکرر به عنوان یک افزودنی غذایی و همچنین به طور سنتی به عنوان دارو مصرف می‌شود. در پژوهش حاضر مطالعه‌ی ریزریخت‌شناسی اپیدرم گونه‌های وحشی زرشک (*Berberis*) در رویشگاه ارس کوهی منطقه‌ی چهارباغ استان گلستان انجام گرفت. نمونه‌های زرشک براساس فنولوژی درختچه در منطقه جمع‌آوری و اطلاعات و جزئیات دقیق نمونه‌ها ثبت شد. ۵ گونه در این منطقه شناسایی شد و صفات سلول‌های اپیدرم آنها توسط الکترونی نگاره (SEM)، مورد بررسی قرار گرفت. به طور کلی سه نوع سلول اپیدرمی در گونه‌های مورد مطالعه مشاهده شد که شامل: نامنظم، گردشده و چندضلعی و الگوی دیواره آنتی‌کلینالی، صاف و موج‌دار بودند. بزرگترین روزنه در گونه‌ی *B. integrima vulgaris* و کوچک‌ترین روزنه در گونه‌ی *B. orthobotrys* مشاهده شد و بیشترین تراکم روزنه در گونه‌ی *B. cratagina* ثبت شد. بررسی ویژگی‌های ریخت‌شناسی اپیدرم در گونه‌های موجود در رویشگاه ارس چهارباغ استان گلستان نشان داد که ۵ گونه‌ی موجود در این منطقه تفاوت معنی‌داری در صفات و ویژگی‌های سلول‌های اپیدرم و روزنه هستند.

کلمات کلیدی: روزنه، اپیدرم، *Berberis*، گلستان



Micromorphological Epiderm of some species of *Berberis* in Golestan province

Akbar Delavar ardahaei^{1*}, Abolfazl Daneshvar², Ali Sattarian³, Elham Amini⁴

- 1* - Msc Graduated, Department of Biology, Faculty of Sciences, Gonbad Kavous University, Gonbad, Iran.
- 2 - Assistant Professor, Department of Biology, Faculty of Sciences, Gonbad Kavous University, Gonbad, Iran.
- 3 - Associate Professor, Department of Biology, Faculty of Sciences, Gonbad Kavous University, Gonbad, Iran.
- 4 - Assistant Professor, Department of Biology, Faculty of Sciences, Gonbad Kavous University, Gonbad, Iran.

Email: akbardelavar53@gmail.com

Abstract

Medicinal plants have been used in different nations since thousands of years ago and throughout the centuries. In Iran, like other countries, medicinal plants are widely grown and also cultivated for nutritional and economic purposes. *Berberis* genus can be mentioned among these medicinal plants. "Zareshk" is the common Iranian name for this genus, which is frequently used as a food additive as well as traditionally used as a medicine. In the present research, the micromorphology study of the epidermis of wild *Berberis* species was carried out in the *Juniperous* habitat of Chaharbagh region of Golestan province. Barberry samples were recorded based on the phenology of the shrub in the collection area and detailed information and details of the samples. 5 species were identified in this region and the characteristics of their epidermal cells were investigated by scanning electron microscopy (SEM). In general, three types of epidermal cells were observed in the studied vessels, which included: irregular, circular and polygonal and anticlinal, smooth and wavy wall pattern. The largest aperture in *B. integrima vulgaris* species. And the smallest stomata was observed in *B. orthobotrys* and the highest density of stomata was recorded in *B. cratagina* species. Investigating the morphological features of the epidermis in the species found in *Juniperous* Chaharbagh habitat of Golestan province showed that the 5 species found in this region have significant differences in the traits and characteristics of epidermal and stomatal cells.

Keywords: Stomata, Epiderm, Golestan, *Berberis*

مقدمه

گیاهان دارویی در ملل مختلف از هزاران سال پیش تاکنون و در طول قرن‌ها مورد استفاده قرار گرفته‌اند. در دهه‌های اخیر و با وجود ظهور داروهای مصنوعی، گیاهان دارویی به دلیل استفاده‌ی ایمن، پذیرش فرهنگی و عوارض جانبی کمتر، همچنان مورد استقبال قرار می‌گیرد [۱]. در ایران نیز مانند سایر کشورها، گیاهان دارویی به طور گسترده رشد می‌کنند و همچنین برای اهداف تغذیه‌ای و اقتصادی کشت می‌شوند. از جمله این گیاهان دارویی می‌توان به جنس *Berberis* اشاره کرد [۲].

جنس *Berberis* بومی مناطق نیمه گرمسیری آسیا، اروپا، آفریقا، شمال آمریکا و آمریکای جنوبی است. این جنس شامل حدود ۵۰۰ گونه در سراسر جهان است که برخی از آنها به طور گسترده در مناطق شمال شرق ایران پراکنده شده‌اند. این جنس شامل درختچه‌های خاردار همیشه سبز است که با چوب زرد مشخص می‌شود [۳]. «زرشک» نام رایج ایرانی برای این جنس است که به طور مکرر به عنوان یک افزودنی غذایی و همچنین به طور سنتی به عنوان دارو مصرف می‌شود. ایران با ۱۱۰۰۰ هکتار زمین‌های زیر کشت و با تولید سالانه بیش از ۱۰۰۰۰ تن میوه ولگاریس بزرگترین تولیدکننده میوه *B. vulgaris* در جهان محسوب می‌شود. در میان استان‌های ایران استان خراسان جنوبی از بزرگترین تولیدکنندگان *B. vulgaris* است؛ کشت زرشک بی‌دانه در خراسان جنوبی به دوپست سال قبل برمی‌گردد. حدود ۷۲ درصد از تولید زرشک در قائن و حدود ۳۲ درصد در بیرجند است [۴]. برای تمام قسمت‌های این گیاهان خواص دارویی از جمله: ضد میکروبی، ضد استفراغ، تب‌بر، آنتی‌اکسیدان، ضد عفونی، ضد آریتمی و آرام بخش گزارش شده است. ترکیبات اصلی موجود در گونه‌های مختلف زرشک، بربرین و برامین هستند [۵].

در بررسی منابع به موارد زیادی از خواص فارماکولوژیکی این گیاه اشاره شده است که مهمترین آنها شامل: جلوگیری از رشد باکتریها، کاهش انقباض عضلات صاف، کاهش التهاب، جلوگیری از تجمع پلاکتها، تحریک ترشح صفرا، کاهش فشار خون، جلوگیری از تاکی آریتمیها و ... میباشد [۶]. به دنبال تجزیه آزمایشگاهی این گیاه، برخی از آلکالوئیدهای این گیاه شناسایی شده که شامل: بربرین، ژاتروریزین، اکسی اکانتین، برامین و غیره است؛ که دارای خواص درمانی مختلف می‌باشند. بربرین یکی از ترکیبات این گیاه است که می‌تواند در پیشگیری از اختلالات عروق کرونر موثر بوده و احتمالاً می‌تواند سطح کلسترول توتال و تری‌گلیسرید را کاهش دهد. همچنین اکسی‌آکانتین دارای یک عامل سمپاتولیتیکی و گشادکننده عروق است. در مطالعه‌ای گزارش شده است که بربرین، کلسترول را با مکانیسمی متفاوت از داروهای استاتینی کاهش می‌دهد و اگر استاتین و بربرین به همراه یکدیگر استفاده شوند کلسترول را بهتر کنترل می‌نمایند. در یک مطالعه کنترل شده که توسط چینی‌ها صورت گرفت نشان داده شد که بربرین



باعث افزایش تولید نوعی گیرنده پروتئینی در کبد می‌شود که با کلسترول باند می‌شود و دفع آن را فراهم می‌آورد. بنابراین بررسی‌ها و مطالعات قبلی نشان می‌دهد که احتمالاً عصاره خوراکی میوه گیاه زرشک کوهی دارای اثرات کاهندگی چربی‌های خون می‌باشد [۳].

مطالعات انجام شده در مورد گونه‌های زرشک در ایران گویای این واقعیت است که تا به امروز، تحقیقات به طور عمده روی خواص دارویی گونه‌های زرشک متمرکز شده است و تحقیقات بسیار اندکی در زمینه شناسایی و بررسی تنوع مورفولوژیکی و ژنتیکی جمعیت‌های این گونه‌ها در ایران انجام شده است. هدف از انجام این پژوهش مطالعه‌ی ریخت‌شناسی جمعیت‌های وحشی زرشک در رویشگاه ارس کوهی منطقه‌ی چهارباغ استان گلستان می‌باشد. بی‌شک نتایج این تحقیق برای گیاه‌شناسان، اکولوژیست‌ها و تمام افرادی که از گیاهان برای تولید دارو، غذا استفاده می‌کنند می‌تواند، مفید باشد.

مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه

این پژوهش با هدف مطالعه‌ی بیوسیستماتیک جمعیت‌های وحشی زرشک (*Berberis sp.*) در رویشگاه ارس کوهی منطقه‌ی چهارباغ استان گلستان انجام گرفت. رویشگاه ارس چهارباغ در قسمت جنوبی گردنه جاده توسکستان استان گلستان به شهرستان بسطام در استان سمنان واقع در البرز شرقی و در ۵۰ کیلومتری جنوب شهرستان گرگان در حوزه نکارود، قرار دارد [۷]. محدوده‌ی ارتفاع آن از سطح دریا حدود ۲۱۵۰ تا ۳۷۰۰ متر است. این منطقه، در عرض جغرافیایی شمالی ۳۴' ۳۶° تا ۴۰' ۳۶° و طول جغرافیایی ۲۳' ۵۴° تا ۴۴' ۵۴° بین استان‌های سمنان و گلستان واقع شده است. اقلیم منطقه براساس روش آمبرژه، آب‌وهوای ارتفاعات سرد و میانگین دمای سالیانه، ۶/۵- درجه سانتی‌گراد و میانگین بارندگی سالانه، ۳۰۵ میلی‌متر می‌باشد. غالباً بارش‌های سالانه، در ماه‌های سرد سال (دی تا اسفندماه) و به‌صورت برف اتفاق می‌افتند [۸].

سومین کنفرانس ملی یافته‌های نوین زیست‌شناسی

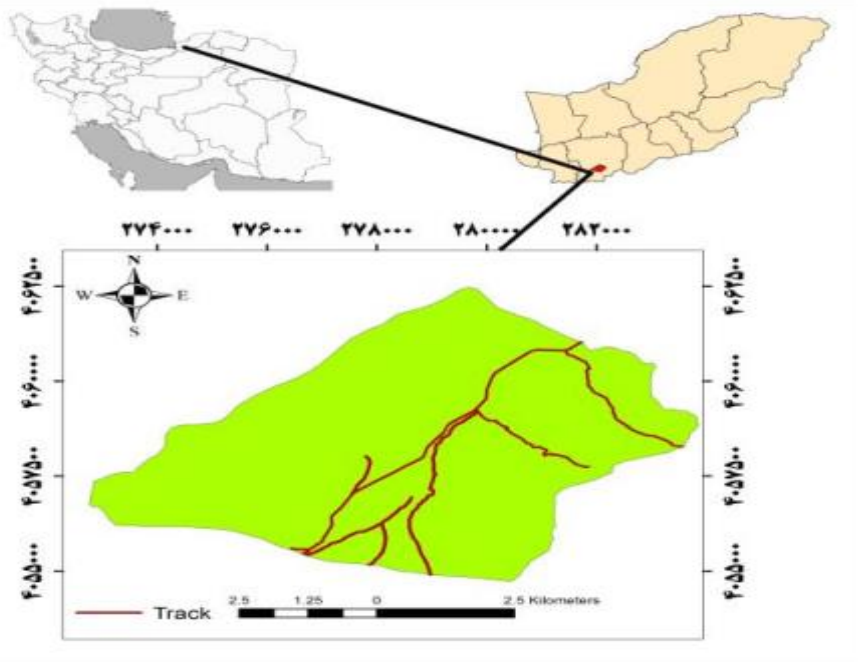
3rd National Conference On New Biological Findings

۳ الی ۵ خرداد ۱۴۰۲



جدول ۱- مختصات جغرافیایی (UTM) مربوط به نمونه‌های زرشک (*Berberis*) در چهارباغ استان گلستان

ردیف	تاکسون	محل جمع آوری	جمع آوری کننده	ارتفاع از سطح دریا	طول و عرض جغرافیایی	شماره هر بار یوم
۱	<i>B. vulgaris</i>	استان گلستان	دلاور و همکاران	۲۶۴۹	۵۴/۵۰۵۹۱۸۳۳ ۳۶/۶۳۱۲۵۳۲۳	۸۰۴۰۲۶ GKUH
۲	<i>B. cratagina</i>	استان گلستان	دلاور و همکاران	۲۲۷۹	۵۴/۳۶۳۲۱۰۰۰ ۳۶/۳۸۹۳۱۵۰۰	۸۰۴۰۲۹ GKUH
۳	<i>B. orthobotrys</i>	استان گلستان	دلاور و همکاران	۲۲۵۴	۵۴/۵۰۵۸۶۳۳۳ ۳۶/۶۳۱۶۸۶۶۷	۸۰۴۰۲۷ GKUH
۴	<i>B. integrima bunge</i>	استان گلستان	دلاور و همکاران	۲۲۶۰	۵۴/۵۲۷۷۶۱۶۷ ۳۶/۶۳۸۴۳۸۳۳	۸۰۴۰۲۸ GKUH
۵	<i>B. integrima vulgaris</i>	استان گلستان	دلاور و همکاران	۲۲۴۸	۵۴/۵۰۷۳۷۵۰۰ ۳۶/۶۳۹۸۳۸۳۳	۸۰۴۰۳۰ GKUH



شکل ۱- موقعیت رویشگاه ارس کوهی منطقه‌ی چهارباغ استان گلستان، محل مطالعه‌ی جمعیت‌های وحشی زرشک (*Berberis*)
(.sp)

روش تحقیق

مطالعه اپیدرم

روزنه به عنوان یکی از صفات میکرو مورفولوژی می‌باشد، دارای تنوع در اشکال مختلف سلول‌های همراه می‌باشد. در این مطالعه به منظور مطالعه ریخت‌شناسی اپیدرم، برگ هر یک از گونه‌های مورد مطالعه جمع‌آوری شد. نمونه‌های جمع‌آوری شده به هرباریوم دانشگاه گنبدکاووس انتقال و کدگذاری انجام شد و برای مراحل انجام مطالعات اپیدرم آماده شدند. جهت مطالعه با میکروسکوپ الکترونی، روی صفحه‌های مخصوص میکروسکوپ الکترونی، شماره مربوط به هر جمعیت از گونه را نوشته و بر سطح آنها چسب دوطرفه چسبانده شد. یک برگ به نمایندگی از هر جمعیت روی صفحه‌ها قرار داده شد، سپس سطح آن به مدت دو دقیقه با لایه نازکی از طلا پوشانده شد. تصاویری از نمای کلی و تزئینات آن‌ها توسط میکروسکوپ الکترونی SEM مدل VEGA// TESCAN-LMU تحت ولتاژ 15 KV, 22KV در مرکز پژوهش متالوژی رازی تهران مورد



بررسی و تصویربرداری قرار گرفته شد.

نتایج

مطالعات ریخت‌شناسی اپیدرم

در این مطالعه صفات اپیدرمی برگ از جمله شکل سلول‌های اپیدرمی، دیواره آنتی‌کلینالی، تیپ روزنه، شاخص روزنه، طول و عرض روزنه در سطح تحتانی مورد بررسی قرار گرفت (جدول ۲). سه نوع سلول اپیدرمی وجود داشت: ۱- نامنظم (Irregular) ۲- گردشده (Rounded) ۳- چندضلعی (Polygonal). دیواره سلول‌های اپیدرمی به انواع موج دار و راست مشاهده شد. سلول‌های نامنظم با دیواره صاف در برگ گونه‌های *B. integrima* و *B. vulgaris* (شکل ۲) مشاهده شد. سلول‌های گردشده با دیواره موج دار در برگ گونه‌های *B. cratagina* و *B. orthobotrys* (شکل ۲) و سلول‌های چندضلعی با دیواره صاف در گونه‌ی *B. integrima***B. vulgaris* (شکل ۲) مشاهده شد. همه گونه‌های مورد مطالعه دارای روزنه از نوع آنموسیتیک هستند. بزرگترین روزنه در گونه‌ی *B. integrima***B. vulgaris* و کوچکترین روزنه در گونه‌ی *B. orthobotrys* مشاهده شد و بیشترین تراکم روزنه در گونه‌ی *B. cratagina* ثبت شد.

جدول ۲- جدول صفات مطالعه اپیدرمی گونه‌های سرده *Berberis*

گونه	شکل سلول	الگوی دیواره آنتی‌کلینالی	طول روزنه (μm)	عرض روزنه (μm)	نسبت طول به عرض روزنه	شاخص روزنه (1mm ²)	تیپ روزنه
<i>B. integrima</i>	نامنظم	صاف	۶۳/۱۸	۴۹/۱۴	۱/۲۸	۲/۹۶	آنموسیتیک
<i>B. vulgaris</i>	نامنظم	صاف	۶۵/۵۲	۴۹/۶۷	۱/۳۱	۳/۱۱	آنموسیتیک
<i>B. integrima vulgaris</i>	چند ضلعی	صاف	۷۰/۲۸	۴۲/۶۲	۱/۶۴	۳/۲۳	آنموسیتیک
<i>B. cratagina</i>	دایره‌ای	موج‌دار	۵۲/۴۱	۴۲/۶۳	۱/۲۲	۴/۳۳	آنموسیتیک
<i>B. orthobotrys</i>	دایره‌ای	موج‌دار	۵۵/۵۱	۴۶/۶۷	۱,۱۸	۳/۹۳	آنموسیتیک



سومین کنفرانس ملی یافته‌های نوین زیست‌شناسی

3rd National Conference On New Biological Findings

۳ الی ۵ خرداد ۱۴۰۲



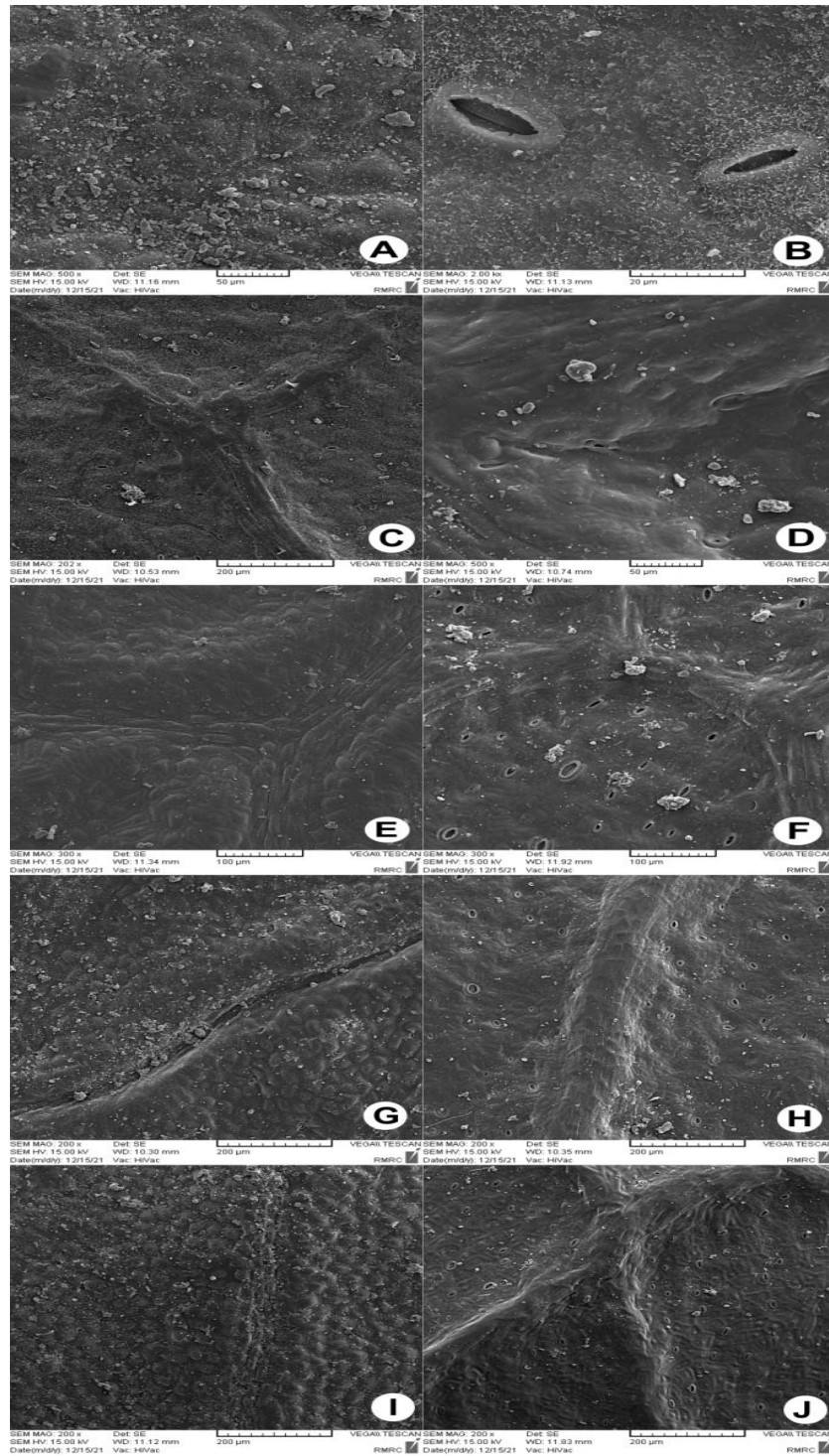
دانشگاه گیلان - بوستان



سومین کنفرانس ملی یافته‌های نوین زیست‌شناسی

ISC

کد اختصاصی: ۰۲۶۳۲-۵-۰۲۲۳۰





شکل ۲- تصاویری از سلول‌های اپیدرم گونه‌های زرشک (*Berberis*) زیر میکروسکوپ الکترونی (SEM) در چهار باغ استان گلستان از دید قطبی و استوایی با بزرگ‌نمایی‌های ۲۰، ۵۰، ۱۰۰ و ۲۰۰ میکرومتر. به ترتیب تصاویر A,B گونه‌ی *B. integirima*، C,D گونه‌ی *B. vulgaris*، E,F گونه‌ی *B. vulgaris*، G,H گونه‌ی *B. cratagina*، I,J گونه‌ی *B. orthobotrys*

بحث و نتیجه‌گیری

گیاهان از اهمیت فوق‌العاده‌ای در درمان بیماری‌ها برخوردارند، به طوری که محققان، داروهای قرن بیست‌ویکم را در گیاهان جستجو کرده و معتقدند که حلال مشکلات پزشکی آینده، گیاهان می‌باشند. زرشک (*Berberis sp.*) به عنوان یک گیاه دارویی مهم از گذشته‌های دور در ایران و بسیاری از تمدن‌های بزرگ دنیا مطرح شده و مورد استفاده بوده است و هم‌اکنون با شناخت مواد مؤثره دارویی آن همانند بربرین کاربرد وسیعی در صنایع دارویی پیدا کرده است [۹]. به منظور ارتقای سطح مکانیزاسیون در عملیات برداشت و فرآوری میوه زرشک بی دانه بعنوان یکی از محصولات بومی و اساسی استان خراسان جنوبی، برخی خواص فیزیکی آن شامل ابعاد، قطر متوسط هندسی، ضریب کرویت، سطح رویه، جرم هزار دانه، چگالی واقعی، چگالی توده، تخلخل، ضریب اصطکاک استاتیک و زوایای استقرار توسط ولایتی و همکارانش مورد تحقیق قرار گرفت. تحلیل داده‌ها نشان داد که تغییر محتوای رطوبت، در سطح احتمال ۵٪ موجب تغییر معنی‌دار تمامی پارامترها به جز ضریب اصطکاک بر سطح چوب و پلی اتیلن می‌شود. طول، عرض، ضخامت، قطر متوسط هندسی، سطح رویه، ضریب کرویت، جرم هزار دانه و چگالی توده با کاهش محتوی رطوبتی، کاهش و چگالی واقعی میوه، تخلخل، زوایای استقرار و ضرایب اصطکاک بر سطوح مختلف به جز چوب و پلی اتیلن با کاهش رطوبت افزایش یافته بود [۱۰].

مخبر و همکاران (۲۰۱۴) مطالعه‌ای را با تمرکز بر متابولیت‌های ثانویه متنوع گونه‌های مختلف جنس زرشک در ایران انجام دادند. آن‌ها همچنین ویژگی‌های فارماکولوژیکی، بیولوژیکی و گیاه‌شناسی این جنس را نیز مورد بررسی قرار دادند [۲]. در مطالعه‌ای تعداد ۸۹ نفر از بیماران مبتلا به هیپرکلسترولمی و هیپرتریگلیسریدمی انتخاب و به دو گروه شاهد و مورد تقسیم شدند. گروه مورد با عصاره آبی میوه زرشک دانه‌دار کوهی به صورت خوراکی تحت درمان قرار گرفت. یافته‌های این مطالعه نشان داد که عصاره آبی میوه زرشک دانه‌دار کوهی می‌تواند نقش مهمی در کاهش سطح کلسترول و تری‌گلیسرید خون بیماران داشته باشد [۱۱]. بررسی ویژگی‌های ریخت‌شناسی اپیدرم در گونه‌های موجود در رویشگاه ارس چهارباغ استان گلستان نشان داد که ۵ گونه‌ی موجود در این منطقه تفاوت معنی‌داری در صفات و ویژگی‌های سلول‌های اپیدرم و روزنه هستند.



داده‌های این تحقیق می‌تواند اطلاعات پایه‌ای را برای مطالعه و بررسی هرچه بیشتر این جنس با ارزش در اختیار محققین قرار دهد.

تشکر و قدردانی

بدینوسیله از اساتید محترم و مسئولین آزمایشگاه دانشکده علوم پایه و فنی مهندسی دانشگاه گنبد کاووس تشکر و قدردانی می‌گردد.

منابع

۸-پارسه، م. ص. ۱۳۹۸. مطالعه‌ی مقایسه‌ای دو گونه‌ی ارس، در چهارباغ (استان گلستان) با گوی نیک جرگلان (استان خراسان شمالی). پایان نامه ارشد. سیستماتیک و اکولوژی. دانشگاه گنبد کاووس.

۹-حیدری، س. مرعشی، ح. فارسی، م. میرشمسی کاخکی، ا. ۱۳۸۷. بررسی تنوع ژنتیکی جمعیت‌های وحشی و زراعی زرشک (*Berberis sp*) استان‌های خراسان با استفاده از نشانگرهای مولکولی AFLP. مجله علوم باغبانی (علوم و صنایع کشاورزی)، جلد ۲۲، شماره ۲،

۱۰-ولایتی، ا. عمادی، ب. خجسته‌پور، م. سعیدی‌راد، م. ح. ۱۳۹۰. اثر محتوای رطوبتی بر برخی خواص فیزیکی زرشک. نشریه ماشینهای کشاورزی. جلد ۱، شماره ۱، ص ۹-۱.

۱۱-فرهادی، ا. جوادی‌فر، ک. فرهادی، ا. ۱۳۸۷. ارزیابی اثر عصاره آبی میوه زرشک دانه‌دار کوهی (*Berberis vulgaris*) بر سطح کلسترول و تری‌گلیسرید خون. مجله علمی دانشگاه علوم پزشکی سمنان - جلد ۹، شماره ۳.

1-Rahimi-Madiseh, M. Lorigoini, Z. Zamani-gharaghoshi, H. Rafieian-kopaei, M. 2017. *Berberis vulgaris*: Specifications and traditional uses. Iranian Journal of Basic Medical Sciences 20(5):569-587. DOI:10.22038/IJBMS.2017.8690.

2-Mokhber-Dezfuli, N. Saeidnia, S. Gohari, A.R. Kurepaz-Mahmoodabadi, M. 2014. Phytochemistry and Pharmacology of *Berberis* Species. Pharmacognosy Reviews 8(15):8-15. DOI:10.4103/0973-7847.125517.

3-Shamsa F, Ahmadiani A, and Khosrokhavar R. 1999. Antihistaminic and anticholinergic activity of barberry fruit (*Berberis vulgaris*) in the guinea-pig ileum. J Ethnopharmacol; 64: 161-166.

سومین کنفرانس ملی یافته‌های نوین زیست‌شناسی

3rd National Conference On New Biological Findings

۳ الی ۵ خرداد ۱۴۰۲



ISC
کد اختصاصی:
۰۲۲۳۰۵-۰۲۲۳۰۵

4-Golmohammadi F, Motamed MK. 2012. A viewpoint toward farm management and importance of barberry in sustainable rural livelihood in desert regions in east of Iran. Afr J Plant Sci ;6:213-21.

5-Khan M. 2010. Biological activity and phytochemical study of selected medicinal plants. Department of Plant Sciences Quaid-i-Azam University Islamabad.

6-Arayne MS, Sultana N, and Bahadur SS. 2007. The berberis story: *Berberis vulgaris* in therapeutics. Pak J Pharm Sci; 20:83-92.

7-Korouri A. A. S., Khoshnevis, M., Matinizadeh, M., (2012). Comprehensive studies of Juniperus species in Iran. Forest, Range and Watershed Management Organization, 450 p.



مطالعه ی مولکولی برخی گونه های زرشک (Berberis) بر اساس نشانگر nrDNA ITS در استان گلستان

اکبر دلاور اردهانی^{۱*}، ابوالفضل دانشور^۲، علی ستاریان^۳، الهام امینی^۴

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد زیست شناسی گیاهی، گروه زیست شناسی، دانشکده علوم پایه و فنی مهندسی، دانشگاه گنبد کاووس، گلستان

۲- استادیار، گروه زیست شناسی، دانشکده علوم پایه و فنی مهندسی، دانشگاه گنبد کاووس، گلستان

۳- دانشیار، گروه زیست شناسی، دانشکده علوم پایه و فنی مهندسی، دانشگاه گنبد کاووس، گلستان

۴- استادیار، گروه زیست شناسی، دانشکده علوم پایه و فنی مهندسی، دانشگاه گنبد کاووس، گلستان

*دانشجوی کارشناسی ارشد سیستماتیک و اکولوژی. ایمیل: akbardelavar53@gmail.com

چکیده

گیاهان دارویی در ملل مختلف از هزاران سال پیش تاکنون و در طول قرن‌ها مورد استفاده قرار گرفته‌اند. در ایران نیز مانند سایر کشورها، گیاهان دارویی به طور گسترده رشد می‌کنند و همچنین برای اهداف تغذیه‌ای و اقتصادی کشت می‌شوند. از جمله این گیاهان دارویی می‌توان به جنس Berberis اشاره کرد. در پژوهش حاضر مطالعه‌ی مولکولی گونه‌های وحشی زرشک (Berberis) در رویشگاه ارس کوهی منطقه‌ی چهارباغ استان گلستان انجام گرفت. هدف از این پژوهش بررسی برخی گونه‌های این گیاه از دیدگاه مولکولی می‌باشد. به این منظور نمونه‌های زرشک براساس فنولوژی درختچه در منطقه جمع‌آوری و اطلاعات و جزئیات دقیق نمونه‌ها ثبت شد. نمونه‌های جمع‌آوری شده به دقت مطالعه و شناسایی شده و از برگ آنها جهت استخراج DNA به روش کیت استفاده شد. کیفیت و کمیت DNA با استفاده از دستگاه Nanodrop تعیین شد. تکثیر توالی‌های DNA با استفاده از نشانگر هسته‌ای nrDNA ITS به کمک PCR برای یک تا سه نمونه از هر گونه انجام شد. بازسازی درخت فیلوژنی براساس داده‌های حاصل از توالی‌های DNA با استفاده از روش‌های پیشینه صرفه‌جویی و بایزین تعیین شده در نرم‌افزار PAUP و Mr Bayes انجام شد. آنالیز داده‌های این تحقیق نشان‌دهنده‌ی تک نیایی بودن گونه‌های زرشک موجود در رویشگاه مورد مطالعه می‌باشد و همچنین نشانگر مولکولی استفاده شده در این مطالعه قادر به تفکیک گونه‌های این گیاه بوده است.

کلمات کلیدی: گیاه دارویی، تک نیا، فیلوژنی، nrDNA ITS



Molecular study of some species of *Berberis* based on nrDNA ITS in Golestan province

Akbar Delavar ardahaei^{1*}, Abolfazl Daneshvar², Ali Sattarian³, Elham Amini²

- 1* - Msc Graduated, Department of Biology, Faculty of Sciences, Gonbad Kavous University, Gonbad, Iran.
- 2 - Assistant Professor, Department of Biology, Faculty of Sciences, Gonbad Kavous University, Gonbad, Iran.
- 3 - Associate Professor, Department of Biology, Faculty of Sciences, Gonbad Kavous University, Gonbad, Iran.

Abstract

Medicinal plants have been used in different nations since thousands of years ago and throughout the centuries. In Iran, like other countries, medicinal plants are widely grown and also cultivated for nutritional and economic purposes. *Berberis* can be mentioned among these medicinal plants. In the present study, a molecular study of *Berberis* species was carried out in the mountain habitat of Chaharbagh region of Golestan province. The purpose of this research is to investigate some species of this plant from a molecular point of view. For this purpose, samples were collected based on the phenology of the shrub in the area and detailed information and details of the samples were recorded. The collected samples were carefully studied and identified, and their leaves were used to extract DNA using the kit method. The quality and quantity of DNA was determined using the Nanodrop device. Amplification of DNA sequences was done using the nrDNA ITS marker with the help of PCR for one to three samples of each species. The analysis of the data of this research shows that *Berberis* species in the studied habitat are monophyletic, and the molecular marker used in this study was able to distinct the species of this plant.

Keywords: Medicine plant, monophyletic, phylogeny, nrDNA ITS



مقدمه

گیاهان دارویی در ملل مختلف از هزاران سال پیش تاکنون و در طول قرن‌ها مورد استفاده قرار گرفته‌اند. در دهه‌های اخیر و با وجود ظهور داروهای مصنوعی، گیاهان دارویی به دلیل استفاده‌ی ایمن، پذیرش فرهنگی و عوارض جانبی کمتر، همچنان مورد استقبال قرار می‌گیرد [۱]. در ایران نیز مانند سایر کشورها، گیاهان دارویی به طور گسترده رشد می‌کنند و همچنین برای اهداف تغذیه‌ای و اقتصادی کشت می‌شوند. از جمله این گیاهان دارویی می‌توان به جنس *Berberis* اشاره کرد [۲].

جنس *Berberis* بومی مناطق نیمه گرمسیری آسیا، اروپا، آفریقا، شمال آمریکا و آمریکای جنوبی است. این جنس شامل حدود ۵۰۰ گونه در سراسر جهان است که برخی از آنها به طور گسترده در مناطق شمال شرق ایران پراکنده شده‌اند. این جنس شامل درختچه‌های خاردار همیشه سبز است که با چوب زرد مشخص می‌شود [۳]. «زرشک» نام رایج ایرانی برای این جنس است که به طور مکرر به عنوان یک افزودنی غذایی و همچنین به طور سنتی به عنوان دارو مصرف می‌شود. ایران با ۱۱۰۰۰ هکتار زمین‌های زیر کشت و با تولید سالانه بیش از ۱۰۰۰۰ تن میوه ولگاریس بزرگترین تولیدکننده میوه ی این گونه در جهان محسوب می‌شود. در میان استان‌های ایران استان خراسان جنوبی از بزرگترین تولیدکنندگان ولگاریس است؛ کشت زرشک بی‌دانه در خراسان جنوبی به دوپست سال قبل برمی‌گردد. حدود ۷۲ درصد از تولید زرشک در قائن و حدود ۳۲ درصد در بیرجند است [۴]. برای تمام قسمت‌های این گیاهان خواص دارویی از جمله: ضد میکروبی، ضد استفراغ، تب‌بر، آنتی‌اکسیدان، ضد عفونی، ضد آریتمی و آرام بخش گزارش شده است. ترکیبات اصلی موجود در گونه‌های مختلف زرشک، بربرین و برامین هستند [۵].

در بررسی منابع به موارد زیادی از خواص فارماکولوژیکی این گیاه اشاره شده است که مهمترین آنها شامل: جلوگیری از رشد باکتریها، کاهش انقباض عضلات صاف، کاهش التهاب، جلوگیری از تجمع پلاکتها، تحریک ترشح صفرا، کاهش فشار خون و جلوگیری از تاکی آریتمیها میباشد [۶]. به دنبال تجزیه آزمایشگاهی این گیاه، برخی از آلکالوئیدهای این گیاه شناسایی شده که شامل: بربرین، ژاتروریزین، اکسی اکانتین، برامین و غیره است؛ که دارای خواص درمانی مختلف می‌باشند. بربرین یکی از ترکیبات این گیاه است که می‌تواند در پیشگیری از اختلالات عروق کرونر موثر بوده و احتمالاً می‌تواند سطح کلسترول توتال و تری‌گلیسرید را کاهش دهد. همچنین اکسی‌آکانتین دارای یک عامل سمپاتولیتیکی و گشادکننده عروق است. در مطالعه‌ای گزارش شده است که بربرین، کلسترول را با مکانیسمی متفاوت از داروهای استاتینی کاهش می‌دهد و اگر استاتین و بربرین به همراه یکدیگر استفاده شوند کلسترول را بهتر کنترل می‌نمایند. در یک مطالعه کنترل شده که توسط چینی‌ها صورت گرفت نشان داده شد که بربرین



باعث افزایش تولید نوعی گیرنده پروتئینی در کبد می‌شود که با کلسترول باند می‌شود و دفع آن را فراهم می‌آورد. بنابراین بررسی‌ها و مطالعات قبلی نشان می‌دهد که احتمالاً عصاره خوراکی میوه گیاه زرشک کوهی دارای اثرات کاهندگی چربی‌های خون می‌باشد [۳].

شناسایی صحیح گونه‌های گیاهی در درک نقش هر یک از آن‌ها در اکوسیستم و نوع مدیریتی که باید برای آن‌ها اعمال شود بسیار مهم است. امروزه از نشانگرهای ژنتیکی و ریختی برای شناسایی گونه‌ها استفاده می‌شود و بررسی روابط ژنتیکی در بین جمعیت‌های مختلف گیاهی با استفاده از مارکرهای مولکولی DNA روشی رایج است. مطالعات انجام شده در مورد گونه‌های زرشک در ایران و استان گلستان گویای این واقعیت است که تا به امروز، تحقیقات به طور عمده روی خواص دارویی گونه‌های زرشک متمرکز شده است و تحقیقات بسیار اندکی در زمینه شناسایی و بررسی روابط مولکولی این گونه‌ها در استان گلستان انجام شده است. هدف از انجام این پژوهش، مطالعه‌ی مولکولی گونه‌های وحشی زرشک دررویشگاه ارس کوهی منطقه‌ی چهارباغ استان گلستان می‌باشد.

مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه

این پژوهش با هدف مطالعه‌ی بیوسیستماتیک جمعیت‌های وحشی زرشک (*Berberis sp.*) در رویشگاه ارس کوهی منطقه‌ی چهارباغ استان گلستان انجام گرفت. رویشگاه ارس چهارباغ در قسمت جنوبی گردنه جاده توسکستان استان گلستان به شهرستان بسطام در استان سمنان واقع در البرز شرقی و در ۵۰ کیلومتری جنوب شهرستان گرگان در حوزه نکارود، قرار دارد [۷]. محدوده‌ی ارتفاع آن از سطح دریا حدود ۲۱۵۰ تا ۳۷۰۰ متر است. این منطقه، در عرض جغرافیایی شمالی ۳۴° ۳۶' تا ۳۶° ۴۰' و طول جغرافیایی ۲۳° ۵۴' تا ۴۴° ۵۴' بین استان‌های سمنان و گلستان واقع شده است. اقلیم منطقه براساس روش آمبرژه، آب‌وهوای ارتفاعات سرد و میانگین دمای سالیانه، ۶/۵- درجه سانتی‌گراد و میانگین بارندگی سالانه، ۳۰۵ میلی‌متر می‌باشد. غالباً بارش‌های سالانه، در ماه‌های سرد سال (دی تا اسفندماه) و به‌صورت برف اتفاق می‌افتند [۸].

سومین کنفرانس ملی یافته‌های نوین زیست‌شناسی

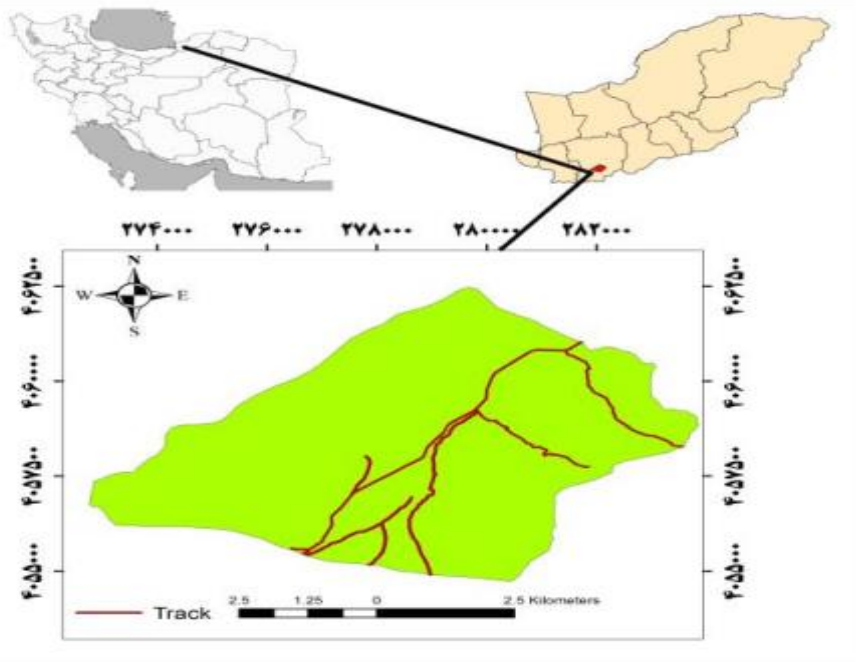
3rd National Conference On New Biological Findings

۳ الی ۵ خرداد ۱۴۰۲



جدول ۱- مختصات جغرافیایی (UTM) مربوط به نمونه‌های زرشک (*Berberis*) در چهارباغ استان گلستان

ردیف	تاکسون	محل جمع آوری	جمع‌آوری کننده	ارتفاع از سطح دریا	طول و عرض جغرافیایی	شماره هرباریوم
۱	<i>B. vulgaris</i>	استان گلستان	دلاور و همکاران	۲۶۴۹	۵۴/۵۰۵۹۱۸۳۳ ۳۶/۶۳۱۲۵۳۲۳	۸۰۴۰۲۶ GKUH
۲	<i>B. cratagina</i>	استان گلستان	دلاور و همکاران	۲۲۷۹	۵۴/۳۶۳۲۱۰۰۰ ۳۶/۳۸۹۳۱۵۰۰	۸۰۴۰۲۹ GKUH
۳	<i>B. orthobotrys</i>	استان گلستان	دلاور و همکاران	۲۲۵۴	۵۴/۵۰۵۸۶۳۳۳ ۳۶/۶۳۱۶۸۶۶۷	۸۰۴۰۲۷ GKUH
۴	<i>B. integrima bunge</i>	استان گلستان	دلاور و همکاران	۲۲۶۰	۵۴/۵۲۷۷۶۱۶۷ ۳۶/۶۳۸۴۳۸۳۳	۸۰۴۰۲۸ GKUH
۵	<i>B. integrima vulgaris</i>	استان گلستان	دلاور و همکاران	۲۲۴۸	۵۴/۵۰۷۳۷۵۰۰ ۳۶/۶۳۹۸۳۸۳۳	۸۰۴۰۳۰ GKUH



شکل ۱- موقعیت رویشگاه ارس کوهی منطقه‌ی چهارباغ استان گلستان، محل مطالعه‌ی جمعیت‌های وحشی زرشک (*Berberis* sp)

روش تحقیق

مطالعه مولکولی

به منظور مطالعه‌ی مولکولی جنس زرشک، نمونه‌های موجود آن در رویشگاه مورد نظر جمع‌آوری، سپس شناسایی آنها به کمک فلورهای معتبر انجام شد؛ و از برگ آنها جهت استخراج DNA با روش کیت استفاده شد. کیفیت و کمیت DNA با استفاده از دستگاه Nanodrop تعیین شد. تکثیر توالی‌های DNA مورد نظر برای یک تا سه نمونه از هر گونه با استفاده از نشانگر هسته‌ای ITS nrDNA به کمک PCR انجام گردید. توالی آغازگرهای استفاده شده در جدول ۲ آمده است. به منظور بررسی نتیجه PCR، نمونه‌های PCR شده الکتروفورز شدند. محصولات PCR تک باند، بدون اسمیر و روشن پس از بررسی از طریق الکتروفورز ژل آگارز (شکل ۲)، جهت تعیین توالی به شرکت ژنتیک کدون ارسال گردید.

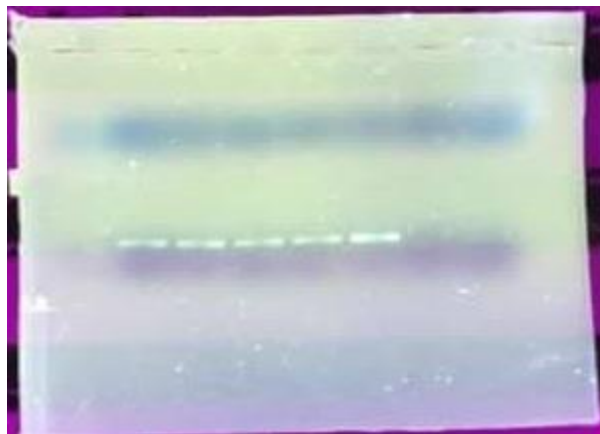
هم چنین جهت تحلیل داده‌های حاصل از مطالعات مولکولی هم‌ردیف‌سازی توالی‌ها توسط نرم افزار Clustal X [۹] و برنامه MUSCLE [۱۰] صورت گرفت. بازسازی درخت فیلوژنی براساس داده‌های حاصل از توالی‌های



DNA با استفاده از روش‌های پیشینه صرفه جویی تعبیه شده در نرم افزار PAUP [۱۱] و بایزین [۱۲] انجام شد.

جدول ۲- توالی پرایمرهای استفاده شده برای واکنش‌های زنجیره‌ای پلیمرز

نام آغازگر	نوع آغازگر	توالی آغازگر	منبع
ITS5m	رفت	5'-GGAAGGAGAAGTCGTAACAAGG-3'	Sang et al. (1995)
ITS4	برگشت	5'-TCCTCCGCTTATTGATATGC-3'	White et al. (1990)



شکل ۲- محصولات PCR تک باند و بدون اسمیر در بررسی ژل آگارز

نتایج

مطالعات مولکولی

آنالیز کلادیستیک داده nrDNA ITS

مشخصات و شاخص‌های حاصل از روش پیشینه صرفه جویی برای توالی‌های هم‌رديف سازی شده‌ی nrDNA ITS در جدول ذکر شده است. جدول شماره ۳ ویژگی‌های توالی هر داده را نشان می‌دهد.

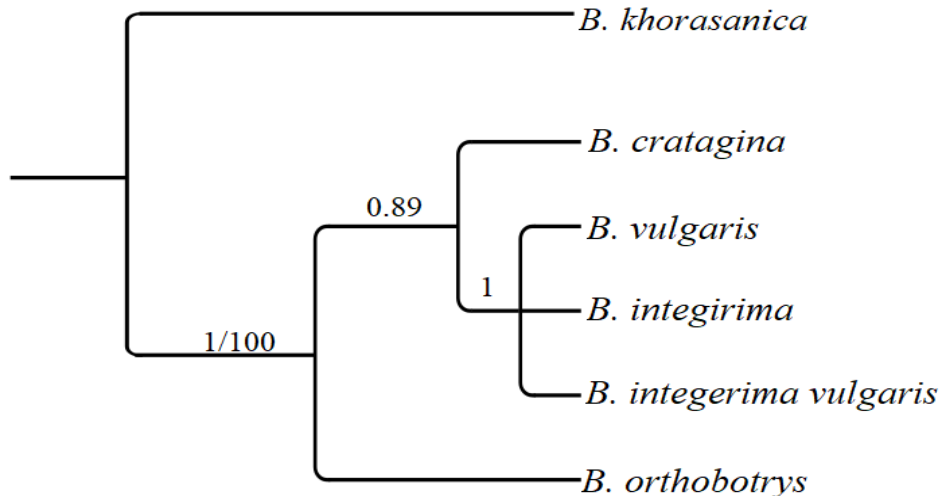
جدول ۳- ویژگی‌های توالی‌های هر داده و اطلاعات آماری درختان

	ITS
Number of sequences	6
Number of ingroup sequences	5
Alignment length [bp]	652
Number of parsimony-informative characters	95
Number of MPTs	153
Length of MPTs	86
Consistency index (CI)	0.87
Retention index (RI)	0.79
Evolutionary model selected (under AIC)	GTR+G+I

آنالیز داده‌های nrDNA ITS

توالی‌های هم‌ردیف‌سازی شده nrDNA ITS مربوط به تاکسون ماتریسی به طول ۶۵۲ جایگاه نوکلئوتیدی ایجاد کرد که از این میان ۹۵ جایگاه از لحاظ پارسیمونی اطلاع‌ساز و بقیه غیر اطلاعاتی بودند.

آنالیز داده‌های حاصل از nrDNA ITS به روش بیشینه صرفه‌جویی تعداد ۱۵۳ کوتاه‌ترین درخت با طول ۸۶ گام، شاخص پایداری (CI) معادل ۰٫۸۷، شاخص گروه‌پذیری (RI) برابر با ۰٫۷۹ ایجاد کرد. الگوی شاخه‌بندی در درخت حاصل از آنالیز بی‌زین و بیشینه صرفه‌جویی مشابه است ولی در درخت حاصل از بی‌زین روابط گونه‌ها بهتر حل شد و کلادها از حمایت بالاتری برخوردارند. درخت حاصل از توالی nrDNA ITS با ارزش‌های بوتسترپ در شکل ۳ نشان داده شده است. در این آنالیز گونه *B. khorasanica* به عنوان برون گروه انتخاب شد. نتایج آنالیز، تک نیایی بودن گونه‌های *Berberis* را در این فیلوگرام با حمایت بالا (PP= 1, ML BS=100,) نشان می‌دهد. همچنین نتایج مولکولی نشان دهنده ی خویشاوندی نزدیک بین گونه های *B. integrima vulgaris* و *B. integrima vulgaris* می باشد طوریکه روابط بین این سه گونه به صورت پلی تومی مشخص شده و تفکیکی ایجاد نشده است. گونه‌ی *B. cratagina* بصورت تاکسون خواهری در مجاورت سه گونه ی ذکر شده در بالا قرار گرفته است.



شکل ۳- درخت حاصل از توالی‌های nrDNA ITS آنالیز به روش بایزین، حمایت‌های بوتسترپ بالای کلادها نشان داده شده است. اعداد کمتر از ۵۰ درصد نشان داده نشده است.

بحث و نتیجه‌گیری

با توجه به پیشینه کم تحقیقات مولکولی صورت گرفته در رابطه با گیاه Berberis در ایران و پراکنش وسیع آن در سطح استان‌های شمالی و با توجه به نبود گزارشی مبنی بر ارزیابی مولکولی این گیاه، پژوهش حاضر به عنوان اولین مطالعه با هدف بررسی روابط خویشاوندی گیاه مذکور در رویشگاه چهارباغ استان گلستان با استفاده از نشانگر مولکولی nrDNA ITS موثر در تفکیک گونه‌ها انجام می‌شود.

پژوهشگران تایوانی تجزیه و تحلیل فیلوژنتیک همه‌ی گونه‌های این کشور را با استفاده از سه ناحیه توالی DNA کلروپلاستی شامل rbcL، ycf6-psbM، و psbA-trnH مورد بررسی قرار دادند. نتایج این تحقیق تمام گونه‌های تایوان را در یک کلاد با گونه‌های قاره آسیا قرار داد [۱۳]. در یک مطالعه، فرضیه‌های قبلی در مورد طبقه‌بندی گسترده‌ی Berberis توسط توالی‌های رونویسی داخلی RNA ریبوزومی هسته‌ای، با نشانگر ITS بازسازی شد. این بررسی بین طبقه‌بندی زرشک‌های برگ مرکب و برگ ساده انجام گرفت؛ پراکنندگی ۱۷ جنس از تیره‌ی Berberidaceae نشان داد که آنها عمدتاً اورآسیایی هستند، که تنها استثنا است؛ زرشک ساده برگ دارای دو مرکز تنوع است؛ یکی در آسیا و دیگری در آمریکای جنوبی بوده است. بوت استرپ برای زرشک ساده برگ از امکان پراکنندگی آن در مسافت‌های طولانی حمایت می‌کند. البته در نهایت بیان داشتند که برای طبقه‌بندی فیلوژنی دقیق‌تر همچنان نیاز به بررسی تعداد بیشتری از گونه‌ها با جغرافیای گسترده‌تری می‌باشد [۱۴]. در تحقیقی دیگر، نمونه‌های گونه Berberis lyceum به طور تصادفی از پنج ناحیه کشمیر آزاد،



پاکستان، شامل ۳۵ مکان، جمع آوری شد. ۱۵ نمونه با استفاده از چهار نشانگر شامل matK، rbcL و ITS برای آنالیز فیلوژنی انتخاب شدند. مطالعه فیلوژنتیک و تجزیه و تحلیل ابزار تعیین توالی (SDT) نشان داد که B. lyceum از نظر ژنتیکی بسیار شبیه به یکدیگر هستند. تمام نشانگرهای ژنتیکی (matK، rbcL، ITS و trnH-psbA) توالی‌ها را خوشه‌بندی کردند و نشان دادند که این نشانگرها را می‌توان برای احراز هویت گونه‌های B. lycium استفاده کرد [۱۵].

در گذشته شناسایی گونه‌ها اغلب براساس صفات ریختی‌شناسی بوده که این نوع شناسایی دارای مشکلاتی هم‌چون غیرقابل استفاده بودن کلید شناسایی ریختی‌شناسی گیاهان در تمام فصول سال می‌باشد [۱۶]. در عصر حاضر شناسایی عمومی گونه‌ها از صفات ظاهری به سمت جنبه‌های ژنتیک سوق پیدا کرده است و در این زمینه می‌توان تکنیک DNA بارکدینگ را برای شناسایی و محافظت از گونه‌های در خطر انقراض و یا معرفی یک گونه‌ی جدید معرفی کرد [۱۷]. نشانگرهای مولکولی ابزار قدرتمندی برای بررسی ساختار ژنتیکی و اکولوژیکی جمعیت‌های گیاهی فراهم آورده‌اند. شناسایی و معرفی گیاهان دارویی در رویشگاه‌های مختلف از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. نشانگر مولکولی استفاده شده در این مطالعه قادر به تفکیک روابط بین گونه‌ها بوده، همچنین آنالیز داده‌های این تحقیق نشان‌دهنده‌ی تک نیایی بودن گونه‌های زرشک موجود در رویشگاه مورد مطالعه بود.

تشکر و قدردانی

بدینوسیله از اساتید محترم و مسئولین آزمایشگاه دانشکده علوم پایه و فنی مهندسی دانشگاه گنبد کاووس تشکر و قدردانی می‌گردد.

منابع

۸- پارسه، م. ص. ۱۳۹۸. مطالعه‌ی مقایسه‌ای دو گونه‌ی ارس، در چهارباغ (استان گلستان) با گوی نیک جرجلان (استان خراسان شمالی). پایان نامه ارشد. سیستماتیک و اکولوژی. دانشگاه گنبد کاووس.

۱۶- فارسی، م. ج. ذوالعلی، ف. شهریاری. ۱۳۹۴. اصول بیوتکنولوژی گیاهی، انتشارات دانشگاه فردوسی مشهد، ۵۵۴ صفحه.

۱۷- حسنی، س. م. د. آزادفر. ۱۳۹۵. شناسایی گونه‌های گیاهی با استفاده از نشانگرهای نوین مولکولی و تکنیک DNA بارکدینگ. چهارمین همایش ملی انجمن‌های علمی دانشجویی رشته‌های کشاورزی، منابع طبیعی و محیط زیست.



- 1-Rahimi-Madiseh, M. Lorigoini, Z. Zamani-gharaghoshi, H. Rafieian-kopaei, M. 2017. *Berberis vulgaris*: Specifications and traditional uses. Iranian Journal of Basic Medical Sciences 20(5):569-587. DOI:10.22038/IJBMS.2017.8690.
- 2-Mokhber-Dezfuli, N. Saeidnia, S. Gohari, A.R. Kurepaz-Mahmoodabadi, M. 2014. Phytochemistry and Pharmacology of *Berberis* Species. Pharmacognosy Reviews 8(15):8-15. DOI:10.4103/0973-7847.125517.
- 3-Shamsa F, Ahmadiani A, and Khosrokhavar R. 1999. Antihistaminic and anticholinergic activity of barberry fruit (*Berberis vulgaris*) in the guinea-pig ileum. J Ethnopharmacol; 64: 161-166.
- 4-Golmohammadi F, Motamed MK. 2012. A viewpoint toward farm management and importance of barberry in sustainable rural livelihood in desert regions in east of Iran. Afr J Plant Sci ;6:213-21.
- 5-Khan M. 2010. Biological activity and phytochemical study of selected medicinal plants. Department of Plant Sciences Quaid-i-Azam University Islamabad.
- 6-Arayne MS, Sultana N, and Bahadur SS. 2007. The berberis story: *Berberis vulgaris* in therapeutics. Pak J Pharm Sci; 20:83-92.
- 7-Korouri A. A. S., Khoshnevis, M., Matinizadeh, M., (2012). Comprehensive studies of Juniperus species in Iran. Forest, Range and Watershed Management Organization, 450 p.
- ۹- Larkin, M.A., Blackshields, G., Brown, N.P., Chenna, R., McGettigan P.A., McWilliam, H., Valentin, F., Wallace, I.M., Wilm, A., Lopez, R., Thompson, J.D., Gibson, T.J., Higgins, D.G. 2007. Clustal Wand Clustal X version 2.0. Bioinformatics. 23: 2947-2948.
- 10- Edgar, R.C. 2004. MUSCLE: multiple sequence alignment with high accuracy and high throughput. Nucleic Acids Research. 32: 1792-1797.
- 11- Swofford, D. L. 2002. PAUP*: Phylogenetic analysis using parsimony (*and other methods), ver. 4.0b10. Sinauer.
- 12- Ronquist, F. et al. 2012. MrBayes 3.2: efficient Bayesian phylogenetic inference and model choice across a large model space.– Syst. Biol. 61: 539–542.
- 13-Chih-Cheh, Y & Kuo-Fang, C. 2014. Systematics of *Berberis* sect. *Wallichianae* (Berberidaceae) of Taiwan and Luzon with description of three new species, *B. schaaliae* , *B. ravenii* , and *B. pengii*. Phytotaxa 184 (2): 061-099.
- 14-Young-Dong, K. Sung-Hee, K. Leslie-R, L. 2004. Taxonomic and phytogeographic implications from ITS phylogeny in *Berberis* (Berberidaceae). Journal of Plant Research. 175–182.

سومین کنفرانس ملی یافته‌های نوین زیست‌شناسی

3rd National Conference On New Biological Findings

۳ الی ۵ خرداد ۱۴۰۲



دانشگاه کاشمیر و بلوچستان



سومین کنفرانس ملی یافته‌های نوین زیست‌شناسی

ISC

کد اختصاصی:
۰۲۲۳۰۵۶۳۲

15-Bukhari, SMF. Ali, Gh. Abbas, SR. Anjum, Z. Ahmed, N. Munir, A. Wali, A. Ayub, M. Khan, K. Khames, A. Musthafa, M. 2022. Ethnobotanical and Biochemical Study of *Berberis lycium* Royle Collected from Different Areas of Azad Jammu and Kashmir. *Hindawi Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine*. Volume 2021, Article ID 9916305, 9 pages.

ارزیابی تولید نخود آبی در کشور

حسن حیدری^۱

^۱ عضو هیات علمی گروه تولید و ژنتیک گیاهی، دانشکده علوم و مهندسی کشاورزی، دانشگاه رازی، کرمانشاه،
heidari1383@gmail.com

چکیده

نخود از پروتئین‌های گیاهی مهم در جیره غذایی مردم کشور می‌باشد. این گیاه سازگاری خوبی با اقلیم‌های خشک و نیمه‌خشک کشور دارد. تولید نخود آبی بر اساس آمارها طی ۴۰ سال گذشته در سطح کشور مرسوم بوده است، هرچند سطح زیر کشت کمتری نسبت به کشت دیم داشته است. هدف این تحقیق ارزیابی سطح برداشت، تولید و عملکرد نخود آبی در طی ۴۰ سال گذشته در کشور بود. داده‌های مربوط به سطح برداشت، تولید و عملکرد نخود آبی طی ۴۰ سال گذشته و سهم تولید استان‌های مهم در تولید نخود آبی از بانک اطلاعات وزارت جهاد کشاورزی استخراج گردید. سطح برداشت و تولید نخود آبی کشور به ترتیب طی ۴۰ سال گذشته ۰/۸۸ میلیون هکتار و ۰/۹۷ میلیون تن بوده است. روند تولید نخود آبی در کشور طی ۴۰ سال گذشته نشان می‌دهد که سطح برداشت و تولید این گیاه طی ۴۰ سال گذشته کاهش یافته است ولی عملکرد نخود آبی روندی صعودی داشته است که احتمالاً به علت افزایش اطلاعات علمی کشاورزان و دسترسی به نهاده‌ها در زمینه تولید نخود آبی بوده است.

کلمات کلیدی: نخود آبی، پروتئین گیاهی، عملکرد دانه، بانک اطلاعات

Evaluation of irrigated chickpea production in Iran

Hassan Heidari¹

¹Department of Plant Production and Genetics Engineering, Faculty of Agricultural Science and Engineering, Razi University, heidari1383@gmail.com

Abstract

Chickpea is one of the important vegetable proteins in the diet of the people of Iran. This plant is well adapted to the dry and semi-arid climates of the country. According to statistics, the production of irrigated chickpea has been common in the country for the past 40 years, although the cultivated area is less than that of dry land farming. The purpose of this research was to evaluate the area of harvest, production and yield of chickpea in the last 40 years in the country. The data related to the area of harvest, production and yield of chickpea in the last 40 years and the production share of important provinces in the production of chickpea were extracted from the information bank of the Ministry of Agriculture Jihad. During the last 40 years, the area of harvesting and production of chickpea in the country were 0.88 million hectares and 0.97 million tons, respectively. The trend of irrigated chickpea production in the country over the past 40 years shows that the area of harvest and production of this plant has decreased over the past 40 years, but the yield of chickpea has been on an upward trend, which is probably due to the increase in the scientific knowledge of farmers and access to inputs in the field of irrigated chickpea production.

Keywords: Irrigated chickpea, vegetable protein, grain yield, database



نخود گیاهی از خانواده بقولات است که به علت داشتن پروتئین گیاهی در جیره غذایی فقرا نقش مهمی دارد. تولید پروتئین بالای این گیاه بعلاقی قابلیت همزیستی آن با باکتری ریزوبیوم است. تثبیت ازت باعث کاهش مصرف کودهای نیتروژنه می‌شود. استفاده از نخود در تناوب زراعی نه تنها مصرف کودهای ازته را کاهش می‌دهد، بلکه در کاهش آلودگی ناشی از مصرف این کود نیز دخیل می‌باشد [1]. کشت نخود در اکثر نقاط کشور معمول است ولی مناطق عمده کشت آن آذربایجان شرقی و غربی، دشت مغان، قزوین، کرمانشاه، استان فارس، خراسان، کرمان، لرستان، کردستان و استان مرکزی می‌باشد [2]. در بررسی تنوع حبوبات در بوم نظام‌های زراعی ایران گزارش شد که سطح زیر کشت لوبیا، نخود و عدس به ترتیب ۲/۶۴، ۲/۵ و ۱/۱۵ برابر سال ۱۳۶۲ افزایش یافته است اما عملکرد طی این سال‌ها تغییرات چندانی نداشته است. لذا تولید این حبوبات افزایش یافته است [3]. در ایران حدود یک میلیون هکتار از اراضی زراعی به کشت حبوبات آبی اختصاص یافته که ۵۰۰ هزار تن محصول تولید می‌کند. با توجه به این که شرایط اقلیمی کشور مساعد تولید حبوبات است، برنامه‌ریزی برای صادرات و حل مشکلات تولید و تحقیقات این گیاهان لازم می‌باشد [4]. با توجه به مرور منابع می‌توان گفت که ارزیابی روند سطح برداشت، تولید و عملکرد نخود آبی در کشور طی ۴۰ سال گذشته می‌تواند بخشی از مشکلات تولید این گیاه را نمایان کند. لذا این تحقیق به منظور بررسی سطح برداشت، تولید و عملکرد نخود آبی در ایران اجرا گردید.

روش کار

داده‌های مورد نیاز نخود آبی در این تحقیق در بازه زمانی ۱۳۶۰ تا ۱۴۰۰ از بانک آماری وزارت جهاد کشاورزی اخذ گردید. داده‌های استفاده شده شامل میزان تولید (بر حسب میلیون تن)، سطح برداشت (بر حسب میلیون هکتار)، میزان تولید (بر حسب میلیون تن) به تفکیک سال زراعی، سطح برداشت (بر حسب میلیون هکتار) به تفکیک سال زراعی، عملکرد (بر حسب کیلوگرم در هکتار) به تفکیک سال زراعی، سهم تولید پنج استان برتر و سایر استان‌ها در تولید، سطح برداشت به تفکیک استان، عملکرد به تفکیک استان و میزان تولید به تفکیک استان بودند. واحد عملکرد کیلوگرم در هکتار، واحد مساحت برداشت میلیون هکتار و واحد میزان تولید میلیون تن می‌باشد.

نتایج و بحث

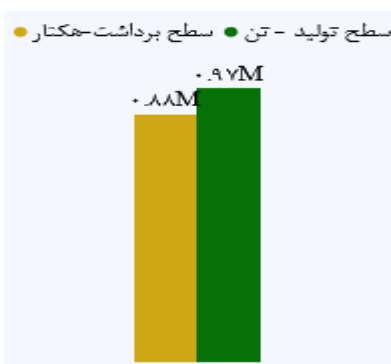
سطح برداشت و میزان تولید نخود آبی: سطح برداشت و میزان تولید نخود آبی به ترتیب ۰/۸۸ میلیون هکتار و ۰/۹۷ میلیون تن بود (شکل ۱).



سطح برداشت، تولید و عملکرد نخود آبی به تفکیک سال زراعی: سطح برداشت و تولید نخود آبی از سال ۱۳۶۰ تا ۱۴۰۰ روند نزولی را نشان می‌دهد، اما عملکرد این گیاه طی ۴۰ سال گذشته روند صعودی داشته است. البته بیشترین افزایش عملکرد مربوط به دهه ۹۰ است (شکل ۲). کاهش سطح زیر کشت در تولید نخود آبی طی ۴۰ سال گذشته احتمالاً به علت سیاست‌های حمایتی از گیاهانی مانند گندم و ذرت و بهبود وضعیت مکانیزاسیون در این گیاهان می‌باشد. با وجود کاهش سطح برداشت نخود آبی اما عملکرد این گیاه در طی یک دهه گذشته افزایش یافته است. افزایش اطلاعات علمی تولیدکنندگان این گیاه و دسترسی آسان به امکانات تولید مانند نهاده‌ها ممکن است در این افزایش بی‌تأثیر نباشد [5].

سهم تولید پنج استان برتر و سایر استان‌ها در تولید نخود آبی: استان فارس، آذربایجان غربی، آذربایجان شرقی، کرمان و مرکزی پنج استان برتر تولید نخود آبی هستند (شکل ۳). با توجه به سازگاری خوب نخود به اقلیم‌های خشک و نیمه‌خشک در استان خشکی مانند کرمان با سامانه کشت آبی می‌توان از گیاه تولید خوبی داشت.

سطح برداشت، تولید و عملکرد نخود آبی به تفکیک استان: بیشترین سطح برداشت و تولید نخود آبی مربوط به استان‌های فارس و آذربایجان است ولی بالاترین عملکرد نخود آبی مربوط به استان مازندران است (شکل‌های ۴، ۵ و ۶). شرایط اقلیمی مناسب مازندران منجر به حداکثر عملکرد نخود آبی در این استان شده است اگرچه استان‌های شمالی حداکثر عملکرد این گیاه را تولید کرده‌اند اما با توجه به این که نخود گیاهی مناسب اقلیم خشک و نیمه‌خشک است در برنامه‌ریزی الگوی کشت این گیاه در شمال کشور جایگاهی ندارد و اقلیم این بخش کشور مناسب گیاهان بارز تر و سازگارتر به این اقلیم مانند برنج است [6].



شکل ۱. سطح تولید و سطح برداشت نخود آبی در کشور (M= میلیون)



سومین کنفرانس ملی یافته‌های نوین زیست‌شناسی

3rd National Conference On New Biological Findings

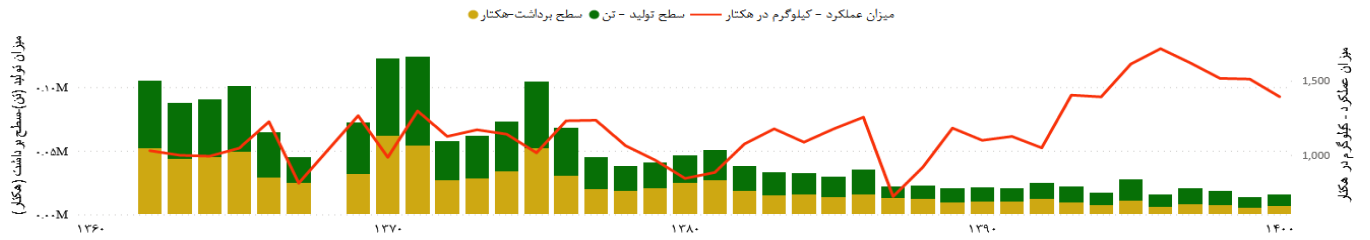
۳ الی ۵ خرداد ۱۴۰۲



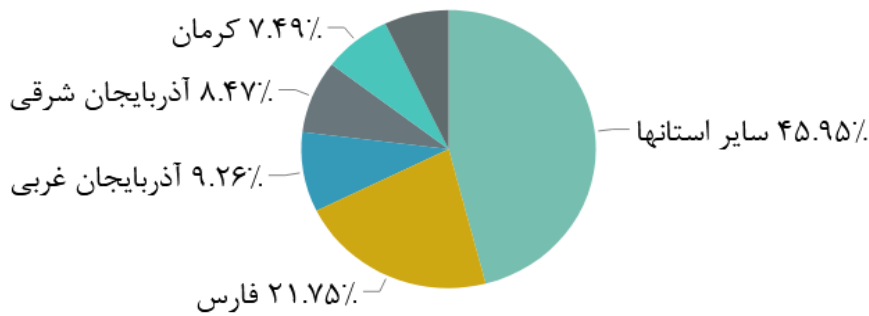
سومین کنفرانس ملی یافته‌های نوین زیست‌شناسی

ISC

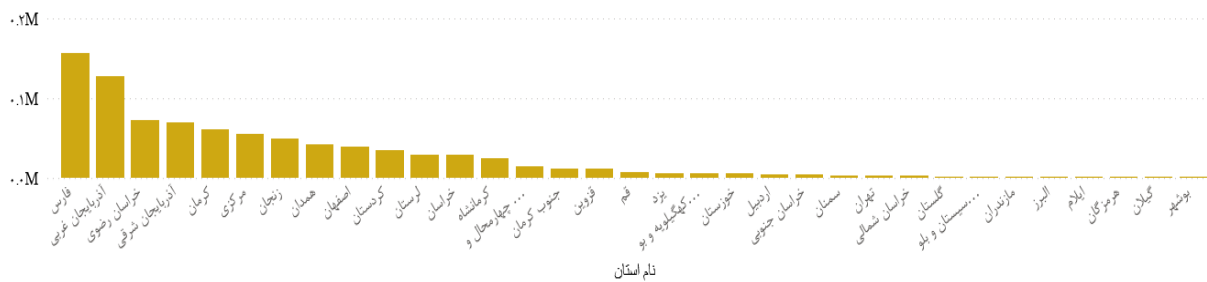
کد اختصاصی: ۵۲۶۳۳-۵۲۶۳۳



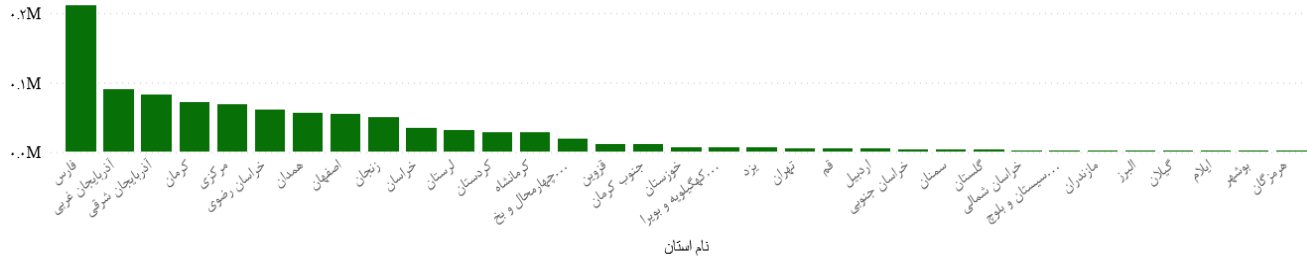
شکل ۲. سطح برداشت، سطح تولید و عملکرد نخود آبی در کشور به تفکیک سال زراعی (M=میلیون)



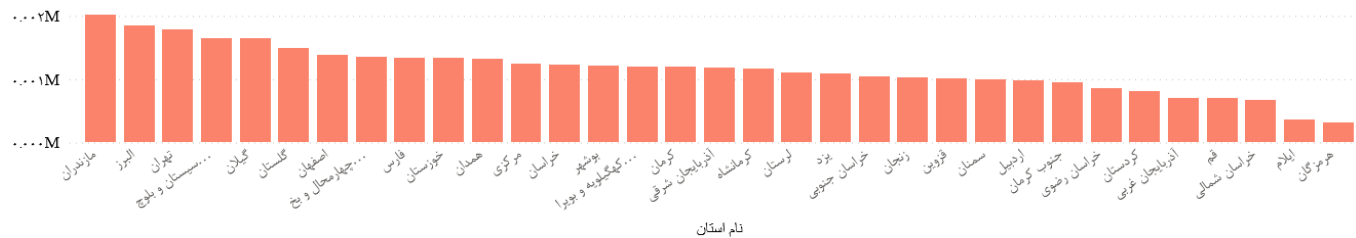
شکل ۳. سهم تولید پنج استان برتر و سایر استان‌ها در تولید نخود آبی



شکل ۴. سطح برداشت (میلیون هکتار) نخود آبی به تفکیک استان (M=میلیون)



شکل ۵. سطح تولید (میلیون تن) نخود آبی به تفکیک استان (M=میلیون)



شکل ۶. عملکرد (کیلوگرم در هکتار) نخود آبی به تفکیک استان (M=میلیون)

نتیجه گیری

سطح برداشت و تولید نخود دیم و آبی در کشور طی ۴۰ سال گذشته روندی کاهشی داشته است، هرچند عملکرد این گیاه در دهه اخیر افزایش یافته است. با توجه به سازگار بودن این گیاه به اقلیم کشور و نقش این گیاه در امنیت غذایی کشور لازم است دلایل کاهش سطح برداشت و تولید نخود آبی در مطالعات بعدی بررسی شود.

منابع

- [1] Cai S, Pittelkow CM, Zhao X, Wang S. (2018). Winter legume-rice rotations can reduce nitrogen pollution and carbon footprint while maintaining net ecosystem economic benefits. *Journal of Cleaner Production*, 195, 289-300. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.05.115>.
- [2] M. Hosseini N. (2004). Food legumes in Iran. Jihad Daneshgahi Publishing Organization, Tehran Branch, Tehran, 240 pages.
- [3] Koocheki A, Nassiri Mahallati M, Najib Nia S, Lalehgani B, Porsa H. (2015). Study of pulse crops biodiversity in agroecosystems of Iran. *Iranian Journal Pulses Research*, 6(2), 19-30. [10.22067/ijpr.v1394i2.44408](https://doi.org/10.22067/ijpr.v1394i2.44408)

سومین کنفرانس ملی یافته‌های نوین زیست‌شناسی

3rd National Conference On New Biological Findings

۳ الی ۵ خرداد ۱۴۰۲



- [4] Sepahvand Niaz A. (2014). Research and production program of irrigated legumes and its challenges. the first national conference of legumes, Mashhad, <http://civilica.com/doc/54522>
- [5] Dash PK, Rai R. (2022). Green revolution to grain revolution: Florigen in the frontiers. *Journal of Biotechnology*, 343, 38-46. <https://doi.org/10.1016/j.jbiotec.2021.10.002>.
- [6] Joseph M, Moonsammy S, Davis H, Warner D, Adams A, Timothy Oyedotun TD. (2023). Modelling climate variabilities and global rice production: A panel regression and time series analysis. *Heliyon*, 9, e15480. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2023.e15480>.



سومین کنفرانس ملی یافته‌های نوین زیست‌شناسی

3rd National Conference On New Biological Findings

۳ الی ۵ خرداد ۱۴۰۲



دانشگاه گیلان و بوستان



سومین کنفرانس ملی
یافته‌های نوین زیست‌شناسی

ISC

کد اختصاصی:
۰۲۲۳۰۵۰۶۳۲

بررسی وضعیت تولید نخود در دیمزارهای کشور

حسن حیدری^۱

^۱ عضو هیات علمی گروه تولید و ژنتیک گیاهی، دانشکده علوم و مهندسی کشاورزی، دانشگاه رازی، کرمانشاه،
heidari1383@gmail.com

چکیده

نخود جز مهمترین حبوبات، سرشار از پروتئین و سازگار به اقلیم ایران می باشد. این دنیا به علت همزیستی با باکتری ریزوبیوم قابلیت تثبیت ازت دارد و لذا در تناوب زراعی دیمزارها با غلاتی مانند گندم نقش مهمی ایفا می‌کند. در این تحقیق میزان تولید، سطح برداشت و عملکرد نخود دیم در طی ۴۰ سال گذشته در کشور بررسی شد. داده های مربوطه از بانک اطلاعات جهاد کشاورزی استخراج گردید. کل تولید و سطح برداشت کشور در طی این سالها به ترتیب ۷/۹۸ میلیون تن و ۱۸/۹ میلیون هکتار بود. کمترین سطح برداشت و تولید مربوط به دهه ۶۰ بود. عملکرد گیاه در طی این سالها نوسانات شدیدی داشته است. استان کرمانشاه در بین استان های تولید کننده نخود دیم با ۲۸/۲۹ درصد بالاترین میزان تولید را داشته است. با توجه به نوسانات عملکرد نخود در دیمزارهای کشور لازم است تدابیر لازم جهت افزایش ثبات تولید این گیاه به عمل آید.

کلمات کلیدی: نخود دیم، سطح برداشت، عملکرد، ثبات تولید



Investigating the status of chickpea production in Iran dry lands

Hassan Heidari¹

¹Department of Plant Production and Genetics Engineering, Faculty of Agricultural Science and Engineering, Razi University, heidari1383@gmail.com

Abstract

Chickpea is one of the most important legumes, rich in protein and adapted to Iran's climate. Due to its symbiosis with rhizobium bacteria, this plant has the ability to fix nitrogen and therefore plays an important role in the crop rotation of dry lands with cereals such as wheat. In this research, the amount of production, harvesting area and yield of dry land chickpea during the last 40 years in the country were investigated. The relevant data were extracted from the Agriculture Jihad Information Bank. The total production and harvesting area of the country during these years were 7.98 million tons and 18.9 million hectares, respectively. The lowest area of harvest and production was in the 60s. The yield of the plant has fluctuated greatly over the years. Kermanshah province has the highest amount of production among the dry land chickpea producing provinces with 28.29%. Due to the fluctuations in the yield of chickpea in the country's dry lands, it is necessary to take necessary measures to increase the stability of the production of this plant.

Keywords: Dry land chickpea, harvesting area, yield, production stability



نخود (*Cicer arietinum* L.) گیاهی یکساله و روز بلند است که در شبه قاره هند، غرب آسیا، شمال آفریقا، آمریکا و استرالیا به صورت عمده کشت می‌شود. هندوستان بالاترین سطح زیر کشت نخود را در جهان دارد. کشت نخود در اکثر نقاط ایران معمول است ولی مهمترین مناطق کشت نخود استان‌های آذربایجان شرقی و غربی، قزوین، کرمانشاه، فارس، خراسان، کرمان، لرستان، کردستان و مرکزی می باشند [1]. در دهه های اخیر سطح زیر کشت نخود در ایران حدود ۳ برابر شده است اما عملکرد آن از ۶۱۰ به ۵۰۰ کیلوگرم در هکتار کاهش یافته است. دلیل این کاهش، اختصاص اراضی کم بازده به کشت نخود دیم دانسته‌اند. به علاوه یک سری عوامل مانند عملیات زراعی غیر مکانیزه، خشکی و سیاست های دولت در این زمینه بی‌تاثیر نبوده است [2]. در مطالعه تاثیر عوامل آب و هوایی بر عملکرد نخود مشاهده شد که سرعت باد، بارش و آبیاری از مهمترین عوامل موثر بر عملکرد نخود بودند لذا پیشنهاد گردید از ارقام مقاوم به خشکی استفاده شود و از مدیریت منابع آبی جهت ذخیره رطوبت خاک برای افزایش عملکرد این گیاه در استان‌هایی مانند کرمانشاه، لرستان کردستان و آذربایجان غربی استفاده شود [3]. نخود از حبوبات با ارزش از نظر تغذیه و مهم از نظر تولید پایدار در زراعت مناطق دیم میباشد. لازم است وضعیت تولید و عوامل موثر بر میزان تولید این گیاه در سطح کشور مشخص شوند. بررسی وضعیت سطح کشت و عملکرد این گیاه که تابع تمام شرایط محیطی موثر بر تولید آن است، می تواند راهنمای خوبی برای مدیران بخش کشاورزی باشد. لذا این مطالعه به منظور بررسی روند تولید، عملکرد و سطح برداشت نخود در دیمزارهای کشور طراحی گردید.

روش کار

داده‌های مربوط به نخود دیم در این مطالعه در فاصله زمانی ۱۳۶۰ تا ۱۴۰۰ از بانک اطلاعات وزارت جهاد کشاورزی استخراج گردید. داده‌های استخراج شده شامل میزان تولید (برحسب میلیون تن)، سطح برداشت (بر حسب میلیون هکتار)، میزان تولید (برحسب میلیون تن) به تفکیک سال زراعی، سطح برداشت (بر حسب میلیون هکتار) به تفکیک سال زراعی، عملکرد (بر حسب کیلوگرم در هکتار) به تفکیک سال زراعی، سهم تولید پنج استان برتر و سایر استان‌ها در تولید، سطح برداشت به تفکیک استان، عملکرد به تفکیک استان و میزان تولید به تفکیک استان بودند. واحد عملکرد کیلوگرم در هکتار، واحد مساحت برداشت میلیون هکتار و واحد میزان تولید میلیون تن می باشد.

نتایج و بحث

میزان تولید و سطح برداشت نخود دیم: سطح برداشت نخود دیم در کشور طی ۴۰ سال گذشته ۱۸/۹ میلیون هکتار بوده است در همین دوره زمانی ۷/۹۸ میلیون تن نخود از اراضی دیم کشور برداشت شده است (شکل ۱).

سطح برداشت، تولید و عملکرد نخود دیم به تفکیک سال زراعی: برداشت نخود دیم از سال ۱۳۶۰ تا ۱۴۰۰ نشان می‌دهد که دهه شصت کمترین سطح زیر کشت و تولید نخود دیم را داشته است (شکل ۲). در دهه‌های بعدی سطح برداشت و تولید نخود افزایش یافته است هرچند دارای نوساناتی بوده است. عملکرد نخود دیم در مقایسه با سطح برداشت و تولید نوسانات شدیدتری را طی ۴۰ سال گذشته تجربه کرده است. نوسانات شدید عملکرد این گیاه را میتوان به شرایط غیر قابل کنترل دیمزارها مانند خشکی نسبت داد که لازم است با روشهایی مانند خاکورزی حفاظتی و خاکپوش‌ها از رطوبت خاک حفاظت شود [4]. در مطالعه روند تغییرات عملکرد غلات کشور در طی ۵۰ سال گزارش شد که شرایط متغیر دیم باعث نوسانات عملکرد گندم دیم شده است [5].

سهم تولید پنج استان برتر و سایر استان‌ها در تولید نخود دیم: کرمانشاه، لرستان، آذربایجان غربی، کردستان و آذربایجان شرقی به ترتیب بالاترین تولید کننده نخود دیم در کشور هستند (شکل ۳). با توجه به وضعیت اقلیمی این استان‌ها در سال‌های اخیر از نظر کاهش مقدار بارش لازم است مدیران بخش کشاورزی، توجه خاصی به این استان‌ها داشته باشند تا سطح تولید بهبود یابد.

سطح برداشت، تولید و عملکرد نخود دیم به تفکیک استان: نتایج شکل‌های ۴ و ۵ مربوط به سطح برداشت و تولید نخود دیم به تفکیک استان نشان می‌دهد که کرمانشاه و لرستان بیشترین سطح برداشت و تولید نخود دیم را به خود اختصاص داده‌اند. از نظر عملکرد مازندران و گلستان بالاترین عملکرد نخود دیم را دارند (شکل ۶) که به علت وضعیت بارش مناسب‌تر این استان‌ها در کشور است [6].

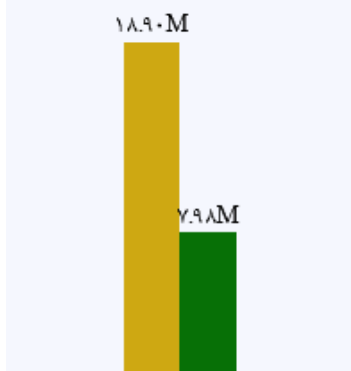


سومین کنفرانس ملی یافته‌های نوین زیست‌شناسی

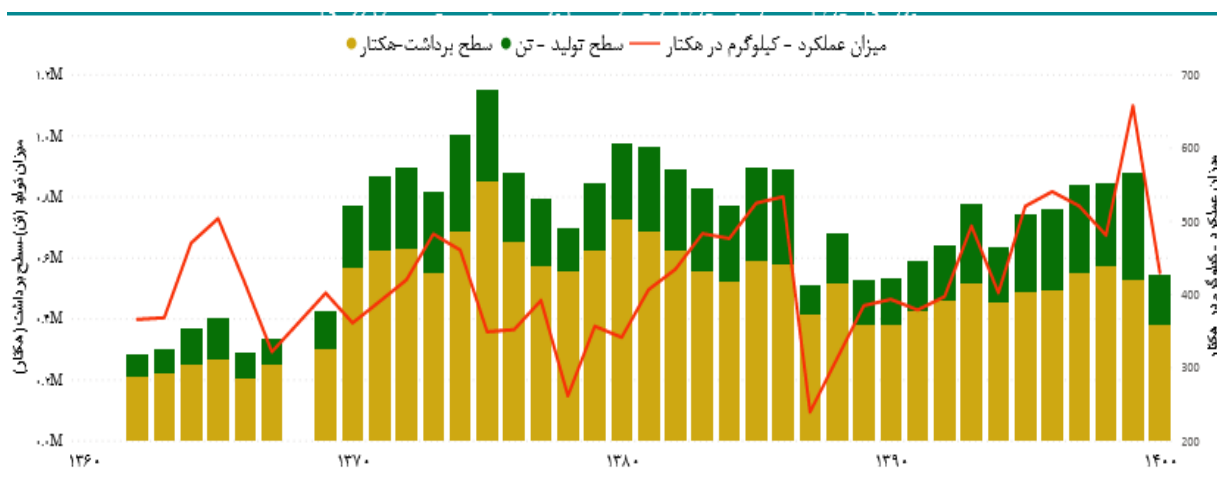
3rd National Conference On New Biological Findings

۳ الی ۵ خرداد ۱۴۰۲

● سطح برداشت-هکتار ● سطح تولید - تن



شکل ۱. سطح تولید و سطح برداشت نخود دیم در کشور (M= میلیون)

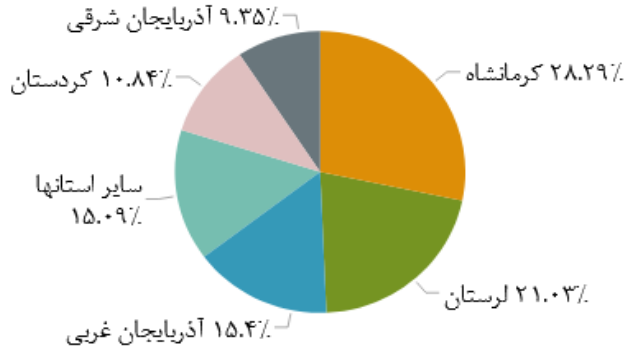


شکل ۲. سطح برداشت، سطح تولید و عملکرد نخود دیم در کشور به تفکیک سال زراعی (M= میلیون)

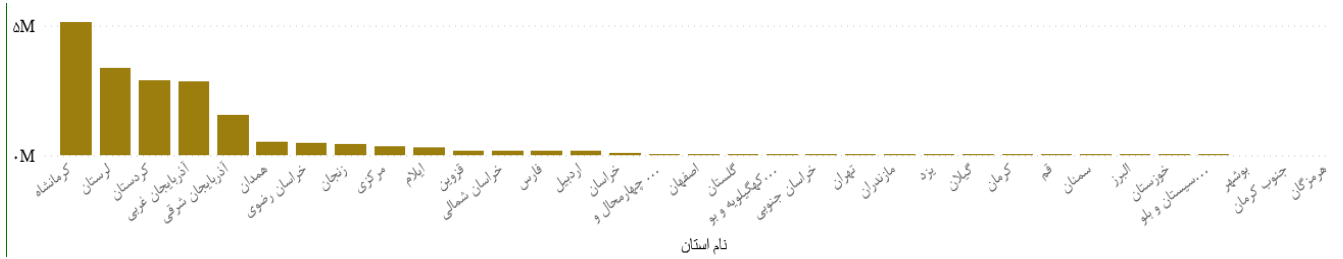
سومین کنفرانس ملی یافته‌های نوین زیست‌شناسی

3rd National Conference On New Biological Findings

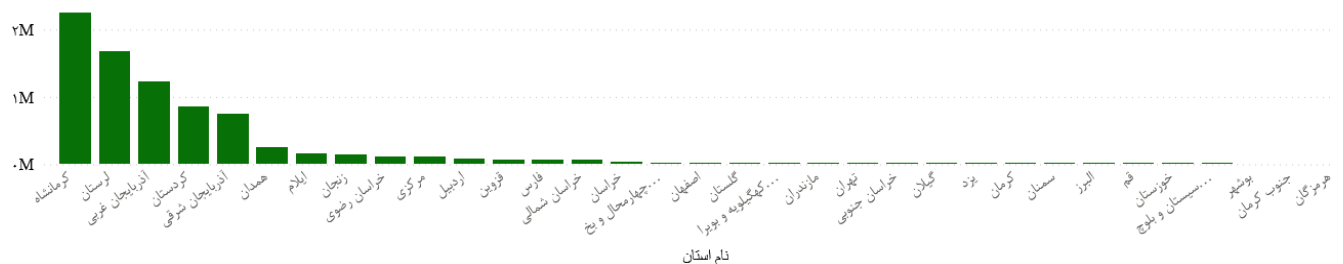
۳ الی ۵ خرداد ۱۴۰۲



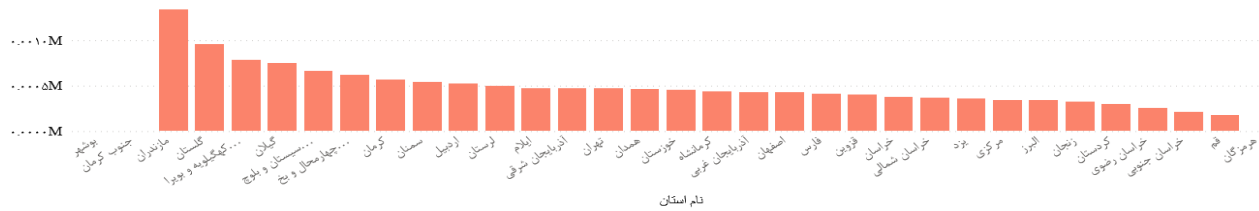
شکل ۳. سهم تولید پنج استان برتر و سایر استان‌ها در تولید نخود دیم



شکل ۴. سطح برداشت (میلیون هکتار) نخود دیم به تفکیک استان (M=میلیون)



شکل ۵. سطح تولید (میلیون تن) نخود دیم به تفکیک استان (M=میلیون)



شکل ۶. عملکرد (کیلوگرم در هکتار) نخود دیم به تفکیک استان (M= میلیون)

نتیجه‌گیری

با توجه به نوسانات شدید عملکرد نخود در دیم‌زارهای کشور طی ۴۰ سال گذشته لازم است عوامل مؤثر بر ثبات عملکرد در این دیمزارها که احتمالاً عوامل آب‌وهوایی هستند، شناسایی گردند و راهکارهای مناسبی برای مقابله با این عوامل بکار روند. جمع‌آوری آب باران و ذخیره‌سازی رطوبت در خاک با روشهایی مانند خاک‌ورزی حفاظتی و خاکپوش می‌تواند از پیشنهادات برای مدیران زراعت دیم نخود کشور باشد.

منابع

- [1] M. Hosseini N. (2004). Food legumes in Iran. Jihad Daneshgahi Publishing Organization, Tehran Branch, Tehran, 240 pages.
- [2] Kannouni H. (2015). The current situation and future prospects of chickpea cultivation and production in the country. the 6th National Legume Conference of Iran, Khorramabad, Iran, <http://civilica.com/doc/486294>
- [3] Dashti G, Alefi K, Ghahremanzadeh M. (2020). The effect of climatic variables on probability of pea cultivating decision and its yield in Iran: application of spatial heckman model. *Agricultural Economics and Development*, 27(4), 145-171. doi: 10.30490/aead.2020.252691.0
- [4] Lal R, Stewar BA. (2012). Soil water and agronomic productivity. CRC Press.
- [5] Zarea Feizabadi A, Koocheiki A, Nasiri mahalati M. (2006). Trend analysis of yield, production and cultivated area of cereal in Iran during the last 50 years and prediction of future situation. *Iranian Journal of Field Crops Research*, 4(1), 49-70. doi: 10.22067/gsc.v4i1.1318
- [6] Iran's Meteorological Organization. (2022). Meteorological data, December 1 2022, from <https://www.irimo.ir/>.

مطالعه اثر انواع خاکپوش بر محتوای پروتئین و برخی آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی گیاه آفتابگردان

آزاده نیرومند^{۱*}، سید منصور سیدنژاد^۲ علیرضا ابدالی مشهدی^۳، الناز احمدخانی^۲

۱. گروه زیست‌شناسی، دانشگاه پیام نور، تهران، ایران.

۲- گروه زیست‌شناسی، دانشکده علوم، دانشگاه شهید چمران اهواز، اهواز، ایران.

۳- دانشیار، گروه مهندسی تولید و ژنتیک گیاهی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع

طبیعی خوزستان، اهواز، ایران.

*a_niroomand@pnu.ac.ir

چکیده

آفتابگردان (*Helianthus annuus* L.) متعلق به تیره آستراسه بوده که دارای عملکرد روغن زیاد در واحد سطح است. این گیاه به عنوان پنجمین منبع تولید جهانی روغن و چربی گیاهی به شمار می‌آید. مالچ یا خاکپوش به هر ماده‌ای جهت پوشاندن سطح خاک اطراف گیاه اطلاق می‌شود، با توجه به محاسن زیاد آن از انواع خاکپوش در کشت گیاهان مختلف استفاده می‌شود. آزمایشی به صورت فاکتوریل بر پایه طرح پایه بلوکهای کامل تصادفی با سه تکرار در شهرستان باوی خوزستان اجرا شد. در این تحقیق اثرات خاکپوش‌های مختلف شامل (بدون مصرف خاکپوش، کاه و کلش گندم، پوشش سبز ماش، پلاستیک سفید و پلاستیک مشکی) و شیوه کاشت شامل (کشت درون جوی، کشت روی پشته و روی سطح صاف) بر برخی صفات فیزیولوژیک آفتابگردان از جمله محتوای پروتئین، آنزیم‌های کاتالاز، پراکسیداز و آسکوربات پراکسیداز، مالون دی‌آلدئید در دوره گلدهی مورد بررسی قرار گرفت. نتایج آنالیز واریانس مشخص نمود که اثر متقابل برخی صفات معنی‌دار بودند، بالاترین مقدار مالون دی‌آلدئید با کاشت بر روی پشته و عدم کاربرد خاکپوش به دست آمد و کم‌ترین فعالیت آنزیم پراکسیداز در کشت درون جوی و پوشش سبز ماش مشاهده شد.

کلمات کلیدی: آفتابگردان، خاکپوش، پراکسیداز

Studying the effects of mulch on protein content and some antioxidant enzymes of sunflower plant

Azadeh Niroomand¹, Seyyed Mansour Seyyed nejad², Alireza Abdali Mashhadi³, Elnaz Ahmadkhani²

1*- Department of Biology, Payame noor University, Tehran, Iran.

2- Department of Biology, Faculty of Science, Shahid Chamran University of Ahvaz, Ahvaz, Iran.

3- Associate Professor, Department of Plant Production and Genetics, Faculty of Agriculture, Agricultural Sciences and Natural Resources University of Khuzestan.

Abstract

Sunflower (*Helianthus annuus* L.) belongs to Asteraceae family which has a high yield of oil per unit area. This plant is considered as the fifth source of vegetable oil production in the world. Mulch refers to any material to cover the surface of the soil around the plant. Due to its great merits, various types of mulch are used in the cultivation of different plants. A factorial experiment based on the basic design of randomized complete blocks with three repetitions was carried out in Bavi city of Khuzestan. In this research, the effects of different mulches and planting method on some traits Sunflower physiology including protein content, catalase, peroxidase and ascorbate peroxidase enzymes, malondialdehyde was investigated during the Sunflower physiology including protein content, catalase, peroxidase and ascorbate peroxidase enzymes, malondialdehyde was investigated during the flowering period. The results of variance analysis indicated that the interaction effect of some traits were significant. The highest amount of malondialdehyde was obtained by control sample, and the lowest activity of peroxidase enzyme was observed in mung bean green cover.

Keywords: sunflower, mulch, peroxidase



مقدمه

به عنوان یک فناوری مهم برای بهبود کیفیت و عملکرد محصولات زراعی، مالچ پاشی در دسته های کشت بسیاری از محصولات زراعی استفاده شده است. مالچ پاشی در کشاورزی مدرن به طور گسترده مورد توجه قرار گرفته است. از آنجایی که کاهش آب و شوری خاک از محدودیت‌های اصلی تولید محصولات زراعی هستند، مالچ کاه به دلیل نقشی که در حفظ آب خاک و کاهش شوری خاک دارد، می‌تواند برای افزایش عملکرد و بهره‌وری آب مفید باشد. با این حال، استفاده گسترده از پلاستیک برای مالچ پاشی نگرانی‌های زیست محیطی شدیدی را ایجاد کرده است. بنابراین، توسعه مالچ زیست تخریب پذیر نشان دهنده نیاز نوظهور برای کشاورزی آینده است [3]. حفظ تولید مواد غذایی بدون بدتر شدن کیفیت محیطی یک چالش است. مالچ پاشی می‌تواند با موفقیت حفظ رطوبت خاک را بهبود بخشد، از فرسایش باد جلوگیری کند، علفهای هرز را سرکوب کند، مواد مغذی را بازیافت کند و ساختار خاک را بهبود بخشد. آفتابگردان (*Helianthus annuus L.*) نقش مهمی در تامین روغن نباتی مورد نیاز کشور دارد و روغن آفتابگردان در میان پنج محصول مهم روغنی که در سراسر جهان کشت میشود، اهمیت دارد [4]. چربیها و روغنهای بخشی از مصارف نرمال روزانه هستند، همچنین منبع اصلی انرژی هستند و مواد مغذی مهم در رژیم غذایی انسان هستند. روغن های خوراکی در آشپزی و داروهای سنتی برای درمان برونشیت، ادم، سرماخوردگی، سرفه و سوختگی استفاده می‌شود و همچنین آن‌ها نقش مهمی در بدن به عنوان حامل اسیدهای چرب ضروری دارند که در بدن سنتز نمیشوند اما ضروری اند که از طریق رژیم غذایی جهت حفظ یک پارچگی غشای سلولی و آنها همچنین برای سنتز ترکیباتی که دارای عملکردهای حیاتی برای عملکرد بدن ضروری هستند. شرایط آب و هوایی گرم و خشک تأثیر منفی بر عملکرد آفتابگردان دارد. دانه ها حاوی ۲۲-۵۵ درصد روغن هستند که دارای مقادیر بالایی از اسیدهای چرب غیر اشباع است. محصولات جانبی از استخراج روغن آفتاب گردان با ارزش است و منبع بالقوه اجزاء، مانند کربوهیدرات، پروتئین و فنل ها که میتوانند در صنایع غذایی استفاده شوند [5].

اهمیت آفتابگردان در ایران به عنوان یک گیاه روغنی در سال ۱۳۴۷ با وارد کردن ارقام خارجی و پر محصول آشکار گردید. آفتابگردان یکی از مهم‌ترین گیاهان زراعی جهت تولید روغن خوراکی در سطح جهان است که در سطح وسیعی کشت می‌گردد. حدود هشت درصد از کل تولید روغن جهان به آفتابگردان اختصاص دارد. از این جهت شناسایی روشهای بهبود عملکرد این گیاه از اهمیت ویژه ای برخوردار است. یکی از روش های افزایش تولید، افزایش تولید در واحد سطح است. از جمله این راه ها میتوان به مالچ بقایای گیاهی و مالچ پلاستیکی اشاره کرد. امروزه استفاده از روشهای غیر شیمیایی و سازگار با محیط زیست برای کنترل علفهای هرز و تامین نیازهای گیاه و بهبود کیفیت محصولات کشاورزی و در نتیجه سلامت مصرف کنندگان رو به گسترش است [۲].



مالچ به عنوان یک پدیده نوین در کشاورزی موجب تغییر بنیادین در استفاده از سموم شیمیایی شده و علاوه بر کنترل علفهای هرز در مزارع، توانسته از طریق تولید یک لایه پوششی در سطح خاک از فرسایش خاک نیز جلوگیری کرده و افزایش نفوذ آب در لایه های خاک را موجب گردد. همچنین استفاده از مالچ گیاهان می تواند مواد غذایی خاک را جبران نموده و نیتروژن آلی خاک را نیز افزایش دهد. هدف از این پژوهش بررسی اثر انواع خاک پوش و روش های کاشت بر محتوای پروتئین و فعالیت آنزیم های آنتی اکسیدانی مانند آسکوربات پراکسیداز، کاتالاز، پراکسیداز می باشد.

روش کار

این آزمایش در مزرعه تحقیقاتی دانشگاه کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان واقع در ملائانی، 30 کیلومتری شمال شرقی اهواز اجرا گردید. آزمایش به صورت فاکتوریل در قالب طرح پایه بلوک های کامل تصادفی با سه تکرار اجرا شد. فاکتورهای آزمایشی شامل انواع مالچ (کاه و کلش گندم، پلاستیک سفید، ماش، پلاستیک مشکی و عدم کاربرد) و الگوی کاشت (کشت درون جوی، کشت روی پشته و روی سطح صاف) اجرا شد.

برای سنجش میزان پروتئین های سیتوپلاسمی از روش لوری اصلاح شده انجام شد. بدین منظور یک گرم از نمونه تر گیاه با پنج میلی لیتر بافر فسفات پتاسیم 0/1 مولار ($pH = 4/7$) تا ایجاد یک مخلوط همگن ساییده شد. عصاره های پروتئینی حاصل به میکروتیوپ های مخصوص سانتریفیوژ منتقل و با استفاده از دستگاه سانتریفیوژ یخچال دار در دمای چهار درجه سانتی گراد و با سرعت 1500 rpm به مدت 25 دقیقه سانتریفیوژ شدند. برای سنجش میزان پروتئین عصاره های استخراج شده، ابتدا عصاره های پروتئینی به نسبت 1:10 رقیق شد. از عصاره ی رقیق شده یک میلی لیتر به لوله آزمایش اضافه شد. سپس پنج میلی لیتر معرف ABC به لوله آزمایش اضافه و با محتویات لوله کاملاً مخلوط شد. به هر لوله سه میلی لیتر از معرف فولن رقیق شده اضافه شد. در پایان نمونه ها به مدت 45 دقیقه در دمای اتاق نگهداری شدند. پس از این مدت میزان جذب نوری آن ها در طول موج 660 نانومتر خوانده شد. در نهایت با استفاده از معادله خط منحنی استاندارد، غلظت پروتئین هر نمونه بر حسب میلی گرم در لیتر و سپس در یک گرم وزن تر بافت گیاهی محاسبه شد [6]. جهت محاسبه میزان فعالیت آنزیم کاتالاز ابتدا 2/5 میلی لیتر بافر فسفات پتاسیم 0/05 مولار درون کووت ریخته شد و 100 میکرو لیتر آب اکسیژنه 1 درصد به آن اضافه گردید، بلافاصله 100 میکرو لیتر از عصاره آنزیمی به آن افزوده شد. منحنی تغییرات جذب در طول موج 240 نانومتر با استفاده از دستگاه اسپکتروفتومتر در مدت زمان 3 دقیقه (هر 10 ثانیه یک جذب) رسم گردید. فعالیت آنزیم بر حسب تغییرات واحد جذب در دقیقه به ازای هر میلی گرم پروتئین محاسبه گردید [7].

به منظور سنجش میزان فعالیت آنزیم آسکوربات پراکسیداز 2/5 میلی لیتر از تامپون فسفات پتاسیم 0/5 مولار درون کووت ریخته شد، سپس 100 میکرو لیتر آسکوربات 0/5 میلی مولار به آن اضافه گردید. آنگاه 100



میکرولیتر از محلول EDTA ۰/۱ میلی‌مولار به آن شد، سپس ۲۰۰ میکرولیتر آب اکسیژنه یک درصد اضافه شد. بعد از اضافه کردن ۱۰۰ میکرولیتر عصاره آنزیمی فوراً فعالیت آنزیم در طول موج ۲۹۰ نانومتر در ۳ دقیقه (هر ۱۰ ثانیه یک جذب) اندازه‌گیری گردید. فعالیت آنزیم برحسب تغییرات واحد جذب در دقیقه به ازای هر میلی‌گرم پروتئین محاسبه گردید [۸]. اندازه‌گیری میزان فعالیت آنزیم پراکسیداز به این ترتیب انجام شد که: دو میلی‌لیتر تامپون استات ۰/۲ مولار با ۰/۲ میلی‌لیتر آب اکسیژنه ۰/۳ درصد و ۰/۱ میلی‌لیتر بنزیدین ۰/۰۲ مولار محلول در متانول ۵۰ درصد در حمام یخ مخلوط شدند، سپس ۰/۱ میلی‌لیتر (۱۰۰ میکرولیتر) عصاره آنزیمی به آن اضافه شد. جذب نمونه‌ها در طول موج ۵۳۰ نانومتر به مدت سه دقیقه (هر ۱۰ ثانیه یک جذب) ثبت گردید. بر اساس شیب منحنی جذب، فعالیت آنزیم برحسب تغییرات واحد جذب در دقیقه به ازای هر میلی‌گرم پروتئین محاسبه شد [۹]. به منظور اندازه‌گیری مالون دی‌آلدئید بر اساس روش Davey et al., 2005 انجام شد [۱۰]. تجزیه آماری داده‌ها، شامل تجزیه واریانس، مقایسه میانگین‌ها با استفاده از نرم افزار SAS انجام شد.

نتایج

اثر اصلی خاک‌پوش بر پروتئین‌های سیتوپلاسمی معنی‌دار شد (جدول ۱). مقایسه میانگین نشان داد که بیش‌ترین و کم‌ترین مقدار پروتئین‌های سیتوپلاسمی به ترتیب با کاربرد پلاستیک سیاه و سفید با ۴۰ درصد اختلاف به دست آمد (جدول ۲). بیش‌ترین غلظت آسکوربات پراکسیداز در کشت درون جوی و خاک‌پوش سبز ماش با کم‌ترین غلظت آن در کشت مسطح و خاک‌پوش سبز ماش حدود ۶۰۰ درصد اختلاف داشت (جدول ۲). بیش‌ترین غلظت پراکسیداز با کاشت روی پشته و خاک‌پوش سبز ماش و کم‌ترین غلظت از شیوه کاشت در درون جوی و خاک‌پوش سبز ماش به دست آمد (جدول ۲). اثر اصلی شیوه کشت بر فعالیت کاتالاز اثر معنی‌دار داشت (جدول ۱). بالاترین فعالیت کاتالاز در کشت درون جوی مشاهده شد که با کم‌ترین میزان فعالیت کاتالاز در کشت روی پشته ۷۵ درصد اختلاف داشت (جدول ۲). اثر متقابل میان انواع مالچ و الگوی کاشت مختلف بر میزان مالون دی‌آلدئید اختلاف آماری معنی‌دار نشان داد (جدول ۱).

جدول ۱: تجزیه واریانس مربوط به صفات مورد بررسی در مرحله گلدهی آفتابگردان

میانگین مربعات

منابع تغییرات	درجه آزادی	پروتئین	مالون دی‌آلدئید	آسکوربات پراکسیداز	پراکسیداز	کاتالاز
بلوک	2	4.3 ^{ns}	3.24 ^{ns}	0.00056449 ^{ns}	0.00005020 ^{ns}	0.00000269 ^{ns}

سومین کنفرانس ملی یافته‌های نوین زیست‌شناسی

3rd National Conference On New Biological Findings

۳ الی ۵ خرداد ۱۴۰۲



0.00001155 ^{ns}	0.00031776 ^{ns}	0.00200198*	30.1 ^{ns}	352**	4	خاک پوش
0.00003551*	0.00202078**	0.00884740**	190**	28 ^{ns}	2	شیوه کاشت
0.00001186 ^{ns}	0.00089170**	0.00141357*	382**	26.2 ^{ns}	8	خاک پوش × شیوه کاشت
0.00000779	0.00012181	0.00058545	12.9	23.7	28	خطا
58.5	68.5	58.6	11.9	10.1		ضریب تغییرات (%)

ns, **, * به ترتیب غیرمعنی دار و معنی دار در سطح ۵۱ درصد

جدول ۲: مقایسه میانگین بر همکنش الگوی کاشت و خاکپوش بر برخی صفات فیزیولوژیک آفتابگردان

کاتالاز	پراکسیداز	آسکوربات پراکسیداز	مالون دی آلدئید	پروتئین	خاکپوش	شیوه خاک
تغییرات جذب در دقیقه بر میلی گرم پروتئین)	تغییرات جذب در دقیقه بر میلی گرم پروتئین)	تغییرات جذب در دقیقه بر میلی گرم پروتئین)	میلی مول بر گرم وزن تر	میلی گرم در گرم وزن تر)		
0.022884 ^a	0.006737 ^{cd}	0.03120 ^{bcd}	20.2 ^d	45.095 ^{edf}	عدم کاربرد	
0.003436 ^b	0.006445 ^{cd}	0.01437 ^d	30.2 ^b	50.486 ^{bcd}	پوشش سبز ماش	
0.004012 ^b	0.005264 ^{cd}	0.03092 ^{bcd}	21.5 ^{cd}	50.291 ^{bcd}	کاه و کلش گندم	مسطح
0.004081 ^b	0.008790 ^{cd}	0.07277 ^{ab}	27.9 ^{bc}	55.346 ^{abc}	پلاستیک سیاه	
0.007075 ^b	0.006663 ^{cd}	0.02407 ^{cd}	41.8 ^a	45.514 ^{efd}	پلاستیک سفید	
0.005407 ^b	0.002839 ^d	0.06656 ^{abc}	27.9 ^{bc}	46.212 ^{def}	عدم کاربرد	
0.009301 ^b	0.001736 ^d	0.10342 ^a	18.9 ^d	44.201 ^{def}	پوشش سبز ماش	درون جوی



0.006322 ^b	0.010766 ^{cd}	0.07272 ^{ab}	30.7 ^b	45.151 ^{def}	کاه و کلش گندم	
0.009036 ^b	0.020171 ^{bcd}	0.08371 ^a	21.9 ^{cd}	60.095 ^a	پلاستیک سیاه	
0.002938 ^b	0.026673 ^{bc}	0.01458 ^d	39.3 ^a	37.441 ^f	پلاستیک سفید	
0.002828 ^b	0.039158 ^b	0.02232 ^{cd}	42.9 ^a	44.061 ^{efd}	عدم کاربرد	
0.004439 ^b	0.065977 ^a	0.02119 ^{cd}	39.6 ^a	50.57 ^{bcd}	پوشش سبز ماش	
0.003551 ^b	0.008722 ^{cd}	0.02570 ^{cd}	40.9 ^a	46.324 ^{cdef}	کاه و کلش گندم	روی پشته
0.005270 ^b	0.022726 ^{bcd}	0.02060 ^{cd}	32.0 ^b	58.95 ^{ab}	پلاستیک سیاه	
0.002526 ^b	0.008946 ^{cd}	0.01518 ^d	15.4 ^d	40.933 ^{ef}	پلاستیک سفید	

در هر ستون و برای هر میانگین که دارای حروف مشترک هستند اختلاف معنی داری با یکدیگر ندارند. (LSD 0.05)

بحث

پروتئین‌های سیتوپلاسمی

خاک پوش پلاستیک سیاه ممکن است شرایط میکروکلیمایی ایجاد نموده باشد که باعث افزایش پروتئین‌های سیتوپلاسمی گردد. تنش‌های اسمزی می‌توانند منجر به تغییر در غلظت پروتئین‌های سیتوپلاسمی شوند، که بر تعادل آنزیم‌ها و در نتیجه عملکرد آن‌ها تأثیر می‌گذارد. گزارشاتی مبنی بر کاهش میزان mRNA مسئول بیوسنتز روبیسکو با افزایش سن برگ وجود دارد و از آنجائی که روبیسکو فراوانترین پروتئین موجود در سلولهای گیاهی است، کاهش سنتز آن موجب کاهش قابل توجهی در میزان پروتئین میشود. در شرایط تغییر محیط رویش گیاه، پروتئین استرومای کلروپلاست به ویژه آنزیم روبیسکو به وسیله رادیکالهای فعال اکسیژن به صورت غیرآنزیم تخریب میشوند، همچنین که در برگ گونه‌های از لوبیا بین کاهش میزان پروتئین محلول کل و فعالیت آنزیم‌های تجزیه کننده پروتئین همبستگی وجود دارد [۱].

بنابراین احتمال دارد خاک‌پوش‌ها از طریق کاهش دمای سطح خاک از میزان تبخیر از طریق لوله‌های کاپیلاری خاک و به دنبال آن تجمع نمک در سطح خاک کاسته و با کاهش شدت تنش‌های اسمزی در خاک شور بر



غلظت پروتئین‌های سیتوپلاسمی اثر بگذارد. یافته‌های محققین حاکی است که کاربرد مالچهای آلی از طریق تقویت قدرت ریشه در بهره‌گیری از عناصر غذایی خاک و بهبود بهره‌وری میکروارگانیسم‌های موجود در خاک باعث بهبود میزان پروتئین می‌گردد.

آسکوربات پراکسیداز

بیش‌ترین غلظت آسکوربات پراکسیداز در کشت درون جوی و خاک‌پوش سبز ماش با کم‌ترین غلظت آن در کشت سطح و خاک‌پوش سبز ماش حدود ۶۰۰ درصد اختلاف داشت. این دو ترکیب تیماری که بیش‌ترین و کم‌ترین غلظت را دارا بودند در شیوه کشت اختلاف داشته و در خاک‌پوش ماش سبز مشترک بودند بنابراین تفاوت این دو ترکیب تیماری تا حدود زیادی به علت تفاوت در شیوه کاشت بوده است. هنگامی که گیاهان در معرض تنش‌های محیطی قرار می‌گیرند [۱۲]. اینکه آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی مورد بررسی در این آزمایش در ترکیبات تیماری متفاوت دارای بالاترین و کم‌ترین غلظت‌ها بودند شاید به این علت باشد که بیان ژن‌های آن ممکن است تحت تأثیر نوع تنش (زیستی، غیر زیستی) و نیز شدت و زمان بروز تنش (مراحل مختلف رشد و نمو) متفاوت باشد.

پراکسیداز

بیش‌ترین غلظت پراکسیداز با کاشت روی پشته و خاک‌پوش سبز ماش و کم‌ترین غلظت از شیوه کاشت در درون جوی و خاک‌پوش سبز ماش به دست آمد. این دو ترکیب تیماری فقط در شیوه کاشت اختلاف داشتند و خاک‌پوش ماش سبز در هر دو مشترک بود، بنابراین احتمال دارد این اختلاف ناشی از شیوه کاشت و اثر آن بر گیاه باشد. گزارش‌های زیادی در مورد افزایش فعالیت پراکسیداز در شرایط تنش غیرزنده در گیاهان مختلف، مانند آفتابگردان وجود دارد [۱۳]. تغییرات بسیاری در فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی در گیاهان تحت تنش از جمله تنش شوری نمایان شده است. در پژوهشی بر روی آفتابگردان، فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی تحت تنش شوری افزایش یافت [۱۴].

کاتالاز

در شرایط عادی رشد، بسیاری از فرایندهای متابولیکی در گیاهان باعث تولید گونه‌های فعال اکسیژن می‌شوند اما گیاهان مکانیسم‌های آنتی‌اکسیدانی کارآمدی برای رادیکال‌های اکسیژن‌دارند. در شرایط تنش میزان گونه‌های فعال اکسیژن افزایش یافته و بدنبال آن فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی افزایش می‌یابد. احتمال دارد در شیوه کشت درون جوی از لحاظ عواملی مانند نوسانات دمایی خاک در طی روز، pH، غلظت و فراهمی عناصر



و میزان تهویه گازها در خاک، با دو روش کشت دیگر تفاوت وجود داشته باشد و برآیند این تفاوت‌ها باعث افزایش فعالیت کاتالاز در روش کشت در جوی نسبت به دو روش دیگر شده باشد.

مالون دی آلدئید

اسیدهای چرب غیراشباع از اجزاء اصلی و مهم غشاهای زیستی اند و در پاسخ به تنش اکسیداتیو، به راحتی پراکسیده میشوند. در طی این فرآیند، آلدئیدهای متنوعی ایجاد میشود که فعالترین و متداولترین آن‌ها مالون دی آلدئید می باشد. کاهش میزان مالون دی آلدئید در آفتابگردان با تیمار مالچ نسبت به شاهد، نشان دهنده کاهش میزان آسیبهای بافتی نسبت به شاهد است و افزایش رشد در این گیاهان نیز شاهدهی بر این ادعاست. مالچ‌ها با ایجاد پوشش بر روی خاک میتوانند از گرم شدن بیش از اندازه خاک و محیط پیرامون آن در مناطق گرمسیری بکاهند و تنش گرمایی را کاهش دهند.

نتیجه گیری

خاکپوش موجب حفظ رطوبت خاک میشود که این موضوع خود افزایش فعالیت میکروبی، افزایش تحرک مواد غذایی و استفاده مطلوب تر گیاهان از آنها را برای رشد موجب میشود. مالچ‌ها با حفظ رطوبت خاک، باعث حاصلخیزی خاک و افزایش نیتروژن خاک گردیده که این به نوبه خود باعث افزایش فعالیت فتوسنتزی شده کلروفیل بیشتری ایجاد نموده و در نتیجه پروتئین بالاتری تولید میکند. در واقع با توجه به پاسخ مثبت گیاه آفتابگردان به کاربرد مالچ‌های مختلف بنظر می آید کاربرد برخی از مالچهای زیستی ضمن کاهش مصرف کود شیمیایی و کاهش اثرات سوء زیست محیطی ناشی از مصرف آنها، روش مناسبی برای تولید سالم و پایدار عملکرد گیاه می باشد.

منابع

۱- امینی، ز و حداد، ر. (۱۳۹۲). نقش رنگیزه های فتوسنتزی و آنزیمهای آنتی اکسیدان در مقابل تنش اکسیداتیو، مجله پژوهش های سلولی و مولکولی، جلد ۲۶، شماره ۳، ص ۲۴۵-۲۵۱.

۲- شیخ محمدی م. (۱۳۹۱). تاثیر مالچ های رنگی پلاستیکی بر عملکرد و کیفیت ذرت شیرین و توان رقابتی علف های هرز. دانشگاه آزاد اسلامی ورامین. پایان نامه کارشناسی ارشد.

3- Xu, Y. Li, Q. Man, L. (2021). Bamboo-derived carboxymethyl cellulose for liquid film as renewable and biodegradable agriculture mulching. *International Journal of Biological Macromolecules*, 192, pp. 611-617.



- 4- Aly, A. Zaky, E. Elhabeby, B. Alessa, H. Hameed, A. Ajohani, A. Alghamedi, A. (2021). Effect of Thyme addition on some chemical and biological properties of sunflower oil. *Arabian journal of chemistry*. Arabian Journal Of Chemistry. Vol 14:11. 103411.
- 5- Hua, M. X. Y., Yuan, Y. Jing, G. Zhao, Q and Xue, D. (2021). Structural properties and antioxidant activities of polysaccharides isolated from sunflower meal after oil extraction. *Arabian Journal of Chemistry*. Vol 14, 12. 103420.
- 6- Lowry, O. H., Rosebriugh, N. J., Farr, A. L. and Randall, R. J. (1951). Protein measurement with the Folin phenol reagent. *Journal of Biological Chemistry*. 193: 265-275
- 7- Aebi, H. (1984). Catalase in vitro. *Methods in Enzymology*. 105: 121-126.
- 8- Chen, G. N. & Asada, K. 1989. Ascorbate peroxidase in tea Leaves: occurrence of two isozymes and differences in their enzymatic and molecular properties. *Plant and Cell Physiology*. 30: 987- 998.
- 9- Hoyle, M. C. (1972). Indole acetic acid oxidase: A dual catalytic enzyme. *Plant Physiology*. 50: 15- 18.
- 10- Davey, M. W., Stals, E., Panis, B., Keulemans, J., & Swennen, R. L. (2005). High-throughput determination of malondialdehyde in plant tissues. *Analytical biochemistry*, 347(2), 201-207.
- 11- Poolman, P., Blount, P., Folgering J. H. A., Frieen R. H. E., Moe, P. C. and Heide, T. (2002). How do membrane proteins sense water stress.? *Molecular Microbiology*. 44(4): 889-902.
- 12- Caverzan, A., Passaia, G., Rosa, S., Ribeiro, C., Lazzarotto, F. and Margis-Pinheiro, M. 2012. Plant responses to stresses: Role of ascorbate peroxidase in the antioxidant protection. - *Genetics and Molecular Biology*. 35(4):1011-1019.
- 13- Gunes A., Pilbeam D. J., Inal A. and Coban S. (2008). Influence of silicon on sunflower cultivars under drought stress, I: Growth, antioxidant mechanisms, and lipid peroxidation. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*. 39(13-14): 1885-1903
- 14- Taheri, S., Gholami, A., Abasdokht, H. and Makaria, H. (2018). Response of yield, yield components and seed quality of safflower cultivars to water deficit tension and seed priming. *Crop Physiology Journal*. 10(38): 39-58.



تأثیر تنش شوری (NaCl و KCl) بر جوانه زنی دانه و فعالیت آنزیمهای پراکسیداز و سوپراکسید دیسموتاز در دانه‌رست گیاه کلزا

المایه^۱ جوداح موهان، غفران*طاهره السادات آقاجانزاده^۱

۱. دانشیار فیزیولوژی مولکولی گیاهی، گروه علوم گیاهی، دانشکده علوم، دانشگاه مازندران
۲. دانشجوی ارشد فیزیولوژی گیاهی، گروه علوم گیاهی، دانشکده علوم، دانشگاه مازندران

نویسنده مسئول t.aghajanzadeh@umz.ac.ir

چکیده

شوری یکی از مهمترین تنشهای محدود کننده رشد گیاهان محسوب می شود. در مطالعه حاضر تاثیر تنش ناشی از NaCl و KCl بر جوانه زنی دانه و پارامترهای فیزیولوژیک دانه رست گیاه کلزا بررسی شد. درصد و سرعت جوانه زنی دانه، میزان سدیم و پتاسیم و فعالیت آنزیمهای اکسیداتیو دانه رست کلزا مورد بررسی قرار گرفت. درصد و سرعت جوانه زنی در غلظت ۲۴۰ میلی مولار KCl ۱۳ درصد کاهش یافت. درصد و سرعت جوانه زنی در تیمار ۱۶۰ و ۲۴۰ میلی مولار NaCl به ترتیب ۲۶ و ۳۷ درصد کاهش یافت. تاثیر منفی بالاتر سدیم نسبت به پتاسیم در هر دو پارامتر درصد و سرعت جوانه زنی دانه مشاهده شد. میزان پتاسیم در دانه رست‌های تیمار شده با KCl در تیمارهای ۸۰، ۱۶۰ و ۲۴۰ میلی مولار به ترتیب ۳، ۳/۷ و ۴/۵ برابر افزایش یافت. در حالی که میزان سدیم در تیمارهای ۸۰، ۱۶۰ و ۲۴۰ میلی مولار NaCl به ترتیب ۲، ۳ و ۳ برابر افزایش یافت و نسبت به پتاسیم تجمع پایین تری در گیاه داشت. فعالیت آنزیم پراکسیداز در دانه رست‌های تیمار شده با NaCl در غلظتهای ۱۶۰ و ۲۴۰ میلی مولار به صورت معنی داری کاهش یافت. در حالیکه فعالیت آنزیم سوپراکسید دیسموتاز کل بخصوص فعالیت ایزوآنزیم منگنز سوپراکسید دیسموتاز با بالا رفتن میزان استرس شوری مخصوصا NaCl، افزایش معنی داری نشان داد. در جمع بندی کلی می توان گفت که اثرات منفی ناشی از سمیت سدیم هم در جوانه زنی و هم در پارامترهای فیزیولوژیک دانه رست کلزا نسبت به پتاسیم بالاتر بوده است.

واژه‌های کلیدی

پراکسیداز، جوانه زنی، سوپراکسید دیسموتاز، شوری، کلزا

The effect of salinity stress (KCl and NaCl) on seed germination and activity of peroxidase and superoxide dismutase enzymes in the seedlings of canola (*Brassica napus* L.)

Tahereh A. Aghajanzadeh^{1,*}, Ghufuran Joudah Mohan Al-mayyhi²

1. Associate Professor of Plant Molecular Physiology, Department of Plant Sciences, Faculty of Science, University of Mazandaran
2. Master student of Plant Physiology, Department of Plant Sciences, Faculty of Science, University of Mazandaran

Corresponding author: t.aghajanzadeh@umz.ac.ir

Abstract:

Salinity is one of the most important types of stresses that limit plant growth. In the present study, the effect of stress caused by KCl and NaCl on seed germination and the physiological parameters of seedlings of canola was investigated. The percentage and speed of seed germination, the amount of sodium and potassium and the activity of oxidative enzymes of seedlings of canola were investigated. The percentage and speed of germination were decreased by 13% in the concentration of 240 mM KCl. Germination rate and percentage were decreased by 26% and 37% in 160 and 240 mM NaCl treatment, respectively. A higher negative effect of sodium than potassium was observed in both germination percentage and rate of the seed. The amount of potassium in seeds treated with KCl in 80, 160- and 240-mM treatments was increased by 3, 3.7 and 4.5 times, respectively. While the amount of sodium in the treatments of 80, 160 and 240 mM NaCl was increased by 2, 3 and 3 times, respectively and compared to potassium, sodium had a lower accumulation in the plant. The activity of peroxidase enzyme in seedlings treated with NaCl at concentrations of 160 and 240 mM was significantly decreased. While the activity of the total superoxide dismutase enzyme, especially the activity of the manganese isozyme of superoxide dismutase were significantly increased with the increase in salt stress, especially NaCl. In summary, it can be said that the effects of sodium toxicity on both germination and physiological parameters of seedlings of the canola were higher than those of potassium.

Keywords: Peroxidase, germination, superoxide dismutase, salinity, canola



۱. مقدمه

در میان تنش‌های غیرزیستی، شوری یکی از عوامل تاثیرگذار در کاهش بهره‌وری محصولات کشاورزی محسوب می‌شود [۱]. شوری اولیه در اثر هوازدگی سنگ‌ها و آزاد شدن نمک‌های محلول مختلف به ویژه کلرید سدیم ایجاد می‌شود. دلیل دوم، رسوبات نمکی اقیانوس‌ها است که توسط باد و باران حمل می‌شود. گاهی شوری ناشی از فعالیت‌های انسانی است و تعادل هیدرولوژیکی خاک را تغییر می‌دهد. شوری می‌تواند منجر به کاهش سرعت رشد، تغییر رنگ برگ، کوچکتز شدن برگ‌ها، ارتفاع کوتاه‌تر بوته، کاهش تعداد برگ‌ها و کاهش طول و وزن ریشه شود [۲]. در بیشتر موارد یون سدیم باعث ایجاد انواع اختلالات فیزیولوژیکی می‌شود و اثرات سمی روی گیاهان دارد. سدیم با پتاسیم تداخل دارد و تنظیم روزنه را تغییر می‌دهد. در حالی که یون کلر تولید کلروفیل را مختل می‌کند و باعث سمیت کلروتیک می‌شود [۳]. یون کلر برای رشد و عملکرد گیاه و فشار تورگر بسیار مهم است [۴]. جوانه‌زنی بذر یکی از اساسی‌ترین مراحل رشد گیاه است که به شوری حساس است [۵]. آسیب اکسیداتیو معمولاً منجر به تشکیل گونه‌های فعال اکسیژن (ROS) در گیاهان تیمار شده با شوری می‌شود و متعاقباً چندین آنزیم مهارکننده ROS مانند پراکسیداز، سوپراکسید دیسموتاز تولید می‌شود [۶]. برخی از پارامترهای رشد مانند زیست توده گیاهی و ارتفاع، سرعت رشد نسبی، قطر ساقه و زمان گلدهی برخی از انواع کلزا تیمار شده با غلظت‌های مختلف NaCl مورد بررسی قرار گرفت. ارتفاع بوته و زمان گلدهی با افزایش غلظت شوری به طور معنی‌داری کاهش یافت [۷]. کارایی فتوسنتز با افزایش محتوای سدیم و کلر در کلروپلاست‌ها پایین می‌آید و متعاقباً، کلروفیل جزء مهم فتوسنتز است که مستقیماً تحت تأثیر شوری قرار می‌گیرد [۸]. در مطالعات مختلف، محتوای کلروفیل یک شاخص حساس از وضعیت متابولیسم گیاه را نشان می‌دهد [۹]. شوری خاک به عنوان یکی از بزرگترین تهدیدها برای تولیدات کشاورزی محسوب می‌شود. هدف از مطالعه حاضر درک بهتر پاسخ‌های فیزیولوژیکی دانه و دانه رست گیاه کلزا به استرس ناشی از یونهای سدیم و پتاسیم می‌باشد.

۲. مواد و روشها

۲.۱ شرایط کشت و جوانه زنی بذرهای کلزا

بذرهای گیاه کلزا به مدت دو دقیقه با هیپوکلریت سدیم یک درصد ضدعفونی شدند. سپس با آب مقطر شسته شدند تا محلول ضدعفونی کننده خارج شود. به همین ترتیب ظروف پتری و کاغذ صافی با هیپوکلریت سدیم یک درصد به مدت بیست دقیقه ضدعفونی و سپس با آب مقطر شستشو شدند. بذرهای کلزا در سه تکرار با فاصله مناسب در ظروف پتری حاوی تیمارهای مختلف ۸۰، ۱۶۰ و ۲۴۰ میلی مولار NaCl و KCl کشت شدند.



هر ظرف پتری حاوی چهل بذر بود که برای جوانه زنی در دمای ۳۰ درجه سانتی‌گراد قرار گرفتند. به منظور تعیین درصد و سرعت جوانه زنی، تعداد بذره‌های جوانه زده هر روز شمارش شد. درصد جوانه زنی (GP) و سرعت جوانه زنی (GR) با استفاده از معادلات (۱) و (۲) محاسبه شدند [۱۰].

برای محاسبه درصد جوانه زنی (GP)، تعداد بذره‌های جوانه زده تا روز i (n_i) بر تعداد کل بذر (n) در هر ظرف پتری تقسیم و ضرب در ۱۰۰ می‌شود. تعیین سرعت جوانه زنی + با تقسیم تعداد بذره‌های جوانه زده (N_i) بر تعداد روزهای پس از کشت (T_i) انجام شد.

$$(۲): \sum GR = N_i / T_i$$

$$(۱): GP = (\sum n_i) / n \times 100$$

۲.۲ سنجش عناصر سدیم و پتاسیم

جهت سنجش عناصر سدیم و پتاسیم، یک گرم نمونه گیاهی (دانه رست) خشک و پودر شده در کوره با دمای ۵۵۰ درجه سانتی‌گراد قرار داده و کوره ای شد. سپس به وسیله ۵ میلی لیتر اسید کلریدریک دو نرمال و آب مقطر عصاره گیری شد. جذب نمونه‌ها توسط دستگاه فلیم فتومتر به ترتیب در طول موجهای ۷۶۶/۵ و ۵۸۹ نانومتر برای محاسبه میزان پتاسیم و سدیم استفاده شد. در نهایت غلظت این عناصر بر اساس منحنی استاندارد، بر حسب میلی گرم بر گرم وزن خشک تعیین شد [۱۱].

۳.۲ استخراج آنزیمهای آنتی اکسیدانت (پراکسیداز، سوپراکسید دیسموتاز)

جهت استخراج آنزیمهای آنتی اکسیدانت، به ازای یک گرم نمونه تازه گیاهی (دانه رسته‌های ۵ روزه) از ۱۰ میلی لیتر بافر فسفات پتاسیم ۰/۱ مولار استفاده شد. عصاره پروتئینی استخراج شده به مدت ۲۰ دقیقه با سرعت ۱۶۰۰۰g سانتریفیوژ شد [۱۲].

۴.۲ سنجش فعالیت آنزیم پراکسیداز

برای سنجش فعالیت آنزیم پراکسیداز، به ۸۰ میکرولیتر از عصاره پروتئینی، ۸۰ میکرولیتر گایاکل (۱۲۴/۱۴) گرم بر مول، ۲/۵ میلی لیتر بافر استخراج فسفات پتاسیم ۰/۱ مولار و ۲۵۰ میکرولیتر آب اکسیژنه اضافه شد. میزان جذب عصاره آنزیمی در طول موج ۴۷۰ نانومتر در زمان شروع و یک دقیقه پس از آن خوانده شد. فعالیت آنزیمی بر اساس میزان تراگایاکل تشکیل شده پس از زمان یک دقیقه محاسبه گردید [۱۳].

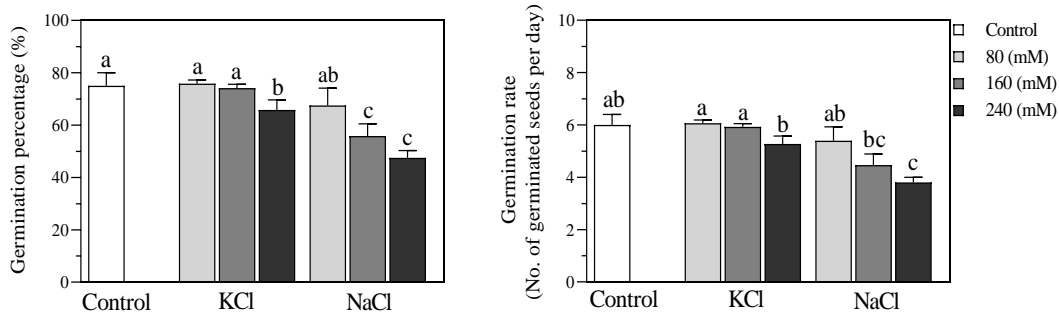


۲. ۵. سنجش فعالیت آنزیم سوپراکسید دیسموتاز

جهت سنجش فعالیت آنزیم سوپراکسید دیسموتاز کل، مخلوط واکنشی شامل ۱/۹ میلی لیتر بافر فسفات پتاسیم (۱۰۰ میلی مولار و اسیدیتته ۷/۴)، ۰/۱ میلی مولار EDTA، ۷۵ میکرومولار (p-nitro blue NBT)، ۱۳ میلی مولار متیونین، ۲۴ میکرومولار ریبوفلاوین تشکیل شد. مخلوط واکنش به مدت ۱۵ دقیقه در معرض نور قرار گرفت و سپس در تاریکی قرار داده شد تا واکنش متوقف شود. میزان جذب در طول موج ۵۶۰ نانومتر اندازه گیری شد. فعالیت ایزوآنزیم های مختلف سوپراکسید دیسموتاز با انکوبه کردن عصاره های آنزیمی به طور جداگانه با ۳ میلی مولار KCN (بازدارنده مس/ روی سوپراکسید دیسموتاز [۱۴]. یا محلول کلروفورم و اتانول (بازدارنده منگنز سوپراکسید دیسموتاز) تعیین شد [۱۵]. فعالیت آنزیمها بر اساس مقدار آنزیم مورد نیاز برای مهار ۵۰ درصدی احیای NBT در مخلوط واکنش بیان شد. فعالیت آنزیم به صورت واحد در میلی گرم وزن تر بیان شد.

۳- نتایج و بحث

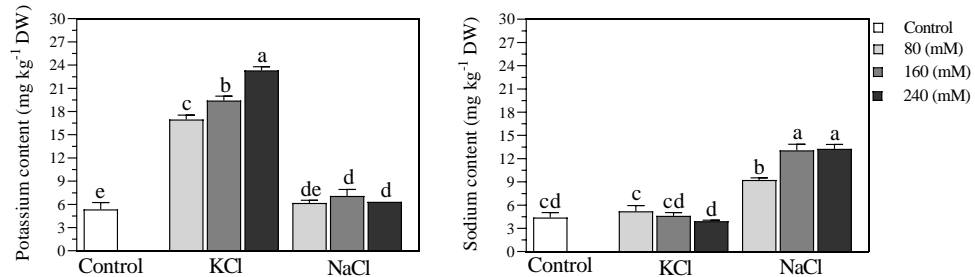
نتایج نشان داد که درصد و سرعت جوانه زنی دانه در تیمار با نمک KCl در غلظتهای ۸۰ و ۱۶۰ میلی مولار تفاوت معنی داری را در مقایسه با کنترل نشان نداد. در حالیکه درصد و سرعت جوانه زنی در غلظت ۲۴۰ میلی مولار ۱۳ درصد کاهش یافت (شکل ۱). در دانه های تیمار شده با ۸۰ میلی مولار NaCl درصد و سرعت جوانه زنی تفاوت معنی داری نشان نداد. درصد و سرعت جوانه زنی در تیمار ۱۶۰ و ۲۴۰ میلی مولار NaCl به ترتیب ۲۶ و ۳۷ درصد کاهش یافت (شکل ۱). تاثیر منفی بالاتر سدیم نسبت به پتاسیم در هر دو پارامتر درصد و سرعت جوانه زنی دانه مشاهده شد که احتمالا به دلیل استرس اسمزی بیشتر ناشی از یون سدیم در دانه های تیمار شده با NaCl می باشد.



شکل ۱: تاثیر شوری (KCl و NaCl) در غلظتهای مختلف ۸۰، ۱۶۰ و ۲۴۰ میلی مولار بر درصد و سرعت جوانه زنی دانه های گیاه کلزا. حروف متفاوت روی نمودار ستونی نشان دهنده تفاوت معنی دار در سطح احتمال یک درصد می باشد.



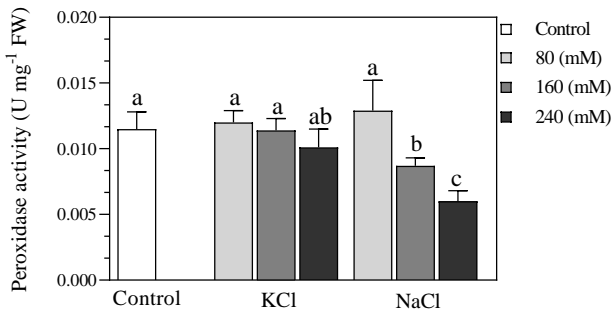
میزان پتاسیم در دانه رست‌های تیمار شده با KCl در غلظت‌های ۸۰، ۱۶۰ و ۲۴۰ میلی مولار به ترتیب ۳، ۳/۷ و ۴/۵ برابر افزایش یافت. اگرچه در دانه رست‌های تیمار شده با NaCl، میزان پتاسیم به میزان بسیار پایین اما معنی دار افزایش نشان داد (شکل ۲).



شکل ۲: تاثیر شوری (KCl و NaCl) در غلظت‌های مختلف ۸۰، ۱۶۰ و ۲۴۰ میلی مولار بر میزان سدیم و پتاسیم دانه رست‌های گیاه کلزا. حروف متفاوت روی نمودار ستونی نشان دهنده تفاوت معنی دار در سطح احتمال یک درصد می باشد.

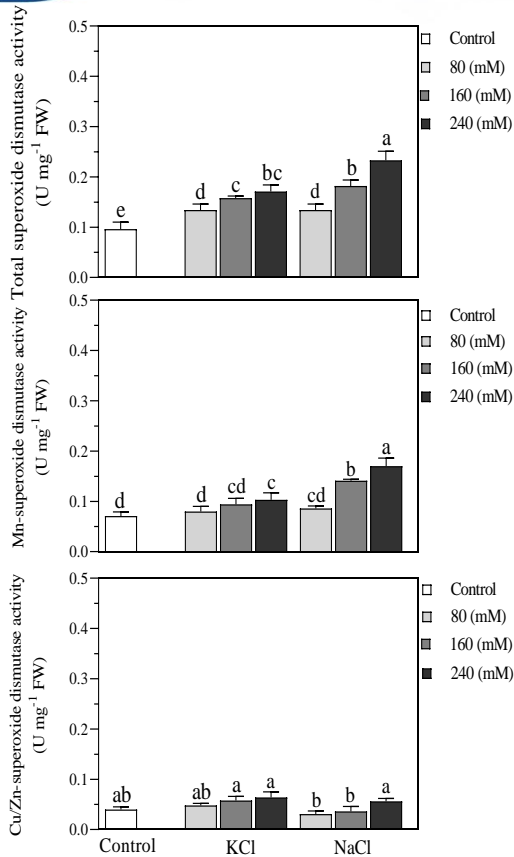
میزان سدیم در دانه رست‌های تیمار شده با KCl در غلظت‌های مختلف تفاوت معنی داری را با کنترل نشان نداد. درحالی که میزان سدیم در تیمارهای ۸۰، ۱۶۰ و ۲۴۰ میلی مولار NaCl به ترتیب ۲، ۳ و ۳ برابر افزایش یافت (شکل ۲).

با توجه به اینکه میزان تجمع سدیم در دانه رست‌های تیمار شده با استرس شوری حاصل از NaCl پایین تر از میزان تجمع پتاسیم در دانه رست‌های تیمار شده با KCl بوده است، به نظر می رسد که دانه رست‌های گیاه کلزا دارای مکانیزم‌های مقاومتی نسبت به سمیت استرس NaCl می باشند.



شکل ۳: تاثیر شوری (KCl و NaCl) در غلظتهای مختلف ۸۰، ۱۶۰ و ۲۴۰ میلی مولار بر فعالیت آنزیم پراکسیداز دانه رست های گیاه کلزا. حروف متفاوت روی نمودار ستونی نشان دهنده تفاوت معنی دار در سطح احتمال یک درصد می باشد.

فعالیت آنزیم پراکسیداز در دانه رست‌های تیمار شده با KCl در غلظتهای مختلف تفاوت معنی داری با فعالیت آنزیم در دانه رست‌های کنترل نشان نداد (شکل ۳). به همین ترتیب فعالیت آنزیم پراکسیداز در دانه رست‌های تیمار شده با NaCl در غلظت ۸۰ میلی مولار تفاوت معنی داری نشان نداد. در حالیکه فعالیت این آنزیم در دانه رست‌های تیمار شده با NaCl در غلظتهای ۱۶۰ و ۲۴۰ میلی مولار به ترتیب ۲۶ و ۴۳ درصد کاهش یافت (شکل ۳). کاهش چشمگیر فعالیت آنزیم پراکسیداز به خصوص در استرس ناشی از NaCl به عنوان یک آنزیم اکسیداتیو در از بین بردن پراکسید هیدروژن با کاهش درصد و سرعت جوانه زنی مطابقت داشته است.



شکل ۴: تاثیر شوری (NaCl و KCl) در غلظتهای مختلف ۸۰، ۱۶۰ و ۲۴۰ میلی مولار بر فعالیت آنزیم سوپراکسید دیسموتاز کل، منگنز سوپراکسید دیسموتاز و مس/روی سوپراکسید دیسموتاز دانه رست های گیاه کلزا. حروف متفاوت روی نمودار ستونی نشان دهنده تفاوت معنی دار در سطح احتمال یک درصد می باشد.

فعالیت آنزیم سوپراکسید دیسموتاز کل و منگنز سوپراکسید دیسموتاز در دانه رست های تیمار شده با KCl با افزایش غلظت از ۸۰ تا ۲۴۰ میلی مولار افزایش جزئی ولی معنی داری داشته است. در حالی که فعالیت آنزیم مس/روی سوپراکسید دیسموتاز تفاوت معنی داری نشان نداد (شکل ۴).

فعالیت آنزیم سوپراکسید دیسموتاز کل در دانه رست های تیمار شده با NaCl در غلظتهای مختلف ۸۰، ۱۶۰ و ۲۴۰ میلی مولار به ترتیب ۱/۴، ۱/۸ و ۲/۵ برابر افزایش یافت. به همین ترتیب فعالیت آنزیم منگنز سوپراکسید دیسموتاز در دانه رست های تیمار شده با NaCl در غلظتهای مختلف ۱۶۰ و ۲۴۰ میلی مولار به ترتیب ۲ و ۲/۴ برابر و فعالیت آنزیم مس/روی سوپراکسید دیسموتاز در دانه رست های تیمار شده با ۲۴۰ میلی مولار ۱/۴ برابر افزایش یافت (شکل ۴).

افزایش فعالیت آنزیم سوپراکسید دیسموتاز کل به طور عمده مربوط به افزایش فعالیت ایزوآنزیم منگنز سوپراکسید دیسموتاز می باشد که با بالا رفتن میزان استرس شوری مخصوصا NaCl، افزایش معنی داری نشان داده است. آنزیم سوپراکسید دیسموتاز در جمع آوری رادیکالهای آزاد در مواجهه گیاه با استرس و تبدیل آنها به پراکسید هیدروژن کمک می کند. اگرچه این افزایش فعالیت آنزیم سوپراکسید دیسموتاز در تطابق با فعالیت آنزیم پراکسیداز نبوده است و جوانه زنی دانه با افزایش میزان شوری دچار اختلال شده است. همچنین نتایج نشان داد که آسیب ناشی از NaCl بیشتر از KCl بوده است که در واقع سمیت بالاتر سدیم را نسبت به پتاسیم نشان می دهد.



سومین کنفرانس ملی یافته‌های نوین زیست‌شناسی

3rd National Conference On New Biological Findings

۳ الی ۵ خرداد ۱۴۰۲



منابع

- 1] Chaudhary I, Sharma YK. (2014). Alterations in Onion (*Allium cepa* L.) provoked by salinity and its alleviation using phosphorus. *International journal of current research*, 6:8605-8611.
- 2] Memon SA, Hou X, Wang LJ. (2010). Morphological analysis of salt stress response of pak choi. *Electronic Journal of Environmental, Agricultural and Food Chemistry*, 9:248-254.
- 3] Tavakkoli E, Fatehi F, Coventry S, Rengasamy P, McDonald GK. (2011). Additive effects of Na⁺ and Cl⁻ ions on barley growth under salinity stress. *Journal of Experimental Botany*, 62(6), 2189-2203.
- 4] Dang YP, Dalal RC, Mayer DG. (2008). High subsoil chloride concentrations reduce soil water extraction and crop yield on Vertisols in north-eastern Australia. *Australian Journal of Agricultural Research*, 59 (3), 21-33.
- 5] Akbarimoghaddam H, Galavi M, Ghanbari A, Panjehkeh N. (2011). Salinity effects on seed germination and seedling growth of bread wheat cultivars. *Trakia journal of Sciences*, 9(1), 43-50.
- 6] Kav NNV, Srivastava S, Goonewardende L, Blade SF. (2004). Proteomelevel changes in the roots of *Pisum sativum* in response to salinity, *Annals of Applied Biology*, 145:217-230
- 7] Qasim M, Ashraf M, Ashraf M, Ahmad R, Nazli Sh. (2004). Some Growth Related Characteristics in Canola (*Brassica napus* L.) Under Salinity Stress, *International journal of agriculture & Biology*, 6(4), 1560–8530.
- 8] Zhang, Y, Tan YW, Stormer HL, & Kim P. (2005). Experimental observation of the quantum Hall effect and Berry's Phase in Graphene. *Nature*. 438, 201-204.
- 9] Chutipaijit S, Cha-um S, Sompornpailin K. (2011). High contents of proline and anthocyanin increase protective response to salinity in '*Oryza sativa*' L. spp. '*indica*'. *Australian Journal of Crop Science*, 5(10), 1191-1198.
- 10] Bajji M, Kinet JM, Lutts S. (2002). Osmotic and ionic effects of NaCl on germination early seedling growth and ion content of *Atriplex halimus* (chenopodiaceae). *Canadian Journal of Botany*, 80, 297-304



سومین کنفرانس ملی یافته‌های نوین زیست‌شناسی

3rd National Conference On New Biological Findings

۳ الی ۵ خرداد ۱۴۰۲



کد اختصاصی:
۰۲۲۳۰۵-۰۲۲۳۰۵

- 11] Ali Ahyaei MVAA. (1379) Description of soil analysis methods (Volume 1.) Soil and Water Research Institute
- 12] Bradford MM. (1976). A rapid and sensitive method for quantization of microgram quantities of protein utilizing the principle of protein-dye-binding. *Anal Biochem*, 72, 54-284.
- 13] Nakano Y, Asada K. (1981). Hydrogen peroxide is scavenged by ascorbate-specific peroxidase in spinach chloroplasts. *Plant and cell physiology*, 22(5), 867-880.
- 14] Weisiger RA, Fridovich I. (1973). Mitochondrial superoxide dismutase: site of synthesis and intramitochondrial localization. *Journal of Biological Chemistry*, 248(13), 4793-4796.
- 15] Beauchamp C, Fridovich I. (1971). Superoxide dismutase: improved assays and an assay applicable to acrylamide gels. *Analytical biochemistry*, 44(1), 276-287.



مقایسه سمیت نمکهای سولفات دار (Na_2SO_4 و K_2SO_4) بر رشد، محتوای پراکسید هیدروژن، مالون دی آلدئید و ظرفیت آنتی اکسیدانی در دانه‌رست های گیاه کلزا

المایهی^۲ جوداح موهان، اکرام* طاهره السادات آقاجانزاده^۱

۱. دانشیار فیزیولوژی مولکولی گیاهی، گروه علوم گیاهی، دانشکده علوم، دانشگاه مازندران
۲. دانشجوی ارشد فیزیولوژی گیاهی، گروه علوم گیاهی، دانشکده علوم، دانشگاه مازندران

نویسنده مسئول t.aghajanzadeh@umz.ac.ir

چکیده

سمیت ناشی از شوری حاصل از نمکهای مختلف در گونه های مختلف گیاهی متفاوت است. در مطالعه حاضر تاثیر تنش ناشی از نمکهای سولفات دار (Na_2SO_4 و K_2SO_4) بر رشد و پارامترهای فیزیولوژیک دانه رست گیاه کلزا بررسی شد. وزن تر اندام هوایی در غلظتهای ۴۰ و ۸۰ میلی مولار Na_2SO_4 کاهش معنی داری را نسبت به وزن تر اندام هوایی در تیمار با K_2SO_4 نشان داد. در حالیکه وزن خشک اندام هوایی تفاوت محسوسی نشان نداد. وزن تر و خشک ریشه در دانه رست های تیمار شده با Na_2SO_4 نسبت به دانه رست های تیمار شده با K_2SO_4 از نظر آماری بالاتر بود. میزان پتاسیم در دانه رست‌های تیمار شده با K_2SO_4 در هر سه تیمار ۴۰، ۸۰ و ۱۲۰ میلی مولار بالاتر از میزان تجمع سدیم در دانه رست تیمار شده با Na_2SO_4 بود. محتوای پراکسید هیدروژن در دانه رست تیمار شده با Na_2SO_4 ۳۰ درصد بیشتر از آن در مقایسه با K_2SO_4 در غلظت ۱۲۰ میلی مولار بود. به همین ترتیب محتوای مالون دی آلدئید در دانه‌رست‌های تیمار شده با Na_2SO_4 ، ۲۷ و ۲۵ درصد بیشتر از آن در مقایسه با K_2SO_4 به ترتیب در غلظت های ۸۰ و ۱۲۰ میلی مولار بود. میزان ظرفیت آنتی اکسیدانی مهار DPPH در تیمار Na_2SO_4 به میزان اندک ولی معنی دار پایین تر از میزان آن در دانه رست های تیمار شده با K_2SO_4 بود. در جمع بندی کلی می توان گفت که اثرات منفی ناشی از سمیت یون سولفات به همراه سدیم چشمگیر تر از سمیت آن به همراه یون پتاسیم بود.

واژه‌های کلیدی: پراکسید هیدروژن، مالون دی آلدئید، نمکهای سولفات دار، کلزا



Comparison of the toxicity of sulfated salts (K_2SO_4 and Na_2SO_4) on growth, content of hydrogen peroxide, malondialdehyde and antioxidant capacity in canola (*Brassica napus* L.)

Tahereh A. Aghajanzadeh^{1,*}, Akram Joudah Mohan Al-mayyahi²

1. Associate Professor of Plant Molecular Physiology, Department of Plant Sciences, Faculty of Science, University of Mazandaran
2. Master Student of Plant Physiology, Department of Plant Sciences, Faculty of Science, University of Mazandaran

Corresponding author: t.aghajanzadeh@umz.ac.ir

Abstract:

The toxicity caused by salinity from different salts is different in different plant species. In the present study, the effect of stress caused by sulfated salts (K_2SO_4 and Na_2SO_4) on the growth and physiological parameters of canola was investigated. The fresh weight of shoots in the concentrations of 40 and 80 mM Na_2SO_4 showed a significant decrease compared to the fresh weight of shoots in the treatment with K_2SO_4 . While the dry weight of shoots did not show any significant difference. The fresh and dry weight of the roots in seedlings treated with Na_2SO_4 were statistically higher than those treated with K_2SO_4 . The content of potassium in seedlings treated with K_2SO_4 in all three treatments including 40, 80 and 120 mM was higher than the content of sodium accumulation in seedlings treated with Na_2SO_4 . The content of hydrogen peroxide in seedlings treated with Na_2SO_4 was 30% higher than that of K_2SO_4 at a concentration of 120 mM. Likewise, the content of malondialdehyde in seedlings treated with Na_2SO_4 was 27% and 25% higher than K_2SO_4 at concentrations of 80 and 120 mM, respectively. The antioxidant capacity of DPPH inhibition in Na_2SO_4 treatment was slightly but significantly lower than that in seedlings treated with K_2SO_4 . In summary, it can be said that the negative effects caused by the toxicity of sulfate ion with sodium were more significant than its toxicity with potassium ion.

Keywords: Hydrogen peroxide, malondialdehyde, sulfated salts, canola

۱. مقدمه

بیشتر مطالعات در مورد تنش و تحمل به شوری با NaCl انجام شده است که عموماً فراوان ترین نمک در خاک های شور است. اثرات منفی NaCl بر رشد و عملکرد گیاه به طور کلی به سمیت Na^+ نسبت داده می شود که در غلظت های بالای سیتوزولی ممکن است هموستاز K^+ را مختل کند و بر عملکرد گروه بزرگی از آنزیم ها تأثیر منفی بگذارد [۱].

علاوه بر این، مشاهده شده است که در برخی از گونه ها، کلرید ممکن است سمی تر از سدیم باشد [۲]. علاوه بر این، تفاوت هایی در حساسیت گونه های گیاهی به شوری ناشی از NaCl و Na_2SO_4 وجود دارد. برخی گیاهان هالوفیت مانند *Prosopis strombulifera* که غلظت بالایی از NaCl را تحمل می کند، همچنان به Na_2SO_4 حساس است [۳].

اساس فیزیولوژیکی سمیت سولفات به خوبی مشخص نیست. سولفات جذب شده توسط ریشه به طور کلی منبع اصلی سولفور برای رشد گیاه است. قبل از جذب به سیستمین در کلروپلاست ها و در پلاستیدهای ریشه به سولفید احیا می شود، که پیش ساز برای اکثر ترکیبات آلی سولفور دار در گیاهان است [۴]. جذب سولفات توسط ریشه و توزیع و احیای آن در گیاهان به خوبی کنترل می شود و با تقاضای سولفور برای رشد تنظیم شده است. اگرچه گزارش شده است که خود سولفات در غلظت بالا دارای اثرات سمی بر متابولیسم گیاه از طریق مهار فوتو فسفوریلاسیون است [۵]. به عنوان مثال، هنگامی که گیاه کلم چینی در معرض ۲۰ میلی مولار Na_2SO_4 قرار گرفت، نه تنها تولید زیست توده گیاهی تحت تأثیر قرار گرفت، بلکه تنظیم جذب سولفات نیز تحت تأثیر قرار گرفت. افزایش Na_2SO_4 منجر به کاهش بیان و فعالیت ناقل های سولفات و کاهش بیان APR (یکی از آنزیم های تنظیم کننده کلیدی در مسیر احیای سولفات) در ریشه شد [۶]. هدف از مطالعه حاضر مقایسه سمیت نمک های سولفات دار (Na_2SO_4 و K_2SO_4) بر رشد، محتوای پراکسید هیدروژن، مالون دی آلدئید و ظرفیت آنتی اکسیدانی در دانه رست گیاه کلزا و درک بهتر پاسخ های فیزیولوژیکی دانه رست گیاه کلزا به استرس ناشی از یون های سولفات، سدیم و پتاسیم می باشد.

۲. مواد و روشها

۲.۱ شرایط کشت دانه رست های گیاه کلزا

بذرهای گیاه کلزا، ظروف پتری و کاغذ صافی با هیپوکلریت سدیم یک درصد به مدت بیست دقیقه ضدعفونی و سپس با آب مقطر شستشو داده شدند. بذرهای کلزا با فاصله مناسب در ظروف پتری حاوی تیمارهای مختلف ۴۰، ۸۰ و ۱۲۰ میلی مولار Na_2SO_4 و K_2SO_4 در سه تکرار و هر ظرف پتری (تکرار) حاوی صد بذر که به مدت



۵ روز در دمای ۳۰ درجه سانتی‌گراد کشت شدند. پس از جمع آوری، وزن تر و خشک اندام هوایی و ریشه دانه رست‌ها تعیین شد.

۲.۲. سنجش عناصر سدیم و پتاسیم

جهت سنجش عناصر سدیم و پتاسیم، یک گرم نمونه گیاهی (دانه رست) خشک و پودر شده در کوره با دمای ۵۵۰ درجه سانتی‌گراد قرار داده و کوره ای شد. سپس به وسیله ۵ میلی لیتر اسید کلریدریک دو نرمال و آب مقطر عصاره گیری شد. جهت سنجش میزان پتاسیم و سدیم، جذب نمونه‌ها توسط دستگاه فلیم فتومتر به ترتیب در طول موجهای ۷۶۶/۵ و ۵۸۹ نانومتر خوانده شد. در نهایت غلظت این عناصر بر اساس منحنی استاندارد، بر حسب میلی گرم بر گرم وزن خشک تعیین شد [۷].

۳.۲. سنجش پراکسید هیدروژن

جهت سنجش پراکسید هیدروژن، ۰/۵ گرم نمونه تازه گیاهی (دانه رست) با ۵ میلی لیتر تری کلرواستیک اسید ۰،۱ درصد مخلوط و آسیاب شد [۸]. سپس با استفاده از کاغذ واتمن صاف و به مدت ۱۵ دقیقه با سرعت ۱۰۰۰۰ دور در دقیقه سانتیفریوژ و مایع رویی جمع آوری شد. سپس ۰/۵ میلی لیتر از عصاره گیاهی با یک میلی لیتر یدید پتاسیم (۱ مولار) و ۰/۵ میلی لیتر بافر فسفات (۱۰ میلی مولار، pH=7) مخلوط و در نهایت به مدت یک ساعت در تاریکی نگهداری شد. با استفاده از اسپکتروفوتومتر، جذب مخلوط عصاره در طول موج ۳۹۰ نانومتر اندازه‌گیری شد.

۴.۲. سنجش مالون دی آلدئید

جهت سنجش مالون دی آلدئید، ۰/۵ گرم نمونه تازه گیاهی (دانه رست) در دو میلی لیتر تری کلرو استیک اسید یک درصد مخلوط و آسیاب شد. سپس عصاره گیاهی به مدت ۱۵ دقیقه و با سرعت ۱۲۰۰۰ دور در دقیقه سانتیفریوژ شد. مخلوط واکنش در حمام آب در دمای ۹۵ درجه سانتی‌گراد به مدت ۳۰ دقیقه انکوبه شد و سپس به سرعت در حمام یخ به مدت ۲ دقیقه خنک شد. در مرحله بعد، به مدت ۱۰ دقیقه با سرعت ۱۵۰۰۰ دور بر دقیقه سانتیفریوژ شد. با استفاده از اسپکتروفوتومتر جذب مخلوط عصاره در طول موج های ۵۳۲، ۶۰۰ و ۴۵۰ نانومتر ثبت و با استفاده از فرمول زیر میزان مالون دی آلدئید (C) تعیین شد [۹].

۵.۲. ارزیابی ظرفیت آنتی اکسیدانی به روش DPPH



جهت سنجش ظرفیت آنتی‌اکسیدانی به روش DPPH، ۰/۴ گرم نمونه خشک و پودر شده گیاهی (دانه رست) با ۱۰ میلی لیتر متانول ۷۰ درصد مخلوط و در مدت دو ساعت با سرعت ۹۰ rpm عصاره گیری شد. به یک میلی لیتر عصاره گیاهی، ۱ میلی لیتر محلول DPPH ۰/۰۰۴ درصد اضافه و به مدت ۳۰ دقیقه در تاریکی قرار داده و سپس جذب محلول توسط دستگاه اسپکتروفتومتر در طول موج ۵۱۷ نانومتر تعیین گردید. در نهایت ظرفیت آنتی‌اکسیدانی از طریق درصد مهار رادیکال DPPH طبق فرمول زیر محاسبه شد [۱۰].

$$100 \times (\text{جذب شاهد} / (\text{جذب نمونه} - \text{جذب شاهد})) = \text{ظرفیت آنتی‌اکسیدانی}$$

۳- نتایج و بحث

نتایج نشان داد که وزن تر اندام هوایی دانه رست در تیمار با نمک K_2SO_4 در غلظت‌های ۸۰ و ۱۲۰ میلی مولار به ترتیب ۳۷ و ۸۰ درصد کاهش یافت. در تیمار با Na_2SO_4 در غلظت‌های ۸۰، ۴۰ و ۱۲۰ میلی مولار به ترتیب ۴۷، ۵۸ و ۷۲ درصد به طور معنی داری کاهش یافت. به همین ترتیب وزن تر ریشه در دانه رست تیمار شده با K_2SO_4 در غلظت‌های ۴۰، ۸۰ و ۱۲۰ میلی مولار به ترتیب ۲۶، ۸۰ و ۹۸ درصد کاهش یافت. وزن تر ریشه در دانه رست تیمار شده با Na_2SO_4 در غلظت‌های ۸۰ و ۱۲۰ میلی مولار به ترتیب ۳ و ۶ برابر کاهش یافت. (جدول ۱). وزن خشک اندام هوایی فقط در غلظت ۱۲۰ میلی مولار نمک‌های K_2SO_4 و Na_2SO_4 به ترتیب ۳۸ و ۳۰ درصد کاهش معنی داری نشان داد. در حالیکه وزن خشک ریشه در غلظت‌های ۴۰، ۸۰ و ۱۲۰ میلی مولار K_2SO_4 به ترتیب ۶۰، ۸۶ و ۹۳ درصد و در غلظت‌های ۴۰، ۸۰ و ۱۲۰ میلی مولار Na_2SO_4 به ترتیب ۲۶، ۶۰ و ۹۳ درصد کاهش معنی داری داشت (جدول ۱). مقایسه اثر این دو نمک بر رشد دانه رست نشان داد که نمک Na_2SO_4 بر رشد اندام هوایی دانه رست کلزا تاثیر منفی بیشتری نسبت به دانه رست تیمار شده با K_2SO_4 داشته است.

جدول ۱: تاثیر شوری (Na_2SO_4 و K_2SO_4) در غلظت‌های مختلف ۴۰، ۸۰ و ۱۲۰ میلی مولار بر وزن تر و خشک اندام هوایی و ریشه دانه رست گیاه کلزا. حروف متفاوت در هر ردیف نشان دهنده تفاوت معنی دار در سطح احتمال یک درصد می باشد.

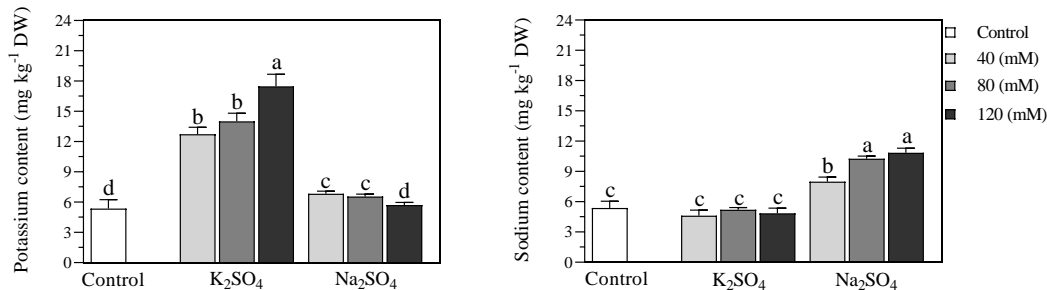
تیمارهای شوری

اندام هوایی	K_2SO_4 (mM)				Na_2SO_4 (mM)		
	Control	40	80	120	40	80	120
وزن تر	1.35 ± 0.23 a	1.04 ± 0.07 ab	0.85 ± 0.06 b	0.26 ± 0.03 e	0.71 ± 0.04 c	0.57 ± 0.03 d	0.37 ± 0.05 e
وزن خشک	0.122 ± 0.006 a	0.149 ± 0.013 a	0.125 ± 0.007 a	0.075 ± 0.020 b	0.134 ± 0.007 a	0.116 ± 0.014 ab	0.086 ± 0.015 b
ریشه							
وزن تر	0.12 ± 0.02 a	0.068 ± 0.01 b	0.023 ± 0.009 c	0.001 ± 0.0001 d	0.109 ± 0.04 a	0.065 ± 0.014 b	0.020 ± 0.002 c
وزن خشک	0.015 ± 0.002 a	0.006 ± 0.0003 b	0.002 ± 0.0001 c	0.001 ± 0.0001 d	0.011 ± 0.003 a	0.006 ± 0.002 b	0.001 ± 0.0009 d



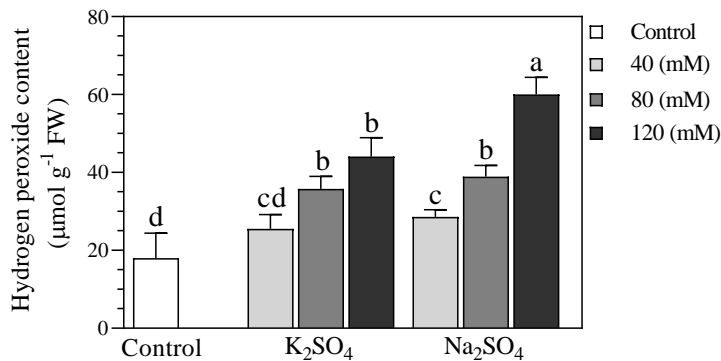
میزان پتاسیم در دانه رست‌های تیمار شده با K_2SO_4 در غلظت‌های ۸۰، ۴۰ و ۱۲۰ میلی مولار به ترتیب ۲/۶، ۳ و ۳/۴ برابر افزایش یافت. اگرچه در دانه رست‌های تیمار شده با Na_2SO_4 ، میزان پتاسیم به میزان بسیار پایین اما معنی دار در غلظت‌های ۴۰ و ۸۰ میلی مولار افزایش یافت (شکل ۱).

میزان سدیم در دانه رست‌های تیمار شده با K_2SO_4 در غلظت‌های مختلف تفاوت معنی داری را با کنترل نشان نداد. در حالی که میزان سدیم در غلظت‌های ۸۰، ۴۰ و ۱۲۰ میلی مولار به ترتیب ۱/۵، ۲ و ۲/۲ برابر افزایش یافت



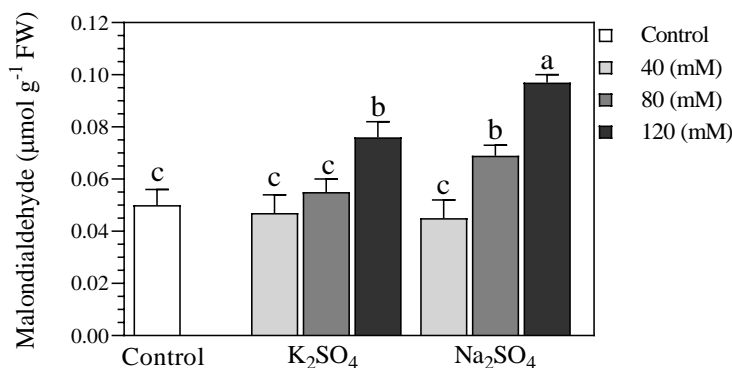
شکل ۱: تاثیر شوری (Na_2SO_4 و K_2SO_4) در غلظت‌های مختلف ۸۰، ۴۰ و ۱۲۰ میلی مولار بر میزان سدیم و پتاسیم دانه رست های گیاه کلزا. حروف متفاوت روی نمودار ستونی نشان دهنده تفاوت معنی دار در سطح احتمال یک درصد می باشد.

میزان پراکسید هیدروژن در دانه رست‌های تیمار شده با K_2SO_4 در غلظت‌های ۸۰ و ۱۲۰ میلی مولار نسبت به گیاه کنترل به ترتیب ۱/۹ و ۲/۵ برابر افزایش یافت. به همین ترتیب در دانه رست‌های تیمار شده با Na_2SO_4 ، میزان پراکسید هیدروژن به میزان ۱/۵، ۲ و ۳/۳ برابر در غلظت‌های ۸۰، ۴۰ و ۱۲۰ میلی مولار افزایش نشان داد (شکل ۲). در واقع افزایش بالاتر میزان پراکسید هیدروژن در تیمار ۱۲۰ میلی مولار Na_2SO_4 نشان دهنده سمیت بالاتر یون سولفات در همراهی با یون سدیم می باشد.



شکل ۲: تاثیر شوری (K₂SO₄ و Na₂SO₄) در غلظتهای مختلف ۴۰، ۸۰ و ۱۲۰ میلی مولار بر میزان پراکسید هیدروژن دانه رست های گیاه کلزا. حروف متفاوت روی نمودار ستونی نشان دهنده تفاوت معنی دار در سطح احتمال یک درصد می باشد.

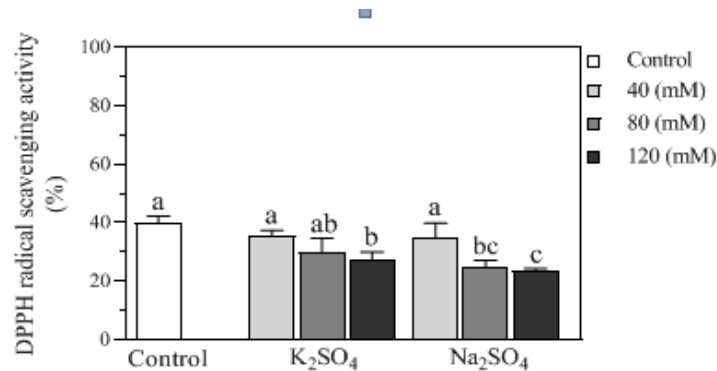
میزان مالون‌دی‌آلدئید در دانه رست‌های تیمار شده با K₂SO₄ تنها در غلظت ۱۲۰ میلی مولار نسبت به گیاه کنترل، ۵۰ درصد افزایش یافت. در دانه رست‌های تیمار شده با Na₂SO₄، میزان پراکسید هیدروژن به میزان ۲۸ و ۹۴ درصد به ترتیب در غلظتهای ۸۰ و ۱۲۰ میلی مولار افزایش یافت (شکل ۳). بیشترین میزان مالون‌دی‌آلدئید در سطوح بالاتر شوری Na₂SO₄ مشاهده شد که بیانگر تخریب بالاتر غشا سلولی در این نوع و سطوح شوری می باشد.



شکل ۳: تاثیر شوری (K₂SO₄ و Na₂SO₄) در غلظتهای مختلف ۴۰، ۸۰ و ۱۲۰ میلی مولار بر میزان مالون دی‌آلدئید دانه رست های گیاه کلزا. حروف متفاوت روی نمودار ستونی نشان دهنده تفاوت معنی دار در سطح احتمال یک درصد می باشد.



میزان درصد مهار رادیکال DPPH در دانه رست‌های تیمار شده با K_2SO_4 تنها در غلظت ۱۲۰ میلی مولار نسبت به گیاه کنترل ۳۲ درصد کاهش یافت. در دانه رست‌های تیمار شده با Na_2SO_4 ، میزان درصد مهار رادیکال DPPH به میزان ۳۷ و ۳۵ درصد به ترتیب در غلظت‌های ۸۰ و ۱۲۰ میلی مولار کاهش نشان داد (شکل ۴). کاهش میزان فعالیت آنتی‌اکسیدانی در غلظت‌های بالای هر دو نمک مخصوصاً Na_2SO_4 نشان دهنده سمیت بالای این نمک و کاهش مقاومت دانه رست تیمار شده به وسیله Na_2SO_4 می‌باشد.



شکل ۴: تاثیر شوری (Na_2SO_4 و K_2SO_4) در غلظت‌های مختلف ۴۰، ۸۰ و ۱۲۰ میلی مولار بر میزان درصد مهار رادیکال DPPH دانه رست‌های گیاه کلزا. حروف متفاوت روی نمودار ستونی نشان دهنده تفاوت معنی دار در سطح احتمال یک درصد می‌باشد.

منابع

- 1] Kronzucker HJ, Britto DT. (2011). Sodium transport in plants: a critical review. *New phytologist*, 189, 54–81.
- 2] White PJ, Broadley MR. (2001). Chloride in soils and its uptake and movement within the plant: a review. *Annals of botany*, 88, 967–988.
- 3] Reginato M, Sosa L, Llanes A, Hampp E, Vettorazzi N, Reinoso H, Luna V. (2014). Growth responses and ion accumulation in the halophytic legume *Prosopis strombulifera* are determined by Na_2SO_4 and NaCl. *Plant Biology*, 16, 97–106.
- 4] Hawkesford MJ, De Kok LJ. (2006). Managing Sulphur metabolism in plants. *Plant Cell Environment*, 29, 382–395.

- 5] Ryrie IJ, Jagendorf AT. (1971). Inhibition of photophosphorylation in spinach chloroplasts by inorganic sulfate. *Journal of Biological Chemistry*, 246, 582–588.
- 6] Reich M, Aghajanzadeh T, Stuver CEE, Koralewska A, De Kok LJ. (2015). Impact of Sulfate Salinity on the Uptake and Metabolism of Sulfur in Chinese Cabbage. In: De Kok LJ, Hawkesford MJ, Rennenberg H, Saito K, Schnug E (eds) *Molecular Physiology and Ecophysiology of Sulfur*, Springer International Publishing, pp 227–238.
- 7] Ali Ahyaei MVAA. (1379). Description of soil analysis methods (Volume 1.) Soil and Water Research Institute
- 8] Velikova V, Yordanov I, Edreva, AJPS. (2000). Oxidative stress and some antioxidant systems in acid rain-treated bean plants: protective role of exogenous polyamines. *Plant Science*, 151(1), 59-66.
- 9] Heath RL, Packer L. (1968). Photoperoxidation in isolated chloroplasts: I. Kinetics and stoichiometry of fatty acid peroxidation. *Archives of Biochemistry and Biophysics*, 125(1), 189-198.
- 10] Thygesen L, Thulin J, Mortensen A, Skibsted LH, Molgaard P. (2007). Antioxidant activity of cichoric acid and alkamides from *Echinacea purpurea*, alone and in combination. *Food Chemistry*, 101, 74-81.



تاثیر تنش شوری (NaCl و Na₂SO₄) بر پارامترهای رشد و ترکیبات فنولیک گیاه کلزا در شرایط کشت مزرعه ای

معصومه سلیمانی^۱، طاهره السادات آقاجانزاده^{۲*}

۱. دانشجوی کارشناسی ارشد فیزیولوژی گیاهی، گروه علوم گیاهی، دانشکده علوم پایه، دانشگاه مازندران

۲. دانشیار فیزیولوژی مولکولی گیاهی، گروه علوم گیاهی، دانشکده علوم پایه، دانشگاه مازندران
نویسنده مسئول: t.aghajanzadeh@umz.ac.ir

چکیده

شوری یکی از عوامل مهم در کاهش عملکرد گیاهان می‌باشد. این مطالعه با هدف بررسی اثر شوری‌های NaCl و Na₂SO₄ بر مبنای میزان یکسان یون سدیم، بر رشد و پارامترهای فیزیولوژیک گیاه کلزا صورت گرفت. در راستای این پژوهش، آزمایش مزرعه‌ای به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوکهای کامل تصادفی با ۳ تکرار اجرا شد. نتایج نشان داد که وزن تر و خشک اندام هوایی در گیاهان تیمار شده با NaCl در غلظت های ۱۶۰ و ۲۴۰ میلی مولار و وزن تر و خشک اندام هوایی در گیاهان تیمار شده با Na₂SO₄ در غلظت های ۸۰ و ۱۲۰ میلی مولار نسبت به کنترل به طور معنی داری کاهش یافتند. اگرچه میزان کاهش وزن تر و خشک اندام هوایی گیاهان تیمار شده با NaCl نسبت به میزان کاهش آنها در گیاهان تیمار شده با Na₂SO₄ بیشتر بود. میزان عنصر سدیم در گیاهان تیمار شده با NaCl و Na₂SO₄ با افزایش غلظت، افزایش یافت. اگر چه میزان عنصر سدیم در گیاهان تیمار شده با NaCl به میزان بیشتری نسبت به گیاهان تیمار شده با Na₂SO₄ در اندام هوایی تجمع یافته است. میزان فلاونول در گیاهان تحت تیمار NaCl در هر سه غلظت افزایش یافت درحالیکه میزان فلاونول در گیاهان تحت تیمار Na₂SO₄ نسبت به کنترل تفاوت معنی داری نداشت. میزان فلاونوئید در گیاهان تحت تیمار NaCl با افزایش غلظت افزایش یافت. اگرچه میزان فلاونوئید در گیاهان تحت تیمار Na₂SO₄ تفاوت معنی داری نداشت. نتایج نشان داد که سمیت در گیاه کلزا تیمار شده با NaCl به طور معنی داری بیشتر از Na₂SO₄ در شرایط کشت مزرعه ای بود.

کلمات کلیدی: شوری، نمک های سدیم و سولفور، پاسخهای فیزیولوژیک



The effect of salinity stress (NaCl and Na₂SO₄) on the growth parameters and phenolic compounds of rapeseed plants under field conditions

Masoumeh soleymani¹, Tahereh A. Aghajanzadeh^{2,*}

1 Master student of Plant Physiology, Department of Plant Science, Faculty of Basic Sciences, University of Mazandaran

2 Assistant Professor of Plant Molecular Physiology, Department of Plant Science, Faculty of Basic Sciences, University of Mazandaran

*Corresponding author: t.aghajanzadeh@umz.ac.ir

Abstract

Salinity is one of the important factors in reducing the yield of plants. This study was conducted with the aim of investigating the effect of NaCl and Na₂SO₄ salinities, based on the same amount of sodium ion, on the growth and physiological parameters of canola. In line with this research, a factorial field experiment was conducted in the form of a randomized complete block design with 3 replications. The results showed that the fresh and dry weight of shoots in plants treated with NaCl at concentrations of 160 and 240 mM and the fresh and dry weight of shoots in plants treated with Na₂SO₄ at concentrations of 80 and 120 mM were significantly reduced compared to the control. Although the fresh and dry weight of the plants treated with NaCl were higher than those of the plants treated with Na₂SO₄. The amount of sodium in plants treated with NaCl and Na₂SO₄ was increased with increasing of their concentrations in the soil. Although, sodium in the shoots of the plants treated with NaCl was more accumulated than that of the plants treated with Na₂SO₄. The amount of flavonol in plants treated with NaCl was increased in all three concentrations, while the content of flavonol in plants treated with Na₂SO₄ did not differ significantly compared to the control. The content of flavonoids in NaCl-treated plants was increased with increasing of their concentrations in the soil. Although the content of flavonoids in plants treated with Na₂SO₄ was not significantly different. The results showed that the toxicity in canola plants treated with NaCl was significantly higher than Na₂SO₄ in field cultivation conditions.

Keyword: salinity, sodium and sulfur salts, physiological responses

مقدمه

شوری یکی از محدود کننده ترین عوامل بهره وری محصولات کشاورزی در سراسر جهان در نظر گرفته می شود [۱]. یکی از شایع ترین دلایل شوری در سالهای اخیر، پاکسازی زمین و جایگزینی پوشش گیاهی چند ساله با گیاهان یکساله و آبیاری با استفاده از آب غنی از نمک یا داشتن زهکشی ناکافی است. شوری هموستاز یونی و پتانسیل آبی گیاه را مختل می کند که ممکن است بر متابولیسم و رشد گیاه تأثیر منفی بگذارد [۲]. تأثیر شوری بر گیاهان به گونه گیاهی، مرحله رشد، عوامل محیطی و غلظت و نوع نمک بستگی دارد [۳]. آسیب شوری در گیاهان در دو مرحله زمانی مختلف رخ می دهند. مرحله اول بلافاصله پس از قرار گرفتن در معرض تنش شوری رخ می دهد، در حالی که مرحله دوم، به دلیل تجمع یون ها عمدتاً در برگ های مسن تر علائم اولیه کاهش رشد شامل آسیب به برگ های پیر و کاهش ظرفیت فتوسنتزی رخ میدهد [۴]. بیشتر مطالعات در مورد تنش و تحمل به شوری با (NaCl) انجام شده است که عموماً فراوان ترین نمک در خاک های شور است. نمک های سولفات ممکن است در خاک های آتشفشانی، در خاک های دریایی (از آنجایی که آب دریا حاوی مقادیر زیادی سولفات است)، در خاک های کشاورزی که با آب شور آبیاری می شوند یا ممکن است در اثر خروجی های صنایع مختلف و یا از طریق رسوب مرطوب یا خشک گازهای گوگردی اتمسفر ایجاد شود [۵]. جذب سولفات توسط ریشه، توزیع آن در گیاهان و احیای آن در کلروپلاست یا پلاستیدها تحت کنترل دقیق نظارتی است و با تقاضای گوگرد برای رشد تنظیم شده است. اما همچنین گزارش شده است که سولفات خود اثرات سمی بر متابولیسم گیاه از طریق مهار فتو فسفوریلاسیون دارد [۶]. سولفور یک عنصر ضروری برای گیاهان با عملکردهای مختلف در متابولیسم و رشد است. سولفور به صورت سولفات از ریشه گیاهان جذب می شود و با چندین مرحله آنزیمی به اسیدهای آمینه سیستئین و متیونین که برای ساختار و عملکرد پروتئین ها مهم هستند، تبدیل می شود [۷]. متعاقباً، این اسیدهای آمینه در انواع دیگر ترکیبات گوگرددار مانند گلوکوتایون که در دفاع آنتی اکسیدانی و سم زدایی فلزات سنگین نقش دارد، همچنین در ساختار فیتوآلکسینها و سولفولیپیدها وارد می شود [۸]. علاوه بر این، سیستئین به عنوان دهنده سولفور برای سنتز گلوکوزینولات ها به عنوان یک ترکیب ثانویه سولفوردار در گیاهان خانواده کلم مهم می باشد [۹]. گلوکوزینولات ها به عنوان آنتی اکسیدانت در برابر استرسهای مختلف زنده و غیر زنده نقش دارد [۱۰].

مواد و روشها

بذرهای کلزا از اداره جهاد کشاورزی ساری تهیه شد. آزمایش مزرعه ای به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوکهای کامل تصادفی با ۳ تکرار اجرا شد. عملیات آماده سازی زمین شامل شخم زدن، تسطیح خاک، احداث



نهرهای آبیاری و تمهیدات لازم برای جلوگیری از اختلاط اثر تیمارهای مختلف قبل از اجرای آزمایش صورت گرفت. تیمارهای شوری شامل نمکهای سدیم دار در غلظتهای مختلف ۸۰، ۱۶۰ و ۲۴۰ میلی مولار و سولفات دار (Na_2SO_4) در غلظت های ۴۰، ۸۰ و ۱۲۰ میلی مولار در حداقل ۳ تکرار می باشد. در این نمک ها میزان سدیم یکسان در نظر گرفته شده است. پس از جمع آوری گیاه و انتقال آنها به آزمایشگاه، ریشه از اندام هوایی جدا شده و وزن تر آنها اندازه گیری شده است. برای اندازه گیری ماده خشک گیاهی، سنجش میزان عناصر در ریشه و اندام هوایی، نمونه گیاهی در آون در دمای ۸۰ درجه سانتی گراد به مدت ۲۴ ساعت قرار داده و خشک شدند. سنجش سدیم و پتاسیم نمونه های گیاهی با استفاده از فلیم فتومتر انجام شده است.

سنجش عناصر سدیم و پتاسیم

یک گرم نمونه گیاهی با استفاده از ۵ میلی لیتر اسید کلریدریک دو نرمال و آب مقطر عصاره گیری شده است. جذب نمونه ها توسط دستگاه فلیم فتومتر به ترتیب در طول موجهای ۷۶۶/۵ و ۵۸۹ نانومتر برای محاسبه میزان پتاسیم و سدیم خوانده شد. در نهایت غلظت این عناصر بر اساس منحنی استاندارد، بر حسب میلی گرم بر گرم وزن خشک تعیین شد [۱۱].

سنجش فلاونوئید و فلاونول

جهت سنجش ترکیبات فنولیک، یک گرم از نمونه های خشک و پودر شده اندام هوایی با ۱۰ میلی متانول ۷۰ درصد مخلوط و به مدت ۲ ساعت با سرعت ۱۲۰ rpm شیک شد. سپس به مدت ۲۰ دقیقه با سرعت rpm ۶۰۰۰ سانتریفیوژ و محلول رویی جدا شد [۱۵]. برای سنجش فلاونول، به ۴۰۰ میکرولیتر عصاره گیاهی، ۶۰۰ میکرولیتر متانول ۷۰ درصد به همراه یک میلی لیتر کلرید آلومینیوم ۲ درصد و ۳ میلی لیتر استات سدیم ۵ درصد اضافه و به مدت ۱۵۰ دقیقه در تاریکی قرار داده شد. سپس جذب نمونه ها با استفاده از دستگاه اسپکتوفتومتر در طول موج ۴۴۰ نانومتر ثبت شد. مقدار فلاونول کل با استفاده از منحنی استاندارد کوئرستین بر حسب میلی گرم روتین در یک گرم ماده خشک محاسبه گردید.

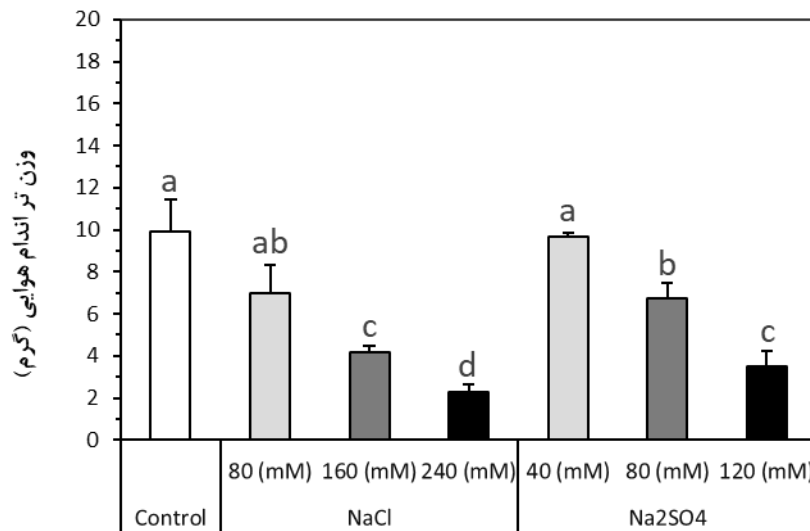
جهت سنجش فلاونوئید، ۲۰۰ میکرولیتر عصاره گیاهی به همراه ۱/۸ میلی گرم متانول ۷۰ درصد، ۲/۸ میلی لیتر آب مقطر، ۱۰۰ میکرولیتر کلرید آلومینیوم ۱۰ درصد و ۱۰۰ میکرولیتر استات پتاسیم ۱ مولار کاملا مخلوط و به مدت ۳۰ دقیقه در تاریکی قرار گرفت. سپس جذب نمونه ها در طول موج ۴۱۵ نانومتر با دستگاه اسپکتروفتومتر اندازه گیری شد. مقدار فلاونوئید کل با استفاده از منحنی استاندارد روتین بر حسب میلی گرم روتین در یک گرم ماده خشک تعیین گردید [۱۲].



نتیجه و بحث

نتایج نشان داد که وزن تر اندام هوایی در تیمار با NaCl در غلظت ۸۰ میلی مولار تفاوت معنی داری در مقایسه با کنترل نشان نداد. در حالیکه وزن تر اندام هوایی در غلظت ۱۶۰ و ۲۴۰ میلی مولار به ترتیب ۵۷ و ۷۹ درصد کاهش یافت (شکل ۱).

در گیاهان تیمار شده با ۴۰ میلی مولار Na₂SO₄ وزن تر اندام هوایی تفاوت معنی داری نشان نداد. وزن تر اندام هوایی در تیمار ۸۰ و ۱۲۰ میلی مولار Na₂SO₄ به ترتیب ۳۱ و ۶۴ درصد کاهش یافت (شکل ۱).

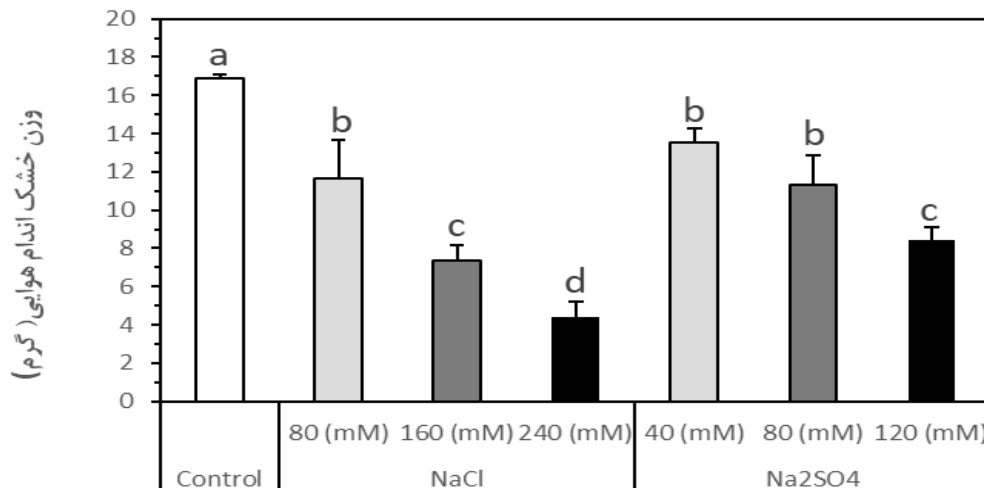


شکل ۱: تاثیر تیمار NaCl (۸۰، ۱۶۰ و ۲۴۰ میلی مولار) و تیمار Na₂SO₄ (۴۰، ۸۰ و ۱۲۰ میلی مولار) بر وزن تر گیاه کلزا. حروف متفاوت روی نمودار ستونی نشان دهنده تفاوت معنی دار در سطح احتمال یک درصد می باشد.

نتایج نشان داد که میزان وزن خشک اندام هوایی در گیاهان تیمار شده با NaCl در غلظت های ۸۰، ۱۶۰ و ۲۴۰ میلی مولار به ترتیب ۳۱/۳، ۵۶/۲ و ۷۳ درصد کاهش یافته است (شکل ۲). همچنین وزن خشک اندام هوایی در گیاهان تیمار شده با Na₂SO₄ در غلظت های ۴۰ و ۸۰ میلی مولار از لحاظ آماری تفاوت معنی داری نشان نداد در حالیکه در غلظت ۱۲۰ میلی مولار ۵۰ درصد نسبت به کنترل کاهش یافته است (شکل ۲).

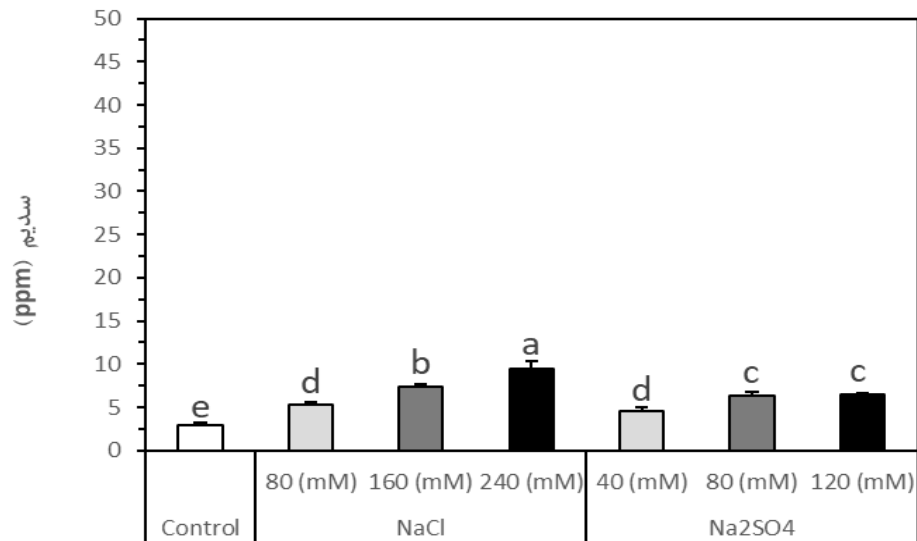


نتایج حاصل از وزن تر و خشک نشان داد که سمیت در گیاهان تیمار شده با NaCl بیشتر گیاهان تیمار شده با Na_2SO_4 است.



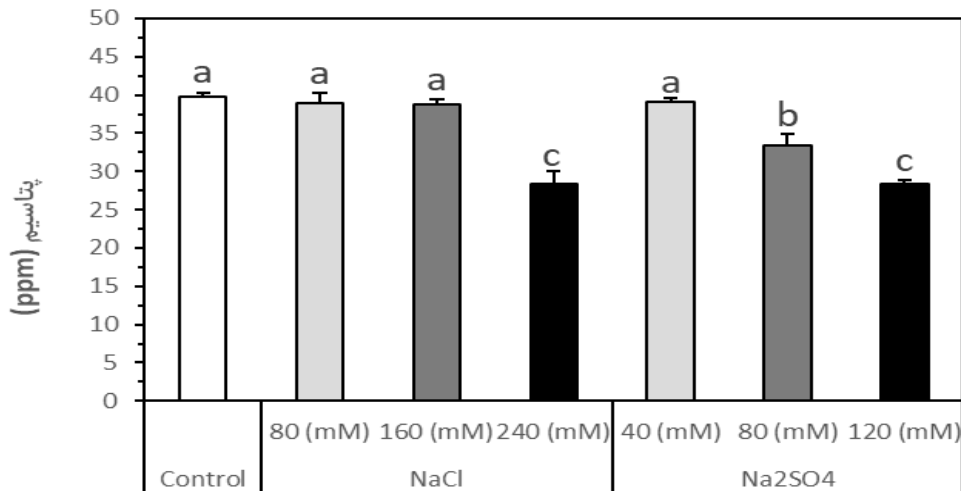
شکل ۲: تاثیر تیمار NaCl (۸۰، ۱۶۰ و ۲۴۰ میلی مولار) و تیمار Na_2SO_4 (۴۰، ۸۰ و ۱۲۰ میلی مولار) بر وزن خشک گیاه کلزا. حروف متفاوت روی نمودار ستونی نشان دهنده تفاوت معنی دار در سطح احتمال یک درصد می باشد.

میزان سدیم در گیاهان تیمار شده با NaCl در غلظت ۸۰ میلی مولار ۴۵ درصد افزایش نسبت به کنترل نشان داده است. همچنین میزان سدیم در غلظت ۱۶۰ و ۲۴۰ میلی مولار به ترتیب ۲/۵ و ۳/۲ برابر افزایش یافت. در حالیکه میزان سدیم در گیاهان تیمار شده با Na_2SO_4 در غلظت ۴۰ میلی مولار ۱/۵۸ برابر و در غلظت ۸۰ و ۱۲۰ میلی مولار ۲/۲ برابر نسبت به کنترل افزایش یافته است (شکل ۳). با توجه به اینکه میزان تجمع سدیم در گیاهان تیمار شده با استرس شوری حاصل از NaCl بالاتر تر از میزان تجمع سدیم در گیاهان تیمار شده با Na_2SO_4 بوده است، به نظر می رسد که گیاه کلزا دارای مکانیزمهای مقاومتی نسبت به سمیت استرس Na_2SO_4 می باشند. بسیاری از گیاهان زراعی حساسیت قابل ملاحظه ای نسبت به شرایط شوری نشان می دهند که این موضوع به علت مسمومیت حاصل از تجمع و جذب یون سدیم در سلول، اثرات منفی آنها در غشای سلول و اختلال در فعالیت آنزیمها و سلول ها است [۱۳].



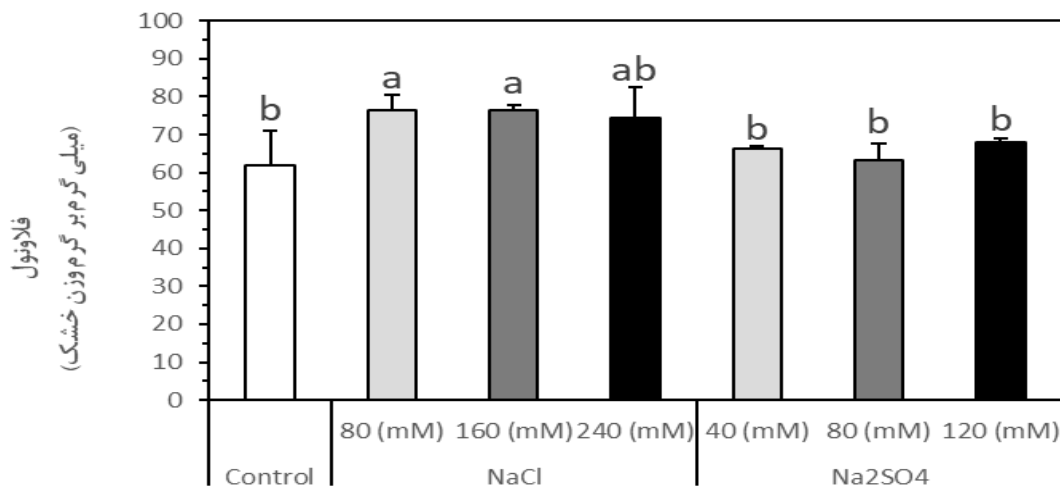
شکل ۳: تاثیر تیمار NaCl (۸۰، ۱۶۰ و ۲۴۰ میلی مولار) و تیمار Na₂SO₄ (۴۰، ۸۰ و ۱۲۰ میلی مولار) سدیم گیاه کلزا. حروف متفاوت روی نمودار ستونی نشان دهنده تفاوت معنی دار در سطح احتمال یک درصد می باشد.

براساس نتایج بدست آمده میزان پتاسیم در گیاهان باتیمار NaCl در غلظتهای ۸۰ و ۱۶۰ میلی مولار تفاوت معنی داری نسبت به کنترل نداشته است و از لحاظ آماری یکسان هستند. درحالیکه در غلظت ۲۴۰ میلی مولار ۲۸ درصد کاهش یافت (شکل ۴). همچنین میزان پتاسیم در گیاهان تحت تنش Na₂SO₄ در غلظت ۴۰ میلی مولار نیز تفاوت معنی داری نسبت به کنترل مشاهده نشده است. در حالیکه در غلظت های ۸۰ و ۱۲۰ میلی مولار به ترتیب ۱۶ و ۲۸ درصد کاهش یافته است (شکل ۴). کاهش چشمگیر عنصر پتاسیم در سمیت ناشی از Na₂SO₄ با کاهش وزن تر و خشک گیاه مطابقت داشته است.



شکل ۴: تاثیر تیمار NaCl (۸۰، ۱۶۰ و ۲۴۰ میلی مولار) و تیمار Na₂SO₄ (۴۰، ۸۰ و ۱۲۰ میلی مولار) بر پتاسیم گیاه کلزا. حروف متفاوت روی نمودار ستونی نشان دهنده تفاوت معنی دار در سطح احتمال یک درصد می باشد.

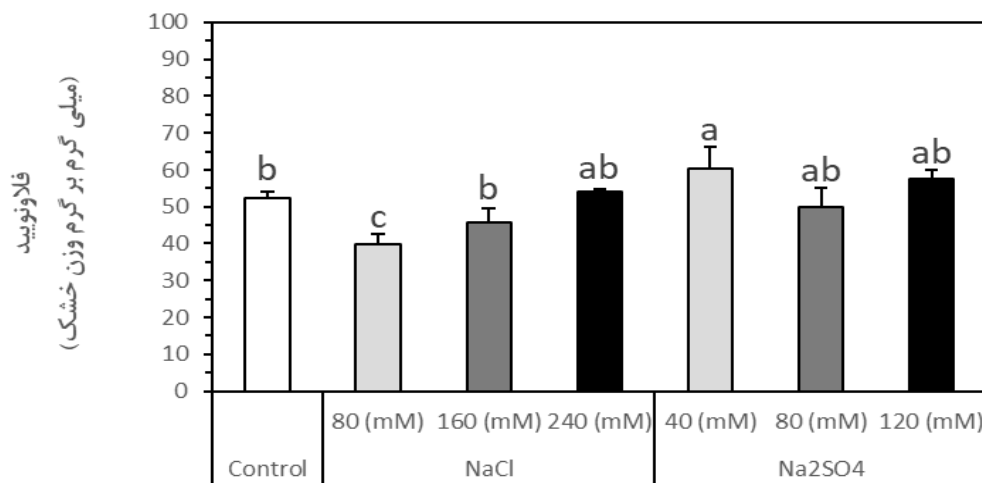
نتایج نشان داد که میزان فلاونول در گیاهان تیمار شده با NaCl در غلظت های ۸۰ و ۱۶۰ و ۲۴۰ میلی مولار نسبت به کنترل افزایش یافت (شکل ۵). چنانچه میزان فلاونول در گیاهان تیمار شده با Na₂SO₄ در غلظت های ۴۰، ۸۰ و ۱۲۰ میلی مولار نیز از لحاظ آماری تفاوت معنی داری نسبت به کنترل نداشته است (شکل ۵).



شکل ۵: تاثیر تیمار NaCl (۸۰، ۱۶۰ و ۲۴۰ میلی مولار) و تیمار Na₂SO₄ (۴۰، ۸۰ و ۱۲۰ میلی مولار) بر فلاونول گیاه کلزا. حروف متفاوت روی نمودار ستونی نشان دهنده تفاوت معنی دار در سطح احتمال یک درصد می باشد.



نتایج نشان داد که میزان فلاونوئید در گیاهان تیمار شده با NaCl در غلظت ۸۰ میلی مولار ۲۴ درصد نسبت به کنترل کاهش یافت. همچنین در غلظت ۱۶۰ میلی مولار ۱۲ درصد کاهش یافته است. درحالیکه در غلظت ۲۴۰ میلی مولار تفاوت معنی داری نسبت به کنترل مشاهده نشده است (شکل ۶). بطوریکه میزان فلاونوئید در گیاهان تیمار شده با Na₂SO₄ در غلظت های ۴۰، ۸۰ و ۱۲۰ میلی مولار تفاوت معنی داری نسبت به کنترل نداشته است (شکل ۶). با توجه به اینکه گیاهان تحت تیمار NaCl نسبت به گیاهان تحت تیمار Na₂SO₄ تنش بیشتری قرار داشتند، میزان ترکیبات آنتی اکسیدانت مانند فلاونول ها و فلاونوئیدها در گیاهان تحت تیمار NaCl تغییرات محسوس تری را نشان دادند.



شکل ۶: تاثیر تیمار NaCl (۸۰، ۱۶۰ و ۲۴۰ میلی مولار) و تیمار Na₂SO₄ (۴۰، ۸۰ و ۱۲۰ میلی مولار) بر فلاونوئید گیاه کلزا. حروف متفاوت روی نمودار ستونی نشان دهنده تفاوت معنی دار در سطح احتمال یک درصد می باشد.

منابع

- 1- Chaudhary I, Sharma, YK. (2014). Alterations in Onion (*Allium cepa* L.) provoked by salinity and its alleviation using phosphorus. International journal of current research. 6:8605-8611.
- 2- Mansour MMF, van Hasselt PR, Kuiper PJC. (2000). NaCl effects on root plasma membrane ATPase of salt tolerant wheat. Biologia Plantarum. 43:61-66.
- 3- Yadav S, Irfan M, Ahmad A, Hayat S. (2011). Causes of salinity and plant manifestations to salt stress: A review. Journal of Environmental Biology. 32:667-685.

- 4- Munns R, James RA, Lauchli A. (2006). Approaches to increasing the salt tolerance of wheat and other cereals. *Journal of Experimental Botany*. 57: 1025–1043.
- 5- Moss M. (1978). Sources of sulfur in the environment: The global sulfur cycle. In: Nriagu JO (ed) *Sulfur in the Environment, Part 1: The Atmospheric Cycle*. Wiley, New York, pp. 23–50.
- 6- Ryrie IJ, Jagendorf, AT. (1971). Inhibition of photophosphorylation in spinach chloroplasts by inorganic sulfate. *Journal Biological Chemistry*. 246:582–588.
- 7- Hell R, Jost R, Berkowitz O, Wirtz M. (2002). Molecular and biochemical analysis of the enzymes of cysteine biosynthesis in the plant *Arabidopsis thaliana*. *Amino Acids*. 22(3):245-57.
- 8- Takahashi H, Kopriva S, Giordano M, Saito K, Hell R. (2011). Sulfur assimilation in photosynthetic organisms: molecular functions and regulations of transporters and assimilatory enzymes. *Annual Review of Plant Biology*. 62:157-184.
- 9- Kopriva S, Mugford SJ, Baraniecka P, Lee B, Matthewman CA, Koprivova A. (2012). Control of sulfur partitioning between primary and secondary metabolism in *Arabidopsis*. *Frontiers in Plant Science*. 3:163.
- 10- Aghajanzadeh TA, Dharmendra HP, Burow M. (2020b). Differential partitioning of thiols and glucosinolates between shoot and root in Chinese cabbage upon excess zinc exposure. *Journal of Plant Physiology*. 244: 153088.
- 11- Ali Ahyaei MVAA. (1379). Description of soil analysis methods (Volume 1.) Soil and Water Research Institute.
- 12- Akkol EK, Göger F, Koşar M, Başer KHC. (2008). “Phenolic composition and biological activities of *Salvia halophila* and *Salvia virgata* from Turkey”. *Food Chemistry*, 108(3): 942-949.
- 13- Khoshkholgh-Sima NA, Alitabar RA, Eghbalinejad M, Babazadeh P, TaleAhmad. (2013). Effect of salinity on germination and threshold of tolerance in barley. *Iranian Journal of Field Crops Research*, 11(1), 107-120.



محرك های رشد گیاهی

کیاوش کلانتری، علیرضا پودینه، محمدیاسین ظهیری

دبیرستان استعداد های درخشان حضرت محمد(ص)، زاهدان

چکیده

بهبود کیفیت، پایداری سیستم کشت و کاهش هزینه های تولید از اهداف کشاورزی نوین است. از طرف دیگر تغییرات اقلیمی در جهان و ایران سبب شده گیاهان زراعی با تنشهای مختلفی مواجه گردند. بهنظر میرسد مواد محرک رشد گیاهی بتوانند گیاهان را در مواجه با این تنشها یاری نمایند. این ترکیبات شامل مواد هیومیکی، عصاره جلبک های دریایی، اسیدهای آمینه، مایه تلقیح میکروبی، مواد معدنی مانند عناصر مفید، نمکهای غیر آلی مانند فسفیت، مواد ضد تعرق، و غیره هستند. تأثیر این مواد در گونههای مختلف و حتی ارقام یک گونه گیاهی ممکن است متفاوت باشد. لذا نحوه کاربرد مواد محرک رشد در کشاورزی و باغبانی باید با توجه به نتایج بررسی های محلی و منطقه ای اصلاح گردد. استفاده از مواد محرک رشد گیاهی در چند سال اخیر در جهان و ایران، افزایش چشمگیری داشته است. هدف این مقاله، فراهم کردن درک بهتر از این مواد بر اساس یافته های علمی و عملی در کشاورزی و باغبانی است. موارد بیان شده در این مقاله نشان میدهد که مواد محرک رشد گیاهی باعث بهبود و افزایش پایداری تولید محصول شده و همزمان باعث افزایش مقاومت گیاه در برابر تنش های غیرزنده و افزایش کیفیت محصول شده اند. تحقیقات در زمینه این مواد در آینده باید با تاکید بر تعیین مکانیسم عمل باشد.

واژه های کلیدی: تنش، جذب عناصر، فیزیولوژی گیاه، کارایی، محرک رشد



Plant Growth Stimulants

Abstract

Improving the quality, sustainability of the cultivation system and reducing production costs are among the goals of modern agriculture. On the other hand, climate changes in the world and Iran have caused crops to face various stresses. It seems that plant growth stimulants can help plants in facing these stresses. These compounds include humic substances, seaweed extract, amino acids, microbial inoculum, minerals such as beneficial elements, inorganic salts such as phosphite, antiperspirant, etc. The effect of these substances in different species and even varieties of a plant species may be different. Therefore, the method of using growth promoting substances in agriculture and horticulture should be modified according to the results of local and regional surveys. The use of plant growth stimulants has increased significantly in the world and Iran in recent years. The purpose of this article is to provide a better understanding of these materials based on scientific and practical findings in agriculture and horticulture. The cases stated in this article show that plant growth stimulants have improved and increased the stability of crop production and at the same time have increased plant resistance against non-living stresses and increased crop quality. Research in the field of these substances in the future should be with emphasis on determining the mechanism of action.

Keywords: stress, absorption of elements, plant physiology, efficiency, growth stimulant



مقدمه:

در سال‌های اخیر توجه متخصصین کشاورزی به بهبود کیفیت، پایداری سیستم کشت و کاهش هزینه‌های تولید با کاهش نهاده‌های مصرفی، معطوف گردیده است. در این راستا توجه زیادی به مواد محرک رشد در کشاورزی پایدار شده است. کلمه محرک رشد گیاه برای اولین بار توسط متخصصان باغبانی، برای توصیف موادی که رشد گیاه را تحریک میکنند اما جزء مواد مغذی، بهبود دهنده‌های خاک یا آفت کش‌ها نیستند، استفاده شده است. محرک رشد گیاه، هر ماده یا ریزجاندار است که به منظور افزایش راندمان تغذیه، تحمل به تنش غیرزیستی و یا کیفیت محصول، صرف نظر از محتوای عناصر غذایی آن، به گیاهان داده میشود. بر اساس توافق‌های انجام شده، مواد محرک رشد را از مواد کنترل‌کننده زیستی جدا مینمایند؛ بنابراین تنش زیستی در تعریف محرک‌های رشد در نظر گرفته نشده است، طبیعت مواد محرک رشد تنوع زیادی دارد و هم مواد و هم موجودات زنده را شامل میشود. این مواد میتوانند یک ترکیب خاص یا مخلوطی از چند ترکیب با منشاء بیولوژیک یکسان مانند عصاره جلبک دریایی باشند که ترکیب و ماده بیولوژیک فعال آن نامشخص است. مایه تلقیح‌های میکروبی ممکن است از یک نژاد باکتری یا مخلوطی از میکروارگانیسم‌هایی باشند که بر روی یکدیگر اثر افزایشی دارند. اثرات فیزیولوژیکی مواد محرک رشد، متنوع است. این مواد میتوانند به طور مستقیم بر فیزیولوژی و متابولیسم گیاه اثر بگذارند. مواد محرک رشد به روش‌های مختلفی سبب افزایش رشد و توسعه گیاه طی چرخه رشد از جوانه زنی بذر تا بلوغ، میشوند. این روش‌ها شامل افزایش کارایی متابولیسم گیاه در راستای بهبود عملکرد و کیفیت محصول، افزایش مقاومت گیاه به تنش‌های غیرزنده، تسهیل جذب، انتقال و استفاده از عناصر غذایی، افزایش کارایی مصرف آب، بهبود ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک و رشد ریزجانداران خاک هستند. آنها معمولاً همراه با کودهای رایج به گیاه داده میشوند تا کارایی مصرف کود را افزایش دهند ولی با کودها تفاوت دارند زیرا بر متابولیسم گیاه اثر گذاشته و میزان عناصر غذایی در آنها ناچیز است. بسیاری از ترکیبات فعال موجود در مواد محرک رشد در غلظتهای بسیار کم وجود دارند و گاهی مقدار آنها کم‌تر از حد تشخیص روشهای اندازه‌گیری میباشد. با این وجود اثرات بیولوژیک بسیار زیادی دارند. پیچیدگی عصاره‌ها و دامنه وسیع ملکول‌های موجود در این مواد، تشخیص ترکیبات فعال در آنها را مشکل می‌کند. علاوه بر این جداسازی و مطالعه یک ترکیب خاص موجود در ماده محرک رشد، سبب رسیدن به جواب‌های نامطمئن میشود؛ زیرا تأثیر بر روی گیاه ممکن است به دلیل وجود ترکیبات مختلف و اثرات هم‌افزایی آنها با هم باشد. مطالعه بر روی مکانیسم‌هایی که توسط مواد محرک رشد فعال میشوند ادامه دارد. در سالهای اخیر، استفاده از مواد محرک رشد در دنیا رو به افزایش بوده است. انجمن صنایع محرک رشد در اروپا اعلام کرد که در



سال ۲۰۱۲ در بیش از 5/6 میلیون هکتار از اراضی این قاره از مواد محرک رشد، استفاده شده است. یکی از دلایل افزایش مصرف این مواد، سیاست‌های کشاورزی و محیط زیستی است. دلیل دیگر، آگاهی عمومی مبتنی بر کشاورزی پایدار در سراسر جهان است که به دنبال افزایش عملکرد و افزایش کارایی منابع به طور هم زمان است. دلیل دیگر سرمایه گذاری زیاد شرکتهای تجاری اروپایی در تحقیق و توسعه این مواد میباشد.

انواع مواد محرک رشد

علیرغم تلاش‌های اخیر، هیچ تعریف منظمی از دسته بندی محرک‌های رشد گیاهی در جهان، وجود ندارد. با این وجود، برخی از دسته بندی‌های اصلی، بطور گسترده توسط دانشمندان، تولیدکنندگان و استفاده کنندگان به رسمیت شناخته شده اند. این ترکیبات شامل مواد هیومیکی، عصاره جلبک‌های دریایی، اسیدهای آمینه و سایر ترکیبات حاوی نیتروژن، مایه تلقیح میکروبی، مواد معدنی از جمله عناصر مفید، نمکهای غیر آلی از جمله فسفیت، مواد ضد تعرق، ویتامینها، کیتین، کیتوزان و پلی یا الیگوساکاریدهاست [۱].

مواد هیومیکی (هیومیک و فولویک اسید)

مواد هیومیکی اجزای طبیعی مواد آلی خاک هستند. ترکیبات آنها در نتیجه تعامل بین مواد آلی، میکروارگانیسم‌ها و ریشه‌های گیاهان ایجاد میگردند. مواد هیومیکی محلول، در خاک، نقش‌های کلیدی در روابط خاک مانند قابلیت دسترسی عناصر غذایی، تبادل اکسیژن و کربن بین خاک و اتمسفر و تغییر و تبدلات مواد شیمیایی سمی ایفا میکنند. بعلاوه مواد هیومیکی در خاک، فیزیولوژی گیاهی، ترکیب و روابط میکروارگانیسم‌های ریزوسفر را نیز تحت تأثیر قرار میدهند. تفاوت در اثرات مواد هیومیکی ناشی از منبع تشکیل مواد هیومیکی، شرایط محیطی، نوع محصول گیاهی، مقدار و روش کاربرد مواد هیومیکی است. بر اساس جمع بندی نتایج حاصل از کاربرد مواد هیومیکی در گیاهان از طریق روش آماری متا آنالیز تصادفی، افزایش $2 \pm 55\%$ در رشد اندام هوایی و افزایش $50 \pm 6\%$ در رشد ریشه گیاهان، مشاهده گردید [۲].

تأثیر مواد هیومیکی بر جذب عناصر غذایی و رشد گیاه

بر اساس بررسی‌های انجام شده، مواد هیومیکی میتوانند در تمامی گونه‌های گیاهی از جمله در محصولات مهم زراعی مثل سویا، گندم، برنج، ذرت و در صیفیجات مثل گوجه فرنگی، خیار، سیب زمینی، فلفل و سبزی‌شاهی و در درختان میوه مثل مرکبات و انگور، باعث بهبود خصوصیات رشدی گردند. بیشتر این مطالعات انجام شده در شرایط گلخانه و هیدروپونیک بوده است. یکی از اثرات مواد هیومیکی به صورت بهبود توسعه سیستم ریشه



گیاه است که از طریق این مکانیسم، باعث افزایش جذب عناصر غذایی کم و پرمصرف، میگردند. از طرفی افزایش جذب، ناشی از افزایش ظرفیت تبادل کاتیونی خاک حاوی پلی آنیون های مواد هیومیکی است. این مواد میتوانند باعث تغییر در شکل معماری ریشه نیز گردند. به عنوان مثال توسعه ریشه جانبی یا افزایش ریشه دهی در گوجه فرنگی، شاهی، گندم، ذرت و لفل گزارش شده است. افزایش رشد اندام هوایی نیز در خیار، گوجه، گندم و ذرت گزارش گردید. افزایش توسعه ریشه ها موجب تسریع در رشد گیاه میگردد که این مطلب به کوتاه شدن دوره رشد و افزایش کارایی آب منجر میگردد. تاثیر مواد هیومیکی در افزایش و تسریع رشد ریشه ها و در پی آن رشد اندام هوایی گندم و گلزا در مناطق مختلف کشور به اثبات رسیده است خصوصیات ساختمانی ویژه مواد هیومیکی از جمله تعداد زیاد گروه های فعال اکسیژنی OH، فنلی و به آنها این اجازه را میدهد که بتوانند یونهای فلزی را کالت کنند و در تغذیه گیاه موثر باشند. چگونگی تأثیر مواد هیومیکی بر جذب یونها بستگی به نوع و غلظت مواد هیومیکی، pH محیط کشت و نوع گونه گیاهی دارد. افزایش جذب عناصر غذایی در اثر استفاده از مواد هیومیکی در گیاهان مختلف گزارش شده است. در گیاه زینتی ژربرا جذب بهتر کلسیم با استفاده از هیومیک اسید، سبب افزایش خصوصیات پس از برداشت گل شد. در تولید گل های زینتی در کشتهای هیدروپونیک، هیومیک اسید میتواند به عنوان ترکیب کمکی برای جذب بهتر عناصر غذایی استفاده شود. کاربرد هیومیک اسید در خاکهای با مواد آلی مختلف واکنش متفاوتی به همراه داشت و جذب عناصر در خاکی که ماده آلی کمتری داشت، به میزان بیشتری افزایش نشان داد. مطالعات مختلفی در خصوص اثر متقابل اسید فولویک با آهن، گزارش شده است. اسید فولویک در خاک به شکل محلول $3+$ تواند باعث کمپلکس شدن گردد تا بتواند به وسیله گیاه جذب گردد. این اثرات در گیاه آفتابگردان و برنج باعث افزایش قابلیت جذب آهن شد [۳].

نقش مواد هیومیکی در مقابله با تنشهای غیر زنده

برخی از نتایج تحقیقات نشان داده که کاربرد اسیدهای هیومیک می تواند باعث بهبود مواجهه با تنش شوری گردد. کاهش هدایت الکتریکی خاک، کاهش تجمع سدیم، افزایش پرولین و اسید آبسزیک در گیاه از جمله مکانیسم هایی است که سبب مقاومت به شوری گیاه در اثر کاربرد اسید هیومیک میشود تحقیق در خصوص اثرات اسید هیومیک در کمک به گیاه برای مقاومت در برابر تنش خشکی، در سالیان اخیر شروع شده است. کاربرد اسید هیومیک در جوانه های برنج، باعث کاهش علائم ظاهری خشکی گردید و در این گیاهان سطوح کلروفیل، کاروتینوئیدها، پروتئین و کربوهیدراتها بیشتر از گیاهان شاهد بود و این نشان می دهد که ظرفیت فتوسنتزی این گیاهان افزایش یافته است اسیدهای فولویک به دو طریق گیاه را در برابر تنش های غیر زنده و به خصوص تنش های اسمزی مقاوم میسازند. اسیدهای فولویک با بیان ژنهای انتقال دهنده مواد، موجب تسریع جذب مواد غذایی و افزایش غلظت شیره سلولی میگردد و از طرفی جذب مواد در سیتوپلاسم موجب ایجاد فشار



اسمزی الزم جهت مقابله با تنش های اسمزی از جمله شوری، خشکی و یخبندان می‌گردد تاثیر مصرف مواد فولویکی بر کاهش اثرات مضر عناصری مثل مقدار زیاد سلیوم، سرب و آلومینیوم و تنش خشکی از جمله در گندم و ذرت، گزارش شده است. کمپلکس ایجاد شده از طریق فولویک اسید با آلومینیوم، قابل جذب به وسیله ریشه گیاه نبوده و یا در مورد عناصر دیگر، قابلیت جذب کاسته شد که البته غلظت اسید فولویک استفاده شده نیز موثر بود [۴].

تأثیر مواد هیومیکی بر متابولیسم و فیزیولوژی گیاه

اسید هیومیک اثر شبه هورمونی، مثل اکسین و ایندول استیک اسید بر گیاهان دارد و این اثر اولیه به عنوان مهمترین فاکتور بیولوژیکی موثر در گیاهان میباشد. به عنوان مثال افزایش رشد ریشه های جانبی به وسیله مواد هیومیکی اسید هیومیک و فولویک در ارتباط با تقسیمات سلولی بوده که در کنترل هورمون اکسین است. اسیدهای هیومیک در سلولهای ریشه، باعث افزایش فعالیت آنزیم $H - ATPase$ می‌گردند؛ این امر میتواند در ارتباط با افزایش سطح ریشه و در بعضی موارد افزایش تراکم ریشه باشد. روش دیگر تأثیر مواد هیومیکی بر رشد گیاه از O_2 , O_2^- طریق تأثیر آن بر گروههای فعال اکسیژن می باشد. در گیاه برنج در زمان کاربرد اسید هیومیک، گروه های فعال اکسیژن تولید شده در گیاه، باعث پراکسیداسیون لیپید نشدند و رشد ریشه جانبی افزایش یافت تجزیه به روش بررسی عملکرد و ساختار 2 پروتئینها در گیاهان ذرت و کلزا، نشان داد که تولید ۲۵ پروتئین مختلف به وسیله اسید هیومیک بیان شده و شامل پروتئینهای مرتبط با انرژی، متابولیسم و نقل و انتقال سلولی میباشد. از جمله میتوان به متابولیسم ساکروز، مالت دهیدروژناز، $ATPase$ و پروتئین های اسکلت 2 سلولی اشاره نمود. در گیاه برنج مواجه با تنش خشکی، اسید هیومیک باعث افزایش فعالیت آنزیم پراکسیداز در برگ ها و ریشه ها گردید که باعث کاهش مقدار پراکسید هیدروژن، نگهداری قابلیت نفوذ غشاء و افزایش مقدار پرولین گردید افزایش مقدار کلروفیل متعاقب کاربرد اسید فولویک در گیاهان سویا و چاودار، مشاهده شد محلول پاشی گیاه گندم با اسید فولویک، قبل از مواجهه با تنش خشکی، عملکرد را به ۲۱ درصد میزان گیاه بدون تنش رساند. در سه مزرعه گندم در استرالیا، محلول پاشی اسید فولویک، افزایش معنی داری در عملکرد ایجاد نکرد. این امر نشان میدهد که تأثیر این مواد در مناطق مختلف، متفاوت است. در بررسی انجام گرفته در شرایط مزرعه بر روی گیاه فلفل در ایران، کاربرد فولویک اسید به صورت کود آبیاری، تأثیری بر عملکرد نداشت ولی بر کیفیت میوه از جمله فعالیت آنتی اکسیدانت کل مواد جامد قابل حل، مقدار کل فنولیک ها، کربوهیدرات ها، کاپسایسین و کاروتنوئیدها موثر بود [۵].



عصاره جلبک دریایی

استفاده از جلبک دریایی تازه به عنوان منبع ماده آلی و کود در کشاورزی از زمانهای قدیم شناخته شده است، اما اخیراً محرک رشد بودن آن ثابت شده است. طبق گزارش فائو مقدار قابل توجهی از عصاره جلبکهای دریایی (۲۰ میلیون تن) در سال به عنوان محرک رشد، اصلاح کننده خاک و مکمل تغذیه ای در کشاورزی استفاده میشود. عصاره جلبکهای دریایی ترکیب پیچیده‌ای از موادی است که ترکیب آن بسته به منبع جلبک، فصل جمع آوری و روش عصاره گیری متفاوت است پلی ساکاریدها و اولیگوساکاریدها، المینارین، آلژینات ها و کاراژینازها و محصولات تجزیه آنها از اجزاء مهم این مواد هستند که بر فیزیولوژی گیاه تأثیر دارند. تعدادی از این ترکیبات در واقع منحصراً از منبع جلبک استخراج میشوند که این امر دلیل افزایش علاقه به این گروه از موجودات در ساخت مواد محرک رشد است. اغلب گونه های جلبک که از آنها این عصاره ها تهیه می شود، به شاخه جلبک های قهوه ای تعلق دارند که دومین گروه فراوان جلبکها با حدود ۵۱۱۱ گونه است که آسکوفیلوم، فوکوس و المیناریا گونه های اصلی آن می باشند؛ اما کاراژیناز از جلبکهای قرمز استخراج میشود که از یک شاخه فیلولونی مجزا منشاء گرفته است عصاره جلبکهای دریایی بر خاک و گیاه تأثیر این عصاره ها به عنوان کلات کننده، بهبود دهنده جذب عناصر غذایی توسط گیاه، بهبود دهنده ساختمان و تهویه خاک عمل میکنند این مواد را میتوان به خاک داد، به صورت محلول در کشت هیدروپونیک به کار برد و یا برگپاشی نمود. پلی ساکاریدهای آنها در خاک سبب تشکیل ژل، نگهداری آب و بهبود تهویه میشود. ترکیبات پلی آنیونی موجود در جلبک ها سبب تثبیت و تبادل کاتیونی میشوند. از این خاصیت در تثبیت فلزات سنگین و اصلاح خاک استفاده میشود [۶].

تأثیر عصاره جلبک دریایی بر جذب عناصر غذایی و رشد گیاه

تحقیقات نشان داده که برگپاشی عصاره جلبک دریایی منجر به بهبود توسعه ریشه در گونه های مختلفی مانند ذرت، گوجه فرنگی، انگور، توت فرنگی شده است. افزایش تشکیل ریشه های جانبی، حجم کل ریشه و طول ریشه به وجود هورمون های گیاهی مانند اکسین و سیتوکینین در عصاره جلبک دریایی نسبت داده شده است. استفاده از عصاره جلبک دریایی، سبب بهبود جذب عناصر غذایی در گیاهانی مانند کاهو، انگور، سویا و گوجه فرنگی نیز شده است. افزایش جذب هم در مورد عناصر پرمصرف (نیتروژن، فسفر، پتاسیم، کلسیم، منیزیم و گوگرد) و هم در مورد عناصر کم مصرف (آهن، منگنز و روی) دیده شده است. تحریک غیر مستقیم رشد ریشه



به دلیل افزایش جمعیت ریزجانداران خاک نیز ممکن است به وقوع بپیوندد. افزایش رشد ریشه و بهبود کارایی جذب عناصر غذایی و آب میتواند سبب افزایش رشد و مقاومت به تنش های زنده و غیرزنده شود. گزارش های زیادی در زمینه افزایش رشد و عملکرد با استفاده از عصاره جلبک دریایی وجود دارد. افزایش غلظت کلروفیل در اثر استفاده از عصاره جلبک دریایی در گیاهان مختلف گزارش شده است. این افزایش به دلیل کاهش تخریب کلروفیل و تأخیر در پیری آن بوده و مربوط به افزایش تولید کلروفیل نمیباشد عصاره جلبک دریایی سبب گلدهی و تشکیل میوه زود هنگام در برخی گیاهان میشود. افزایش عملکرد در اثر استفاده از عصاره جلبک دریایی احتمالاً به دلیل حضور هورمون های رشد نظیر سیتوکینین در آنها است. سیتوکینین در مرحله رشد رویشی سبب توزیع بهتر عناصر غذایی و در مرحله رشد زایشی سبب تحرک عناصر غذایی میشود. استفاده از عصاره جلبک دریایی سبب تسهیل تکثیر غیر جنسی در برخی گیاهان میشود. استفاده از جلبک های دریایی چه به صورت خاکی و چه به صورت محلولپاشی، سبب افزایش رشد ریشه و افزایش نسبت ریشه به اندام هوایی میشود [۷].

تاثیر اسیدهای آمینه و سایر ترکیبات حاوی نیتروژن بر متابولیسم و فیزیولوژی گیاه

هیدرولیزهای پروتئینی بر متابولیسم نیتروژن و کربن اثر گذاشته و باعث بهبود آن شده و احیاء و جذب درونی نیتروژن را نیز افزایش دهند. تأثیر بر متابولیسم نیتروژن و کربن، به عنوان اثر مستقیم این مواد در نظر گرفته میشود ممکن است افزایش پروتئین در زمان کاربرد این مواد به این دلیل باشد که اسیدهای آمینه استفاده شده، مستقیماً میتوانند در ساخت پروتئین استفاده شده و همچنین در افزایش غلظت کربوهیدرات برگ، اثر نمایند، کربوهیدرات ها به عنوان اسکلت کربنی، برای اتصال نیترات احیاء شده (آمونیا) در اسیدهای آمینه بوده و باعث افزایش ساخت پروتئین، میگردند. در گیاه ذرت، با کاربرد اسیدهای آمینه، افزایش فعالیت آنزیم های وابسته شامل گلوتامات ۰۱ به نیکوتین آمید آدنین دینوکلوئوتید دهیدروژناز، نیترات ردوکتاز و مالات دهیدروژناز، مشاهده شد. فعالیت سه آنزیم موثر در چرخه تری کربوکسیلیک اسید (مالات دهیدروژناز، ایزوسیترات دهیدروژناز، سیترات سینتاز) و پنج آنزیم موثر در احیاء و جذب درونی نیترات (نیترات ردوکتاز، نیتريت ردوکتاز، گلوتامین سینتاز، گلوتامات سینتاز و آسپارات آمینوترانسفراز) در گیاه ذرت، بر اثر کاربرد اسیدهای آمینه حاصل از ترکیبات نتایج یونجه، افزایش یافت، نشان داده که ترکیبات حاصل از هیدرولیز پروتئینی، می توانند نیتروژن دار شوند و باعث بهبود احیاء و جذب درونی و این کار را از طریق تعامل با تنظیم متابولیسم کربن ۱ نیتروژن انجام میدهند [۸].



نتیجه‌گیری

موارد بیان شده در این مقاله نشان می‌دهد که مواد محرک رشد گیاهی می‌توانند سبب بهبود تولید محصول و پایداری آن از طریق افزایش کارایی مصرف کودهای شیمیایی و جلوگیری از آلودگی زیست محیطی شده و همزمان باعث افزایش مقاومت گیاه در برابر تنش‌های غیر زنده و افزایش کیفیت درونی و بیرونی محصول تولیدی گردند. در بسیاری از تحقیقات انجام شده در گذشته به تأثیر این مواد بر رشد گیاهان اشاره شده است، اما در مقالات جدید مکانیسم تأثیر این مواد نیز مورد بررسی قرار گرفته است. ریسک استفاده از این مواد در ایجاد آلودگی زیست محیطی و ایجاد خطر برای سلامت انسان و جانوران نیاز به بررسی بیشتر دارد. اسیدهای هیومیک و فولویک می‌توانند با عناصر غذایی خاک تعامل نمایند و باعث ایجاد واکنشهای فیزیولوژیکی در گیاهان گردند که منجر به افزایش رشد گیاه و در مواردی باعث بهبود مواجهه با تنش محیطی، می‌گردند. با توجه به گزارش‌های ارائه شده، کاربرد مواد هیومیکی در حال افزایش است. عصاره جلبک دریایی که حاوی ترکیب پیچیده‌ای از پلی ساکاریدها، عناصر غذایی کم مصرف، هورمون‌های گیاهی است سبب تحریک رشد گیاه و مقاومت در برابر تنش‌های زیستی و غیرزیستی می‌شود. روشهای علمی جدید سر نخهایی را در زمینه بیان ژن، روشهای بیوشیمیایی و فرآیندهای فیزیولوژیکی ارائه میکند. درک بهتر مکانیسم تأثیر این عصاره‌ها در بهینه کردن استفاده از این ترکیبات در مدیریت پایدار کشاورزی مفید خواهد بود. اگرچه برخی نگرانی‌ها در خصوص ایمنی کاربرد هیدرولیزهای ضایعات حیوانی وجود دارد ولی گزارش‌های جدید نشان می‌دهد که هیدرولیزهای آنزیمی و شیمیایی این مواد، دارای اثر سمی یا سمی ژنی بر میکروب‌های خاک و مخمرها نمی‌باشند و برای استفاده در سیستمهای کشاورزی مرسوم و آلی ایمن هستند. در خصوص ایمنی استفاده از هیدرولیزهای پروتئینی بدست آمده از ضایعات حیوانی، در چرخه غذایی اطمینان وجود ندارد، به همین دلیل اتحادیه اروپا کاربرد این نوع هیدرولیزهای پروتئینی را در قسمت‌های خوراکی محصولات ارگانیک، ممنوع نموده است. در مجموع مایه تلقیح میکروبی به دلیل توانایی آنها در کشاورزی و حل برخی مشکلات محیطی مورد توجه قرار گرفته‌اند. در سالهای اخیر تمرکز بر افزایش جذب عناصر غذایی با استفاده از مایه تلقیح میکروبی در مدیریت تلفیقی کشاورزی است. با توجه به تغییر اقلیم در سال‌های اخیر و وارد شدن انواع تنش‌ها به محصولات زراعی و باغی، مواد محرک رشد گیاهی می‌توانند گیاهان را در مواجهه با این تنش‌ها یاری نمایند. باید در نظر داشت که اثر مواد محرک رشد از یک گونه به گونه دیگر گیاهی و حتی از یک رقم به رقم دیگر متفاوت خواهد بود، چرا که تأثیر این مواد منوط به ورود آنها به درون گیاه است. قسمت‌های سطحی برگ و اندامهای گیاهی در گونه‌ها و ارقام گیاهی متفاوت بوده و به نحو متفاوتی از لحاظ اجازه ورود به مواد، عمل مینمایند. اثربخشی این مواد

همچنین می‌تواند تحت تأثیر محیط رشد گیاه، قرار گیرد. لذا نحوه کاربرد کشاورزی و باغبانی مواد محرک رشد نیاز به تحقیق و تجربه کاربردی دارد.

منابع

- ۱- بهزاد، م.، م. پارسا، ح. ر. احيایی و ر. ی. بیوکی. ۱۳۹۰. بررسی شاخصهای جوانه زنی و رشد گیاهچه های ارقام مختلف بذور گندم تیمار شده با هیومیک، فولویک و سالسیلیک اسید. دومین همایش ملی علوم و تکنولوژی بذر، مشهد، ایران.
- ۲- خواجه، ع. ۱۳۹۲. اثر متقابل تنش خشکی و کاربرد اسید هیومیک بر رشد و عملکرد سیب زمینی. پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه شاهرود، شاهرود، ایران.
- ۳- وریوسف میاندوآب، م. و م. شاهی ۱۳۹۵. اثر محلولپاشی محرک های رشد و زمان کاربرد آنها بر عملکرد و برخی ویژگیهای زراعی گلرنگ (*L. tinctorius Carthamus*). فصلنامه علمی پژوهشی فیزیولوژی گیاهان زراعی، سال هشتم، شماره سی و دوم.
- 4-Alam, M. Z., G. Braun, J. Norrie, D. M. Hodges .2013. Effect of Ascophyllum extract application on plant growth, fruit yield and soil microbial communities of strawberry. Canadian Journal of Plant Science. 93:23–36
- 5-Aminifard, M. H., H. Aroiee, H. Nemati, M. Azizi, and H. Z. E . Jaafar. 2012. Fulvic acid affects pepper antioxidant activity and fruit quality. African Journal of Biotechnology. 68: 13179-13185
- 6-Arancon, N.Q., S. Lee, C.A. Edwards, and R. Atiyeh. 2003. Effects of humic acids derived from cattle, food and paper-waste vermi-composts on growth of greenhouse plants: the 7th international symposium on earthworm ecology. Pedobiologia 47: 741- 744.
- 7-Asli, S., and P.M. Neumann. 2010. Rhizosphere humic acid interacts with root cell walls to reduce hydraulic conductivity and plant development. Plant and Soil 336:313–322
- 8-Bacilio, M., h. Rodriguez, M. Moreno, J. P. Hernandez, and Y. Bashan. 2004. Mitigation of salt stress in wheat seedlings by a gfp-tagged *Azospirillum lipoferum*. Biology and Fertility of Soils 40:188–193



تأثیر آللوپاتی او کالیپتوس کامالدولنسیس بر روی صفات فیزیولوژیک فستوکا آوینا

بنفشه حیدری کهلی*، محمدحسن عصاره، شکوفه انتشاری، آناهیتا شریعت

۱- کارشناسی ارشد علوم گیاهی، دانشگاه پیام نور واحد نجف آباد

۲- عضو هیئت علمی، کرج، مؤسسه تحقیقات ثبت و گواهی بذر و نهال

۳- عضو هیئت علمی، نجف آباد، دانشگاه پیام نور واحد نجف آباد

۴- عضو هیئت علمی، تهران، مؤسسه تحقیقات جنگلها و مراتع کشور

Email* : banafshehkh@gmail.com

چکیده

استفاده از آللوکمیkalها به عنوان علف‌کشهای طبیعی رهیافت جدیدی به منظور کاهش تأثیرات نامطلوب علف‌کشهای شیمیایی بر محیط زیست و جلوگیری از مقاومت علفهای هرز به علف‌کشها است. در این بررسی اثر آللوپاتی برگ و ریشه اکالیپتوس کامالدولنسیس بر فستوکا آوینا در شرایط گلخانه در سال ۱۳۸۸ و در موسسه تحقیقات جنگلها و مراتع کشور مورد آزمایش قرار گرفت. این بررسی به صورت طرح کاملاً تصادفی با سه تکرار و مقایسه میانگینها با آزمون دانکن و در سطح ۰/۰۵ انجام شد. تیمارهای مورد استفاده عبارت بودند از: شاهد، پودر برگ خشک شده (۵، ۱۰، ۱۵ گرم)، پودر برگ تر (۵، ۱۰، ۲۰ گرم)، عصاره اتانولی برگ (۳، ۶، ۱۲ گرم بر لیتر)، عصاره آبی برگ خشک (۵، ۱۰، ۱۵ درصد)، عصاره آبی برگ تر (۱۰ و ۲۰ درصد) و ترشحات ریشه‌ای. در تعدادی از گلدانها نیز عصاره اتانولی برگ خشک (۳، ۶، ۱۲ گرم بر لیتر) به صورت اسپری بر روی برگها پاشیده شد. پارامترهای اندازه‌گیری شده در این بررسی شامل میزان قند محلول، تعداد، طول و عرض روزنه در سطح زیرین و زبرین برگ بودند. نتایج حاصل از مرحله گلخانه نشان داد که در تمام صفات اندازه‌گیری شده بیشترین اثر بازدارندگی مربوط به عصاره اتانولی بود، عصاره‌های آبی برگ تر و خشک نیز اثر مهاری داشتند و پارامترهای اندازه‌گیری شده نیز کاهش نشان دادند. پودرهای برگ تر و خشک استفاده شده مانند یک لایه پوششی عمل کرده و مانع خروج رطوبت شدند. اثر ترشحات ریشه‌ای نیز در گلدانهای حاوی نهالهای یک ساله اکالیپتوس بررسی شدند که در این مورد هم کاملاً مانع جوانه‌زنی بذرها شدند.

واژه‌های کلیدی: آللوپاتی، اکالیپتوس کامالدولنسیس، فستوکا آوینا، صفات فیزیولوژیک، قند محلول



سومین کنفرانس ملی یافته‌های نوین زیست‌شناسی

3rd National Conference On New Biological Findings

۳ الی ۵ خرداد ۱۴۰۲



دانشگاه گوجرانوالہ



سومین کنفرانس ملی
یافته‌های نوین زیست‌شناسی

ISC

کد اختصاصی:
۰۲۲۳۰۵۰۲۳۲

Abstract

The use of allelochemicals as natural herbicides is a new approach to reduce the adverse effects of chemical herbicides on the environment and prevent weed resistance to herbicides. In this study, the allelopathic effect of leaves and roots of *Eucalyptus camaldolensis* on *Festuca avina* was tested in greenhouse conditions in 2018 and in the Research Institute of Forests and Rangelands. This study was conducted as a completely randomized design with three repetitions and comparison of averages with Duncan's test at the level of 0.05. The treatments used were: control, dried leaf powder (5, 10, 15 grams), wet leaf powder (5, 10, 20 grams), ethanol extract of leaves (3, 6, 12 grams per liter), aqueous extract of dry leaves (5, 10, 15 percent), aqueous extract of fresh leaves (10 and 20 percent) and root secretions. In a number of pots, ethanol extract of dry leaves (3, 6, 12 g/liter) was sprayed on the leaves. The parameters measured in this study included the amount of dissolved sugar, the number, length and width of the stomata on the underside and upperside of the leaf. The results obtained from the greenhouse stage showed that in all the measured traits, the most inhibitory effect was related to the ethanolic extract, fresh and dry leaf aqueous extracts also had an inhibitory effect and the measured parameters also showed a decrease. The fresh and dry leaf powders used acted as a covering layer and prevented moisture from escaping. The effect of root secretions was also investigated in pots containing one-year-old eucalyptus seedlings, which in this case also completely prevented the seeds from germinating.

Keywords: allelopathy, *Eucalyptus camaldolensis*, *Festuca avina*, physiological parameters, dissolved sugar



مقدمه

علف‌های هرز جزء محدود کننده‌های اصلی عملکرد محصولات زراعی در اکثر سیستم‌های کشاورزی به خصوص سیستم‌های ارگانیک هستند. در سیستم کشاورزی مرسوم، علف‌های هرز توسط علف‌کشها کنترل می‌شوند اما این فعالیت نگرانی‌هایی در مورد سلامت انسان و محیط در پی داشته است. استفاده گسترده از علف‌کشها یک مشکل جدید به نام علف‌های هرز مقاوم به علف‌کش به وجود آورده است، به همین دلیل محققان در پی راه‌هایی بی‌خطر برای مبارزه با علف‌های هرز بودند که در عین اینکه این روشها علف‌های هرز را از بین ببرند به گیاه و محیط زیست و همینطور به موجودات زنده آسیبی وارد نکنند. اثرات آلوپاتی^{۲۴}، ناشی از مواد بازدارنده‌ای است که به صورت مستقیم توسط گیاهان زنده به محیط وارد شده‌اند یا شامل تمامی ترشحات ریشه، مواد حاصل از آبشویی، تبخیر و بقایای گیاهی تجزیه شده می‌باشند. Feeny و Whittaker (1971) مواد سمی گیاهی را آلوکمیخال^{۲۵} نامیدند. استفاده از آلوپاتی برای کنترل علف‌های هرز مطالعات زیادی را در چند دهه گذشته به خود اختصاص داده است. آلوپاتی برگرفته از کلمه‌ای یونانی و از دو بخش متقابل و اثر تشکیل شده است. اخیراً از آلوپاتی به عنوان راه‌حلی جدید برای کنترل علف‌های هرز یاد می‌کنند. در حقیقت با استفاده از مواد شیمیایی آزاد شده توسط برگها، گلها، بذور، ساقه‌ها و ریشه‌های زنده یا مواد تجزیه شده گیاه، می‌توان علف‌های هرز را کنترل نمود. گیاهان دارای مواد شیمیایی مختلفی مانند فنولها، آلکالوئیدها و فلاونوئیدها هستند که خاصیت آلوپاتیکی دارند و می‌توانند به عنوان علف‌کش یا آفت‌کش طبیعی عمل نمایند [۱].

آلوپاتی^{۲۶} علمی است که هر نوع فرایندی شامل متابولیت‌های ثانویه تولید شده توسط گیاهان، جلبکها، باکتریها، مرجانها و قارچها که رشد و توسعه سیستم‌های کشاورزی و زیستی را تحت تأثیر قرار می‌دهند مورد مطالعه قرار می‌دهد. مولکولهای زیستی آلوکمیخال نامیده می‌شوند و توسط برخی گیاهان به عنوان متابولیت‌های ثانویه تولید می‌شوند. زمانی که آلوکمیخالها به محیط رها می‌شوند، رشد و توسعه گیاهان مجاور را مهار می‌کنند. در مقایسه، رقابت برای منابع شامل کاهش فاکتورهای رشد (مثل مواد غذایی، آب یا نور) از محیط می‌باشد. یکی از جنبه‌های آلوپاتی که بیشتر مطالعه شده نقش آن در کشاورزی است. تحقیقات اخیر بر روی اثرات علف‌های هرز بر گیاهان زراعی، گیاهان زراعی بر علف‌های هرز و گیاهان زراعی بر یکدیگر متمرکز است.

فستوکا آوینا (*Festuca ovina*) از جنس فستوکا و خانواده پوآسه و گونه‌ای علف می‌باشد. یک گیاه چندساله است که در ماندابهای اسیدی پیدا می‌شود، برای مثال در Portlethen Moss، اسکاتلند و چراگاههای کوهستانی،

²⁴ Allelopathic effects

²⁵ allelochemicals

²⁶ Allelopathy



سراسر اروپا (به‌جز برخی نواحی مدیترانه‌ای) و به‌سمت شرق از میان قسمت وسیعی از آسیا؛ همچنین این گیاه به شرق آمریکای شمالی نیز وارد شده است. این گیاه برخی اوقات به‌عنوان گیاه علفی مقاوم به خشکی نیز استفاده می‌شود. فستوکا آوینا گیاهی چندساله با دسته‌های انبوه می‌باشد. برگ‌های سبز مایل به خاکستری آن کوتاه و شبیه سیخ است. سنبله‌ها هم کمی پرماند و یک طرفه هستند. زمان گلدهی آن از می تا ژوئن می‌باشد، و به‌وسیله باد گرده‌افشانی می‌کند [۲].

روش کار

آزمایشات گلخانه‌ای با سه تکرار و در ۱۹ سطح و در گلخانه تحقیقاتی گروه زیست فناوری منابع طبیعی موسسه تحقیقات جنگلها و مراتع کشور انجام شد. متوسط دمای روزانه ۲۵ درجه سانتیگراد و متوسط دمای شبانه ۱۵ درجه سانتیگراد بود. تیمارهای مورد استفاده عبارت بودند از: شاهد، پودر برگ خشک شده (۵، ۱۰، ۱۵ گرم)، پودر برگ تر (۵، ۱۰، ۲۰ گرم)، عصاره اتانولی برگ خشک (۳، ۶، ۱۲ گرم بر لیتر)، عصاره آبی برگ خشک (۵، ۱۰، ۱۵ درصد)، عصاره آبی برگ تر (۱۰ و ۲۰ درصد) و ترشحات ریشه‌ای که اثر این ترشحات با کاشت بذرها در گلدانهای حاوی نهالهای یکساله اکالیپتوس بررسی شد. در تعدادی از گلدانها نیز عصاره اتانولی برگ خشک (۳، ۶، ۱۲ گرم بر لیتر) به‌صورت اسپری بر روی برگها پاشیده شد. این مرحله نیز ۳ ماه به‌طول انجامید. پارامترهای اندازه‌گیری شده در این بررسی شامل قند محلول، تعداد و طول برگ، تعداد پنجه، تعداد، طول و عرض روزنه بودند.

تهیه تیمارهای برگ تر و برگ خشک: برای تهیه تیمار برگ تر بدین صورت عمل شد که پس از چیدن، برگها با قیچی خرد شده و مقادیر ۵، ۱۰ و ۲۰ گرم از آنها وزن شد. برای تهیه تیمار برگ خشک نیز برگها پس از چیده شدن ابتدا خشک شده و سپس آسیاب شدند و مقادیر ۵، ۱۰ و ۱۵ گرم از آن وزن شد.

تهیه عصاره اتانولی برگ اکالیپتوس و غلظتهای مختلف: برای تهیه عصاره اتانولی از برگ خشک استفاده گردید بدین صورت که برگها پس از جمع‌آوری در هوای آزاد خشک شده، آسیاب گردیده و بصورت پودر درآمدند سپس بر روی ۲۰۰ گرم برگ خشک ۲۰۰۰ میلی لیتر اتانول ریخته شد و به‌مدت ۲۴ ساعت در داخل اتانول ماند و سپس با استفاده از دستگاه روتاری عصاره‌گیری شد. برای تهیه غلظتهای مختلف نیز مقادیر ۰/۳، ۰/۶ و ۱/۲ گرم از عصاره را برداشته و با آب مقطر به حجم ۱۰۰ میلی لیتر رسانده و با مگنت و بر روی شیکر خوب هم زده شد به‌این ترتیب غلظتهای ۳، ۶ و ۱۲ گرم بر لیتر به‌دست آمد.



تهیه عصاره آبی برگ تر و برگ خشک: برای تهیه عصاره آبی برگ تر ۲۰۰ گرم برگ تر خرد شده در ۱۰۰۰ میلی لیتر آب بوسیله مخلوط‌کن مخلوط شده و ۲۴ ساعت ماند. پس از آن مخلوط صاف شد. عصاره‌ای که بدست آمد ۲۰٪ می‌باشد.

برای تهیه عصاره آبی برگ خشک نیز برگها پس از چیده شدن خشک شده و سپس آسیاب شدند و بعد ۱۵۰ گرم برگ خشک در ۱۰۰۰ میلی لیتر آب مخلوط شده و پس از ۲۴ ساعت صاف گردید. عصاره به دست آمده ۱۵٪ می‌باشد.

آماده‌سازی گلدانها: برای هر تیمار سه تکرار در نظر گرفته شد. برای این منظور گلدانهای پلاستیکی به قطر ۲۲ و ارتفاع ۱۷ سانتیمتر انتخاب شد. داخل هر گلدان ۳/۵ کیلوگرم خاک ریخته شد و در هر کدام ۱۰ بذر کاشته شد. بعد از کاشتن بذرها تیمارها اعمال شدند به این ترتیب که برگهای تر به وزن ۵، ۱۰ و ۲۰ گرم در گلدانهای مربوطه و هر کدام سه تکرار، برگهای خشک به وزن ۵، ۱۰ و ۱۵ گرم در گلدانهای مربوطه و هر کدام سه تکرار، عصاره‌های آبی و الکلی نیز از هر غلظت ۵۰ میلی‌لیتر و هر کدام سه تکرار در گلدانهای مربوطه ریخته شدند. در گلدانهای شاهد و نیز گلدانهای حاوی برگهای تر و خشک به میزان ۵۰ میلی‌لیتر آب داده شد. تیماردهی گلدانها به مدت یک ماه طول کشید. اثر ترشحات ریشه‌ای نیز در گلدانهای حاوی نهالهای یکساله اکالیپتوس بررسی شدند. در این گلدانها نیز ۱۰ بذر کاشته شد و برای هر گونه نیز سه تکرار در نظر گرفته شد و به آنها به میزان ۵۰ میلی‌لیتر آب داده شد.

تعیین میزان قند محلول^{۲۷} [۳]:

تهیه اسید سولفوریک ۷۲ درصد

تهیه معرف آنترون به این شرح: ۰/۱۵ گرم آنترون + ۱۰۰ میلی اسید سولفوریک ۷۲ درصد.

تهیه نمونه گیاهی: ۰/۵ گرم نمونه خشک از برگ با ترازویی با دقت ۰/۰۰۱ گرم توزین کرده و در داخل ۱۵ میلی‌لیتر اتانول ۹۵ درصد له شد. کل قسمت رویی که حدوداً ۱۵ میلی‌لیتر بود در ۳۵۰۰ دور به مدت ۱۰ دقیقه سانتریفوژ شد. قسمت زلال حاصل از سانتریفوژ در لوله آزمایش در بسته در یخچال در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد تا زمان آزمایش نگهداری شد.

²⁷ Soluble Sugar



۰/۱ میلی‌لیتر از محلول حاصل از بند ۳ را برداشته و روی آن ۳ میلی‌لیتر آنترون تازه تهیه شده (بند ۲) ریخته و به مدت ۱۰ دقیقه روی حمام آب جوش قرار داده، ماده رنگی‌ای که تشکیل شده، میزان قند آن با اسپکتروفوتومتر در طول موج ۶۲۵ نانومتر خوانده شد.

استانداردهایی از گلوکز با غلظتهای ۰، ۵۰۰، ۱۰۰۰، ۱۵۰۰، ۲۰۰۰ پی‌ام تهیه و در الکل حل شدند.

قبل از قرائت جذب نمونه‌های محلول اول استانداردها قرائت شده و نیز دستگاه کالیبره شد.

نمونه‌های استاندارد نیز به مقدار ۰/۱ میلی‌لیتر در ۳ میلی‌لیتر آنترون مخلوط گردید و مانند نمونه‌های مجهول روی حمام آب جوش با همان زمان قرائت شد.

باید منحنی استاندارد تهیه شود و غلظت نمونه‌های مجهول از روی آن تعیین گردد. یا می‌توان معادله رگرسیون استاندارد تهیه و از روی آن غلظت نمونه‌های مجهول را تعیین کرد

اگر چنانچه میزان جذب نمونه‌های مجهول بالاتر بود لازم است استانداردهایی با غلظت بالاتر نیز تهیه شود.

اندازه‌گیری تعداد، طول و عرض روزنه:

برای انجام این کار، بر روی سطح زیرین و زبرین برگ لایه نازکی لاک شفاف کشیده شده و به مدت دو دقیقه در معرض هوا قرار داده شد سپس با استفاده از چسب نواری لاک خشک شده از روی برگ برداشته شده و بر روی لام گذاشته شد. با استفاده از میکروسکوپ تعداد، طول و عرض سطح زیرین و زبرین برگ شمارش شد. برای مشاهده و شمارش تعداد روزنه از درشتنمایی ۴۰ و برای اندازه‌گیری طول و عرض روزنه از درشتنمایی ۱۰۰ و روغن ایمرسیون استفاده شد.

تجزیه و تحلیل داده‌ها:

مقایسه میانگینها با آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح ۰/۰۵ و تجزیه آماری داده‌ها و رسم نمودارها با استفاده از نرم افزارهای آماری SPSS و Excel صورت گرفت.

نتایج

میانگین مربعات حاصل از تجزیه واریانس اثر تیمارهای مختلف اکالیپتوس بر پارامترهای فیزیولوژیک شامل تعداد روزنه در سطح زیرین برگ، تعداد روزنه در سطح زبرین برگ، طول روزنه در سطح زیرین برگ، طول روزنه در سطح زبرین برگ، عرض روزنه در سطح زیرین برگ، عرض روزنه در سطح زبرین برگ و میزان قند محلول در



جدول (۱) آمده است. باتوجه به جدول در تمامی صفات بین تیمارها اختلاف معنی‌دار در سطح ۱ درصد وجود دارد.

جدول ۱- میانگین مربعات حاصل از تجزیه واریانس اثر تیمارهای مختلف عصاره *Eucalyptus camaldulensis* بر پارامترهای مختلف *Festuca ovina*

خطا	تیمارها	منابع تغییر	صفات
۳۶	۱۷	درجه آزادی	
۳۸,۸۷	۲۶۷,۷۳۱**	تعداد روزنه در سطح زیرین برگ	
۴۴,۱۴۸	۲۳۶,۰۳۹**	تعداد روزنه در سطح زبرین برگ	
۰,۰۲	۰,۱۰۲**	طول روزنه در سطح زیرین برگ	
۰,۰۱۱	۰,۳۲۶**	طول روزنه در سطح زبرین برگ	
۰,۰۰۴	۰,۰۲۶**	عرض روزنه در سطح زیرین برگ	
۰,۰۰۵	۰,۱**	عرض روزنه در سطح زبرین برگ	
۹۲۱۹۱,۶۳۲	۵۳۳۷۸۷,۲۷**	میزان قند محلول	

** : معنی‌دار در سطح ۱ درصد * : معنی‌دار در سطح ۵ درصد ^{ns} : معنی‌دار نیست

مقایسه میانگین پارامترهای فیزیولوژیک به‌روش دانکن نیز در جدول (۲) آمده است. همانطور که در جدول آمده تعداد روزنه در سطح زیرین برگ و طول روزنه در سطح زیرین برگ در ۵ گروه، تعداد روزنه در سطح زیرین برگ، عرض روزنه در سطح زیرین برگ، عرض روزنه در سطح زبرین برگ و میزان قند محلول در ۷ گروه و طول روزنه در سطح زبرین برگ در ۹ گروه دسته‌بندی شده‌اند.

سومین کنفرانس ملی یافته‌های نوین زیست‌شناسی

3rd National Conference On New Biological Findings

۳ الی ۵ خرداد ۱۴۰۲



ISC
کد اختصاصی:
۰۲۲۳۰-۵۲۶۳۲

جدول ۲- مقایسه میانگین پارامترهای فیزیولوژیک گیاه به روش دانکن در گونه *Festuca ovina*

صفات تیمار	تعداد روزنه در سطح زیرین برگ	تعداد روزنه در سطح زبرین برگ	طول روزنه در سطح زبرین برگ (میکرومتر)	طول روزنه در سطح زیرین برگ (میکرومتر)	عرض روزنه در سطح زبرین برگ (میکرومتر)	عرض روزنه در سطح زیرین برگ (میکرومتر)	میزان قند محلول (میکروگرم بر گرم ماده خشک)
شاهد	۵۹,۶۷±۴,۳۷ ^a	۵۰±۵,۷۷ ^{abcd}	۰,۶۶۷±۰,۰۲ ^{bcd}	۱,۳±۰,۰ ^a	۰,۴۷±۰,۰۱ ^{bc}	۰,۷۳±۰,۰۳ ^{ab}	۲۴۴۷,۲۴±۱۵۳,۹۶ ^a
پودر برگ تر ۵gr	۵۲,۶۷±۵,۵۹ ^{ab}	۵۵,۳۳±۲,۹۱ ^a	۰,۹±۰,۰۲ ^{ab}	۱,۱±۰,۰۶ ^b	۰,۶±۰,۰۱ ^a	۰,۶۷±۰,۰۹ ^{bc}	۲۵۶۵,۹۸±۲۸۷,۳۶ ^a
پودر برگ تر ۱۰gr	۳۹,۳۳±۵,۲۱ ^{cde}	۵۱,۶۷±۴,۴۱ ^{ab}	۰,۷±۰,۰ ^{bcd}	۰,۹±۰,۰۱۷ ^c	۰,۴۷±۰,۰۳ ^{bc}	۰,۶±۰,۰۶ ^{cd}	۲۱۲۰,۲۳±۵۰,۳۹ ^{abcd}
پودر برگ تر ۲۰gr	۳۷,۶۷±۳,۸۴ ^{cdef}	۵۰,۶۷±۶,۵۷ ^{abc}	۰,۶±۰,۰۶ ^{cde}	۰,۶۷±۰,۰۷ ^{de}	۰,۴۳±۰,۰۳ ^{bcd}	۰,۵۷±۰,۰۷ ^{cd}	۲۰۴۷,۸۲±۲۲۲,۵۹ ^{abcde}
پودر برگ خشک ۵gr	۴۴,۳۳±۷,۵ ^{bc}	۵۳,۶۷±۶,۸۹ ^a	۰,۹۷±۰,۰۲۲ ^a	۱,۴۷±۰,۰۳ ^a	۰,۵±۰,۰ ^{ab}	۰,۸±۰,۰ ^a	۲۲۲۶,۱۲±۳۳۷,۸۹ ^{ab}
پودر برگ خشک ۱۰gr	۴۴±۵,۷۷ ^{bc}	۵۳±۶,۳۵ ^a	۰,۸±۰,۰۶ ^{abc}	۰,۷۷±۰,۰۳ ^{cd}	۰,۴۷±۰,۰۳ ^{bc}	۰,۶۳±۰,۰۳ ^{bcd}	۲۱۸۰,۹۶±۱۱۱,۳۹ ^{abc}
پودر برگ خشک ۱۵gr	۴۳±۴,۵۱ ^{bcd}	۵۱,۳۳±۴,۸۱ ^{ab}	۰,۷±۰,۰۶ ^{bcd}	۰,۶۷±۰,۰۳ ^{de}	۰,۴۳±۰,۰۳ ^{bcd}	۰,۵۳±۰,۰۳ ^{de}	۲۱۴۰,۴۷±۳۶۹,۳ ^{abc}
عصاره الکلی برگ خشک	۳۶±۳,۰۶ ^{cdefg}	±۲,۷۱ ^{bcd} ۴۰,۳۳	۰,۶±۰,۰۶ ^{cde}	۰,۵۳±۰,۰۳ ^{efgh}	۰,۳۷±۰,۰۳ ^{cdef}	۰,۴۳±۰,۰۳ ^{ef}	۱۸۱۳,۸۵±۶۶,۵ ^{bcd}



سومین کنفرانس ملی یافته‌های نوین زیست‌شناسی

3rd National Conference On New Biological Findings

۳ الی ۵ خرداد ۱۴۰۲



دانشگاه تهران و بوستان



سومین کنفرانس ملی یافته‌های نوین زیست‌شناسی

ISC

کد اختصاصی: ۰۲۲۳۰۵۶۳۲

							۳gr/l
							عصاره
							الکی
۱۶۴۳,۷۳±۱۴۱,۰۸ ^{cdefg}	۰,۳۷±۰,۰۳ ^{fg}	۰,۳±۰,۰ ^{efg}	۰,۴۳±۰,۰۳ ^{fghi}	۰,۵±۰,۰۶ ^{de}	۳۹±۱ ^{cde}	۳۳,۳۳±۲,۴ ^{cdefg}	برگ
							خشک
							۶gr/l
							عصاره
							الکی
۱۵۱۲,۹۲±۲۶,۲۵ ^{efg}	۰,۳۳±۰,۰۳ ^{fg}	۰,۲۳±۰,۰۳ ^g	۰,۳۳±۰,۰۳ ⁱ	۰,۳۷±۰,۰۳ ^e	۳۷,۶۷±۲,۱۹ ^e	۳۰,۳۳±۱,۴۵ ^{efg}	برگ
							خشک
							۱۲gr/l
							عصاره
							الکی
۱۵۳۵,۵±۴۲,۲۷ ^{efg}	±۰,۰۳ ^{fg}	±۰,۰۳ ^{defg}	±۰,۰۳ ^{efg}	±۰,۰۷ ^{bcd}	±۱,۶۷ ^{de}	±۰,۸۸ ^{defg}	برگ
	۰,۳۷	۰,۳۳	۰,۵۷	۰,۶۷	۳۸,۳۳	۳۱,۶۷	خشک(s)
							۳gr/l (
							عصاره
							الکی
۱۵۲۴,۹۹±۱,۰۳ ^{efg}	۰,۳±۰,۰ ^{fg}	۰,۳±۰,۰ ^{efg}	۰,۵±۰,۰ ^{efghi}	±۰,۰۳ ^{cde}	۳۶±۳,۴۶ ^e	۲۸±۱,۱۶ ^{efg}	برگ
				۰,۵۷			خشک(s)
							۶gr/l (
							عصاره
							الکی
۱۵۰۱,۲۴±۶,۷۴ ^{efg}	±۰,۰۳ ^g	۰,۲۷±۰,۰۳ ^{fg}	۰,۳۷±۰,۰۳ ^{hi}	±۰,۰۳ ^{de}	±۰,۳۳ ^e	۲۵±۰,۵۸ ^g	برگ
	۰,۲۷			۰,۴۷	۳۴,۶۷		خشک(s)
							(
							۱۲gr/l
							عصاره
							آبی برگ
±۲۳۹,۴۱ ^{defg}	±۰,۰۳ ^{fg}	۰,۴±۰,۰ ^{bcd}	۰,۶±۰,۰ ^{def}	۰,۵±۰,۰ ^{de}	±۳,۳۳ ^e	±۱,۶۷ ^{defg}	خشک
۱۵۶۳,۵۳	۰,۳۳				۳۶,۶۷	۳۱,۶۷	%۵
							عصاره
۱۴۵۹,۵۹±۲۹۹,۸۸ ^{fg}	±۰,۰۳ ^g	±۰,۰۳ ^{cdef}	۰,۴±۰,۰ ^{efghi}	±۰,۰۳ ^{de}	۳۳±۲,۰۸ ^e	±۰,۶۷ ^{defg}	عصاره



سومین کنفرانس ملی یافته‌های نوین زیست‌شناسی

3rd National Conference On New Biological Findings

۳ الی ۵ خرداد ۱۴۰۲

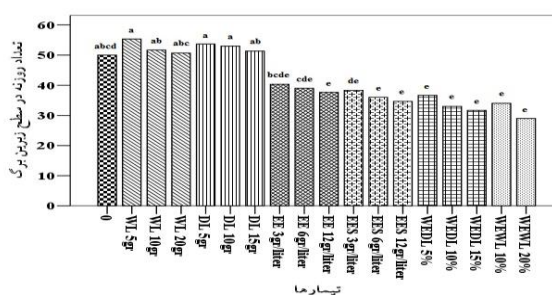
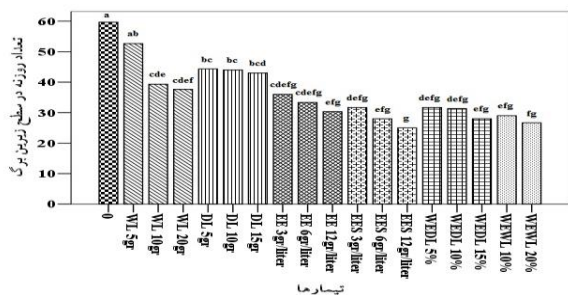


	۰,۲۷	۰,۳۷	۰,۴۳	۳۱,۳۳	آبی برگ خشک
					٪۱۰
					عصاره
					آبی برگ خشک
					٪۱۵
					عصاره
					آبی برگ تر
					٪۱۰
					عصاره
					آبی برگ تر
					٪۲۰

میانگینهایی که در هر ستون دارای حداقل یک حرف مشابه هستند فاقد تفاوت معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد می‌باشند.

نمودار اثر تیمارهای مختلف برگ اکالیپتوس بر تعداد روزنه در سطح زیرین برگ، طول روزنه در سطح زیرین برگ و میزان قند محلول در گیاه فستوکا (*Festuca ovina*). (۰: شاهد، WL: پودر برگ تر، DL: پودر برگ خشک شده، EE: عصاره اتانولی برگ خشک، EES: عصاره اتانولی برگ خشک اسپری شده روی برگها، WEDL: عصاره آبی برگ خشک، WEWL: عصاره آبی برگ تر).

حروف مشابه نشانه عدم معنی دار بودن پارامترها می‌باشد ($p \leq 0.05$).

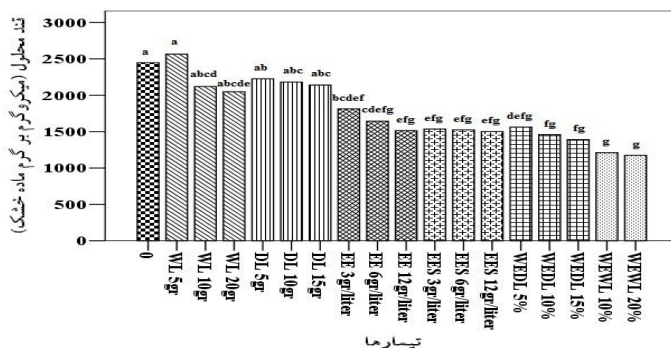
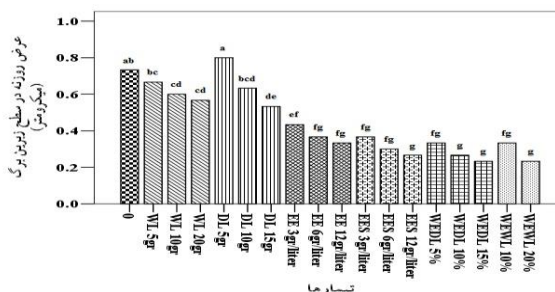
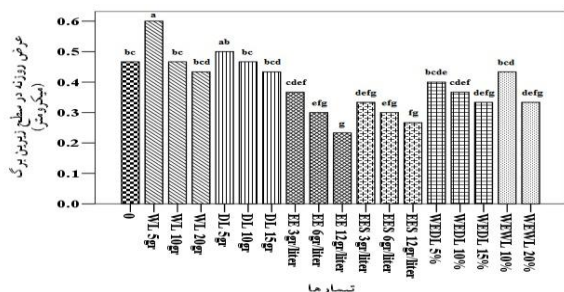
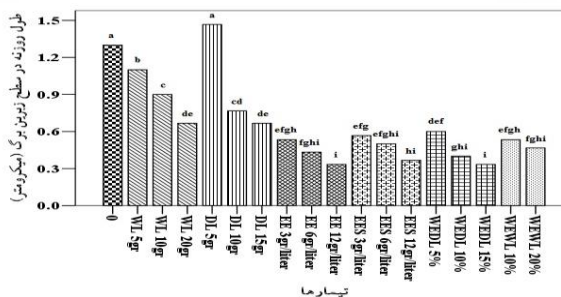
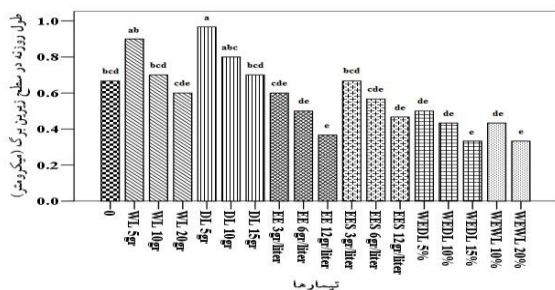




سومین کنفرانس ملی یافته‌های نوین زیست‌شناسی

3rd National Conference On New Biological Findings

۳ الی ۵ خرداد ۱۴۰۲



بحث و نتیجه‌گیری

علفهای هرز یکی از مشکلات عمده در تولید محصول در سراسر دنیا می‌باشند، و ما تمایل به کنترل کردن این علفهای هرز با استفاده از علف‌کشها را داریم، که همراه با افزایش اثرات محیطی به پیش می‌روند. اگر بتوانیم راهی پیدا کنیم که بخوبی آلوپاتی را در کشاورزی تلفیق کند می‌توانیم استفاده از علف‌کشها را کاهش داده و همچنین فواید دیگری از یک محصول آلوپاتیک به‌دست بیاوریم. در ابتدا Putnam و Duke (۱۹۷۹) احتمال



استفاده از گیاهان آللوپاتیک به منظور چیره شدن بر یا مهار رشد علف‌هرز در مناطق کشاورزی را مورد بررسی قرار دادند. در این مرحله آنها حتی در این فکر بودند پتانسیل آللوپاتیکی را در محصولات وارد کرده و آنها را به‌عنوان کشتهای تناوبی، گیاهان پوششی، یا هم کاشت برای کنترل علفهای هرز در کشاورزی استفاده کنند [۴].

Einhelling و همکاران (۱۹۷۰) دریافتند که اسکوپلتین به‌طور محسوسی از فتوسنتز در گیاهان سالم توتون، تاج خروس و رقمی از آفتابگردان ماموت روسی جلوگیری می‌کند. در توتون دو روز بعد از استفاده از غلظت 10^{-3} مولار و 5×10^{-4} مولار کاهش زیادی در فتوسنتز خالص ایجاد شده است. به‌علاوه محاسبه دی‌اکسیدکربن تثبیت شده در ساعت در توتون و در مرحله نورانی فتوسنتز کاهش تثبیت دی‌اکسیدکربن را در برگهای تیمار شده نشان داده است. در پایان آزمایش 10^{-3} مولار اسکوپلتین ۵۱٪ دی‌اکسیدکربن را نسبت به اندازه شاهد تثبیت کرده است ولی میزان تنفس در تاریکی به‌طور قابل ملاحظه‌ای توسط اسکوپلتین متأثر نمی‌شود. البته در این مورد نتایج آفتابگردان بسیار شبیه توتون بود. میزان فتوسنتز و تنفس در تاریکی در تاج خروس فقط در پنجمین روز بعد از آزمایش اندازه‌گیری شد و نتایج نیز با آنچه که از آفتابگردان و تاج خروس حاصل گردید مشابه بود. Einhellung (۱۹۷۰) دریافت که فعالیت ممانعتی اسکوپلتین بر رشد گیاهان، مربوط به کاهش عمل فتوسنتز است، اما همانطوریکه قبلاً بیان شد، تفاوتی در میزان تنفس یافت نشد. او دریافت که در فشار آماس در گیاهان توتون مورد آزمایش با 10^{-3} مولار اسکوپلتین همراه با کاهش در فتوسنتز است. این دانشمند حدس زد که ممکن است اسکوپلتین بر روی روزنه‌ها اثر داشته باشد. چون روزنه‌ها دروازه‌ای است که از میان آن دی‌اکسیدکربن وارد بخش درون برگ شده و در طی فتوسنتز و تنفس مقدار زیادی بخار آب نیز منتشر می‌شود. او دریافت که افشانه کردن استات فنیل مرکوریک بر روی برگ توتون و آفتابگردان شکاف روزنه را کاهش داده و برتنفس اثر گذارده و رشد را کم می‌کند. آزمایش مشابهی در مورد فتوسنتز در ذرت نیز نتیجه همین را نشان داده است. به‌علاوه Zelitch (۱۹۶۷) گزارش کرد که برگهای توتون شناور در 10^{-3} مولار محلول اسیدکلروژنیک ۵۰٪ روزنه‌های آن را می‌بندد. Einhellung این نتایج را دنبال کرد و دریافت که تمام توتونها و آفتابگردان‌هایی که در معرض 10^{-3} مولار و 5×10^{-4} مولار اسکوپلتین و اسیدکلروژنیک قرار گرفته بودند، روزنه‌های آنها برای چند روزی پس از آزمایش بسته شدند. از طرف دیگر غلظت 10^{-4} مولار فنلها هم باز شدن روزنه‌های دو گونه را تحریک کرد. آنها نتیجه گرفتند که ممانعت از باز شدن روزنه‌ها با اسکوپلتین کاملاً مربوط به کاهش رشد در شرایط مشابه است. همچنان خاطر نشان ساختند که فتوسنتز احتمالاً به اثرات اسکوپلتین بر شکاف روزنه‌ها بستگی داشته و باعث کاهش فتوسنتز می‌شود. او خاطر نشان ساخت که فتوسنتز یکی از مراحل است که باعث باز شدن روزنه در روشنایی می‌شود. محلول اسیدتانیک به‌میزان غلظت 10^{-3} مولار به مدت ۵ روز پس از آزمایش باعث کاهش قابل توجهی در شکاف روزنه توتون می‌شود. ولی غلظت 10^{-4} مولار از آن حتی اگر بطور قابل



توجهی رشد گیاه را کاهش دهد اثری بر بازشدن روزنه ندارد. آزمایش دیگری نشان داد که عصاره‌های ریزوم تلخه در جایی که *Linum usitatissimum* رشد کرده وقتی به خاک اضافه شود سبب کاهش نفوذ محتویات آبی، فشار اسمزی شیره سلولی و کاهش بازماندن روزنه‌ها می‌گردد.

Turner (۱۹۷۲) اعلام کرد یولافی که با ماراسمین ویکتورین تیمار شده بود، شکاف روزنه را کاهش داده و همچنین میزان نفوذ مواد را تحریک کرده است. از طرف دیگر، فوزیکوسین که یک ماراسمین است باعث تحریک و افزایش نفوذ و بازشدن روزنه شده است. به این دلیل اثر عوامل آللوپاتیک بر بازشدن روزنه در حال حاضر ناشناخته است. این آزمایشها نشان می‌دهد که اثرات ممکن است ثانوی باشند که به پژوهش بیشتری احتیاج دارد. Kochhar (۱۹۸۰) نیز پس از بررسیهایی که درباره اثر اولیه مواد ماراسمین بر روی روزنه‌ها و فتوسنتز انجام داده، اعلام کرده است که بطور دقیق نمی‌توان نقطه معینی را بعنوان محل اثر تعیین نمود.

سم گیاهی که توسط *Helminthosporium magdis* تولید می‌شود سبب ممانعت سریع فتوسنتز در تمام برگهای ذرتی که دارای سیتوپلاسم سترون طبیعی بودند شدند، انتقال الکترون، فسفریلاسیون و فعالیتهای جذب پروتون کلروپلاست تحت تأثیر سمومی که دارای یک تیپ ژنتیکی ویژه‌ای هستند قرار گرفته‌اند، هرچند که سم اثرات مستقیمی بر اعمال روزنه‌ها دارد و از جذب یون پتاسیم در نور توسط سلولهای نگهبان در نژاد تکزاس ممانعت کرده و روزنه‌ها را باز می‌کند.

در تحقیق حاضر نیز با افزایش غلظت عصاره میزان قند محلول نیز کاهش پیدا کرد به طوریکه عصاره‌های الکلی کمترین میزان قند را داشتند. قندها از جمله متابولیت‌هایی هستند که هنگام پاسخ گیاه به تنش اسمزی ایجاد می‌شوند که به اسمولایتها معروفند و تجمع آنها در سیتوزول تعدیل فشار اسمزی را فراهم می‌کند [۵]. قندهای محلول دسته دیگری از محافظت کننده‌های اسمزی هستند [۶].

از نظر تئوری آللوپاتی می‌تواند در کشاورزی استفاده شود اما جنبه‌های کاربردی زیادی وجود دارد که مانع استفاده گسترده آن می‌شود. برخلاف علف‌کشهای شیمیایی گیاهان آللوپاتیک می‌توانند تحت استرسهای مختلف زیستی و غیرزیستی تولید و رهاسازی آلوکمیکال‌هایشان را تغییر دهند، که آن را در مقایسه با علف‌کشهای شیمیایی برای استفاده کمتر قابل اعتماد می‌سازد. ما باید منابع و همچنین رشد گیاهان آللوپاتیک را فراهم کنیم، و مزرعه‌دارانی که به منابع کمتری دسترسی دارند ممکن است تمایلی به انجام این بررسی نداشته باشند. اگرچه آللوپاتی ممکن است برای سرکوب کردن علفهای هرز در کشاورزی استفاده شوند، اما چندین جنبه کاربردی وجود دارد که باید حل شوند تا به‌طور مؤثرتری در کشاورزی استفاده شوند [۴].

منابع

- [۱] راهب، س. ۱۳۸۶. گاهنامهٔ مرکبات. مؤسسهٔ تحقیقات مرکبات کشور. سال دوم، شمارهٔ ۴.
- [2] Clark, G.H. Malte, M.O. (1913). Fodder and pasture plants. Canada Department Of Agriculture. 143 Pp.
- [3] Irigoyen, J.J. Eineric, D.W. Sanchez-Diaz, M. (1992). Water Stress Induced Changes in Concentrations of Proline and Total Soluble Sugars in Nodulated Alfalfa (*Medicago sativa*) Plants. *Physiologia Plantarum*. 84: 58-60.
- [4] Westra, E.P. (2010). Can Allelopathy be Incorporated into Agriculture for Weed Suppression? Colorado Stata University.
- [۵] یامچی، ا.، رستگار جزی، ف.، قبادی، س.، موسوی، ا. و کارخانه‌ای، ع.ا.، ۱۳۸۳، بیان فراوان ژن دلتا پرولین ۵-کربوکسیلات سنتتاز با هدف افزایش مقاومت به تنش‌های اسموتیک در گیاه تراریخت توتون، علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی، ۴: ۳۹-۳۱.
- [۶] شریعت، ا. و عصاره، م.ح.، ۱۳۸۷، اثر تنش خشکی بر رنگیزه‌های گیاهی، پرولین، قندهای محلول و پارامترهای رشد چهار گونه از اکالیپتوس، مجلهٔ پژوهش و سازندگی، ۲۱: ۱۵۷-۱۴۵.



بررسی و انتخاب مناسب‌ترین عمق کاشت و رقم برای کاهش غده‌های بدشکل سیب زمینی پاییزه، مطالعه موردی؛ شهرستان بهار

سعیده صلواتی^{۱*}

۱. * عضو هیأت علمی، گروه علوم کشاورزی، دانشگاه پیام نور، تهران، ایران
s.salavati@pnu.ac.ir

چکیده

به منظور بررسی تأثیر عمق کاشت و رقم بر بازارپسندی غده‌های سیب زمینی، آزمایشی به صورت اسپلیت پلات و در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در آذر ماه سال ۱۳۹۹ در شهرستان بهار استان همدان، در سه تکرار و با دو فاکتور عمق کاشت در چهار سطح D_1 ، D_2 ، D_3 و D_4 که به ترتیب عمق کاشت ۱۰، ۱۵، ۲۰ و ۲۵ سانتی‌متر و نوع رقم سیب زمینی در ۳ سطح C_1 - C_3 شامل سائنه، فونتانه و آگریا انجام گردید. در طول آزمایش صفات وزن و تعداد غده‌های بدشکل بررسی شدند. اعداد حاصل از یادداشت برداری‌ها ثبت گردید و سرانجام نتایج حاصله به کمک نرم افزار SAS تجزیه و تحلیل شد و برای مقایسه میانگین‌ها از آزمون دانکن استفاده شد. هدف از انجام این پژوهش تعیین بهترین عمق کاشت و رقم در کشت پاییزه سیب زمینی و در شرایط آب و هوایی شهر بهار که دارای پاییز و زمستان سرد است، و به منظور کاهش بدشکلی غده‌ها می‌باشد. نتایج حاصل از آزمایش نشان داد که کمترین میزان بدشکلی در تیمار عمق کشت ۱۰ سانتی‌متر و با رقم آگریا مشاهده شد.

کلمات کلیدی: رقم، سیب زمینی، عمق کاشت، غده‌های بدشکل



Investigate and choose the most appropriate planting depth and clone to reduce the deformed tubers of autumn potatoes, a case study; Bahar County

Saiedeh Salavati^{1*}

^{1*} Member of scientific board, Department of Agricultural Sciences,

Payame Noor University, Tehran, Iran

s.salavati@pnu.ac.ir

Abstract

In order to investigate the effect of planting depth and clone on the marketability of potato tubers, an experiment was conducted in the form of a split plot and in the form of a randomized complete block design in December 2019 in Bahar county of Hamedan province, in three replications and with two planting depth factors in four Level D1, D2, D3 and D4, which were done according to the planting depth of 10, 15, 20 and 25 cm and the type of potato clone in 3 levels C1-C3 including Sante, Fontane and Agria. During the experiment, the traits of weight and number of deformed tubers were investigated. The numbers obtained from the measurements were recorded and finally the results were analyzed by SAS software and Duncan's test was used to compare the means. The first purpose of this research is to determine the best planting depth and clone in the autumn cultivation of potatoes in the weather conditions of Bahar County, which has cold autumn and winter, and the second purpose is to reduce the deformity of the tubers. The results of the experiment showed that the lowest amount of deformity was observed in the cultivation depth of 10 cm and Agria clone.

Keywords: Deformed Tubers, Planting depth, Potato, Clone



مقدمه

به طور کلی عوامل ژنتیکی [۱۱]، شرایط محیطی [۱۳] و مدیریت گیاه [۱۲]، تعیین کننده عملکرد کمی و کیفی گیاهان می‌باشد [۲ و ۹].

یکی از روش‌های مدیریتی، تعیین عمق کشت مناسب است که دارای نقش ضروری در فرم‌دهی استولن‌ها و ساقه هوایی سیب‌زمینی و نهایتاً تعداد استولن است. عملکرد تحت تاثیر عمق کشت (بالاتر از ۲۰ سانتی‌متر بسته به شرایط کشت) افزایش خواهد یافت [۸]. عمق کاشت تعیین کننده وضعیت و تغییرات حرارتی و رطوبتی خاک بوده و معیاری از نیروی مقاومت خاک در برابر خروج جوانه اولیه از خاک است. عدول از عمق کاشت مطلوب گیاه موجب تأخیر در سرعت سبز شدن و یا ضعف بنیه گیاهچه می‌شود [۱۰]. نتایج تحقیقات متعددی بیانگر اثر معنی‌دار عمق کشت بر عملکرد سیب‌زمینی است [۱ و ۵].

عمق کاشت سیب زمینی یکی از مهم ترین عوامل می باشد که نقش مهمی در تولید سیب زمینی دارد، به طوری که اگر کاشت خیلی عمیق باشد، مقاومت خاک در برابر خروج جوانه ها افزایش یافته، بیشتر جوانه ها به سطح خاک نرسیده و از بین خواهند رفت [۱۴]. عمق کشت دارای نقش ضروری در فرم‌دهی استولن‌ها و ساقه هوایی سیب‌زمینی و نهایتاً تعداد استولن است. عملکرد، تحت تأثیر عمق کشت (بالاتر از ۲۰ سانتی‌متر بسته به شرایط کشت) افزایش خواهد یافت [۸].

با افزایش عمق کاشت سیب زمینی، به دلیل مقاومت خاک در برابر خروج جوانه ها، تعداد ساقه و غده در بوته کاهش یافته و در اثر کم شدن رقابت درون گیاهی، وزن غده ها افزایش می یابد [۴]. عمق خاکی زراعی و عمق کاشت در تشکیل ریزوم ها و ساقه های هوایی نقش اساسی داشته، به طوری که با افزایش عمق کاشت تا ۲۰ سانتی متر تعداد ریزوم ها و عملکرد افزایش نشان می دهد [۶]. کشت عمیق غده های سیب زمینی باعث تولید گیاهانی کم پشت و تک ساقه در مزرعه می گردد که این امر تراکم مطلوب را در مزرعه پایین می آورد و عمق کاشت کمتر نیز باعث تولید غده ها در سطح خاک شده که خطر آفتاب سوختگی غده های تولید شده را به دنبال خواهد داشت [۷].

مواد و روش ها

آزمایش در پاییز سال ۱۳۹۹، به صورت اسپلیت پلات، در قالب طرح بلوک های کامل تصادفی، در سه تکرار و با دو فاکتور عمق کاشت و نوع رقم سیب زمینی انجام گردید. عمق کاشت در چهار سطح D_1 ، D_2 ، D_3 و D_4 که به



ترتیب عمق ۱۰، ۱۵، ۲۰ و ۲۵ سانتی متر بودند و ارقام سیب زمینی در ۳ سطح $C_1 - C_3$ اعمال گردید. قبل از اقدام به کشت، غدد را به وسیله پودر قارچ کش، ضدعفونی کرده و به فاصله ۲۵ سانتی متر از یکدیگر کشت گردیدند.

بر اساس آزمون تجزیه خاک، ۲۵۰ کیلوگرم فسفات آمونیوم و ۱۵۰ کیلوگرم سولفات پتاسیم در هکتار به زمین داده شد. کود اوره بعد از طی شرایط نامساعد جوی و در مرحله چند برگی شدن در دو نوبت استفاده شد. آبیاری از نیمه دوم فروردین ۱۴۰۰ آغاز گردید. در طول دوره داشت محصول، عملیاتی چون خاک دهی پای بوته، سمپاشی بر علیه حشرات به ویژه سوسک کلرادو، شته و مبارزه دستی بر علیه علف های هرز انجام پذیرفت.

در مرحله ۱۰ تا ۱۵ سانتیمتری رشد ساقه ها و نمایان شدن ساقه های اصلی به طور تصادفی تعداد ساقه های ۳ بوته از خطوط وسط هر کرت شمارش شده و در حین گلدهی از خط وسط هر کرت به طور تصادفی ارتفاع ۳ بوته از طوقه به بالا و به وسیله متر اندازه گیری شد.

پس از برداشت محصول، وزن و تعداد غده های بدشکل که به علت عوامل فیزیکی یا رشد ثانویه دارای شکل عادی و رایج سایر غده ها نمی باشند، محاسبه و یادداشت شد و سرانجام نتایج حاصله به کمک نرم افزار SAS تجزیه و تحلیل شد و برای مقایسه میانگین ها از آزمون دانکن استفاده گردید.

نتایج و بحث

نتایج تجزیه مرکب نشان داد که وزن و تعداد غده بدشکل تحت تاثیر عمق کشت (D)، رقم (C)، و اثر متقابل (D×C)، با احتمال خطای یک درصد اختلاف معنی دار قرار گرفت (جدول ۱).

نتایج مقایسه میانگین نشان داد که وزن و تعداد غده بدشکل در عمق کشت ۲۰ سانتی متر بیشترین میزان و کمترین در عمق ۱۰ سانتی متری حاصل شد (جدول ۲). تنوع دما، رطوبت و نیتروژن خاک، به خصوص در مرحله غده بندی و رشد غده، سبب تولید غده بدشکل می شود و نیز به نظر می رسد وجود کلوخه های سخت در بستر که طی فصل رشد باقی می ماند، می توانند به رشد غدد آسیب رسانده و موجب بدشکل شدن غدد گردند.

جدول ۱. تجزیه واریانس مرکب اثر عمق کشت، رقم بر وزن و تعداد غده بدشکل سیب زمینی

MS			
منابع تغییر	Df	تعداد غده بدشکل	وزن غده بدشکل (کیلوگرم در مترمربع)
d	۳	۳/۳۶۲**	۰/۲۲۲**
c	۲	۱۶/۶۵۸**	۳۳/۱۲**
d*c	۶	۲/۶۲۱**	۵/۲۳**
error	۴۸	۰/۰۶۴	۰/۰۴۴
c.v	-	۱۹/۲۳	۲۱/۷۳

d = عمق کاشت، c = رقم

** : معنی دار در سطح ۱ درصد

جدول ۲. مقایسه میانگین اثر عمق کاشت بر برخی صفات سیب‌زمینی

عمق	تعداد غده بدشکل	وزن غده بدشکل (کیلوگرم در مترمربع)
۱۰ سانتی متر	۰/۹۳a	۰/۳۲a
۱۵ سانتی متر	۱/۲۹a	۰/۹۹b
۲۰ سانتی متر	۱/۶۷a	۱/۵۵c
۲۵ سانتی متر	۱/۳۸a	۰/۹۹b

در هر ستون حروف مشابه بیانگر عدم وجود تفاوت معنی دار در بین میانگین تیمارها می‌باشند



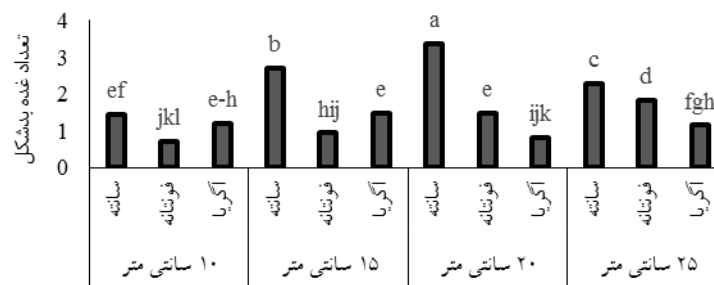
بافت خاک، به صورت غیر مستقیم بر روی سیستم ریشه ای موثر بوده و باعث ایجاد مقاومت مکانیکی خاک در مقابل رشد ریشه و استولون ها شده و وضعیت رطوبت، تهویه، میزان و قابلیت جذب مواد غذایی را تغییر می دهد و نیز بافت نامناسب خاک، باعث کوچک ماندن اندازه غده، بدشکلی غده و کاهش عملکرد محصول می شود [۳].

وزن و تعداد غده دفرمه در رقم سانته بیشترین میزان و در رقم آگریا کمترین بود (جدول ۳). این مسئله نشان می دهد که رقم آگریا با شرایط موجود، سازگاری بیشتری نشان داده و از لحاظ تعداد غده های با اندازه و شکل مناسب موفق تر بوده است (شکل ۱ و ۲).

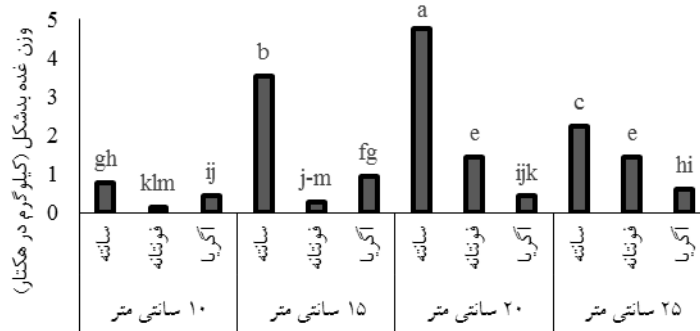
جدول ۳. مقایسه میانگین اثر رقم بر برخی صفات سیب‌زمینی

رقم	تعداد غده بدشکل	وزن غده بدشکل (کیلوگرم در مترمربع)
سانته	b۱/۹۹	b۱/۹۲
فونتانه	a۱/۰۳	a۰/۵۸
آگریا	a۰/۹۲	a۰/۳۹

در هر ستون حروف مشابه بیانگر عدم وجود تفاوت معنی‌دار در بین میانگین تیمارها می‌باشند



شکل ۱. نمودار اثر متقابل رقم و عمق کشت بر تعداد غده بدشکل سیب‌زمینی



شکل ۲. نمودار اثر متقابل رقم و عمق کشت بر وزن غده بدشکل سیب‌زمینی

لذا توصیه می‌شود برای انتخاب بهترین عمق کشت و به منظور کاهش مقاومت مکانیکی خاک در مقابل غده سیب‌زمینی، از اعماق زیاد استفاده نشود و نیز برای کاهش غدد بد شکل و افزایش بازار پسندی، رقم آگریا بر رقم سانته ارجح باشد.

منابع

- [۱] بیگی، ع.ا. ۱۳۸۹. اثر عمق کاشت و رقم بر عملکرد و خصوصیات غده سیب‌زمینی. مجله تولیدات گیاهی، ۳۳(۱): ۶۷-۷۴.
- [۲] جعفرزاده چیمه، ل.، امید، ح و بستانی، ع. ۱۳۹۲. تأثیر تنش خشکی و کود زیستی بر عملکرد گل، رنگریزه‌های فتوسنتزی و محتوی پرولین گیاه دارویی همیشه بهار (*Calendula officinalis L.*). مجله تحقیقات گیاهان دارویی و معطر ایران، ۲۹(۳): ۶۸۰-۶۶۶.
- [۳] موسی پور گرجی، الف.، حسن پناه، د. ۱۳۹۷. عوامل مدیریتی و ارزیابی خسارت آنها در مراحل مختلف رشد سیب‌زمینی، ۶۰ صفحه.
- [4] Alimohammadi R, Imani A and Rezaei A. (2004). Study the effect of density and planting depth on growth and yield of potato. *Journal of Seed and Plant*, 19(1), 57-58.
- [5] Arab HR, Afshari H, Sam Daliri M, Laei Gh and Toudar SR. (2011). The effect of planting date, depth and density on yield and yield components of potato in Shahrood (Iran). *Journal of Research in Agricultural Science*, 7 (2), 141-149.
- [6] Buton EC. (1989). *The Potato*. Produced by Ionmansingapore publishers.



- [7] Ezaazimi JM, Svdar M, Zsaefzadh M and Haghjo SH. (2009). Different tillage and planting methods on yield of potato in the Irbil region. Oroceedings of the Fifth National Congress of Agricultural Engineering and Mechanization machine.
- [8] Ezekiel R and Bharagava ASC. (1992). Nitrogen distribution within the potato plant in relation to planting date under short day conditions. Indian Journal of Plant Physiology, 35(2), 130-139.
- [9] Kamkar B, Daneshmand AR, Ghooshchi F, Shiranirad AH and Safahani Langeroudi A R. (2011). The effects of irrigation regimes and nitrogen rates on some agronomic traits of canola under a semiarid environment. Agricultural Water Management, 98(6), 1005-1012.
- [10] Khajehpour MR. (2006). Principles of Agriculture. Industrial unit of University Jihad, Press Center, (In Persian).
- [11] Peltonen-Sainio P and Jauhiainen L. (2008). Association of growth dynamics, yield components and seed quality in long-term trials covering rapeseed cultivation history at high latitudes. Field Crops Research, 108, 101-108.
- [12] Rathke GW, Behrens T Diepenbrock W. (2006). Integrated nitrogen management strategies to improve seed yield, oil content and nitrogen efficiency of winter oilseed rape (*Brassica napus* L.): a review. Agric. Agriculture Ecosystems & Environmen, 117, 80-108.
- [13] Tesfamariam EH, Annandale JG and Steyn JM. (2010). Water stress effects on winter canola growth and yield. Agronomy Journal, 102, 658-666.
- [14] Vander-zaag DE. (1990). Potato and their cultivations in the Netherlands. The Netherlands potato consultative(Institute and of Agriculture and Fisheries Foreign Information service).

تأثیر هیدروپرایمینگ و امواج فراصوت بر رشد گیاهچه ریحان سبز و بنفش
فرشته محمدحسینی جور^{۱*}، لیلا عزیزآبادی^۲، سعیدرضایی زارچی^۳، حسین ابرقویی^۴

۱- استادیار، دانشگاه پیام نور تهران

۲- کارشناسی ارشد بیوفیزیک، تفت یزد

۳- استادیار، دانشگاه پیام نور تهران

۴- دانشیار، دانشگاه پیام نور تهران

آدرس پست الکترونیکی نویسنده مسئول: Fereshtehmhasani@pnu.ac.ir

چکیده

گیاه دارویی ریحان از جمله گیاهان دارویی در طب سنتی و در صنایع غذایی نیز استفاده بسیار دارد. به منظور بررسی اثرات پرایمینگ و امواج فراصوت بر رشد گیاهچه های گیاه دارویی ریحان (سبز و بنفش)، آزمایشی به صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی در ۳ تکرار شامل تیمارهای آزمایشی امواج فراصوت (۳۰ و ۴۰ کیلوهرتز) در زمان‌های ۰، ۲، ۴، ۶ و ۸ دقیقه و هیدروپرایم در زمان‌های: ۰، ۴، ۸، ۱۲ و ۱۶ ساعت انجام شد. بررسی اثرات متقابل سه‌گانه (رقم، پرایمینگ و زمان) بر صفات طول ریشه چه و طول ساقه چه در سطح احتمال ۱ درصد ($p < 0.01$) معنادار بود ($p < 0.05$). یافته‌ها نشان داد پیش تیمار بذر با امواج فراصوت با شدت ۴۰ و زمان ۸ دقیقه طول ساقه چه، وزن تر و خشک گیاهچه و را افزایش داده و منجر به افزایش شاخص‌های رشد و عملکرد در ریحان بنفش گردیده است. همچنین بیشترین طول ریشه چه در هر ریحان سبز در طول موج ۴۰ کیلوهرتز و مدت زمان ۴ ساعت دیده شد که با تیمارهای هیدروپرایم تفاوت آماری معنی‌داری در سطح ۵ درصد نداشتند. با توجه به نتایج حاضر به نظر می‌رسد استفاده از امواج فراصوت جهت افزایش شاخص‌های رشد و جوانه‌زنی بذور و طول ریشه چه ریحان مفید باشد.

کلمات کلیدی: امواج فراصوت، ریحان سبز ریحان بنفش، رشد ریشه چه



The effect of hydropriming and ultrasonic waves on the growth of green and purple basil seedlings

Abstract

Basil medicinal plant is also widely used in traditional medicine and in food industry. In order to investigate the effects of seed priming on the indicators of germination and seedling growth of basil medicinal plants (black basil, purple basil), a factorial experiment in the form of a completely randomized design in 3 replications including experimental treatments of ultrasound waves (30 and 40 kHz) at times 0, 2, 4, 6 and 8 minutes and hydropriming was done at 0, 4, 8, 12 and 16 hours. Examining the triple interaction effects (Cultivar, Priming and Time) on both root length and stem length traits was significant ($p < 0.05$) at 1% probability level ($p < 0.01$).

The findings showed that pretreatment of seeds with ultrasound waves with an intensity of 40 and a duration of 8 minutes increased the length of the stem, fresh and dry weight of the seedling and led to an increase in growth and yield indicators in purple basil.

Also, the maximum radicle length in each green basil was seen at the wavelength of 40 kHz and the duration of 4 hours, which did not have a statistically significant difference at the 5% level with the hydroprime treatments.

According to the present results, it seems that the use of ultrasound waves is useful to increase the growth and germination indices of basil seeds and root length.

Key Words: Ultrasonic waves, Green basil, Purple basil, Root growth



مقدمه :

گیاهان دارویی از جمله گیاهان مهم اقتصادی هستند که به صورت خام یا فرآوری شده در طب سنتی یا مدرن مورد استفاده و بهره‌برداری قرار می‌گیرند [۱]. جوانه‌زنی یکنواخت و سریع با شاخص بنیه بذر بیشتر، باعث تولید ریشه‌ها و اندام هوایی بلندتر و افزایش فعالیت آلفا آمیلاز، افزایش هیدراتاسیون و غنی‌سازی مواد مغذی و کاهش زمان بین کاشت و سبز شدن گیاهچه می‌گردد. جوانه‌زنی نامنظم و کم و در برخی گیاهان عدم شکست خواب بذر یکی از مشکلات اصلی در تولید و پرورش گیاهان دارویی است [۲]. محققان به دنبال افزایش استقرار گیاهچه‌ها در شرایط تنش هستند و این موضوع به علت قوه نامیه کمی که بذور گیاهان دارویی دارند عموماً با مشکل مواجه است. در گیاهان با قوه نامیه بالاتر، جوانه‌های تولید شده ریشه‌های عمیق داشته و قبل از سله بستن لایه‌های بالای خاک مراحل جایگزینی ایجاد شده، که این پدیده موجب رشد و نمو مناسب گیاهچه و به دنبال آن افزایش بیوماس گیاهی می‌شود. جوانه‌زنی و رشد اولیه گیاهچه دو مرحله بسیار حساس و مهم در دوره زندگی گیاهان، به‌ویژه در شرایط تنش به شمار می‌روند [۳]. پرایمینگ بذر در شرایط مزرعه‌ای نیز نتایج رضایت بخشی را در گیاهان مختلف به همراه داشته است. به طوری که با کاهش پتانسیل ماتریس خاک و تنش ناشی از آن، اثر مثبت پرایمینگ بذر گیاهان ذرت و پنبه بر صفات وزن خشک و طول اندام هوایی گیاه گزارش شده است [۴]. جوانه‌زنی و استقرار خوب گیاهچه یکی از مهم‌ترین موانع فرا روی تولید محصولات کشاورزی است و تجمع بیش از حد عناصر در محیط رشد، باعث تأخیر و کاهش شاخص‌های جوانه‌زنی می‌گردد، به طوری که استقرار گیاهچه را تهدید و به طور جدی کاهش می‌دهد. یکی از روش‌هایی که سبب افزایش جوانه‌زنی و استقرار گیاهچه می‌شود، پیش تیمار^{۲۸} بذر قبل از کاشت یا پرایمینگ می‌باشد، پرایمینگ همچنین باعث بهبود خصوصیات جوانه‌زنی می‌شود [۵]. پیامد کلی پرایمینگ بذر شامل افزایش بنیه بذر است. استفاده از روش‌های فیزیکی برای تحریک رشد گیاه به‌طور فزاینده‌ای کشاورزان را به‌عنوان جایگزینی برای مواد شیمیایی جذب می‌کند. از میان گیاهان دارویی مهم می‌توان به گیاه ریحان اشاره کرد که از اهمیت زیادی در ایران و جهان برخوردار است. گیاه ریحان با نام علمی *Occimum basilicum* L. گیاهی یکساله، علفی و متعلق به خانواده نعناعیان می‌باشد که یکی از سبزیجات تازه و با ارزش گیاهان دارویی است و به‌طور گسترده در مناطق گرم آفریقا، آسیا و مدیترانه کشت می‌شود. اسانس ریحان کاربرد وسیعی در عطرها، طعم غذا و بخش آرایشی دارد [۶].

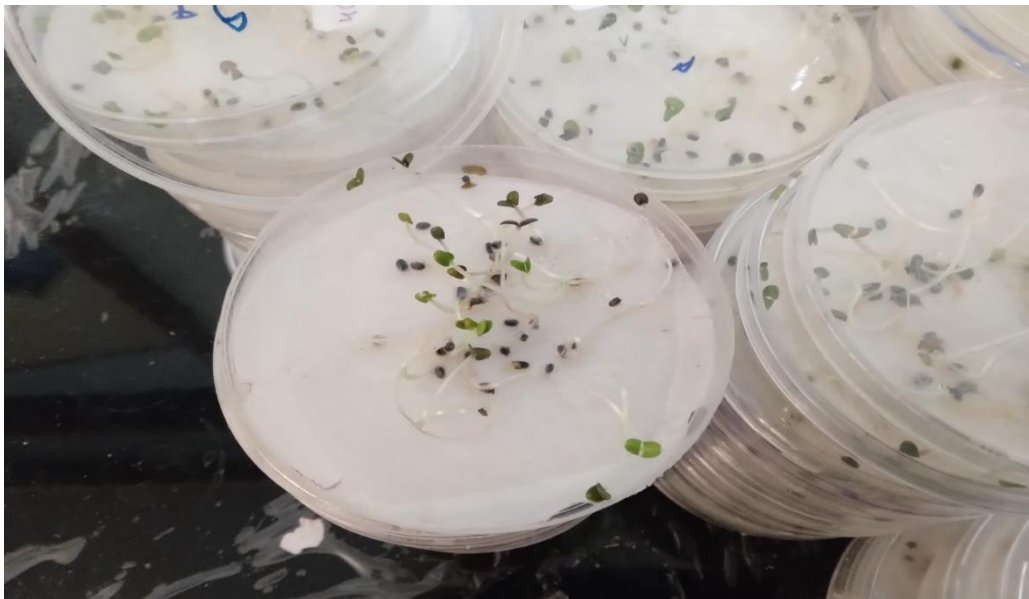
²⁸-Priming

مواد و روش‌ها

به منظور بررسی اثرات پرایمینگ بذر بر روی رشد گیاهچه‌ی گیاه دارویی ریحان سبزو برفش آزمایشی به صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی در ۴ تکرار و با ۲ تیمار (هیدروپرایمینگ و اولتراسوند) به صورت آزمایشگاهی در آزمایشگاه مرکز پیام نور واحد کرمان انجام شد. تیمارهای آزمایشی شامل هیدروپرایمینگ و اولتراسوند بود. در بررسی حاضر بذور دو رقم ریحان به مدت ۰، ۴، ۸، ۱۲ و ۱۶ تیمار آبی هیدروپرایمینگ دریافت نمودند. تیمار اولتراسونیک شامل تحت تأثیر امواج فراصوت به مدت ۰، ۲، ۴، ۶، ۸ و ۱۰ دقیقه و شدت امواج ۳۰ و ۴۰) بود. بذرها از شرکت پاکان بذر اصفهان تهیه گردیدند.

مولفه‌های رشد گیاهچه در ریحان سبزو برفش:

در روز پانزدهم بذرها از پتری‌دیش خارج و صفاتی چون طول ریشه چه و ساقه چه با استفاده از خط‌کش میلی‌متری اندازه‌گیری شد و وزن تر با استفاده از ترازوی دقیق اندازه‌گیری شد. سپس به منظور تعیین وزن خشک گیاهچه، نمونه‌ها به مدت ۳ روز در دمای ۵۰ درجه درون آون قرار داده شدند.



بذرجوانه زده ریحان سبزو برفش

نتایج:

اثر تیمارهای مختلف پرایمینگ بر شاخص‌های رشد گیاهچه ریحان سبزو برفش

جدول ۱. نتایج تجزیه واریانس صفات برآورد شده تحت تاثیر پرایمینگ و رشد گیاهچه ریحان

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات		رقم (a)
		طول ساقه چه	طول ریشه- چه	
وزن خشک	وزن تر	۱۸/۵۲۳**	۰/۱۵۶۲ ns	۱
پرایمینگ		۱۴/۴۶۷**	۵/۷۶۹۴**	۲
زمان (c)		۵/۰۵۳**	۰/۴۶۴۸ ns	۴
a*b		۱۰/۹۳۳**	۴/۷۹۸۶**	۲
a*c		۱/۸۷۳Ns	۱/۴۷۹۲*	۴
b*c		۳/۴۹۸**	۱/۶۶۲۲**	۸
a*b*c		۲/۴۹۰*	۰/۲۸۷۷*	۸
خطا		۱/۲۵۸	۰/۵۵۶۳	۶۰
ضریب تغییرات (C.V)		۵/۹۶	۴/۰۹	

n.s فاقد اختلاف معنی‌دار، * و ** اختلاف معنی‌دار در سطح یک درصد و پنج درصد

با توجه به جدول تجزیه واریانس (جدول ۱)، اثر متقابل سه گانه شامل رقم، پرایمینگ و زمان بر طول ریشه‌چه معنی‌دار شد ($p \leq 0.05$). آزمون مقایسه میانگین نشان داد با به کار بردن روش اولتراسوند جهت پیش تیمار بذر، بین سطوح مختلف، اختلاف معنی‌داری مشاهده و اعداد به دست آمده از نظر آماری در یک گروه قرار نگرفتند. در مورد تیمار امواج فراصوت که در زمان‌های مختلف انجام شد بیشترین طول ریشه چه در هر ریحان سیاه در طول موج ۴۰ هرتز و مدت زمان ۴ ساعت دیده شد که با تیمارهای هیدروپرایم تفاوت آماری معنی داری در سطح ۵ درصد نداشتند. مقایسه طول ریشه چه در ریحان بنفش نشان داد بیشترین طول ریشه چه در



تیمار اولتراسوند با طول موج ۳۰ و زمان ۸ دقیقه بوده است ($p < 0.01$) که با طول موج ۴۰ در همین رقم در یک گروه آماری قرار گرفتند. کمترین طول ریشه چه در طول موج ۳۰ در رقم سبز دیده شد (شکل ۱). در بذور هیدروپرایم شده و نشده شاید تغییرات بسیار جزئی در طی زمان بودیم که با توجه به وجود حرف مشترک همه در یک گروه آماری قرار گرفتند (شکل ۱).

اثرات متقابل سه گانه بر طول ساقه چه

اثر متقابل (سه گانه) بر طول ساقه چه در سطح ۵ درصد معنی دار بود (جدول ۱). بذور پرایم شده تحت شدت امواج اولتراسونیک ۴۰ هرتز در ریحان بنفش بیشترین طول ساقه چه را به دست آوردند. بررسی نمودار حاضر نشان می‌دهد که بیشترین طول ساقه چه در ریحان بنفش در شدت ۴۰ کیلوهرتز و مدت زمان‌های ۶ و ۸ دقیقه بدست آمده است و روند افزایشی را با افزایش زمان طی نموده است. در رقم سیاه نیز با افزایش طول موج طول ارتفاع ساقه چه افزایش یافته است و بین طول موج ۳۰ و ۴۰ اختلاف معناداری مشاهده نشد. در تیمارهای هیدروپرایم نیز با افزایش زمان قرار گرفتن در آب طول ساقه چه نیز افزایش یافت و بین دور رقم افزایش معنی داری مشاهده نشد. در همچنان که در شکل ۴-۴ دیده می‌شود با افزایش مقادیر پرایم طول ساقه چه نیز افزایش یافته است. شیب خط بدست آمده برابر با ۰/۸۴ مثبت بوده بدین معنا که با افزایش زمان پرایمینگ در رقم بنفش طول ساقه چه نیز افزایش یافته است. همچنین در نمودار ۴-۵ بررسی خط رگرسیونی در شدت امواج ۳۰ و ۴۰ مورد بررسی قرار گرفت که شیب خطوط بدست آمده بالای ۰/۶ بود که نشان همبستگی بالا بین افزایش زمان و ارتفاع گیاهچه می‌باشد.

اثرات متقابل سه گانه نوع رقم پرایمینگ و زمان بروز تر گیاهچه

بررسی اثرات متقابل سه گانه معنی دار بودن شاخص وزن تر گیاهچه در سطح ۵ درصد را نشان داد (جدول ۱). مطابق نتایج بدست آمده بیشترین شاخص میزان وزن تر در تیمار اولتراسوند ۴۰ به مدت ۸ دقیقه در رقم بنفش دیده شد که با سایر روش‌های پرایمینگ بذور به روش اولتراسوند در یک گروه آماری قرار گرفتند. همچنین نمودار حاضر یک روند افزایشی در وزن تر گیاهچه در رقم بنفش با افزایش زمان در معرض قرار گرفتن پرایمینگ مکانیکی را نشان می‌دهد. بدین معنا که در همه تیمارها با افزایش زمان میزان وزن تر نیز افزایش یافته است.

اثرات متقابل سه گانه نوع رقم پرایمینگ و زمان خشک گیاهچه بررسی اثرات متقابل سه گانه معنی دار بودن شاخص وزن تر گیاهچه در سطح ۵ درصد را نشان داد (جدول ۱). مطابق نتایج بدست آمده بیشترین شاخص میزان وزن خشک گیاهچه در تیمار اولتراسوند ۴۰ به مدت ۸ دقیقه در رقم بنفش دیده شد که با سایر روش‌های پرایمینگ بذور به روش اولتراسوند در ریحان بنفش در یک گروه آماری قرار گرفتند.

نتایج و بحث

در پژوهش حاضر استفاده از امواج فراصوت موجب تحریک پرامترهای رشدی در مقایسه با بذور تیمار دریافت نکرده گردید. طول ریشه‌چه در شدت موج ۴۰ کیلوهرتز (در زمان ۶ دقیقه) در ریحان سیاه بالاترین رقم را به خود اختصاص داد که حکایت از افزایش تحریک طول ریشه با کاربرد فراصوت و افزایش زمان آن دارد. این روند در ریحان بنفش نیز به همین منوال بود بدین معنی که با شدت موج ۴۰ بیشترین طول ریشه‌چه مشاهده شد که با همین مقدار در رقم سیاه در یک گروه آماری قرار گرفتند. از طرفی بین تیمارهای هیدروپرایم نیز تفاوت آماری معنی‌داری مشاهده نکردیم که بیانگر این است که تأثیر رطوبت به یک اندازه می‌باشد. در توجیه آن می‌توان گفت جوانه‌زنی به سه مرحله آبنوشی، افزایش فعالیت‌های متابولیکی بذور و خارج شدن ریشه‌چه تقسیم گردیده که در طی این سه مرحله بذور خشک رطوبت کافی را برای جوانه‌زنی جذب می‌کنند [۷]

بیشترین افزایش شاخص‌های رشد و جوانه‌زنی از پیش تیمارهای کاربردی اولتراسونیک حاصل شد. استفاده از روش‌های بیوفیزیکی باعث افزایش رشد، عملکرد و کیفیت گیاه می‌شود. این تکنیک گیاه را در برابر بیماری‌ها و آفات محافظت می‌کند و استفاده از کودها و آفت‌کش‌ها را کاهش می‌دهد. بنابراین کشاورزان می‌توانند با صرف زمان، هزینه و تلاش کمتر به محصولی با کیفیت و کمیت بیشتر برسند. در این وضعیت دانش پرایمینگ بیوفیزیکی و ارتباط آن با رشد گیاه و خواص فیزیکی به نظر می‌رسد عامل مهمی در کشاورزی پایدار باشد. امواج صوتی با فرکانس بیشتر از ۲۰ کیلوهرتز می‌تواند بر ساختار و عملکرد ماکرومولکول‌ها تأثیر بگذارد. بسته به ژنوتیپ‌های گیاهی و پارامترهای اولتراسوند یعنی. شدت، فرکانس و مدت زمان و گونه مورد نظر نتایج متفاوتی دریافت می‌شود. توسط تحریک فعالیت‌های فیزیولوژیکی سلول‌ها توسط امواج فراصوت می‌تواند پوسته بذر را تکه تکه کند و تخلخل بیشتری روی آن ایجاد کند. تکه تکه شدن پوسته و بزرگ شدن منافذ دانه‌ها منجر به ظرفیت نگهداری آب بیشتر در شرایط خشک شدن دانه می‌شود و باعث هیدراتاسیون بهتر می‌شود. علاوه بر این تجزیه نشاسته توسط ابزار اولتراسوند، ممکن است منجر به افزایش سرعت شود و رشد سریع جنین را سبب شود. البته این فواید با شدت و مدت زمان مناسب باعث افزایش فعالیت آنزیم‌ها یا ارتقاء سلول می‌شود و تحریک فعالیت‌های فیزیولوژیکی سلول‌ها را موجب می‌شود. در مطالعه حاضر استفاده از امواج فراصوت جهت تحریک جوانه‌زنی بذر نتایج مثبت به همراه داشت و موجب تحریک پرامترهای رشدی در مقایسه با بذور تیمار دریافت نکرده گردید. طول ریشه‌چه در شدت موج ۴۰ کیلوهرتز (در زمان ۶ دقیقه) در ریحان سیاه بالاترین رقم را به خود اختصاص داد که حکایت از افزایش تحریک طول ریشه با کاربرد فراصوت و افزایش زمان آن دارد. این روند در ریحان بنفش نیز به همین منوال بود بدین معنی که با شدت موج ۴۰ بیشترین طول ریشه‌چه مشاهده شد که با همین مقدار در رقم سیاه در یک گروه آماری قرار گرفتند. از طرفی بین تیمارهای هیدروپرایم نیز



تفاوت آماری معنی‌داری مشاهده نکردیم که بیانگر این است که تأثیر رطوبت به یک اندازه می‌باشد. در توجیه آن می‌توان گفت جوانه‌زنی به سه مرحله آبنوشی، افزایش فعالیت‌های متابولیکی بذور و خارج شدن ریشه‌چه تقسیم گردیده که در طی این سه مرحله بذور خشک رطوبت کافی را برای جوانه‌زنی جذب می‌کنند. [۷]. در واقع در شرایط جوانه‌زنی بذور و تحریک آن با پرایم‌های مختلف پاره‌ای تغییرات متابولیک و بیوشیمیایی به نفع جوانه‌زنی تحقق می‌یابد. برای مثال، در این بذرها بخشی از پروتئین‌ها و کربوهیدرات‌ها در اثر آنزیم‌ها و واکنش‌های هیدرولیز کننده شکسته شده و آماده شرکت در فرآیند جوانه‌زنی می‌شوند [۸]. در تحقیق حاضر نیز جذب آب باعث افزایش طول ریشه‌چه و به دنبال آن پاره‌ای تغییرات متابولیکی گردیده است که موجب تسریع جوانه‌زنی گردیده است. در نقطه مقابل افزایش طول ساقه چه را داشتیم که بیشترین طول در رقم بنفش با شدت موج ۴۰ و زمان‌های ۶ و ۸ دقیقه دست آمد. بررسی رگرسیون خطی بین زمان و طول ساقه چه نشان داد که با افزایش زمان، طول ساقه چه با شیب ۹۶/۳ درصد افزایش می‌یابد. بررسی رابطه رگرسیون خطی بین زمان و طول ساقه چه نشان داد در طول موج ۳۰ در ریحان بنفش روند به‌صورت خطی و با شیب ۸۸/۳ افزایش یافت. در ریحان سیاه (شدت موج ۴۰) شیب ۸۵/۳ و در شدت موج سیاه نیز شیب ۹۱/۱ بود که بیانگر افزایش طول ساقه با افزایش زمان و شدت امواج بود. در تیمارهایی که تیمار دریافت نکرده بودند کمترین مقدار طول مشاهده شد که با توجه به آن متوجه تأثیر پرایم‌های دریافت شده می‌شویم. در وزن تر و خشک گیاهچه نیز تغییرات مشابه طول ساقه چه مشاهده گردید. یکی از دلایل عمده که می‌تواند افزایش وزن خشک را در شدت‌های بالا را توجیه کند تحرک مواد غذایی و انتقال آن‌ها از لپه‌ها به محور روپانی است. قابل ذکر است عواملی که سرعت رشد محور روپانی را تحت تأثیر قرار می‌دهند می‌توانند بر تحرک مواد غذایی و انتقال آن‌ها از لپه‌ها به محور روپانی تأثیر بگذارند [۹]. در اثرات سه‌گانه در ویژگی‌های رشدی گیاهچه این نتایج بر هم کنش زمان و تیمارهای پرایمینگ بذور بر خصوصیات رشد و جوانه‌زنی بذر را نشان می‌دهد. نکته قابل ملاحظه این بود که افزایش امواج فراصوت به دنبال افزایش زمان موجب افزایش پارامترهای اندازه‌گیری شده، گردید. در مطالعه حاضر، به نظر می‌رسد یک ارتباط آشکار بین به کار بردن تیمارهای مکانیکی و پارامترهای رشد در ریحان وجود داشته باشد. پیش تیمارهای فراصوت راندمان عملکردی بذر را افزایش داد. مطالعه حاضر به‌طور واضح اشاره دارد که استفاده از امواج فراصوت پتانسیل بالقوه برای افزایش عملکرد دارند که در مطالعه zeng و همکاران (۲۰۲۳) گزارش گردیده است [۱۰].

منابع

Akramghaderi, F., Soltani, E. Soltani A. & Miri, A. (2008). Effect of seed priming on germination response to temperature in cotton. *Journal of Agricultural Sciences and Natural Resources*. 15(3): 51-44.(In farsi).

Amini, Z., Alizadeh, M.A., Barmaki, M. and Nasiri, M. (2014). Effective of priming



سومین کنفرانس ملی یافته‌های نوین زیست‌شناسی

3rd National Conference On New Biological Findings

۳ الی ۵ خرداد ۱۴۰۲



techniques in seed germination and seed emergence enhancement in medicinal plant of *Satureja macrantha*. *Journal. Biodiversity. Environmental. Sciences*. 5: Pp 63-71.

Shah, T., Latif, S., Khan, H., Munsif, F., & Nie, L. (2019). Ascorbic acid priming enhances seed germination and seedling growth of winter wheat under low temperature due to late sowing in Pakistan. *Agronomy*, 9(11), 757.

Murungu, F. S. C. Chiduzo., P. Nyamugafata., C. Chiduzo., L. J. Clark and W. R. Whalley. (2005). Effects of seed priming and water potential on germination of cotton (*Gossypium hirsutum* L.) and maize (*Zea mays* L.) in laboratory assays. *Soil. African. Journal. plant. Soil*. 22(1): 64-70.

Pedriani, S., Balestrazzi, A., Madsen, M. D., Bhalsing, K., Hardegree, S. P., Dixon, K. W., & Kildisheva, O. A. (2020). Seed enhancement: getting seeds restoration-ready. *Restoration Ecology*, 28, S266-S275.

Yilmaz, A., & Karik, Ü. (2022). AMF and PGPR enhance yield and secondary metabolite profile of basil (*Ocimum basilicum* L.). *Industrial Crops and Products*, 176, 114327.

Yaldagard, M., Mortazavi, S. A., & Tabatabaie, F. (2008). Application of ultrasonic waves as a priming technique for accelerating and enhancing the germination of barley seed: Optimization of method by the Taguchi approach. *Journal of the Institute of Brewing*, 114(1), 14-21.

Hassan, S., Imran, M., Ahmad, M. H., Khan, M. I., Xu, C., Khan, M. K., & Muhammad, N. (2020). Phytochemical characterization of ultrasound-processed sorghum sprouts for the use in functional foods. *International Journal of Food Properties*, 23(1), 853-863.

Dalil, Bahareh. (2014). Response of Medicinal Plants to Seed Priming: A Review. *International Journal of Plant, Animal and Environmental Sciences*. 4: 741-745.

Zeng, Z., Liu, X., Deng, Q., Ashraf, U., Chen, J., & Shen, W. (2023). Transcriptome analysis revealed mechanisms involved in improved germination and growth of sugarcane by ultrasonic treatment. *Industrial Crops and Products*, 192, 116104.



اثر برهمکنش *Trichoderma virens* و قارچ آربوسکولار میکوریزا بر رشد گیاه ذرت و نسبت K^+/Na^+ و Ca^{2+}/Na^+ تحت تنش شوری

الهه ندرلو^۱، ستاره امانی‌فر^{۲*}، رقیه همتی^۳

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد، گروه مهندسی علوم خاک، دانشکده کشاورزی، دانشگاه زنجان

۲- استادیار گروه مهندسی علوم خاک، دانشکده کشاورزی، دانشگاه زنجان

۳- دانشیار گروه گیاهپزشکی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه زنجان

رایانامه نویسنده مسئول: amanifar@znu.ac.ir

چکیده

تاکنون مطالعات کمی تعامل بین گونه‌های *Trichoderma* و قارچ‌های آربوسکولار میکوریزا (AM) در خاک شور و پتانسیل آنها برای بهبود تحمل به تنش گیاه را بررسی کرده‌اند. در این مطالعه ذرت تلقیح شده با *Trichoderma virens* (T) و *Funneliformis mosseae* (M) و تلقیح شده با هر دو گونه قارچی (MT) در معرض سطوح مختلف شوری (شاهد بدون شوری (S0)، ۴ (S1) و ۷ (S2) دسی‌زیمنس بر متر) قرار گرفتند. تیمارهای مختلف قارچی از نظر بهبود عملکرد گیاه و نسبت K^+/Na^+ و Ca^{2+}/Na^+ در سطوح مختلف شوری مقایسه شد. نتایج نشان داد که هم‌تلقیحی میکوریزا و تریکودرما بیشترین تاثیر را بر بهبود زیست توده بخش هوایی داشت و گیاهان تلقیح یافته با هر سه تیمار قارچی بطور معنی‌داری نسبت K^+/Na^+ بالاتری در سطح S1 نسبت به گیاهان بدون تلقیح داشتند. شوری بطور معنی‌داری نسبت Ca^{2+}/Na^+ را کاهش داد ولی تلقیح قارچی اثر معنی‌داری بر این پارامتر نشان نداد. نتایج این پژوهش نشان می‌دهد که استفاده از میکوریزا و تریکودرما منجر به فعل و انفعالاتی می‌شود که ممکن است نقش بالقوه‌ای در کاهش تنش و بهبود بهره‌وری محصول در خاک‌های متاثر از نمک داشته باشد.

کلمات کلیدی: آربوسکولار میکوریزا، تریکودرما، K^+/Na^+ ، Ca^{2+}/Na^+

The effect of interaction between *Trichoderma virens* and arbuscular mycorrhizal fungus on growth of maize plant and K^+/Na^+ and Ca^{2+}/Na^+ ratios under salinity stress

Elaheh Naderloo¹, Setareh Amanifar^{2*} and Roghaie Hemmati³

¹M.Sc. Student, Dept. of Soil Science Engineering, University of Zanjan,

²Assistant Prof., Dept. of Soil Science Engineering, University of Zanjan,

³ Associate Prof., Dept. of Plant Protection, University of Zanjan

*Corresponding author: amanifar@znu.ac.ir

Few studies thus far have examined the interaction between *Trichoderma* species and arbuscular mycorrhizal (AM) fungi in saline soil and their potential for improving plant stress tolerance. Here, inoculated (*Funneliformis mosseae* inoculated (M), *Trichoderma virens* inoculated (T) and *F. mosseae* + *T. virens* inoculated (MT)) and non-inoculated maize were subjected to different salinity levels (control (S0), 4 (S1) and 7 (S2) dS/m). Different fungal treatments were compared in terms of improving plant performance and K^+/Na^+ and Ca^{2+}/Na^+ ratios at different salinity levels. The results showed that the co-inoculation of mycorrhiza and *Trichoderma* had the greatest effect on improving the biomass of shoot, and the plants inoculated with all three fungal treatments had a significantly higher K^+/Na^+ ratio at the 4 dS/m level of salinity than the non-inoculated plants. Salinity significantly reduced the Ca^{2+}/Na^+ ratio, but fungal inoculation did not show a significant effect on this parameter. Our data suggested that the inoculation with *Trichoderma* and arbuscular mycorrhiza leads to interactions, which may play a potential role in alleviating the stress and improve crop productivity in salt-affected soils.

Key words: Arbuscular mycorrhiza, *Trichoderma*, Ca^{2+}/Na^+ , K^+/Na^+

مقدمه

خاک‌های متاثر از املاح از رشد گیاهان ممانعت کرده و منجر به کاهش بهره‌وری کشاورزی و بازده اقتصادی، عدم تعادل محیط زیست و فرسایش خاک می‌شوند. تنش شوری باعث انباشت یون‌های سدیم و عدم تعادل غذایی در گیاه، از دست دادن محتوای آب و در نهایت توقف رشد و کاهش عملکرد می‌شود [۱]. راهکارهای متعددی برای افزایش تحمل، عملکرد و بهره‌وری گیاه در برابر تنش‌های زیستی و غیرزیستی تحت سیستم کشاورزی پایدار پیشنهاد شده‌است. یکی از پذیرفته‌شده‌ترین رویکردها، استفاده از میکروارگانیسم‌های محرک رشد گیاهی است [۲]. قارچ‌های میکوریز آربوسکولار^{۲۹} (AM) از مهم‌ترین عوامل همزیست اجباری ریشه گیاهان به‌شمار رفته و تقریباً با ۸۰ درصد گونه‌های گیاهی رابطه همزیستی برقرار می‌کنند. این قارچ‌ها به شاخه Glomeromycota و Mucoromycota تعلق دارند و به دلیل پراکنش جهانی و نیز ارتباط گسترده آن‌ها با گیاهان، از فراوان‌ترین روابط همزیستی موجود در طبیعت محسوب می‌گردند. از مهم‌ترین منافع حاصل از همزیستی قارچ‌های AM با گیاهان می‌توان به افزایش مقاومت گیاهان به تنش‌های غیرزیستی نظیر خشکی و شوری اشاره نمود [۳]. شبکه هیف‌های خارج ریشه‌ای این قارچ‌ها که در اطراف ریشه‌ها و در دامنه وسیع‌تری از خاک گسترش می‌یابند از طریق جذب و انتقال کارآمدتر عناصر غذایی به‌ویژه برخی عناصر مانند فسفر، حفظ تعادل یونی، افزایش راندمان آب قابل استفاده، بهبود کیفیت خاک، افزایش مقاومت در مقابل عوامل بیماری‌زا و حمایت از فعالیت و عملکرد آنزیم‌ها منجر به پایداری غشاها و حفظ رشد و عملکرد طبیعی گیاهان در خاک‌های شور می‌شود. البته اثرات مفید مزبور بر حسب نوع گیاه، نوع قارچ همزیست و شرایط محیطی تفاوت می‌کند [۴].

تریکودرما از قارچ‌های رشته‌ای متعلق به راسته هیپوکرال، رده آسکومیست‌ها می‌باشد و عمدتاً به عنوان قارچ کنترل زیستی شناخته می‌شود که در خاک‌های بیابانی، جنگلی و کشاورزی یافت می‌شود. این قارچ‌ها می‌توانند ریشه‌های گیاه را کلنیزه کنند و متابولیت‌هایی تولید کنند که رشد گیاه را تحریک می‌کند. علاوه بر این، در شرایط غیربهبینه، مکانیسم‌های دفاعی گیاه را می‌توان توسط این قارچ‌ها بهبود بخشید [۵]. بهبود کارایی مصرف آب، کاهش آسیب ناشی از گونه‌های فعال اکسیژن و ترشح آنالوگ‌های هورمونی گیاهی برخی از مکانیسم‌های دفاعی در تعاملات گیاه-تریکودرما در شرایط تنش زیستی و غیرزیستی هستند [۶]. تحقیقات نشان دهنده آثار مثبت قارچ تریکودرما بر رشد و پاسخ به تنش گیاهان تحت تنش‌های محیطی همچون شوری و خشکی است. پژوهشگران طی مطالعه‌ای کلزا را با گونه‌های *T. parareesei* و *T. harzianum* تلقیح کرده و تحت تنش شوری و خشکی قرار دادند. آنان اظهار داشتند که *T. parareesei* جایگزین کارآمدتری برای افزایش بهره‌وری کلزا در شرایط خشکی یا شوری است [۷]. معمولاً تریکودرما و قارچ AM هریک بطور مستقل در محافظت از گیاه تحت

²⁹Arbuscular mycorrhiza



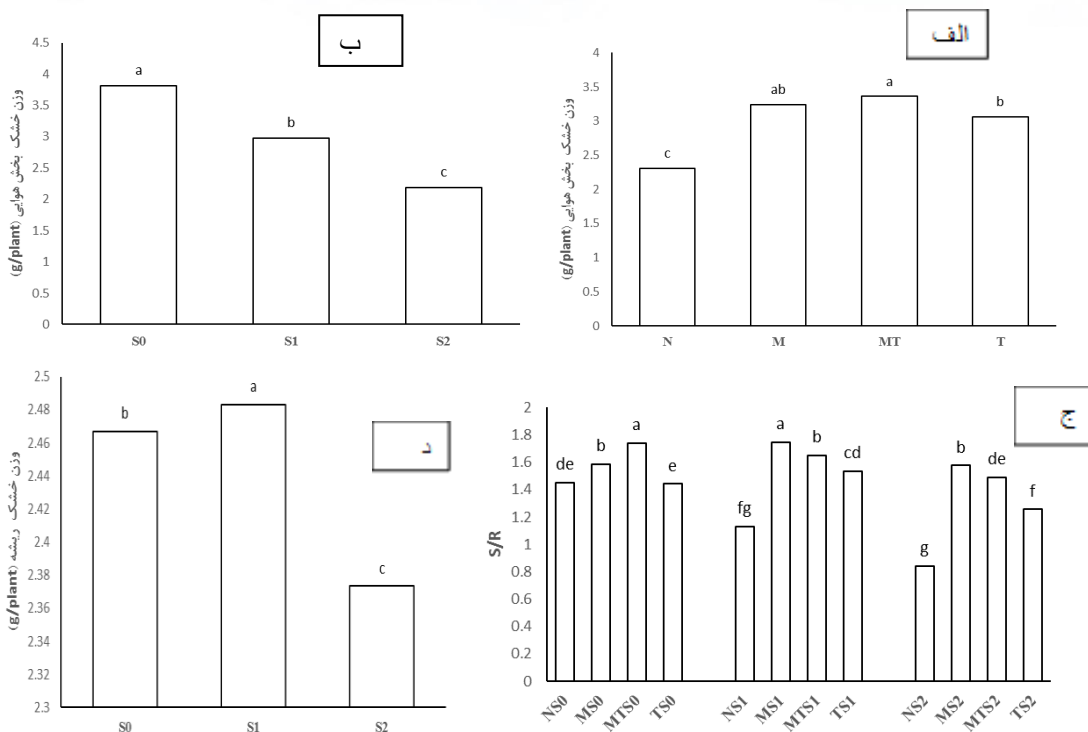
تنش نقش ایفا می‌کنند. این پژوهش با هدف بررسی اثر قارچ تریکودرما و AM بطور جداگانه یا باهم در تعدیل آثار نامطلوب شوری بر گیاه ذرت اجرا شد و رشد، نسبت بخش هوایی به ریشه و K^+/Na^+ و Ca^{2+}/Na^+ مورد بررسی قرار گرفت.

مواد و روش‌ها

گونه تریکودرما در محیط کشت مصنوعی کشت و اسپورهای آن به عنوان مایه تلقیح استفاده شد. مایه تلقیح *F. mosseae* به صورت خاکی شامل هیفاها، اسپورها و قطعات ریشه‌های کلونیزه شده بود. گونه‌های تریکودرما از کلکسیون گروه گیاهپزشکی تهیه شد و قارچ AM به مدت ۴ ماه در مجاورت ریشه سورگوم تکثیر شد. خاک مورد استفاده در گلدان‌ها در دمای ۱۲۱ درجه سانتی‌گراد و فشار ۱/۲ بار در دستگاه اتوکلاو استریل شد. به منظور تلقیح گیاهان دارای تیمار تریکودرما (*Trichoderma virens*) از سوسپانسیون اسپور قارچ استفاده شد. بذور ذرت پس از ضدعفونی سطحی با سوسپانسیون اسپوری تریکودرما با غلظت 10^7 اسپور در میلی‌لیتر تلقیح شد. بذور تلقیح شده با تریکودرما و بدون تلقیح در گلدان‌های تیمار شده با مایه تلقیح قارچ AM (حاوی ۲۰۰ گرم مایه تلقیح خاکی) یا بدون تیمار قارچ میکوریزی کشت شد. جهت یکسان‌سازی تیمارها، به گلدان‌های تیمارهای بدون تلقیح قارچ AM همان مقدار از مایه تلقیح خاکی استریل اضافه شد. این آزمایش در شرایط گلخانه‌ای انجام و بعد از دو هفته که بوته‌ها استقرار یافتند، تنک کردن انجام شد و دو بوته در هر گلدان حفظ و تیمارهای شوری مورد نظر اعمال گردید. سطوح شوری شامل شاهد، 4 dS m^{-1} و 7 dS m^{-1} با استفاده از نمک سدیم کلراید (NaCl) به تدریج در مدت دو هفته به همراه آب آبیاری در خاک گلدان‌ها اعمال گردید. برای تنظیم رطوبت از روش توزین گلدان‌ها استفاده شد و آبیاری در حد ۸۰ درصد ظرفیت زراعی صورت گرفت. گیاهان تا پایان مرحله رویشی رشد یافته و در انتهای مرحله رویشی برداشت شدند و صفات رشدی (وزن خشک بخش هوایی و ریشه‌ها) و مقدار سدیم، پتاسیم و کلسیم در تیمارهای مختلف اندازه‌گیری شد.

نتایج و بحث

اثر اصلی شوری ($p \leq 0.01$) و تلقیح با قارچ ($p \leq 0.01$) بر وزن خشک بخش هوایی معنی‌دار بود ولی برهمکنش آن‌ها اثر معنی‌داری بر این پارامتر نشان نداد. شوری سبب کاهش وزن خشک بخش هوایی به‌ویژه در سطح S2 گردید ($p \leq 0.05$) (شکل ۱-الف). هم‌تلقیحی با میکوریزا و تریکودرما (تیمار MT) و تلقیح جداگانه با تریکودرما و میکوریزا سبب بهبود معنی‌دار وزن خشک بخش هوایی گردید ولی تفاوت مشاهده شده میان گیاهان تلقیح شده با میکوریزا و هم‌تلقیحی با میکوریزا و تریکودرما از نظر آماری معنی‌دار نبود. (شکل ۱-ب).

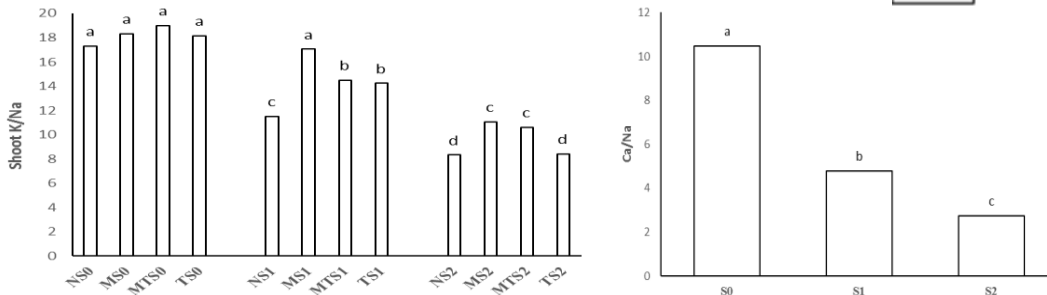


شکل ۱- اثر اصلی شوری (الف) و تلقیح با قارچ (ب) بر وزن خشک بخش هوایی، اثر اصلی شوری بر وزن خشک ریشه‌ها (ج) و اثر برهمکنش قارچ و سطوح شوری بر نسبت بخش هوایی به ریشه (د) در سطوح مختلف شوری (بدون شوری (S0)، ۴ (S1) و ۷ (S2) دسی‌زیمنس بر متر). N، M، T و MT نشان دهنده شاهد بدون تلقیح، تلقیح شده با میکوریزا، تریکودرما و هم‌تلقیحی با میکوریزا و تریکودرما می‌باشد.

اثر تلقیح با قارچ و برهمکنش قارچ و سطوح شوری بر وزن خشک ریشه‌ها معنی‌دار نبود ولی شوری اثر معنی‌داری بر وزن خشک ریشه‌ها داشت ($p \leq 0.01$). همانطور که در شکل ۱-ج مشاهده می‌گردد وزن خشک ریشه بطور معنی‌داری در سطح S2 نسبت به شاهد بدون شوری کاهش یافته است. بعلاوه اثر اصلی تلقیح با قارچ، شوری و برهمکنش فاکتورهای آزمایشی بر نسبت بخش هوایی به ریشه (S/R) در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار بود. همانطور که در شکل ۱-د مشاهده می‌شود تیمار S2 بطور معنی‌داری نسبت بخش هوایی به ریشه‌ها را کاهش داد و این کاهش در گیاهان بدون تلقیح قابل توجه بود و تلقیح با قارچ اثر مثبت و معنی‌داری بر این نسبت تحت تنش شوری نشان داد.

ب

الف



شکل ۲- اثر برهمکنش قارچ و سطوح شوری بر نسبت پتاسیم به سدیم (K/Na) (الف) و اثر اصلی شوری بر نسبت کلسیم به سدیم (Ca/Na) (ب) بخش هوایی در سطوح مختلف شوری (بدون شوری (S0)، ۴ (S1) و ۷ (S2) دسی‌زیمنس بر متر). T, M, N, و MT نشان دهنده شاهد بدون تلقیح، تلقیح شده با میکوریزا، تریکودرما و هم‌تلقیحی با میکوریزا و تریکودرما می‌باشد.

بطور کلی شوری بطور معنی‌داری نسبت K/Na را کاهش داد ولی این کاهش در گیاهان تلقیح یافته با قارچ غالباً در سطح S2 معنی‌دار بود ($p \leq 0.05$). همچنین در سطح تنش شوری S1 گیاهان تلقیح شده با قارچ در تیمارهای مختلف نسبت K/Na بالاتری نسبت به شاهد بدون تلقیح نشان دادند. در سطح شوری S2 تلقیح گیاهان با قارچ تریکودرما اثر معنی‌داری بر این نسبت در مقایسه با گیاهان بدون تلقیح نداشت (شکل ۲-الف). اثر تلقیح با قارچ و برهمکنش تیمار قارچ و شوری بر نسبت Ca/Na معنی‌دار نبود ولی شوری بطور معنی‌داری موجب کاهش این نسبت گردید (شکل ۲-ب).

در این تحقیق اثر مثبت تلقیح با قارچ میکوریزی به‌ویژه بر زیتوده بخش هوایی و نسبت K/Na مشهود است. پژوهشگران تاثیر همزیستی قارچ میکوریز *Claroideoglomus etunicatum* را بر بیان ژن‌های ناقل سدیم و پتاسیم در گیاه برنج بررسی کردند و نتایج آنان نشان داد که همزیستی قارچ AM تنش شوری را در چندین گونه گیاهی میزبان کاهش داد. آنان اظهار داشتند که این نتایج ناشی از کاهش عدم تعادل یونی به واسطه برقراری رابطه همزیستی می‌باشد. همچنین نتایج نشان دهنده آن بود که همزیستی میکوریزی سبب خروج سدیم از سیتوپلاسم و محبوس‌سازی آن در واکوئل‌ها و همچنین تخلیه سدیم از آوند چوبی و هدایت آن از اندام‌های فتوسنتزی به سمت ریشه‌ها می‌شود [۸].

بهبود کارایی مصرف آب، کاهش آسیب ناشی از گونه‌های فعال اکسیژن و ترشح آنالوگ‌های هورمونی گیاهی برخی از مکانیسم‌های دفاعی در تعاملات گیاه-تریکودرما در شرایط تنش زیستی و غیرزیستی هستند [۶]. افزایش در دسترس بودن مواد مغذی از طریق انحلال و کلات کردن مواد معدنی [۵]، از دیگر اثرات مفید این قارچ‌ها است. مهمتر از آن، شواهدی وجود دارد که نشان می‌دهد قارچ‌ها توانایی قابل توجهی برای القای ریشه-های جانبی دارند که به نوبه خود جذب آب و مواد مغذی را بهبود می‌بخشد [۹]. همچنین پژوهشگران گزارش کرده‌اند که chorismate mutase گونه *T. parareesei* توان ارتقاء تحمل به شوری و خشکی در گیاهان با

افزایش بیان ژن‌های مربوط به مسیرهای هورمونی اسید آبسزیک (ABA) را دارد [۷]. نتایج پژوهش حاضر نشان می‌دهد که کاربرد میکوریزا و تریکودرما نقش بالقوه‌ای در کاهش تنش به‌واسطه بهبود نسبت K/Na و تقویت زیتوده ذرت در شرایط تنش شوری دارد.

منابع

1. Hu Y, Schmidhalter U. (2005). Drought and salinity: a comparison of their effects on mineral nutrition of plants. *Journal of Plant Nutrition and Soil Science*, 168(4), 541-549.
2. Grümberg BC, Urcelay C, Shroeder MA, Vargas-Gil S, Luna CM. (2015). The role of inoculum identity in drought stress mitigation by arbuscular mycorrhizal fungi in soybean. *Biology and Fertility of Soils*, 51(1), 1-10.
3. Schalamuk S, Velazquez S, Chidichimo H, Cabello M. (2006). Fungal spore diversity of arbuscular mycorrhizal fungi associated with spring wheat: effects of tillage. *Mycologia*, 98(1), 16-22.
4. Berruti A, Lumini E, Balestrini R, Bianciotto V. (2016). Arbuscular mycorrhizal fungi as natural biofertilizers: let's benefit from past successes. *Frontiers in microbiology*, 6, 1559.
5. Harman GE, Howell CR, Viterbo A, Chet I, Lorito M. (2004). *Trichoderma* species—opportunistic, avirulent plant symbionts. *Nature Reviews Microbiology*, 2(1), 43-56.
6. Chepsergon J, Mwamburi L, Kassim MK. (2014). Mechanism of drought tolerance in plants using *Trichoderma* spp. *International Journal of Scientific Research*, 3, 1592-1595.
7. Poveda J. (2020). *Trichoderma parareesei* favors the tolerance of rapeseed (*Brassica napus* L.) to salinity and drought due to a chorismate mutase. *Agronomy*, 10(1), 118.
8. Porcel R, Aroca R, Azcon R, Ruiz-Lozano JM. (2016). Regulation of cation transporter genes by the arbuscular mycorrhizal symbiosis in rice plants subjected to salinity suggests improved salt tolerance due to reduced Na⁺ root-to-shoot distribution. *Mycorrhiza*, 26(7), 673-684.
9. Bader AN, Salerno GL, Covacevich F, Consolo VF. (2020). Native *Trichoderma harzianum* strains from Argentina produce indole-3 acetic acid and phosphorus solubilization, promote growth and control wilt disease on tomato (*Solanum lycopersicum* L.). *Journal of King Saud University-Science*, 32(1), 867-873.

Systematic of plant fossils in coals around Kerman and Zarand cities

H. Aftabi^{1*}, F. Rezanejad²

^{1*}Dept. of Biology, Faculty of Sciences, Shahid Bahonar University of Kerman
(haftabih@gmail.com)

² Dept. of Biology, Faculty of Sciences, Shahid Bahonar University of Kerman
(frezanejad.uk.ac.ir)

Abstract

Introduction: Palaeobotany of plant fossils in coal and sediments-bearing rocks provides important clues in deciphering the climate, plant species and herbivorous reptiles. Most of the global plants grew and spread during the Jurassic period (201-145 Ma), indicating their growth in warm and humid to subtropical climates.

Methods: To investigate the plant fossil remains, 16 coal samples collected around Kerman (God-e-siah, Chahkahnoiah, Badamouiah) and Zarand cities (Dasht-e-khak).

Results and discussion: The results introduced species: *Klukia exilis*, *Otazamites linerias*, *Cladophlebis kurtzii*, *Phlebopteris angustiloba*, *Pterophyllum brongniart*, *Podozamites braun*, *Otozamites harissianus*, *Phlebopteris muensteri*, *Neocalamites jurakermanii*, and *Equisetum jurakermanii*, which grew in humid-tropical to summerwet climate in lagonal-deltaic basins. The frequent association of *Klukia exilis* with other species reflects a humid-tropical to summer wet climate. The highest C/N ratio (150.4) in the coalified leaves may indicate the presence of herbivorous reptiles of Theropods during Jurassic time.

Keywords: Jurassic plant fossil remains, Kerman coals, *Klukia exilis*, *Phlebopteris*, *Podozamites*

۱. مقدمه

بقایای گیاهان قدیمی در زمان ژوراسیک (۱۴۵-۲۰۱ میلیون سال پیش) که به زمان خزندگان مخوف (Dinosaurs) مشهور است بیانگر رشد گیاهان در آب و هوای گرم و مرطوب تا نیمه گرمسیری می باشند که در شکل ۱ نشان داده شده است [1]، [2]، [3]، [4]، [5]، [6]، [7]، [8]، [9]، [10]، [11]، [12]، [13]. از سوی دیگر، تنوع زیستی گیاهان در ارتباط با خزندگان مخوف به چالش کشیده شده است [14]، [15]، [4]، [16]، [17]، [18]. داده ها نشان می دهند که ۶۰ درصد خزندگان مخوف گیاه خوار، ۳۵ درصد گوشت خوار و بقیه همه چیز خوار (حشرات و نرمتنان آبی و غیره) بوده اند [14]، [16]، [17]، [19]، [20]، [18]. وزن خزندگان مخوف گیاهخوار در مواردی تا ۵۰ تن یا بیشتر نیز گزارش شده [14]، [18]، که می تواند بیانگر تغذیه آنها از گیاهان و در نتیجه کاهش پوشش گیاهی در آن زمان باشد. بیشتر بقایای گیاهی در زمان ژوراسیک مربوط به بازدانگان و نهانزادان



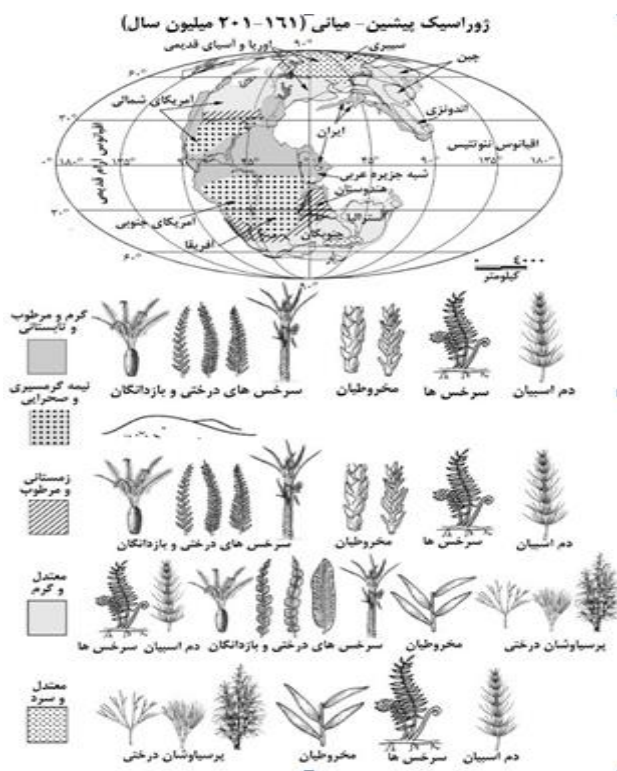
سومین کنفرانس ملی یافته‌های نوین زیست‌شناسی

3rd National Conference On New Biological Findings

۳ الی ۵ خرداد ۱۴۰۲



می باشند. بارزترین گروه بازدانگان، در زمان ژوراسیک شامل چهار گروه مهم: سیکادها (cycads) یا سرخس های نخلی، ژینکگوها (Ginkgos) یا پرسیاوشان درختی، مخروطیان (Conifers) و جنرالها (Gnetales) می باشند [15]، [6]، [11]. در خانواده نهانزادان می توان به سه گروه از لیکوپودهای سنگی (Lycopods)، سرخس های آبی (Marsilea) و لیکوپودهای خشکی زی (Lepidophylla) نیز اشاره نمود [15]، [3]، [6]، [11]، [12]. داده های کمی در مورد بقایای سنگواره های گیاهی در زغالسنگ دشتخاک، گود سیاه، چاه کهنوبیه و باداموبیه انجام شده است [15]، [2]، [3]، [5]، [7]، [6]، [8]، [11]، [12]، [13] و هدف اصلی این مقاله بررسی بقایای گیاهان ژوراسیک و مقادیر فسفر، کربن و نیتروژن در ۱۶ نمونه از زغالسنگهای شهرستان کرمان و دشتخاک زرنند می پردازد.



شکل ۱- توزیع جهانی گیاهان و آب و هوا در زمان ژوراسیک [10]، [11]، [15]



۲. مواد و روش‌ها

بیشتر معادن زغالسنگ در سنگهای رسی (شیل‌های سیاه)، ماسه‌ای (ماسه‌سنگها) و گاهی سنگهای کربناتی وجود دارند (شکل ۲) و تعداد ۱۶ نمونه از لایه‌های زغال سنگ برداشت گردید. وفور سنگواره‌های گیاهی بستگی به درجه زغال‌شدگی سنگ‌ها و مقدار مواد آلی در رسوبات اولیه و سنگ‌ها دارد. در مواردی که درجه زغال‌شدگی شدید است بقایای گیاهان کمتر و به ندرت دیده می‌شود.

برای پی بردن به رده، راسته، خانواده و جنس سنگواره‌های گیاهی پس از تمیز نمودن، نمونه‌ها در زیر میکروسکوپ مطالعه و سپس با قاب عکس‌های جهانی و منابع مهم [21]، [22]، [23]، [19]، [11] مقایسه و در نهایت بر اساس بیشترین شباهت‌ها طبقه‌بندی گردیدند. جهت روشن نمودن نوع تغذیه‌خزندگان همزیست با گیاهان، نمونه‌های برداشت شده برای اندازه‌گیری فسفر، کربن و نیتروژن به آزمایشگاه کرمان زمین‌ارسال و به روش پاولز و همکاران [24] تجزیه شیمیایی شدند.



شکل ۲- زخمون لایه‌های زغال سنگی. در صحرا

۳. نتایج

۳-۱. رده بندی سنگواره‌های گیاهی ژوراسیک

در معادن زغال سنگ گود سیاه، چاه کهنوئیه، بادامو و دشتخاک (شکل ۲)، مهم‌ترین انواع بقایای گیاهی به شرح زیر بیان می‌گردند:

۳-۱-۱- کلوکیا اگزیلیس (*Klukia exilis*):

نمونه شکل ۳- الف، برشی از یک سنگ زغالی رس دار یا شیل است که بخشی از برگ مرکب نمونه شباهت نزدیکی با *Klukia exilis* دارد و مربوط به تقسیم بندی‌های زیر است: رده فیلیوکوپسیدا (*Fillicopsida*),



راسته فیلیکاله ها (*Filicales*)، خانواده شیزایاسه (*Schizaeaceae*)، جنس کلوکیا (*Klukia*, [21])، گونه کلوکیا اگزیلیس (*Klukia exili*, [21])، این نمونه بخشی از یک برگ مرکب با دمبرگ اصلی (*Rachis*) و به ضخامت ۱ میلی متر است که در اطراف آن برگچه ها با دمبرگ های فرعی بطول ۵ سانتی متر در اطراف دمبرگ اصلی قرار دارند. دمبرگ های فرعی در سمت راست با زاویه ۴۵ درجه و در سمت چپ با زاویه ۶۰ تا ۹۰ درجه به شکل غیر متقابل و نا متقارن به دمبرگ اصلی وصل می شوند. برگچه ها بطور متقارب و با زاویه ۴۵ درجه به دمبرگچه ها ارتباط دارند و حاشیه برگچه ها کمی دندانه دار و نوک تیز می باشند. نمونه شکل ۵-ب مشابه شکل ۵ الف است، به جز اینکه دمبرگ های فرعی آن دارای تقارن و تقابل بیشتری می باشند، با زاویه ۴۵ درجه به دمبرگ اصلی وصل می شوند و ضخامت دمبرگ اصلی آن حدود ۲ میلی متر است. اگر چه این گونه از نظر تقابل و تقارن دمبرگ های فرعی تا اندازه ای شبیه به کلوکیاوستی (*Klukia westi*) می باشد، اما به دلیل فاصله خیلی کم دمبرگ های فرعی آن نسبت به یکدیگر، شباهت بیشتری به گونه کلوکیا اگزیلیس دارد. فراوانی کلوکیا اگزیلیس در واحد های زغالی استان کرمان شباهت زیادی به گونه های مشابه با یافته های شوایتزر و کرشنر [1] و کلیل و توماس [11] دارد که در ژوراسیک پیشین تا میانی در آب و هوای گرم و تابستانی و در جنگلهای باتلاقی و دلتائی رشد می نموده اند.

۳-۱-۲- پودوزامیتز (*Podozamites*):

سنگواره دیگری در شکل ۳-ب (سنگواره شماره ۲) دیده می شود که فقط بقایای یک برگ است و شباهت زیادی با جنس پودوزامیتز (*Podozamites*) و طبقه بندی زیر دارد. رده پینوپسیدا (*Pinopsida*)، راسته ولتزیال ها (*Voltziales*)، خانواده کراسیلوویاسه (*Krassiloviaceae*)، جنس پودوزامیتز (*Podozamites*, Braun, 1843). برگ های با ظاهر پودوزامیتز به طول ۵/۳ سانتی متر است و دارای خطوط طولی ظریف و مشبک می باشد و نوک برگ ها مدور و کمی تیز می باشد. شباهت زیاد برگ جنس پودوزامیتز در زغال سنگ های کرمان با داده های پال و همکاران [5]، [22] نشان می دهد که این جنس مربوط زمان ژوراسیک و آب و هوای گرم و مرطوب و تابستانی در محیط های باتلاقی و دلتایی می باشد [2]، [3]. شکل ۵-ج برشی از یک سنگ رسی (شیل) زغال شده است که دارای بقایای گیاهان متفاوتی می باشد. یکی از سنگواره ها ساقه و برگ هائی شبیه به اتوزامیتز دارد (شکل ۵-ج: سنگواره شماره ۱) که در رده بندی زیر قرار می گیرد:

رده تراکیو فیت ها (*Tracheophytes*)، راسته بنتیتال ها (*Bennettitales*)، خانواده ویلیام سونیاسه (*Williamsoniaceae*)



شکل ۳- سنگواره های گیاهی در زغال سنگها. (الف): کلوکیا اگزلیس، (ب): کلوکیا اگزلیس (۱)، پودوزامیتز (۲)، (ج): اوتوزامیتز لیناریس (۱)، کلادوفلیس (۲)، فلبوپتریس (۳)، پتروفیلیوم (۴)، کلوکیا اگزلیس (۵)، (د): اوتوزامیتز (۱)، فلبوپتریس (۲)، گلوگیا اگزلیس (۳).

۳-۱-۳- اوتوزامیتز لیناریس (*Otozamites linearis*):

این نمونه بخشی از یک دمبرگ اصلی همراه با تعدادی برگچه می باشد. عرض ساقه شیار دار حدود ۵ میلی متر است که برگچه ها با زاویه بین ۴۵ تا ۹۰ درجه به آن وصل می شوند. طول برگچه ها حداکثر به دو سانتی متر می رسد و دارای شیارهایی مشابه با دمبرگ اصلی می باشند. اثری از قطعات برگ های شکسته شده نیز در زمینه سنگ دیده می شود. برگ های گیاه شباهت زیادی به جنس اوتوزامیتز لیناریس دارد [24] که در واحد های زغالی استرالیا نیز گزارش شده است. همراهی جنس اوتوزامیتز با کلوکیا اگزلیس در بسیاری از نمونه ها، نشانگر رشد این گیاهان در محیط های باتلاقی و دلتایی در زمان ژوراسیک میانی ایران زمین است [2]، [21].

۳-۱-۴- کلادوفلیس (*Cladophlebis kurtzii*):

آثار گیاهی دیگری در این نمونه های برگ دیده می شود (شکل ۳-ج: سنگواره شماره ۲) شبیه به کلادوفلیس می باشد و در تقسیم بندی زیر قرار می گیرد: رده فیلیکوفیتا (*Filicophyta*)، راسته اسموندال ها (*Osmundales*)، خانواده اسمونداسه (*Osmundaceae*)، جنس کلادوفلیس (*Cladophlebis kurtzii*, [25]). این جنس از فراوانی کمتری در نمونه های زغال سنگ برخوردار است و فقط اثری از یک دمبرگ فرعی کوچک آن در نمونه مورد نظر حفظ شده است. طول برگچه ها حداکثر به ۵ میلیمتر می رسد که با زاویه ۴۵ تا ۶۰ درجه به دمبرگ فرعی وصل می شوند. برگچه ها مانند سایر گونه های کلادوفلیس به سمت بالا تقعر دارند و نوک برگچه ها تیز است. نمونه مورد مطالعه شباهت زیادی به جنس کلادوفلیس کورتزی دارد. همراهی این



جنس با کلوگیا اگزلیس که در زغال سنگ های کرمان فراوان است، می تواند نشانگر آب و هوای مرطوب تابستانی و محیط های رسوبی باتلاقی و دلتایی [21]، [25]، زمان ژوراسیک میانی باشد.

۳-۱-۵- فلبوپتریس (*Phlebopteris*):

از آثار گیاهی دیگر می توان به بقایای فلبوپتریس (*Phlebopteris*) (شکل ۳-ج: سنگواره شماره ۳) و پتروفیلوم (*Pterophyllum*) (شکل ۵-ج: سنگواره شماره ۴) اشاره نمود که به طبقه بندی زیر مربوط می شوند: رده پلیپودیوپسیدا (*Polypodiopsida*)، راسته گلیچنال ها (*Gleicheniales*)، خانواده ماتونیاسه (*Matoniaceae*) جنس فلبوپتریس (*Phlebopteris angustibola*, Brongniart, 1836) در این جنس برگچه ها با زاویه نزدیک به ۹۰ درجه دمبرگ فرعی را قطع می نمایند (شکل ۳: سنگواره شماره ۳). جالب توجه است که برگچه ها دارای رگبرگ میانی می باشند که در دو طرف آن نشانه هائی از هاگینه های کروی زغال شده دیده می شود و در مواردی برگها در قاعده به یکدیگر وصل می شوند. در مقایسه با مشخصات ذکر شده [11]، [21]، آثار گیاهی فلبوپتریس در زغال سنگ های کرمان متعلق به زمان ژوراسیک میانی می باشد که در آب و هوای گرم و مرطوب و محیط های باتلاقی و دلتایی رشد می نموده اند [3].

۳-۱-۶- پتروفیلوم (*Pterophyllum*):

آثار دیگری از سنگواره (شکل ۳-ج سنگواره شماره ۴) پتروفیلوم نیز در زغال سنگ های کرمان دیده می شود که در تقسیم بندی زیر قرار می گیرد: رده اکتینوپتریجی (*Actinopterigii*)، راسته سیچلی فرم ها (*Cichliformes*)، خانواده سیچلیدا (*Cichlidae*)، جنس پتروفیلوم (*Pterophyllum*, Brongniart, 1928). نمونه کاملی از پتروفیلوم در زغال سنگ های منطقه کرمان دیده نشده است و فقط دو برگ شکسته شده باقی مانده است. برگ ها مثلثی شکل و نوک تیز و مشبک (خطوط موازی) می باشند، طول برگ ها حداکثر به ۳ سانتی متر و عرض آنها به نیم سانتی متر می رسد. بر اساس داده های هاریس [21]، مشخصات برگ های حفظ شده در زغال سنگ های کرمان شبیه به جنس پتروفیلوم گایری (*Pterophyllum gaeri*) می باشد. این جنس متعلق به آب و هوای گرم و مرطوب و جنگل های باتلاقی و دلتایی در زمان ژوراسیک میانی می باشد [2]، [15]، [22]. آثار فراوانی از کلوگیا اگزلیس (شکل ۵: سنگواره های شماره ۵) در این نمونه نیز دیده می شود که مشابه سنگواره های شکل ۵ الف-ب می باشد.

۳-۱-۷- اوتوزامیتز هاریانوس (*Otozamites harrisianus*):

جنس اوتوزامیتز (شکل ۳-د: سنگواره شماره ۱) یکی از نادرترین آثار گیاهی در زغال سنگ های کرمان است که به شرح زیر تقسیم بندی می شود: رده تراکیوفیت ها (*Trachaeophytes*)، راسته بنتیتال ها



(*Bennettitales*)، خانواده ویلیامسونیاسه (*Williamsoniaceae*)، جنس اوتوزامیتز (*Otozamites harrisianus*) [1]. از این جنس تنها یک برگ واضح مثلثی شکل به طول ۱/۵ سانتی متر با شیارهای بسیار ظریف و مشبک حفظ شده است که به ساقه گیاه به پهنای ۴ میلی‌متر وصل می‌شود (شکل ۵-۵: سنگواره شماره ۱). با مقایسه برگ زغالی شده جنس اوتوزامیتز با داده‌های شوایتزر و کرشنر [1]، و وات [22]، می‌توان نتیجه‌گیری نمود که این جنس با مشخصات اوتوزامیتز هاریسانوس که در زمان ژوراسیک میانی و در محیط‌های مرطوب و جنگل‌های باتلاقی و دلتایی [2]، رشد می‌نموده، سازگاری بیشتری دارد.

۳-۱-۸- فلبوپتریس (*Phlebopteris muensteri*):

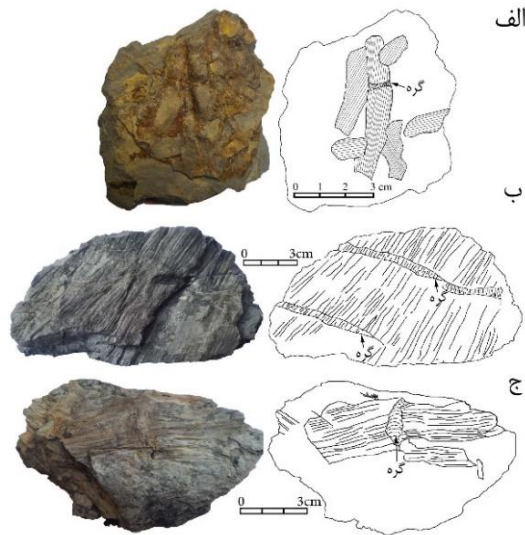
از آثار گیاهی دیگر می‌توان به جنس دیگری از فلبوپتریس (شکل ۳-۵: سنگواره شماره ۲) اشاره نمود که در تقسیم‌بندی‌های زیر قرار می‌گیرد: رده پلی پودیوپسیدا (*Polypodiopsida*)، راسته گلیچنال‌ها (*Glecheniales*)، خانواده ماتونیاسه (*Matoniaceae*)، جنس فلبوپتریس [9] (*Phlebopteris muensteri*)، جنس فلبوپتریس مونستری دارای برگچه‌هایی با رگبرگ میانی است که با زاویه حدود ۹۰ درجه به دم‌برگ اصلی متصل می‌شود. برگچه‌ها به یکدیگر چسبیده‌اند و طول آن‌ها حداکثر به یک سانتی متر می‌رسد. در مقایسه با داده‌های بارباکا و همکاران [9]، جنس فلبوپتریس مونستری در زغال سنگ‌های کرمان شباهت زیادی به جنس فلبوپتریس در زغال سنگ‌های ژوراسیک مجارستان دارد که در محیط‌های گرم و مرطوب و جنگل‌های باتلاقی و دلتایی رشد می‌نموده است. از آثار گیاهی دیگری که در این نمونه وجود دارد، می‌توان به کلوکیاگزلیس (شکل ۵-۵: سنگواره شماره ۳) اشاره نمود که توصیف آن در نمونه‌های قبلی آورده شده است.

۳-۱-۹- نیوکالامیتز (*Neocalamites*):

شکل ۴-الف، مجموعه‌ای از ساقه‌های شکسته شده جنس نیوکالامیتز (*Neocalamites*) است که به شرح زیر توصیف می‌شود: رده اکویستوپسیدا (*Equisetopsida*)، راسته اکویزتال‌ها (*Equisetales*)، خانواده نیوکالامیتاسه (*Neocalamitaceae*)، جنس نیوکالامیتز (*Neocalamites*)، این نمونه به شکل قطعات شکسته شده در زمینه زغال سنگ شده پراکنده است و هیچ‌گونه آثار برگ‌گی از آن دیده نمی‌شود. در بعضی از بخش‌های زغال سنگ ادامه ساقه گیاه بطور منقطع و مبهم دیده می‌شود، گرچه گره‌های ساقه در مواردی وجود دارد. درازای بقایای قطعات شکسته و گره‌ها به ترتیب به بیشتر از ۶ و ۱ سانتی متر می‌رسد. جنس نیوکالامیتز در زغال سنگ‌های کرمان شباهتی به یافته‌های شوقین و همکاران [26]، دارد و چون برای اولین بار در زغال سنگ‌های استان کرمان گزارش می‌شود، به عنوان جنس مربوط به ژوراسیک کرمان (*Neocalamites jurakermanii*) معرفی می‌شود. نمونه دیگری از جنس نیوکالامیتز در شکل ۶-ب با حفظ



گره ساقه آن که به شدت به زغال تبدیل شده است دیده می‌شود. درازای گره‌ها بین ۴ تا ۶ سانتیمتر، فاصله آنها ۶ سانتیمتر و عرض ساقه به بیشتر از ۹ سانتیمتر تخمین زده می‌شود.



شکل ۴- سنگواره‌های گیاهی در زغال سنگها (الف)، ساقه‌های شکسته نئوکلامیتیز، (ب)، ساقه برجای نئوکلامیتیز که به طور کامل به زغال تبدیل شده است، (ج)، بخشی از ساقه اکوئیزتیتز کالومناریس

۳-۱-۱۰- اکویزتاسه (*Equisetaceae*):

شکل ۴-ج خانواده اکویزتاسه (*Equisetaceae*) را نشان می‌دهد که در تقسیم بندی زیر قرار می‌گیرند: رده پلیپودیوپسیدا (*Polypodiopsida*)، راسته اکویزتال‌ها (*Equisetales*)، خانواده اکویزتاسه‌ها (*Equisetaceae*).

۳-۱-۱۱- اکویزتوم (*Equisetum*):

این نمونه بخشی از سنگ‌های رسی (شیلی) و زغال سنگ است که در اثر واکنش محلول‌های غنی از سیلیس و آهن با مواد آلی فرایند‌های سیلیسی شدن و اکسیداسیون را نیز طی نموده (زنگ آهن = اکسید آهن). درازای ساقه‌های سنگواره گیاهی به بیشتر از ۱۰ سانتیمتر تخمین زده می‌شود، اما درازای گره حدود ۳ سانتیمتر می‌باشد. این مشخصات شباهتی با جنس اکویزتیتز کالومناریس (*Equisetites columnaris*) دارد که نمونه‌های مشابه آن در ایران و افغانستان نیز گزارش شده، اما، مشخصات هندسی این سنگواره فسیلی ویژه زغال سنگ‌های کرمان است، و به عنوان گونه *Equisetum jurakermanii* معرفی می‌شود.

۳-۲. ترکیب شیمیایی برگها در زغال سنگ‌های کرمان



داده های شیمیایی کربن، ازت، فسفر و نسبت کربن به ازت در جدول ۱ نشان داده شده است. میانگین نسبت کربن به ازت و ازت به کربن ۲۸/۷ و ۰.۴ می باشد. تغییرات نسبت کربن به ازت از ۷/۹ تا ۱۵۰/۴ متغیر است. بیشترین نسبت کربن به ازت در زغال برگ بیشتر از نسبت کربن به ازت (۳۶) در داده های ویلکینسون و همکاران [19] است. این نویسندگان، برای خزندگان گیاه خوار که ۴/۹ کیلوگرم وزن دارند، میانگین نسبت کربن به ازت را نزدیک به ۳۶ گزارش نموده اند. بر این اساس، بالاترین نسبت کربن به ازت (۱۵۰/۴) در زغال سنگ های کرمان می تواند نشانگر حضور خزندگانی به وزن بیشتر از ۱۰ کیلوگرم باشد که در زمان ژوراسیک از سرخس ها و گیاهان دیگر تغذیه می نموده اند. ویلکینسون و همکاران [19] پیشنهاد نمود ه اند که بزرگی خزندگان غول پیکر مثل ساروپودها (*Sauropods*)، می تواند به دلیل تغذیه از برگ گیاهان، نسبت بالای کربن به ازت، نسبت زیاد گازکربنیک به اکسیژن و مقدار کمتر پروتئین ها در زمان ژوراسیک باشد.

جدول ۱- ترکیب شیمیایی (کربن، ازت و فسفر و نسبت کربن به ازت) سنگواره های برگ گیاهان در مناطق مورد مطالعه

(درصد)

No.	Sample	P	N	C	C
					N
1	H1	0.09	0.24	8.1	33.75
2	H2	0.05	1.15	9.1	7.9
3	H3	0.06	0.26	7.7	29.6
4	D.SH1	0.05	0.12	2.3	19.2
5	D.SH2	0.07	0.15	3.5	23.3
6	G.S.1	0.06	0.21	4.7	22.4
7	G.S.2	0.05	0.21	3.5	16.7
8	H1R	0.05	0.10	4.2	42
9	H2R	0.03	0.09	1.6	17
10	H3R	0.05	0.11	1.9	17.27
11	H4R	0.07	0.17	1.6	9.4
12	G.S.5	0.03	0.29	20.7	71.4
13	G.S.6	0.02	0.56	7.2	12.85
14	G.S.7	0.03	0.23	5.8	25.2
15	G.S.8	0.03	0.15	22.6	150.7
16	G.S.9	0.01	0.48	24.2	50.4
17	Average	0.04	0.28	8.04	28.7



۳-۳. بحث

دیرینه گیاهی با بررسی بقایای گیاهان قدیمی (ساقه، برگ و چوب ها و غیره) به باز بینی شرایط آب و هوای رشد گیاهان مختلف و مصرف آنها توسط جانوران گیاه خوار می پردازد و برای این مهم، از اصل یکنواختی پدیده ها (" زمان حال کلید زمان گذشته است") استفاده می نماید. در این مورد، واخرامیوف [23]، بیان نموده است که سرخس های امروزی در مناطقی با آب و هوای گرم و مرطوب تا نیمه گرمسیری رشد می نمایند که با بقایای سرخس ها در زمان ژوراسیک (۱۴۵-۲۰۱ میلیون سال) سازگاری دارد. در زغال سنگ های کرمان و زرنده، سرخس ها، مخصوصا گونه کلوکیا اگزیلیس از فراوانی بیشتری برخوردار است که در البرز مرکزی، طبس و سایر زغال سنگ های ایران نیز گزارش شده است [24]، بیانگر آب و هوای گرم و مرطوب تا نیمه گرمسیری در زمان ژوراسیک میانی (۱۶۳-۱۸۸ میلیون سال پیش) است که تا اندازه ای با توزیع جغرافیایی گیاهان و آب و هوا در شکل ۱ نیز هم خوانی دارد. آثار زغالی شده از هاگدان در برگ جنس فلبوپتریس آنگوستی لوبا (*Phlebopetris angustiloba*) در شکل ۳-د (سنگواره شماره ۳) می تواند گویای این موضوع باشد که سرخس های زمان ژوراسیک میانی نیز مانند سرخس های امروزی توسط هاگ ها تولید مثل می نموده اند.

پودوزامیتز (*Podozamites*) نیز از جنس های جالب توجه در زغال سنگ های کرمان می باشد که متعلق به خانواده مخروطیان و یا کراسیلوویاسه (*Krassiloviaceae*) است که در آب و هوای گرم و مرطوب در زمان ژوراسیک میانی (۱۶۱-۱۸۸ میلیون سال پیش) در جنگل های باتلاقی و دلتایی رشد می نموده است [۱۰]. حضور جنس های جدیدی از نئو کالامیتز (*Neocalamites*) و اکویزتوم (*Equisetum*) در زغال سنگ های استان کرمان می تواند گویای آب و هوای گرم و مرطوب باشد. این نوع گونه های گیاهی در زغال سنگ های چین نیز گزارش شده اند [26]، [10].

از ویژگی های دیگر زمان ژوراسیک حضور بسیاری از خزندگان مخوف یا دینا سور ها می باشد که بسیاری از آنها گیاه خوار بوده اند و همزمان با رشد سرخس ها، مخروطیان و دیگر گیاهان زمان ژوراسیک زندگی می نموده اند. ویلکینسون و همکاران [19]، پیشنهاد نمودند که وزن بسیاری از خزندگان مخوف مانند ساروپود ها (*Sauropods*) در زمان ژوراسیک (۱۴۵-۲۰۱ میلیون سال پیش) حدود ۸۰ تن بوده که احتمال می رود به دلیل تغذیه آنها از (سرخس های درختچه ای، سرخس های نخلی، سرخس های تخم ریز، دم اسبی ها، مخروطیان، پر سیاوشان درختی و غیره باشد. این گروه از گیاهان زمان ژوراسیک در مقایسه با نهاندانگان امروزی دارای غلظت کمتری از ازت بوده اند، به طوری که نسبت کربن به ازت آنها زیاد بوده است [19]. از طرفی، به دلیل بالا بودن غلظت جوی گاز کربنیک نسبت به اکسیژن در زمان ژوراسیک و غلظت کمتر ازت در



گیاهان آن زمان، سبب زیاد شدن نسبت کربن به ازت گردیده است. بر مبنای داده‌های این تحقیق (جدول ۱)، حد اکثر نسبت کربن به ازت نزدیک به ۱۵۰/۴ است که بر اساس داده‌های ویلکینسون و همکاران [19]، نشان دهنده حضور دیناسور هایی با وزن بیشتر از ۱۰ کیلو گرم می باشد. تاکنون، در سنگها و زغال سنگ های ژوراسیک ایران شواهد روشنی از خزندگان زمان ژوراسیک ثبت نشده است، گرچه اثراتی از تروپودها (*Theropods*) در دهکده آب حاجی زرنده، استان کرمان دیده شده است [27]. تروپودها از خزندگان گوشتخوار زمان ژوراسیک می باشند [28] و پاهای آنها دارای سه انگشت با ناخن های خیلی نوک تیز بوده، گرچه بعضی از تروپودها نیز در گروه گیاهخواران نیز قرار می گیرند [20]. بررسی های بیشتری لازم است تا ارتباط بین خزندگان و نوع تغذیه آنها از گیاهان یا جانوران در دوره ژوراسیک ایران مشخص گردد.

۳-۴. نتیجه گیری

مقایسه سنگواره های گیاهی با اطلسهای جهانی گیاهان در زمان ژوراسیک بیانگر گونه های کلوکیا اگزیلیس، اتوزامیتز، کلادوفلیس، فلبوپتریس، پتروفیلوم، پودوزامیتز، نئو کالامیتز و اکیزتوم می باشد و در بعضی از آنها قابل مقایسه با جنس های مشابه در البرز و طبس می باشند. فراوانی بیشتر کلوکیا اگزیلیس نسبت به بقیه آثار گیاهی در زغال سنگ های کرمان می تواند به عنوان شاخص مهمی برای آب و هوای استوایی و یا نیمه استوایی و در شرایط گرم و مرطوب تا نیمه گرمسیری در زمان ژوراسیک میانی (۱۶۱-۱۸۸ میلیون سال پیش) باشد. از طرفی، داده های جهانی نشان می دهد که حدود ۶۰ درصد خزندگان مخوف در زمان ژوراسیک گیاه خوار بوده اند و این ویژگی با بالا بودن نسبت کربن به ازت و غلظت بالای گاز کربنیک نسبت به اکسیژن در زمان ژوراسیک می تواند سازگار باشد. داده های شیمیایی حاصل از تجزیه برگ های زغالی شده در واحد های زغال سنگ کرمان حداکثر نسبت ۱۵۰/۴ را برای نسبت کربن به ازت نشان می دهد که می تواند بیانگر حضور خزندگان گیاه خوار در زمان ژوراسیک باشد. گرچه تا کنون شواهد روشنی از بقایای خزندگان گوشتخوار و یا گیاه خوار در واحد های زغالی استان کرمان ثبت نشده است، ولی آثار کمی از خانواده تروپودها در روستای آب حاجی زرنده استان کرمان وجود دارد.

منابع

- [1] Schweitzer H.J. and Kirchner M. (1996). Die rato-Jurssischen floren des Iran und Afghanistans; 9, Coniferophyta. *Palaeontographica*. B 238: 77-139.
- [2] Vaziri M.R., Dastanpour M. and Nazeri V. (2002). *Elements of Palaeontology*, Shahid Bahonar University of Kerman, 357p (In Persian).



سومین کنفرانس ملی یافته‌های نوین زیست‌شناسی

3rd National Conference On New Biological Findings

۳ الی ۵ خرداد ۱۴۰۲



- [3] Nazeri V. and Vaziri M.R. (2004). Plant Fossil remains from the Hojedk Formation, in Dashtkhat region, Zarand, Research Journal of Isfahan University, (Basic Sciences), 18 (2): 37-50 (In Persian).
- [4] Rees P.M., Noto C., Parrish J.M, et al. (2004). Late Jurassic climates, vegetation and dinosaur distributions. The Journal of Geology 112:653-643.
- [5] Poole I. and Mirzaie Ataabadi M. (2005). Conifer woods of the middle Jurassic Hojedk Formation (Kerman Basin), Central Iran. IAWA Journal 26(4): 505-489.
- [6] Evert R.F., Eichhorn S.E. (2012). Raven biology of plants, 8th ed., Freeman, 864 p.
- [7] Ameri H., Datanpour M., Khalzadeh H. and Zamini, F. (2013). Plant fossil remains from the Bajocian-Bathonian of Hojedk Formation, Babhutk area, Kerman, Iran. Arabian Journal of Geoscience 7: 2293-2302.
- [8] Ameri H., Khalilzade H. and Zamani F. (2014). Four new Equisetites species (Sphenophyta) from the Hojedk Formation, Middle Jurassic (Bajocian-Bathonian), the North of Kerman, Iran. Journal of Sciences, Islamic Republic of Iran 25: 253-264.
- [9] Barbacka M., Kustattscher E. and Bodor E. (2019). Ferns of the Lower Jurassic from the Mecsek Mountains (Hungary): Taxonomy and Palaeoecology. Palaeontologische Zeitschrift 93: 151-185.
- [10] Li Y.F., Wang H., Dilcher D.L., et al. (2019). Middle Jurassic plant diversity and climate in the Ordos Basin, China. Palaeontological Journal 53: 1216-1235.
- [11] Cleal J.C. and Thomas B.A. (2019). Introduction to plant fossils. Cambridge University Press, 266 p.
- [12] Mehdizadeh A., Vaez Javadi F., Ashouri A. and Ghaderi A. (2020). Biostratigraphy of plant macrofossils of Hojedk Formation in the Chah-Rekhneh area south-west Tabas and its palaeoclimate analysis. Researches in Earth Sciences, Shahid Beheshti University, 11(3): 89-112 (In Persian).
- [13] Sadovnikov G.N. (2020). Plant communities and ecostratigraphy of the Lower and Middle Jurassic of Northern Iran. Stratigraphy and Geological Correlation 27: 803-783.
- [14] Bakker R.T. and Galton P.M. (1974). Dinosaur monophyly and a new class of vertebrates. Nature 248: 168-172.
- [15] Willis K.G. and McElwain J.C. (2002). The evolution of plants. Oxford University Press, 195 p.
- [16] Barrett P.M. and Wills K. j. (2007). Did dinosaurs invent flowers? Dinosaurs-angiosperm coevolution revisited. Biological Reviews, 76: 447-411.

- [17] Clark J.M. (2011). A review of "Triassic-Jurassic Biodiversity, ecosystems, and climate in the Junggar basin, Xinjiang, Northwest China. *Journal of Vertebrate Palaeontology* 31: 1172-1171.
- [18] Bakker R.T. (2016). Did dinosaurs invent flowers? *Beyond Bones*, p.1-16.
- [19] Willikinson D.M. and Ruxton G.D. (2013). High C/N ratio (not low energy content) of vegetation may have driven gigantism in Sauropod dinosaurs and perhaps omnivory and or endothermy in their Juveniles. *Functional Ecology* 27: 135-131.
- [20] Nova F., Salgado L., Suarez M., et al. (2015). An enigmatic plant-eating theropod from the Jurassic period of Chile. *Nature* 522: 331-334.
- [21] Harris T.M. (1961). The Yorkshire Jurassic flora. *British Museum (National History)*, 220 p.
- [22] Watt A.D. (1982). Index of generic names of fossil plants, 1974-1978. *Geological Survey Bulletin* 1517, 67 p.
- [23] Vakhrameev V.A. (1991). Jurassic and Cretaceous floras and climates of the earth. *Cambridge University Press*, 318 p.
- [24] Mcloughlin S. and Pott C. (2009). The Jurassic flora of Western Australia. *GFF* 131: 113-136.
- [24] Pauwells J.M., Van Ranst M., Verloo M., et al. (1992). *Manuel de laboratoire de pédologie. Methodes de analyses des sols et des plantes: equipment , gestion des stocks de verrerie et de produits chimiques. Publications Agricoles*, 28: 265 p, Bruxelles.
- [25] Coturel E.P., Bodnar J. and Morel E.M. (2018). New species of Osmundaceous fertile leaves from the Upper Triassic of Argentina. *Acta Palaeontologica* 58: 107-119.
- [26] Shuqin Z, Aximith B.J., Escapa I. et al. (2012). A Neocalamites (Sphenophyta) with prickles and attached cones from the Upper Triassic of China. *Palaeoworld* 21: 75-80.
- [27] Kellner A.W.A., Vecchia F.M.D., Mirzaie Ataabadi et al. (2012). Review of dinosaur record from Iran with the description of new material. *Revisita Italiana di Palaeontologia e Stratigrafia* 118: 261-275.
- [28] Clark N. and Lindsley W. (2002). 1001 facts about dinosaurs. *Dorling Kindersley Publication*, 195 p.
- [29] Goodarzi F., Sanei H., Stasiuk L.D., et al. (2005). A preliminary study of Mineralogy and geochemistry of four coal samples from northern Iran. *International Journal of Coal Geology*, 65: 35-50.



مقایسه و مطالعه ی ترکیبات فنولی و فلاونوئیدی در دو گونه دارویی درمنه ایرانی (*Artemisia persica*) و درمنه کوهی (*Artemisia aucheri*)

شیما دورقی^{۱*}، فاطمه دانشمند^{۲*}، فاطمه نژاد علیمزادی^۲، امیرعباس مینایی فر^۲ ابوذرا شاهرخی^۱

۱. کارشناس ارشد بیوشیمی، گروه زیست‌شناسی، دانشگاه پیام نور، تهران، ایران.

۲. گروه زیست‌شناسی، دانشگاه پیام نور، تهران، ایران.

^{1*}dwrqyshyma@gmail.com

^{2*}f.daneshmand@pnu.ac.ir

چکیده

آرتمیسیا با نام محلی درمنه یکی از گیاهان دارویی مهم است که به طور خاص در درمان مالاریای مقاوم به دارو مورد استفاده قرار گرفته است. همچنین دارای فعالیت ضد توموری، ضد التهابی و ضد اکسیدانی است. آرتمیسیا از خانواده *Asteraceae* است که شامل ۲۰۰ الی ۴۰۰ گونه می باشد. گونه های مختلف این گیاه در شهرهای مختلف ایران رشد دارد و گستره دمایی بالا را تحمل می کنند. ترکیبات فنولی و فلاونوئیدها از ترکیبات ثانویه مهم در گیاهان هستند. در میان آنتی اکسیدان ها، ترکیبات فنولی از همه موثرتر هستند. ترکیبات فنولی تنوع وسیعی از فعالیت های زیستی مانند ضد سرطان، ضد ویروس و ضد التهاب را دارند. در این مطالعه ترکیبات فنولی و فلاونوئیدی دو گونه درمنه با نام های درمنه ایرانی (*Artemisia persica*) و درمنه کوهی (*Artemisia aucheri*) توسط HPLC مورد مطالعه قرار گرفتند. نتایج نشان داد که هر دو گونه دارای ۹ ترکیب فنولی و فلاونوئیدی یکسان به نامهای *Gallic acid*, *Rutin*, *Quercitrin*, *m-Coumaric acid*, *Querectin*, *Caffeic acid*, *Luteolin*, *Chlorogenic acid*, *Kaempferol* دو گونه متفاوت بود. در درمنه ایرانی، *Luteolin* بیشترین و *Quercitrin* کمترین غلظت و در درمنه کوهی *m-coumaric acid* بیشترین و *Quercitrin* کمترین غلظت را داشت.

کلمات کلیدی: ترکیبات فنولی، فلاونوئیدها، کوئرستین، لوتئولین، کوماریک اسید



Comparison and study of phenolic and flavonoid compounds in two medicinal species of *Artemisia persica* and *Artemisia aucheri*

Shima Dooraghi^{*1}, Fatemeh Daneshmand^{*2}, Fatemeh Nejad Alimoradi², Amir Abbas Minaeifar², Aboozar Shahrokhi¹

1. MS in Biochemistry, Department of Biology, Payame Noor University, Tehran, Iran.

2. Department of Biology, Payame Noor University, Tehran, Iran.

^{1*}dwrqyshyma@gmail.com

^{2*}f.daneshmand@pnu.ac.ir

Abstract

Artemisia, is one of the important medicinal plants that has been used specifically in the treatment of drug-resistant malaria. It also has anti-tumor, anti-inflammatory and antioxidant activity. *Artemisia* belongs to the Asteraceae family, which includes 200 to 400 species. Different species of this plant grow in different cities of Iran and tolerate a high temperature range. Phenolic compounds and flavonoids are important secondary compounds in plants. Among antioxidants, phenolic compounds are the most effective. Phenolic compounds have a wide variety of biological activities such as anti-cancer, anti-viral and anti-inflammatory. In this study, the phenolic and flavonoid compounds of two species of *Artemisia persica* and *Artemisia aucheri* were studied by HPLC. The results showed that both species have the same 9 phenolic and flavonoid compounds, namely Gallic acid, Rutin, Quercitrin, m-Coumaric acid, Quercetin, Caffeic acid, Luteolin, Chlorogenic acid, Kaempferol, but the concentration of these compounds was different in the two species. In *Artemisia persica*, Luteolin had the highest concentration and Quercitrin had the lowest concentration, and m-coumaric acid had the highest concentration and Quercitrin had the lowest concentration in *Artemisia aucheri*.

Keywords: phenolic compounds, flavonoids, quercetin, luteolin, coumaric acid



مقدمه

متابولیت‌های تولیدی در گیاه به دو دسته متابولیت‌های اولیه و متابولیت‌های ثانویه تقسیم می‌شوند. متابولیت‌های اولیه که برای فعالیت‌های حیاتی گیاه ضروری هستند. متابولیت‌های ثانویه برای رشد گیاه ضروری نیستند، اما وظایف اکولوژیکی متفاوتی را هم در گیاه بر عهده دارند و در مقاومت گیاهان و مقابله با عوامل بیماری‌زا در گیاهان نقش دارند [۱]. متابولیت‌های ثانویه از بیوسنتز متابولیت‌های اولیه به دست می‌آیند و به عنوان ترکیبات فرعی و انتهایی متابولیسم اولیه در نظر گرفته می‌شوند. همچنین این ترکیبات در فرایندهای متابولیسمی وارد نمی‌شوند. مهم‌ترین متابولیت‌های ثانویه آلکالوئیدها، فنولیک‌ها، روغن‌های ضروری، استروئیدها، لیگنین‌ها، تانن‌ها و فلاوونوئیدها هستند. گیاهان دارویی از لحاظ میزان متابولیت‌های ثانویه بسیار غنی هستند [۲]. گیاهان طیف وسیعی از متابولیت‌های ثانویه (۸۰۰۰ ترکیب فنولی) را با اثرهای فیزیولوژیک قوی تولید می‌کنند. گیاهان با تولید این ترکیبات ساز و کار دفاعی خود را در مقابل آفات و بیماری‌ها تقویت و همچنین باعث بهبود توان رقابتی آنها با سایر گیاهان می‌شوند. این ترکیبات همچنین با جذب موجودات گرده‌افشان به زادآوری گیاهان کمک می‌کنند. همچنین آنها می‌توانند مقاومت گیاهان را در برابر تنش‌های غیرزنده محیطی بهبود بخشند [۳]. فنول‌ها از جمله متابولیت‌های ثانویه و ترکیبات مهم گیاهی هستند که معمولاً در پاسخ به استرس محیطی ایجاد می‌شوند. این ترکیبات از هسته‌های آروماتیک و یا چند گروه OH ساخته شده‌اند. توانایی فنول‌ها در خنثی‌سازی رادیکال‌های آزاد به دلیل وجود گروه هیدروکسیل آنها است که به عنوان دهنده‌ی هیدروژن یا الکترون، ترکیب‌های پایدار فنوکسیل تولید می‌کنند. از فنول‌ها در صنایع غذایی از آنها به عنوان عوامل رنگ‌کننده، طعم‌دهنده، خوش‌بو دهنده و آنتی‌اکسیدان استفاده می‌گردد. ترکیبات فنولیک، گروه‌های متابولیت ثانویه آروماتیک گیاهی هستند که به طور گسترده در سرتاسر گیاه یافت شده‌اند و تأثیرات بیولوژیکی متعددی مانند فعالیت آنتی‌اکسیدانی و ضد باکتریایی دارند. فعالیت آنتی‌اکسیدانی ترکیبات فنولیک عمدتاً به علت ویژگی‌های اکسایش - کاهش و ساختار شیمیایی آنها است که نقش مهمی در خنثی کردن رادیکال‌های آزاد، احاطه کردن فلزات انتقالی و فرو نشانیدن مولکول‌های اکسیژن یگانه و سه گانه از طریق تغییر مکان یا تجزیه پراکسیدها دارند. این ویژگی‌ها با تأثیرات مفید آنتی‌اکسیدان‌های فنولیک بر روی سلامت در ارتباط است که به دلیل بازدارندگی این ترکیبات در مقابل پیشرفت بسیاری از بیماری‌ها وابسته به تنش مانند بیماری‌های قلبی-عروقی، سندروم روده التهابی و بیماری آلزایمر است. به طور طبیعی بیش از ۸۰۰۰ ترکیب فنولی مختلف با تأثیراتی از قبیل دخالت در ساخت دیواره سلولی، ساز و کار دفاعی گیاهان و خصوصیات میوه مانند رنگ، بو و مزه در گیاه وجود دارد. همچنین ترکیبات فنولی به عنوان شاخص‌هایی برای



مراحل فیزیولوژیکی در طول رشد گیاه نیز در نظر گرفته می‌شوند [۴]. با توجه به آنچه گفته شد فعالیت‌های بیولوژیک و خواص مفید متنوعی برای پلی‌فنول‌ها در نظر گرفته شده است. شناخته‌شده‌ترین آنها اثرات مستقیم آنتی‌اکسیدانی، ضد آلرژی، ضد التهابی، ضد سرطانی، ضد میکروبی و ضد ویروسی، قدرت بالا در جمع‌آوری رادیکال‌های آزاد، تنظیم چرخه سلولی و مرگ برنامه‌ریزی شده سلول و نیز القاء سیستم دفاع آنتی‌اکسیدانی است. علاوه بر این فنول‌ها توانایی تعدیل برخی مسیرهای کلیدی پیام‌رسانی درون سلولی مرتبط با تنظیم متابولیسم به ایفای نقش بیردازند [۵]. با توجه به اهمیت ترکیبات فنلی و فلاونوئیدی به عنوان یکی از متابولیت‌های ثانویه بسیار مهم در گیاهان و اهمیت این گیاهان دارویی، این در پژوهش به بررسی حضور ترکیبات فنولی و فلاونوئیدی در دو گیاه دارویی درمنه کوهی (*Artemisia aucheri*) و درمنه ایرانی (*Artemisia persica*) جمع‌آوری شده از استان کرمان پرداخته شده است.

مواد و روش‌ها

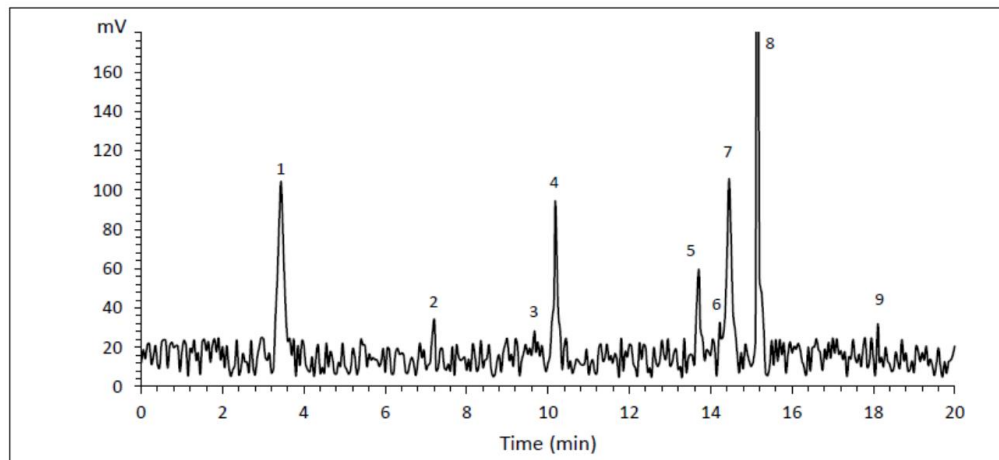
نمونه‌های دو گیاه دارویی، درمنه ایرانی (*Artemisia persica*) و درمنه کوهی (*Artemisia aucheri*) در اواخر تیرماه (اواخر مرحله گلدهی و اواسط میوه‌دهی) از منطقه سربیزن-ساردوئیه (دامنه‌های کوهستانی و ارتفاع ۲۹۷۵ متری) در ۵۵ کیلومتری شمال شهرستان جیرفت در استان کرمان، جمع‌آوری شدند. شناسایی سیستماتیک گیاهان توسط آقای دکتر سید منصور میرتاج‌الدینی عضو هیات علمی دانشگاه شهید باهنر کرمان انجام شد. ابتدا اندام‌های هوایی برداشت شده گیاهان در مرحله گلدهی و میوه‌دهی، توسط آب مقطر شستشو داده شدند و در سایه خشک گردیدند. سپس نمونه‌های خشک شده کاملاً به صورت پودر در آورده شدند و جهت شناسایی ترکیبات فنولی و فلاونوئیدی به کار رفتند. برای استخراج و شناسایی ترکیبات فنلی و فلاونوئیدها از روش Dudek و همکاران (۲۰۰۶) استفاده گردید [۶]. برای آنالیز از دستگاه HPLC مدل Infinity LC 1220 ساخت کشور آمریکا استفاده شد.

نتایج

نتایج این مطالعه در شکل و جدول ۱ و ۲ نشان داده شده است. در گیاه درمنه ایرانی (*Artemisia persica*)، نه ترکیب فنولی و فلاونوئیدی شناسایی شد که بیشترین غلظت مربوط به Luteolin (۳۷/۷ میکروگرم بر میلی‌لیتر) و کمترین غلظت مربوط به Quercitrin (۸/۴ میکروگرم بر میلی‌لیتر) بود. و همچنین در گیاه درمنه کوهی (*Artemisia aucheri*)، نیز نه ترکیب فنولی و فلاونوئیدی شناسایی شد که بیشترین غلظت مربوط به Coumaric acid (۴۸/۲۲ میکروگرم بر میلی‌لیتر) و کمترین غلظت مربوط به Quercitrin (۹/۷ میکروگرم بر میلی‌لیتر) بود. مقایسه‌ی ترکیبات فنلی دو گونه‌ی مورد مطالعه نشان می‌دهد در *Artemisia aucheri* به ترتیب سه ترکیب Luteolin, Coumaric acid و Gallic acid و در *Artemisia persica* ترکیب Gallic acid, Luteolin



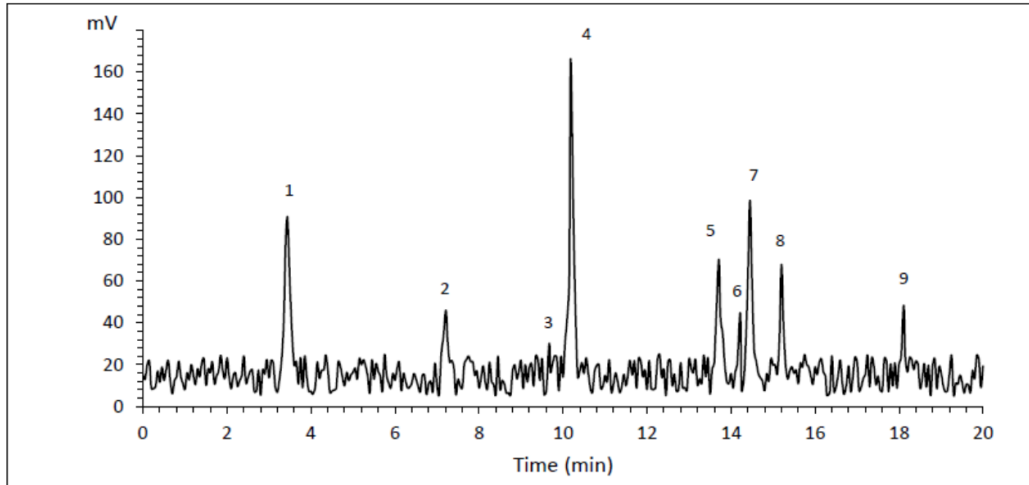
acid و Coumaric acid بیشترین مقدار را داشته است و کمترین میزان را در هر دو گونه Quercitrin داشته است.



نمودار ۱. کروماتوگرام HPLC ترکیبات فنولی و فلاونوئیدی گیاه *Artemisia persica*

جدول ۱. نام ترکیبات فنولی و فلاونوئیدی شناسایی شده در گیاه *Artemisia persica*

ردیف	نام ترکیب فنولی	غلظت (µg/ml)
۱	Gallic acid	۲۷/۸۱
۲	Rutin	۹/۵۱
۳	Quercitrin	۸/۴۲۵
۴	m-Coumaric acid	۲۵/۳
۵	Quercetin	۱۷/۵۹
۶	Caffeic acid	۹/۸۹
۷	Luteolin	۳۷/۶۸
۸	Chlorogenic acid	۱۶/۱
۹	Kaempferol	۱۰/۱



نمودار ۲. کروماتوگرام HPLC ترکیبات فنولی و فلاونوئیدی گیاه *Artemisia aucheri*

جدول ۲. نام ترکیبات فنولی و فلاونوئیدی شناسایی شده در گیاه *Artemisia aucheri*

ردیف	نام ترکیب فنولی	غلظت (μg/ml)
۱	Gallic acid	۲۶/۲۵
۲	Rutin	۱۳/۹۹
۳	Quercitrin	۹/۶۸
۴	m-Coumaric acid	۴۸/۲۲
۵	Quercetin	۲۲/۵
۶	Caffeic acid	۱۴/۹۵
۷	Luteolin	۳۸/۰۷
۸	Chlorogenic acid	۴۲/۲۱
۹	Kaempferol	۱۶/۵



بحث

متابولیت‌های ثانویه در گیاهان در سه خانواده مولکولی بزرگ ترکیبات نیتروژن‌دار، ترپن‌ها و فنول‌ها در نظر گرفته می‌شوند. رایج‌ترین گروه از خانواده متابولیت‌های ثانویه ترکیبات فنولی هستند که با توجه به تنوع شیمیایی، فنول‌ها نقش‌های گوناگونی را در گیاه ایفا می‌کنند و بسیاری از آنها به عنوان ترکیبات دفاعی در برابر گیاه‌خواران و عوامل بیماری‌زا به کار می‌روند. از دیگر نقش‌های ترکیبات فنولی پشتیبانی مکانیکی، جلب کرده‌افشان‌ها، جذب اشعه مضر فرابنفش و خاصیت آنتی‌اکسیدانی و کاهش رشد گیاهان رقیب مجاور را می‌توان نام برد [۷]. مزیت فوق‌العاده جنس درمنه توانایی آن برای رشد و تداوم در همه نوع زیستگاهی است. توزیع گسترده آن به مورفولوژی و ویژگی‌های منحصر به فرد آن مربوط می‌شود. درمنه به آسانی با طیف وسیعی از دماها سازگار می‌شود اما در خاک‌های مرطوب رشد می‌کند. توانایی این گونه برای سازگاری و زنده ماندن در هر دو محیط گرم و سرد، مکانیزم حفاظتی بسیار ارزشمندی در برابر انقراض آن فراهم می‌کند [۸]. جنس درمنه شامل گیاهان دارویی مهمی است که به دلیل فعالیت‌های بیولوژیکی و شیمیایی آنها موضوع فیتوشیمیایی گونه‌های این جنس مورد توجه قرار می‌گیرد. در پژوهش حاضر، در هر دو گیاه *Artemisia persica* و *Artemisia aucheri* به ۹ ترکیب فنولی شناسایی شد که در *Artemisia persica* بیشترین غلظت مربوط به Luteolin (۳۷/۷ میکروگرم بر میلی‌لیتر) و در *Artemisia aucheri* مربوط به Coumaric acid (۴۸/۲ میکروگرم بر میلی‌لیتر) بود. کمترین میزان ترکیب فنولی در هر دو گونه درمنه مربوط به Quercitrin (۹ میکروگرم بر میلی‌لیتر) بود. در بررسی ترکیبات فنولی، فعالیت آنتی‌اکسیدانی و ضد باکتریایی عصاره متانولی پسته وحشی (*Pistacia atlantica*)، آویشن (*Thymus vulgaris*)، بابونه (*Matricaria chamomilla*)، مریم‌گلی (*Salvia officinalis*) و درمنه (*Artemisia annua*) مشخص شد که بهترین فعالیت آنتی‌اکسیدانی مربوط به گیاه درمنه بود. از این رو می‌توان عصاره‌های این گیاه دارویی را جایگزین داروهای شیمیایی برای درمان عفونت‌ها نمود [۹]. علاقه به درمنه به طور خاص با تنوع زیستی و شیمیایی فوق‌العاده آن همراه با کشف داروی ضد مالاریا، آرتمیزینین مرتبط است. انواع اصلی ترکیبات فعال زیستی موجود در درمنه شامل فلاونوئیدها، اسیدهای فنولیک، کومارین و ترپن‌ها هستند. گیاهان منبع مهمی از گروه فنولیک‌های متنوع از نظر ساختاری هستند که تا کنون بیش از ۸۰۰۰ فنول از گیاهان استخراج شده‌است. تنوع ساختاری فنولیک‌ها با نقش محافظتی آنها در برابر بیماری‌های التقاطی مانند سگته مغزی، بیماری عروق کرونر قلب و انواع خاصی از سرطان تکمیل می‌شود. پلی‌فنول‌ها با خواص آنتی‌اکسیدانی که دارند به کاهش اثرات مخرب رادیکال‌های آزاد کمک می‌کند. فلاونوئیدها دسته بسیار متنوعی از ترکیبات فنولی هستند و به عنوان مهم‌ترین دسته از مواد مغذی گیاهی در نظر گرفته می‌شوند. برخی از برجسته‌ترین فعالیت‌های بیولوژیکی گونه‌های درمنه به صورت ضد تومور، ضد التهاب، ضد زخم و ضد میکروبی می‌باشند [۸]. *Artemisia persica* اثرات آنتی‌اکسیدانی قوی دارد که می‌تواند



به ترکیبات فنلی شامل کلروژنیک اسید و گالیک اسید مربوط شود که در مقابله با تنش اکسیداتیو مؤثر است [۱۰]. تحقیقات بر روی گونه‌های مختلف درمنه اثرات ترکیبات آنها بر سیستم عصبی مرکزی را نشان داده‌اند. گزارش شده است عصاره‌ی *Artemisia persica* اثرات ضد افسردگی و آرام‌بخش قوی‌تری از دیزپام دارد [۱۱]. نقش متابولیت‌های ثانویه در گیاهان دارویی، به‌ویژه ترکیبات فنلی و فلاونوئیدهای کریستین و اپیژن در چندین مطالعه مربوط به تنش اکسیداتیو ناشی از افسردگی ثابت شده است. داروهای گیاهی ضد افسردگی با اثر بر آنزیم گلوتامات دکربوکسیلاز، سطح GABA و نوروترانسمیتر مغز را تحت تأثیر قرار می‌دهد [۱۲]. گزارش شده است عصاره آبی-الکلی گیاه درمنه کوهی (*Artemisia aucheri*) با دارا بودن ترکیبات آنتی‌اکسیدانی و از طریق کاهش التهاب و حذف رادیکال‌های آزاد، روند ترمیم زخم پوستی را بهبود بخشیده و مدت زمان لازم برای بهبودی کامل زخم را کاهش می‌دهد [۱۳].

منابع

- [۱] آئینی م، خداکریمیان غ، میرزایی ح، موحدی پاریزی ف. ۱۳۹۲. نقش متابولیت‌های ثانویه القایی در گیاهان به منظور دفاع در برابر باکتری‌های بیماری‌زا. همایش ملی علوم فنون کشاورزی، ملایر.
- [۲] غلامی ع. ۱۳۹۶. تولید متابولیت‌های ثانویه از طریق مهندسی ژنتیک و کشت بافت. مجله ایمنی زیستی، ۱۰(۳): ۱۷-۳۷.
- [۳] یحیی‌زاده م، هادی ن، شیرازی ز، جایمند ک، کریم‌زاده خ، ملکی‌زاده تفتی م. ۱۴۰۰. شناسایی ژن مربوط به آنزیم P450مسئول تولید آلکالوئید کیلانتیپولین در گیاه *Chelidonium majus L.* با استفاده از مخمر مهندسی ژنتیک شده در *Pichia pastoris*. نشریه علمی تحقیقات گیاهان دارویی و معطر ایران، ۳۷(۶): ۹۸۹-۹۹۹.
- [۴] بختیاری ز، اصغری غ، انتشاری ش، مهدی‌نژاد ن. ۱۳۹۶. بررسی و مقایسه فنول‌ها و فلاونوئیدها در گیاه و کالوس درمنه کوهی در برابر محرک‌های نوری و اشعه UV در کشت آزمایشگاهی. دو ماهنامه علمی پژوهشی تحقیقات گیاهان دارویی و معطر ایران، ۳۳(۱): ۱۵۷-۱۶۷.



[۵] بهادران ز، میرمیران پ، غزیزی ف. ۱۳۹۲. نقش پلی‌فنول‌های غذایی در کاهش عوارض قلبی-عروقی در دیابت نوع ۲: مروری بر مطالعات. مجله پژوهشی دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی، ۱۸(۱): ۷-۱.

[6] Dudek m., matlawska l, Szkudlarek M., (2006). Phenolic acids in the flowers of *Althaea rosea* var. *nigra* Acta poloniae pharmaceutica. 63 (3): 207 – 211.

[۷] پنبه‌کار ف، مختاری ب، رستگارزاده س، کلاهی م. ۱۳۹۷. بررسی فیتوشیمیایی، سنجش ترکیبات فنلی و ظرفیت آنتی‌اکسیدانی عصاره ریشه گیاه ویتور. ریست‌شناسی تکوینی، ۱۰(۴): ۴۵-۵۹.

[8] Anibogwu, R., Jesus, K. D., Pradhan, S., Pashikanti, S., Mateen, S., & Sharma, K. 2021. Extraction, isolation and characterization of bioactive compounds from *Artemisia* and their biological significance: a review. *Molecules*, 26(22), 6995.

[9] Mazareei, A. And Fahmideh, L. 2019. Evaluation of phenolic compounds, antioxidant and anti bacteria function of metanolic extraction of *Artemisia annua* L., *Thymus vulgaris* L., *Matricariachamomilla* L., *Salvia officinalis* L. And *Pistacia atlantica* var *mutica*. *Journal of Eco-phytochemical Journal of Medicinal Plants*. 6(3): 78-95.

[10] Nikbakht MR, Sharifi S, Emami SA, Khodaie L. Chemical composition and antiproliferative activity of *Artemisia persica* Boiss. And *Artemisia turcomanica* Gand. *Essential oils. Res Pharm Sci*. 2014; 9(2): 155-163.

[11] Asgharzadeh, N., Lorigooini, Z., Amini-Khoei, H., Ghaderian, A., Mardani, M., Moradi, M. T., & Shahrani, M. (2020). Anti-anxiety effects of *Artemisia persica* in male rats. *Research Journal of Pharmacognosy*, 7(4), 65-73.

[12] Awad R, Levac D, Cybulska P, Merali Z, Trudeau V, Arnason J. Effects of traditionally used anxiolytic botanicals on enzymes of the γ -aminobutyric acid (GABA) system. *Can J Physiol Pharmacol*. 2007; 85(9): 933-942.

[13] Allahtavakoli, M., Ârab Bani Âsad, F., Mahmoudi, M., Jafari Naveh, H. R., Tavakolian, V., Kamali, M., & Settaee Mokhtari, S. (2010). Effect of hydro-alcoholic extract of *Artemisia aucheri* on healing of skin wound in rat. *Journal of Mazandaran University of Medical Sciences*, 20(77), 70-76



مطالعه خواص آنتی‌اکسیدانی و آنتی‌رادیکالی گیاه دارویی *Nepeta glomerulose*

ابوذر شاهرخی^{۱*}، فاطمه دانشمند^{۲*}، فاطمه نژادعلیمرادی^۲، محبوبه میرحسینی^۲، شیما دورقی^۱

۱. دانشجوی کارشناسی ارشد بیوشیمی، گروه زیست‌شناسی، دانشگاه پیام‌نور، تهران، ایران

۲. گروه زیست‌شناسی، دانشگاه پیام‌نور، تهران، ایران.

*¹aboozarshahrokhi@gmail.com

*²f.daneshmand@pnu.ac.ir

چکیده

اکسیدان‌ها باعث آسیب رساندن به بافت‌ها و سلول‌ها میشوند و اصطلاحاً استرس اکسیداتیو ایجاد میکنند. آنتی‌اکسیدان‌ها می‌توانند اثر محافظتی در برابر تنش اکسیداتیو ایجاد نمایند برای مقابله با اکسیدان‌ها باید بدن آنتی‌اکسیدان دریافت کند و در فقدان آنتی‌اکسیدان‌ها و عدم مقابله با اکسیدان‌پیری و سرطان و بسیاری از بیماری‌های دیگر ایجاد میگردد. گیاه دارویی *Nepeta glomerulose* گونه‌ای از جنس نپتا است و تحقیقات بسیاری از محققان نشان داده است که بیش‌تر گیاهان خانواده‌ی نعناعیان بخصوص گیاهان متعلق به جنس نپتا دارای خواص و ویژگی‌های دارویی هستند و به عنوان ضد تشنج، مدر، ضد آسم، کاهش دهنده‌ی تب، ضد سرفه و خلط‌آور در طب سنتی و پزشکی کاربرد دارند. در این پژوهش گیاه *Nepeta glomerulose* از منطقه سربیزن-ساردوئیه در شمال شهر جیرفت در استان کرمان جمع‌آوری شد و خواص آنتی‌اکسیدان‌های این گیاه به سه روش DPPH، ABTS و FRAB مورد مطالعه قرار گرفت و نتیجه با میزان فعالیت آنتی‌اکسیدانی ویتامین C بعنوان آنتی‌اکسیدان طبیعی و تری بوتیل‌ات هیدروکسی کینون (TBHQ) بعنوان آنتی‌اکسیدان مصنوعی مورد مقایسه قرار گرفته است. نتایج این مطالعه نشان داد که IC_{50} در روش DPPH برای گیاه: ۱۴۶/۶۰۶ می‌باشد و IC_{50} برای ویتامین سی: ۶۳/۰۱۷ و TBHQ 56/797 می‌باشد و مقدار IC_{50} در روش ABTS برای گیاه: ۱۲۲/۲۲۵ و برای ویتامین سی ۳۷/۳۸۱ و برای TBHQ 31/836 می‌باشد و مقدار IC_{50} در روش FRAB برای گیاه: ۸۹/۷۸۱ و IC_{50} برای ویتامین سی در این روش ۱۸/۷۵۳ و برای TBHQ 16/805 می‌باشد.

کلمات کلیدی: ویتامین C، نپتا، آنتی‌اکسیدان، TBHQ



Studying the antioxidant and antiradical properties of the medicinal plant *Nepeta glomerulose*

Abuzar Shahrokhi^{*1}, Fatemeh Daneshmand^{*2}, Fatemeh Nejad Alimoradi², Mahbobeh Mirhosseini², Shima Doreghi¹

1. M.S. in Biochemistry, Department of Biology, Payame Noor University, Tehran, Iran

2. Department of Biology, Payame Noor University, Tehran, Iran.

aboozarshahrokhi@gmail.com^{*1}

f.daneshmand@pnu.ac.ir^{2*}

Abstract

Oxidants cause damage to tissues and cells and cause so-called oxidative stress. Antioxidants can create a protective effect against oxidative stress. In order to deal with oxidants, the body must receive antioxidants, and in the absence of antioxidants and failure to deal with oxidants, aging and cancer and many other diseases are caused. Medicinal plant *Nepeta glomerulose* is a species of *Nepeta* genus, and researches of many researchers have shown that most plants of the mint family, especially plants belonging to the *Nepeta* genus, have medicinal properties and properties and are anticonvulsant, diuretic, antiasthmatic, fever reducer, antitussive and expectorant are used in traditional medicine and medicine. In this research, *Nepeta glomerulose* was collected from Serbijan-Sardoye area, north of Jiroft city in Kerman province, and the antioxidant properties of this plant were studied by DPPH, ABTS and FRAB methods, and the result was compared with the antioxidant activity of vitamin C as a natural antioxidant and hydroxyquinone tributylate (TBHQ) as artificial antioxidants. The results of this study showed that the IC₅₀ in the DPPH method for the plant is 146.606, and the IC₅₀ for vitamin C 63.017 and TBHQ 56.797, and the IC₅₀ value in the ABTS method for the plant 122.225 and for vitamin C 37/381 and for TBHQ 31.836 and the value of IC₅₀ in FRAB method for plant 89/781 and IC₅₀ for vitamin C is 18/753 and for TBHQ 16.805.

Key words: vitamin C, *Nepeta*, antioxidant, TBHQ

مقدمه

از دیرباز تاکنون و در عصر جدید از گیاهان دارویی به عنوان دارو در درمان مورد استفاده قرار می‌گرفته یکی از گیاهان که به طور گسترده مورد استفاده قرار گرفته است جنس نپتا است. جنس نپتا که در ایران به نام محلی پونه‌سا شناخته شده است، عضوی از گیاهان خانواده‌ی نعناعیان می‌باشد و بالغ بر ۲۵۰ گونه‌ی گیاهی از آن در نقاط مختلفی از جهان یافت شده و بیش از ۶۷ گونه‌ی گیاهی یک ساله یا چند ساله از آن، بومی ایران می‌باشند؛ گیاهان متعلق به این خانواده بیش‌تر در نواحی مرطوب و مدیترانه‌ای مشاهده می‌شوند و همچنین بیش از ۳۰ گونه‌ی خاص از این گیاهان منحصراً در ایران یافت شده‌اند [۱] و [۲] و [۳]. گونه دارویی *Nepeta glomerulose* گیاهی از جنس نپتا است که در ایران در استان کرمان نیز رشد و نمو دارد، از این گونه گیاهی در طب سنتی و نوین به عنوان تسکین دهنده و ضد درد، ضد عفونی کننده، ضد سرفه، ضد اسپاسم، مدر، معرق، بهبود دهنده زخم، تب بر استفاده می‌شود.

گیاهان طیف وسیعی از متابولیت‌های ثانویه را با اثرهای فیزیولوژیک قوی تولید می‌کنند. گیاهان با تولید این ترکیبات ساز و کار دفاعی خود را در مقابل آفات و بیماری‌ها تقویت و همچنین باعث بهبود توان رقابتی آنها با سایر گیاهان می‌شوند. همچنین آنها می‌توانند مقاومت گیاهان را در برابر تنش‌های غیرزنده محیطی بهبود بخشند [4]. برخی از ترکیبات اولیه و ثانویه در گیاهان دارای خواص آنتی‌اکسیدانی و آنتی‌رادیکالی هستند که در این پژوهش مورد بررسی قرار می‌گیرد. اکسیدان‌ها موادی هستند که باعث افزایش آسیب ناشی از تولید اکسیژن میشوند مانند الکترون‌های آزاد که در لایه آخر خود الکترون جفت نشده پر انرژی دارند که این الکترون‌ها میل زیادی به ترکیب با مواد آلی سلول‌ها دارند و باعث آسیب رساندن به بافت‌ها و سلول‌ها میشوند و اصطلاحاً استرس اکسیداتیو ایجاد میکنند. رادیکال‌های آزاد در بروز بسیاری از بیماری‌ها از جمله سرطان، اختلالات عروق کرونری قلب، آلزایمر، پارکینسون و نیز فرآیند پیری موثر می‌باشد [5]. برای مقابله با اکسیدان‌ها باید بدن آنتی‌اکسیدان دریافت کند. کلمه آنتی‌اکسیدان متشکل از دو قسمت است آنتی یک کلمه یونانی است و به معنای مقابله است و قسمت اکسی اشاره به اکسیدان دارد بنابراین آنتی‌اکسیدان‌ها ترکیباتی هستند که مانع اکسیداسیون مولکول‌های بدن می‌شوند. استرس اکسیداتیو به مفهوم به هم خوردن توازن بین گونه‌های فعال و سیستم آنتی‌اکسیدانی بدن به نفع گونه‌های فعال و رادیکال‌های آزاد است [6]. فعالیت بدنی شدید و طولانی مدت می‌تواند باعث افزایش تولید گونه‌های فعال و رادیکال‌های آزاد شده و منجر به بروز استرس اکسیداتیو شود. ضمناً استرس اکسیداتیو می‌تواند باعث تسریع پدیده پیری و بروز بسیاری از بیماری‌های مختلف از قبیل سرطان و سندرم متابولیک شود [7]. در سال‌های اخیر به دنبال اثبات آثار سوء آنتی‌اکسیدان‌های سنتزی، تحقیقات بسیاری پیرامون جایگزین کردن آن‌ها با آنتی‌اکسیدان‌های



طبیعی صورت گرفته است. آنتی اکسیدان های طبیعی در انواع گیاهان وجود دارد میتوانند فعالیت ضد باکتریایی از خود نشان دهند. تحقیقات نشان داده مصرف روزانه آنتی اکسیدان ها در پیشگیری و درمان بیماری هایی نظیر قلبی و عروقی، پوکی استخوان، آلزایمر و بیماری های دستگاه گوارش موثر است و مشخص شده که این مواد موجب افزایش بیش از شصت درصد طول عمر میشود. آنتی اکسیدان ها به دو گروه آنتی اکسیدان های طبیعی و سنتزی تقسیم میکنند آنتی اکسیدان های سنتزی نظیر بوتیلات هیدروکسی آنترول (BHA)، بوتیلات هیدروکسی تولوئن (BHT) و تری بوتیلات هیدروکسی کینون (TBHQ) مهم ترین آنتی اکسیدان های مورد استفاده در نگهداری مواد غذایی هستند. آنتی اکسیدان های طبیعی به دو دسته آنتی اکسیدان های آنزیماتیک و غیر آنزیماتیک تقسیم میشوند که گروه غیر آنزیماتیک شامل: ویتامین، فلاونوئید ها، فولیک اسید و اوبی کینون می باشند و آنتی اکسیدان های آنزیماتیک را به دو دسته دفاع اولیه و ثانویه تقسیم میکنند دفاع اولیه شامل سه آنزیمی هست که در جلوگیری از تشکیل یا خنثی کردن رادیکال های آزاد کمک می کنند. دفاع ثانویه آنزیمی شامل گلوتاتیون رودکتاز و گلوکز ۶ فسفات دهیدروژناز می باشد که میزان اکسید شدن را کاهش و باعث خنثی شدن رادیکال های آزاد میشوند [8]. باتوجه به اهمیت کاربرد آنتی اکسیدان ها و کاربرد آنها در صنعت و به عنوان نگهدارنده مواد غذایی و همچنین با توجه به اهمیت گیاه دارویی *Nepeta glomerulose* در این مطالعه میزان خواص آنتی اکسیدانی و آنتی رادیکالی گیاه *Nepeta glomerulose* با سه روش DPPH، ABTS و FRAB مورد مطالعه قرار گرفت.

مواد و روش ها

در این مطالعه گونه *Nepeta glomerulose* از منطقه سریژن-ساردوئیه در شمال شهر جیرفت در استان کرمان جمع آوری شد و پس از شناسایی و تایید جنس و گونه، قسمت های هوایی گیاه خشک گردید و سپس عصاره گیری به روش سوکسله از قسمت های هوایی گیاه انجام و از غلظت های ۵۰، ۱۰۰، ۲۵۰ و ۵۰۰ میکروگرم بر لیتر عصاره در تعیین میزان IC_{50} استفاده گردید و قدرت آنتی اکسیدانی و آنتی رادیکالی عصاره ها با سه روش زیر مورد سنجش قرار گرفت:

FARB (اندازه گیری قدرت آنتی اکسیدانی احیاکنندگی آهن) که در این روش بر اساس توانایی نمونه‌ی مورد نظر در احیای یون فریک در حضور محلول (2,4,6-tripyridyl-s-triazine) TPTZ استوار است. در این مطالعه سنجش به روش Benzie و همکاران (۱۹۹۶) انجام گرفت. [8].

DDPH (تعیین قدرت جمع آوری رادیکال) که در این روش بر اساس توانایی ترکیب مورد نظر در دادن الکترون یا هیدروژن به رادیکال آزاد و در نتیجه مهار رادیکال آزاد DPPH استوار است. در این مطالعه سنجش به روش Wettasinghe و همکاران (۲۰۰۰) انجام گرفت. [9].



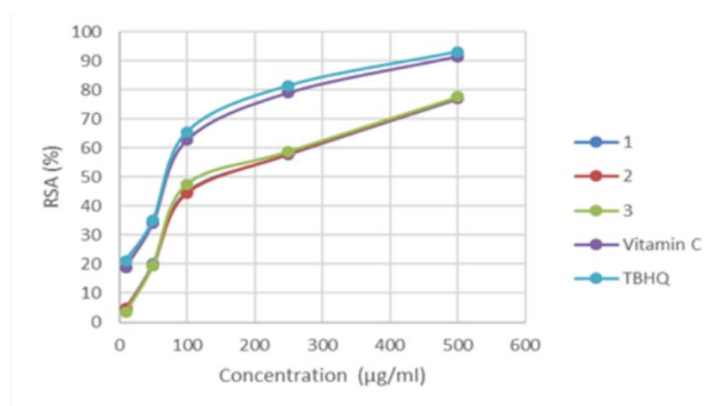
ABTS (azino-bis(3- ethylbenzothiazoline-6- sulphonic acid) - ۲۲) قدرت جمع‌آوری رادیکال آزاد ABTS و ظرفیت آنتی‌اکسیدانی عصاره با استفاده از روش Robereta و همکاران (۱۹۹۹) انجام گرفت. [10]. و از ویتامین C (به عنوان یک آنتی‌اکسیدان طبیعی) و تری بوتیلات هیدروکسی کینون TBHQ (به عنوان یک آنتی‌اکسیدان مصنوعی) به عنوان کنترل‌های مثبت جهت مقایسه‌ی میزان قدرت آنتی‌اکسیدانی استفاده گردید.

یافته‌ها

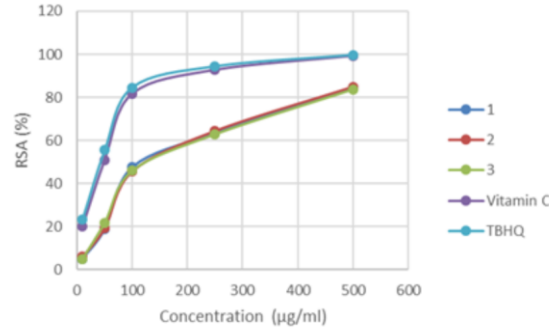
نتایج این مطالعه نشان داد که IC_{50} در روش DPPH برای گیاه: ۱۴۶/۶۰۶ می باشد و IC_{50} برای ویتامین سی ۶۳/۰۱۷ و TBHQ: 56/797 می باشد و مقدار IC_{50} در روش ABTS برای گیاه: ۱۲۲/۲۲۵ و IC_{50} برای ویتامین سی ۳۷/۳۸۱ و برای TBHQ: 31/836 می باشد و مقدار IC_{50} در روش FRAB برای گیاه ۸۹/۷۸۱ و IC_{50} برای ویتامین سی در این روش ۱۸/۷۵۳ و برای TBHQ: 16/805 می باشد (جدول ۱ و نمودار ۱، ۲، ۳).

جدول ۱: مقایسه‌ی میزان محاسبه شده IC_{50} برای گیاه *Nepeta glomerulose* و ویتامین C (به عنوان آنتی‌اکسیدان طبیعی) و TBHQ (تری بوتیلات هیدروکسی کینون به عنوان آنتی‌اکسیدان مصنوعی) در سه روش ABTS، DPPH و FRAP

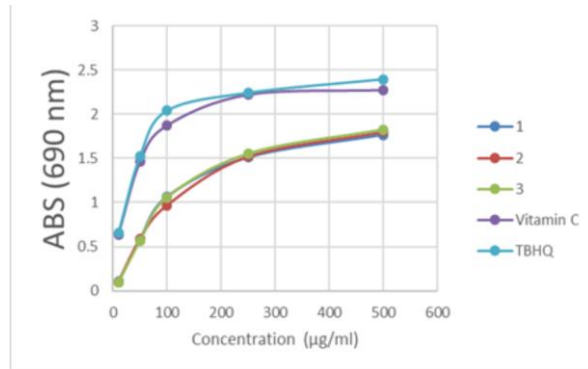
	<i>Nepeta glomerulose</i>	Vit C	TBHQ
DDPH	142.499	63.017	56.797
ABTS	122.225	37.381	31.836
FRAB	89.781	18.753	16.805



نمودار ۱: نمودار غلظت- پاسخ در روش DPPH برای گیاه *Nepeta glomerulose* و ویتامین C (به عنوان آنتی‌اکسیدان طبیعی) و TBHQ (به عنوان آنتی‌اکسیدان مصنوعی) به عنوان کنترل مثبت، و ۱، ۲، ۳ سه بار تکرار برای عصاره‌های گیاهی می‌باشند. (قدرت جمع‌آوری رادیکال‌های آزاد: RSA)



نمودار ۲: نمودار غلظت- پاسخ در روش ABTS برای گیاه *Nepeta glomerulose* و ویتامین C (به عنوان آنتی‌اکسیدان طبیعی) و TBHQ (به عنوان آنتی‌اکسیدان مصنوعی) به عنوان کنترل مثبت، و ۱، ۲، ۳ سه بار تکرار برای عصاره‌های گیاهی می‌باشند. (قدرت جمع آوری رادیکال های آزاد: RSA)



نمودار ۳: نمودار غلظت- پاسخ در روش FRAP برای گیاه *Nepeta glomerulose* و ویتامین C (به عنوان آنتی‌اکسیدان طبیعی) و TBHQ (به عنوان آنتی‌اکسیدان مصنوعی) به عنوان کنترل مثبت، و ۱، ۲، ۳ سه بار تکرار برای عصاره‌های گیاهی می‌باشند. (جذب: ABS)

بحث و نتیجه گیری

آنتی‌اکسیدان‌های طبیعی در انواع گیاهان وجود دارد، امروزه به دلیل اینکه عوارض آنتی‌اکسیدان‌های سنتزی مشهود شده است، استفاده از آنتی‌اکسیدان‌های طبیعی موجود در گیاهان و شناسایی و جایگزین نمودن آنها به جای آنتی‌اکسیدان‌های سنتزی‌های در صنایع غذایی و دارویی مورد توجه زیادی قرار گرفته است. هدف این مطالعه مقایسه میزان خواص آنتی‌اکسیدانی و آنتی‌رادیکالی گیاه *Nepeta glomerulose* به سه روش ABTS، DPPH و FRAP می‌باشد. در این مطالعه روش ABTS و DPPH توانایی عصاره در مهار رادیکال آزاد را و در روش FRAP میزان توانایی عصاره برای احیای یون آهن (و کاهش احتمال وقوع واکنش فنتون و تولید رادیکال هیدروکسیل در بدن) را مورد بررسی قرار داده است. از مقایسه‌ی IC₅₀ عصاره‌ی این گیاه با ویتامین C به عنوان یک آنتی‌اکسیدان طبیعی و TBHQ به عنوان یک آنتی‌اکسیدان مصنوعی مشاهده می‌شود که TBHQ در هر سه روش مورد بررسی دارای قدرت آنتی‌اکسیدانی بالاتری نسبت به ویتامین C می‌باشد و هر دوی این آنتی‌اکسیدان‌ها قدرت آنتی‌اکسیدانی و آنتی‌رادیکالی بالاتری نسبت به گیاه *Nepeta glomerulose* دارند، اما این گیاه نیز دارای خواص آنتی‌اکسیدانی و آنتی‌رادیکالی بود. رادیکال سوپراکسید اولین رادیکالی است که در بدن توسط مکانیسم‌های مختلف تولید می‌شود، سپس این رادیکال آزاد به H₂O₂ تبدیل شده و سپس H₂O₂ توسط واکنش فنتون و در حضور یون آهن به رادیکال هیدروکسیل تبدیل می‌شود. رادیکال هیدروکسیل بسیار خطرناک است و به ماکرومولکول‌ها از جمله DNA، لیپیدها و پروتئین‌ها حمله می‌کند [11]؛ بنابراین ضروری است که در آزمایش‌های بررسی خواص آنتی‌اکسیدانی، آزمایش‌ها طوری انتخاب شوند که مکانیسم‌های مختلف تولید انواع گونه‌های فعال اکسیژن را پوشش دهند.

منابع

1. Seitz, H.V., Hinderer, W. (1988) Anthocyanins in Cell Culture and Somatic Cell Genetics of Plants. San Diego Academic Press: Constabel, F & Vasil, I.; 49-76.

۲. بتولی، ح.، صفائی قمی، ج. (۱۳۸۱). مقایسه ترکیب‌های شیمیایی اسانس سه گونه از جنس پونه‌سا (*Nepeta* L.) در منطقه کاشان. تحقیقات گیاهان دارویی و معطر ایران. ۲۸(۱): ۱۶۱-۱۷۵.

۳. مظفریان، ولی‌الله (۱۳۸۸)، فرهنگ نام‌های گیاهان ایران، تهران: فرهنگ معاصر

۴. محمد امین یحیی زاده و رحیم میر نصوری. (۱۳۹۴) اثر ۸ هفته تمرین هوازی شدت متوسط و مصرف امگا-۳ بر سطح ظرفیت آوتی‌اکسیدان تام و پراکسید هیدروژن در مردان تمرین کرده جوان. پژوهشی طب مکمل.



5. Sun, C., Wang, J. W., Fang, L., Gao, X. D., & Tan, R. X. (2004). Free radical scavenging and antioxidant activities of EPS2, an exopolysaccharide produced by a marine

6. سمیرا رضویان، مهدی علی نژاد، حسین دقیق کا، رضا سید شریفی. (۱۳۹۴). بررسی آنتی‌اکسیدان‌های گیاهی جهت استفاده در انجماد اسپرم حیوانات بومی. چهارمین کنگره ملی کشاورزی ارگانیک و مرسوم.

7. بابک نخستین روحی. (۱۳۹۵). استرس اکسیداتیو ناشی از فعالیت - آیا مصرف آنتی‌اکسیدان‌ها لازم است؟. پژوهش‌نامه فیزیولوژی ورزشی کاربردی.

8. سارا نایبندی آتشی، محمد حسین حداد خداپرست، نسرین فیاض، الگا عظیمی. (۱۳۹۲). مروری بر خواص آنتی‌اکسیدان‌های طبیعی در جلوگیری از رشد هلیوباکتر پیلوری. همایش ملی علوم و صنایع غذایی.

9. Benzie, I. F., & Strain, J. J. (1996). The ferric reducing ability of plasma (FRAP) as a measure of "antioxidant power": the FRAP assay. *Analytical biochemistry*, 239(1), 70-76.

10. Wettasinghe, M., & Shahidi, F. (2000). Scavenging of reactive-oxygen species and DPPH free radicals by extracts of borage and evening primrose meals. *Food Chemistry*, 70(1), 17-26.

11. Robereta, R., Pellegrini, N., Proteggente, A., Pannala, A., Yang, M., & Rice-Evans, C. (1999). Antioxidant activity applying an improved ABTS radical cation decolorization assay. *Free radical biology and medicine*, 26(9-10), 1231-1237.

12. Kumar, S. (2011). Free radicals and antioxidants: human and food system. *Adv Appl Sci Res*, 2(1), 129-135.

بررسی تنش خشکی بر رشد و محتوای پروتئینی در دو رقم جو

نسترن یوسفیه^۱، منا صراحی نوبر^{۲*}، سمیرا شهبازی^۳، مریم رضاییان^۴

۱. دانشجوی کارشناسی ارشد گروه علوم گیاهی، دانشکده علوم زیستی، دانشگاه الزهراء، تهران، ایران

۲. استادیار گروه علوم گیاهی، دانشکده علوم زیستی، دانشگاه الزهراء، تهران، ایران

۳. دانشیار گروه تحقیقات حفاظت گیاهی، پژوهشکده علوم و فناوری هسته ای (NSTRI)، سازمان انرژی اتمی ایران (AEOI)، کرج، ایران

۴. استادیار گروه گیاهی، دانشکده زیست‌شناسی، دانشکده علوم، دانشگاه تهران، تهران، ایران

*Corresponding Author Email: m.sorahinobar@alzahra.ac.ir

چکیده

جو (*Hordeum vulgare*) چهارمین محصول مهم غلات در سراسر جهان است. تنش خشکی مهمترین عامل محدودکننده تولید محصولات زراعی است. در مطالعه حاضر اثرات تنش خشکی بر زیست توده و محتوای پروتئین دو رقم جو (نصرت، گوهران) مورد بررسی قرار گرفت. پلی اتیلن گلیکول-۶۰۰۰ (PEG) در دو غلظت ۰ و ۵ درصد برای بررسی اثر تنش آبی بر نهال جو استفاده شد. طبق نتایج ما، وزن تر و خشک در هر دو رقم به طور آشکار تحت تنش خشکی کاهش یافت. طول ساقه و ریشه در رقم نصرت کاهش یافت در حالی که رقم گوهران افزایش این پارامتر را نشان داد. علاوه بر این، تنش خشکی باعث کاهش محتوای پروتئین در هر دو رقم شد. گوهران در مقایسه با نصرت در شرایط تنش آبی مقادیر بیشتری پروتئین انباشته کرد. در مجموع، گوهران نسبت به رقم نصرت ظرفیت بیشتری برای تحمل تنش خشکی نشان داد.

کلمات کلیدی: زیست توده، جو، تنش خشکی، پروتئین



Effect of drought on biomass and protein in two barley cultivars

Nastaran Yusefieh¹, Mona Sorahinobar^{2*}, Samira Shahbazi³, Maryam Rezayian⁴

1.MSc student in Department of Plant Sciences, Faculty of Biological Sciences, Alzahra University, Tehran, Iran

2.Assistant Professor in Department of Plant Sciences, Faculty of Biological Sciences, Alzahra University, Tehran, Iran

3.Associate Professor in Plant Protection Research Department, Nuclear Science and Technology Research Institute (NSTRI), Atomic Energy Organization of IRAN (AEOI), Karaj, Iran

4.Assistant Professor in Department of Plant Biology, School of Biology, College of Sciences, Tehran University, Tehran, Iran

*Corresponding Author Email: m.sorahinobar@alzahra.ac.ir

Abstract

Barley (*Hordeum vulgare*) is the fourth most important cereal crop worldwide. Drought stress is the most important limiting factor for crop production. In current study the effects of drought stress on biomass and protein content of two barley cultivars (Nosrat, Goharan) was studied. Polyethylene glycol-6000 (PEG) at two concentrations of 0 and 5% was applied to investigate the effect of water stress on barley seedlings. According to our results, fresh and dry weight decreased obviously under drought stress in both cultivars. Shoot and root length decreased in Nosrat cultivar while Goharan cultivar showed an increase in this parameter. Additionally, drought stress decreased protein content in both cultivars. Goharan accumulated higher amounts of protein as compared to Nosrat under water stress. Overall, Goharan showed more capacity to tolerate drought stress than Nosrat cultivar.

Key words: Biomass, Barley, Drought stress, Protein

مقدمه

جو (*Hordeum vulgare*) پس از گندم، ذرت و برنج چهارمین گیاه زراعی مهم از نظر سطح تولید و برداشت می‌باشد و یکی از محصولات زراعی و اصلی قدیمی در مناطق مدیترانه ای است و در سطح جهانی در بیش از ۱۰۰ کشور کشت می‌شود [۱]. طبق گزارش فائو، ایران با تولید ۳/۶ میلیون تن جو در سال رتبه ۱۳ جهان را دارد. از جو به عنوان غذای اصلی خوراک دام و همچنین ماده خام برای دارو و محصولات بهداشتی استفاده می‌شود [۲]. جو غنی از فنولیک اسید، بتا گلوکان و آنتوسیانین است که ارزش دارویی و غذایی بسیاری دارد و برای سلامت انسان اهمیت زیادی دارد [۳،۴].

یکی از مهمترین عواملی که تولید جو را به شدت محدود می‌کند تنش خشکی می‌باشد. تنش خشکی در نتیجه دمای زیاد، بارندگی کم و وزش باد به وجود می‌آید که در بین عوامل تنش زا بیشترین سهم را دارد. عامل تنش خشکی به تنهایی مسبب ۴۵ درصد از کاهش عملکرد محصولات زراعی می‌باشد و حدود ۲۶ درصد از اراضی تحت کشت در سطح جهان با تنش خشکی مواجه هستند [۵]. همچنین انتظار می‌رود با تغییرات الگوی آب و هوایی طی سالیان آینده و کاهش منابع آب، احتمال رخداد خشکی در سراسر جهان بیشتر شود [۶]. تنش خشکی مهمترین عامل محدود کننده تولید محصولات کشاورزی است و به طور جدی بر تولید و کیفیت غلات تاثیر می‌گذارد [۷،۸] و در دهه گذشته تا ۳۰ میلیارد دلار خسارت در کشاورزی ایجاد کرده است [۹]. از طرفی طبق گزارش سازمان ملل متحد جمعیت جهان از ۷/۷ میلیارد نفر در حال حاضر به ۹/۷ میلیارد در سال ۲۰۵۰ افزایش می‌یابد و خشکی، تنش عمده ای است که افزایش تقاضا برای محصولات غذایی را با توجه به روند افزایشی رشد جمعیت محدود می‌کند و امنیت غذایی را به چالش می‌کشد. تنش خشکی باعث تغییرات بیوشیمیایی و فیزیولوژیکی در گیاهان می‌شود و می‌تواند عملکرد دانه جو را به میزان ۴۹ تا ۸۷ درصد کاهش دهد [۱۰]. مطالعات نشان می‌دهد تنش خشکی به طور قابل توجهی نرخ خالص فتوسنتزی، هدایت روزنه ای و سرعت جوانه زنی را در جو کاهش می‌دهد [۱۱،۱۲].

تنش خشکی باعث استرس اکسیداتیو در گیاهان می‌شود و گیاهان سیستم دفاعی طبیعی خود را در پاسخ به استرس اکسیداتیو درگیر می‌کنند از جمله این پاسخ‌ها تغییر در محتوای پروتئین محلول می‌باشد [۱۳]. با توجه به لزوم شناسایی ارقام متحمل به خشکی در گیاه جو، پژوهش حاضر با هدف بررسی تاثیر تنش خشکی بر پارامترهای رشد گیاه و تعیین الگوی پروتئینی بر روی دو رقم از ارقام مختلف جو (نصرت و گوهران) صورت پذیرفت.



مواد و روش‌ها

تهیه و کاشت بذور

بذر رقم حساس نصرت و رقم مقاوم گوهران از موسسه اصلاح و تهیه نهال و بذر کرج جمع آوری و برای آزمایش مورد استفاده قرار گرفتند. به منظور حذف عوامل خارجی خاک، بذرها در بستر پرلیت با اندازه دانه متوسط کاشته شدند. بدین صورت که تعداد ۸ بذر در هر گلدان قرار گرفت و سپس گلدان‌ها در اتاقک رشد با دمای ۲۵ درجه سلیسیوس و چرخه نور ۱۶ ساعت روشنایی و ۸ ساعت تاریکی به مدت ۱۴ روز نگهداری شدند و در این مدت آبیاری با محلول هوگلند ۱/۲ به صورت یک روز در میان صورت گرفت. برای شروع تیمار دهی، گلدان‌ها به گلخانه منتقل شدند. در این پژوهش به منظور ایجاد محیط‌های مصنوعی کنترل قابلیت آب و ارزیابی تحمل خشکی در محیط کنترل شده از پلی اتیلن گلیکول با وزن مولکولی ۶۰۰۰ استفاده شد. بدین منظور با اضافه نمودن پلی اتیلن گلیکول ۵ درصد در محلول هوگلند به مدت ۲۰ روز خشکی اعمال شد و سرانجام نمونه‌های گیاهی پس از ۳۴ روز برای اندازه‌گیری پارامترهای رشد و محتوای پروتئینی برداشت شدند.

بررسی تغییرات پارامترهای رشد

برای مشخص کردن میزان تاثیر تنش خشکی بر رشد گیاه، طول ریشه و طول اندام‌های هوایی با خط‌کش اندازه‌گیری شد. برای مشخص کردن میزان تاثیر تنش خشکی بر رشد وزنی گیاه بلافاصله پس از خارج کردن گیاهان از گلدان، وزن ریشه‌ها و بخش‌های هوایی با ترازو اندازه‌گیری شد.

بررسی کمی محتوای پروتئین

بررسی کمی پروتئین‌ها با استفاده از روش برادفورد با دستگاه اسپکتروفوتومتر انجام گرفت [۱۴]. برای تهیه عصاره، ابتدا ۱ گرم نمونه را با ۵ میلی لیتر بافر استخراج ۰/۱ میلی مولار فسفات پتاسیم با pH (۷) در هاون ساییده شد. مخلوط حاصل به مدت ۱۵ دقیقه با دور ۱۳۰۰۰ سانتریفیوژ گردید و پس از آن فاز بالایی جهت قرائت میزان پروتئین جدا گردید. در نهایت جذب نمونه در طول موج ۵۹۰ نانومتر با استفاده از دستگاه اسپکتروفوتومتر ثبت شد.

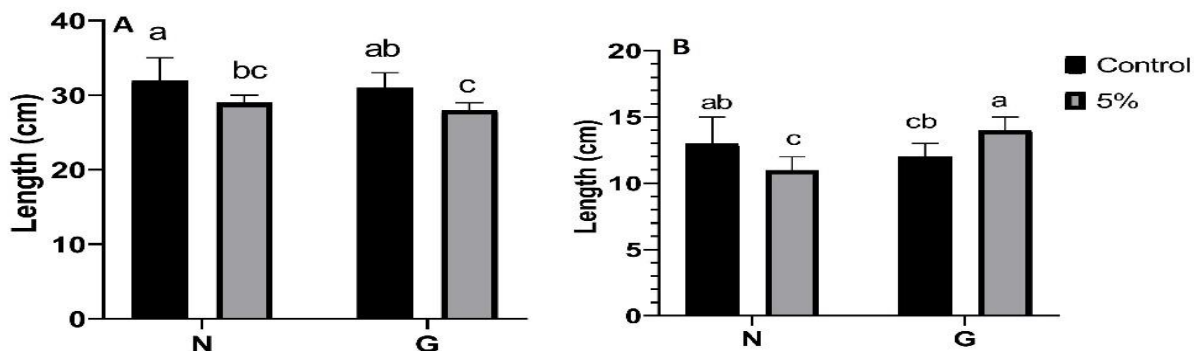


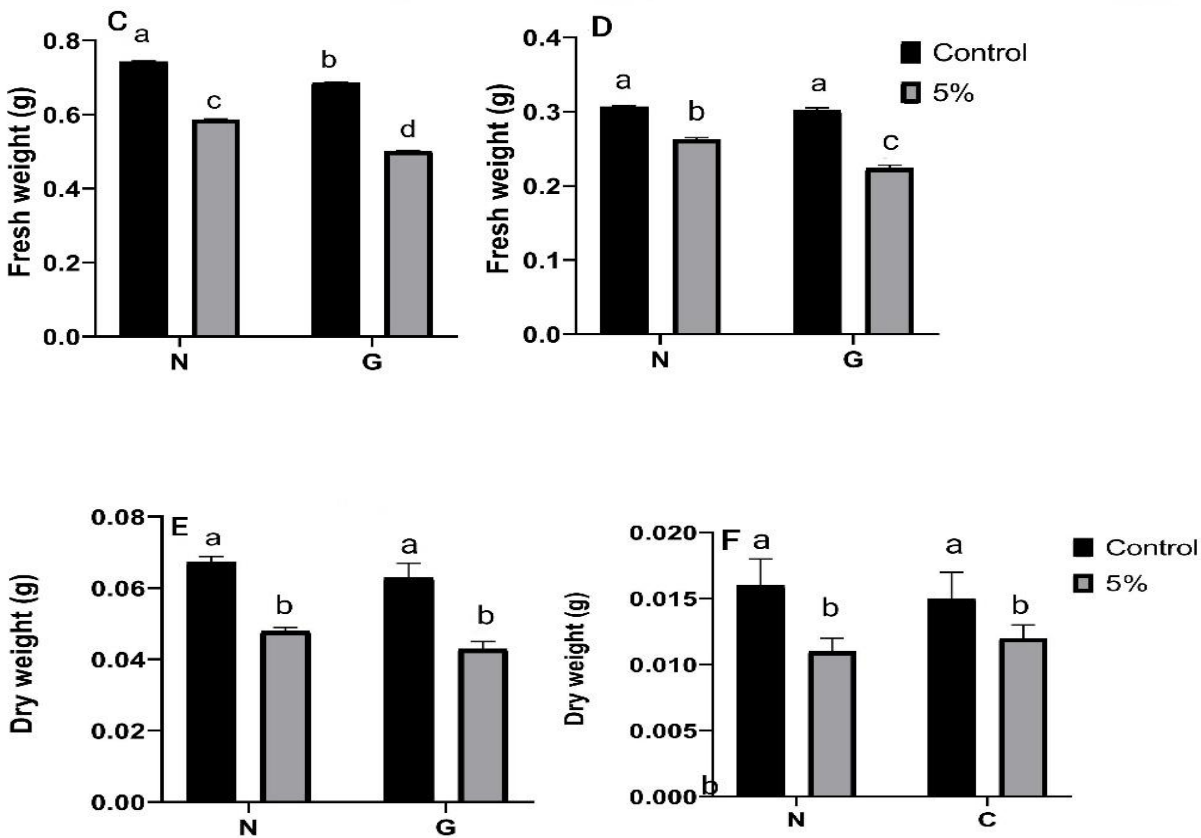
تحلیل آماری

این آزمایش به صورت فاکتوریل بر پایه طرح کاملاً تصادفی در سه تکرار با یک سطح خشکی اجرا شد و داده‌ها با استفاده از آنالیز واریانس یک طرفه (ANOVA) با استفاده از نرم افزار SPSS (نسخه ۲۶) مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت و میانگین‌ها با آزمون دانکن در سطح اطمینان ۰/۰۵ مقایسه شدند.

نتایج و بحث

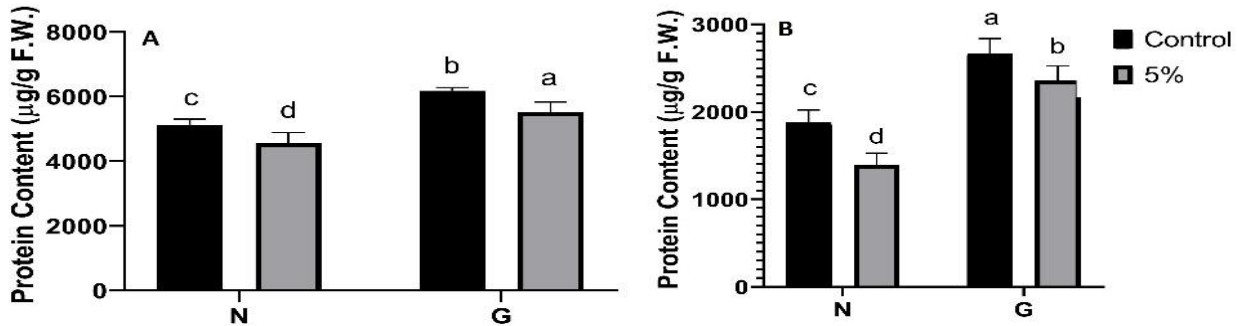
مقایسه رشد طولی و وزن تر و خشک گیاهچه‌های شاهد با نمونه‌های تحت تیمار اختلاف معنی‌داری را تحت تاثیر تنش خشکی در هر دو اندام نشان داد (شکل ۱). تنش خشکی باعث کاهش طول اندام هوایی در هر دو رقم شد. تاثیر تنش خشکی بر طول ریشه در رقم گوهران متفاوت از رقم نصرت بود. توانایی گسترش ریشه برای تمایز بین ارقام متحمل به خشکی استفاده می‌شود و طول ریشه یک ویژگی مهم در انتخاب رقم مقاوم به خشکی است [۱۵]. در مطالعه ما طول ریشه در رقم گوهران در اثر تنش خشکی افزایش یافت اما طول ریشه در رقم نصرت در اثر تنش کاهش یافت که نشان‌دهنده حساسیت بالاتر این رقم به تنش خشکی می‌باشد. کاهش معنی‌دار وزن تر و خشک در اثر تنش خشکی نسبت به نمونه شاهد در هر دو رقم و در هر دو اندام مشاهده شد که این نتایج با بررسی‌های صورت گرفته بر روی گیاه گوجه‌فرنگی مطابقت دارد [۱۶]. مقدار وزن تر در اندام هوایی رقم نصرت بیشتر از رقم گوهران بود اما وزن خشک هر دو اندام در هر دو رقم تفاوت معنی‌داری را نسبت به هم نشان ندادند.





شکل ۱: بررسی اثر تنش خشکی بر طول، وزن تر و وزن خشک گیاهچه جو؛ A طول اندام هوایی و B طول ریشه، C وزن تر اندام هوایی و D وزن تر ریشه، E وزن خشک اندام هوایی و F وزن خشک ریشه. حروف مختلف تفاوت معنی داری را در $p < 0.05$ نشان می‌دهد.

مقایسه محتوای پروتئین گیاهچه‌های شاهد با نمونه‌های تحت تیمار، کاهش معنی داری را تحت تاثیر تنش خشکی در هر دو اندام و در هر دو رقم نشان داد (شکل ۲). که در واقع نشان دهنده این می‌باشد که تنش خشکی ممکن است باعث تولید ROS شود و ROS باعث مهار سنتز پروتئین و یا دناتوره شدن پروتئین می‌شود [۱۷]. در مطالعه صورت گرفته توسط Sikuku و همکاران، مشخص شد که محتوای پروتئین در گیاه برنج در اثر تنش خشکی کاهش می‌یابد [۱۸]. همچنین گزارش‌هایی مبنی بر کاهش پروتئین در تیمار با تنش خشکی در گیاه خرفه مشاهده شده است [۱۹]. بیشترین مقدار پروتئین در رقم گوهران و در هر دو اندام ملاحظه شد که این نشان می‌دهد این رقم در شرایط تنش خشکی بهتر از رقم نصرت از آسیب اکسیداتیو محافظت می‌شود. که این نتایج با یافته‌های حاصل از Fazeli و همکاران بر روی گیاه کنجد مطابقت دارد [۲۰].



شکل ۲: اثر تنش خشکی بر محتوای پروتئین A اندام هوایی و B ریشه دو رقم جو؛ حروف مختلف تفاوت معنی داری را در $P < 0.05$ نشان می‌دهد.

نتیجه گیری

به طور کلی نتایج حاصل از این پژوهش نشان داد که در اثر تنش خشکی طول ریشه در رقم گوهران بر خلاف رقم نصرت افزایش یافته و همچنین این رقم محتوای پروتئینی بیشتری را در خود انباشته کرده است در مجموع می‌توان گفت رقم گوهران ظرفیت بیشتری را برای تحمل به خشکی نسبت به رقم نصرت دارد.

منابع

- Giraldo P, Benavente E, Manzano-Agugliaro F, and Gimenez E. (2019). Worldwide research trends on wheat and barley: a bibliometric comparative analysis. *Agron*, 9, 352–370.
- Yang L, Christensen D, McKinnon J, Beattie A, and Yu P. (2013). Effect of altered carbohydrate traits in hullless barley (*Hordeum vulgare* L.) on nutrient profiles and availability and nitrogen to energy synchronization. *J. Cereal Sci*, 58, 182–190.
- Bonoli M, Verardo V, Marconi E, and Caboni MF. (2004). Antioxidant phenols in barley (*Hordeum vulgare* L.) flour: comparative spectrophotometric study among extraction methods of free and bound phenolic compounds. *J. Agric. Food Chem*, 52, 5195–5200
- Siebenhandl S, Grausgruber H, Pellegrini N, Del Rio D, Fogliano V, Pernice R. (2007). Phytochemical profile of main antioxidants in different fractions of purple and blue wheat, black barley. *J. Agric. Food Chem*, 55, 8541–8547.



Baghdadi A, Paknejad F, Golzardi F, Hashemi M, Ilkaee MN. (2021). Suitability and benefits from intercropped (*sorghum amaranth*) under partial root-zone irrigation. Journal of the Science of Food and Agriculture, 101 (14), 5918-5926.

Ceccarelli S. (2010). Drought and drought resistance. Encyclopedia of Biotechnology in Agriculture and Food, 1, 205 -207.

Passioura JB. (1996). Drought and drought tolerance symptom of drought stress in maize. a tissue, Plant Growth Regul, 2079-83.

Passioura JB. (2007). The drought environment. physical, biological and agricultural perspectives, J. Exp. Bot, 58, 113-117.

Gupta A, Rico-Medina A, Caño-Delgado AI. (2020). The physiology of plant responses to drought. Science 368, 266–269.

Samarah NH, Alqudah AM, Amayreh JA, McAndrews GM. (2009). The effect of late-terminal drought stress on yield components of four barley cultivars. J. Agron. Crop Sci, 195, 427–441.

Schmid I, Franzaring J, Müller M, Brohon N, Calvo OC, Högy P. (2016). Drought stress effects of CO₂ enrichment and drought on photosynthesis, growth and yield of an old and a modern barley cultivar. J. Agron. Crop Sci, 202, 81–95.

Mejri M, Siddique K, Saif T, Abdely C, Hessini K. (2016). Comparative effect of drought duration on growth, photosynthesis, water relations, and solute accumulation in wild and cultivated barley species. J. Plant Nutr. SoilSci, 179, 327–335.

Izzo FN, Quartacci MF, Izzo R. (1990). Water stress induced change in protein and free amino acid in field grown maize and sunflower. Plant Physiol. Biochem, 28, 531-537.

Bradford MM. (1976). A rapid and sensitive method for the quantitation of microgram quantities of protein utilizing the principle of protein-dye binding. Analytical biochemistry, 72(1-2), 248-254.

Leishman MR, Westoby M. (1994). The role of seed size in seedling establishment in dry soil conditions -experimental evidence from semi-arid species. J. Ecol, 82, 249–258.

Mona S, Alwhibi, Abeer Hashem, Elsayed Fathi Abd_Allah, Abdulaziz A, Alqarawi, Dina Wafi K, Soliman, Stephan Wirth, Difuza Egamberdieva. (2017). Increased resistance of drought by *Trichoderma harzianum* fungal treatment correlates with increased secondary metabolites and proline content. Journal of Integrative Agriculture, 16(8), 1751–1757.

Schwanz P, Picon C, Vivin P, Dreyer E, Guehl J, Polle A. (1996). Responses of antioxidative system to drought stress in pedunculate oak and maritime pine as modulated elevated CO₂. Plant Physiol, 110, 393-402.

سومین کنفرانس ملی یافته‌های نوین زیست‌شناسی

3rd National Conference On New Biological Findings

۳ الی ۵ خرداد ۱۴۰۲



دانشگاه گیلان و بوستان



سومین کنفرانس ملی یافته‌های نوین زیست‌شناسی

ISC

کد اختصاصی:
۰۲۲۳۰-۵۲۶۳۲

Sikuku PA, Netondo GW, Onyango JC, Musyimi DM. (2010). Chlorophyll fluorescence, protein, and chlorophyll content of three nerica rainfed RICE varieties under varying irrigation regimes. *J. Agric. Biol. Sci*, 19-25.

Rahdari P, Hosseini SM, Tavakoli SH. (2012). The studying effect of drought stress on germination, proline, sugar, lipid, protein and chlorophyll content in purslane (*Portulaca oleracea L.*) leaves. *Journal of Medicinal Plants Research Vol*, 6(9), 1539-1547.

Fazeli F, Ghorbanli M, Niknam V. (2007). Effect of drought on biomass, protein content, lipid peroxidation and antioxidant enzymes in two sesame cultivars. *Biologia Plantarum*, 51 (1), 98-103.



اثر پرایمینگ بذر با آب فعال شده با پلاسما بر پاسخ های مورفولوژیکی گیاه گوار تحت تنش شوری فروغ فیروزکوهی^{۱*}، فاطمه نصیبی^۲، بتول کرامت^۳، هادی نوری^۴، عفت السادات احمدی موسوی^۵

۱- دانشجوی دکتری فیزیولوژی گیاهی، دانشگاه شهید باهنر کرمان-دانشکده علوم-گروه زیست شناسی
f.firoozkuhi@gmail.com

۲- دانشیار فیزیولوژی گیاهی، دانشگاه شهید باهنر کرمان-دانشکده علوم-گروه زیست شناسی

۳- دانشیار فیزیولوژی گیاهی، دانشگاه شهید باهنر کرمان-دانشکده علوم-گروه زیست شناسی

۴- استادیار فیزیک هسته ای، دانشکده علوم-گروه فیزیک

۵- دکتری فیزیولوژی گیاهی، دانشگاه شهید باهنر کرمان-دانشکده علوم-گروه زیست شناسی

چکیده:

شوری یکی از تنش های غیرزیستی جدی است که اثرات نامطلوبی بر رشد گیاه دارد. اخیراً توجه زیادی به استفاده از آب فعال شده با پلاسما (PAW) در زمینه های مختلف تحقیقات بیولوژیکی شده است. پلاسمای غیر حرارتی به طور گسترده ای به عنوان یک فناوری موثر برای انواع کاربرد در کشاورزی در نظر گرفته می شود، به ویژه، مطالعات گزارش های متعددی نقش آب فعال شده با پلاسما (PAW) بر رشد گیاه و تحمل تنش را برجسته کرده اند. هدف از این مطالعه بررسی اثر کلرید سدیم (NaCl) بر رشد گیاه گوار و همچنین نقش پرایمینگ بذر با آب پلاسمای فعال شده با دو گاز O₂ و N₂ به عنوان یک عامل بهبود دهنده بود. بذرهای پرایم شده در پتری دیش حاوی NaCl (۵۰، ۱۰۰ میلی مولار) کشت داده شدند. PAW با استفاده از دو گاز N₂ و O₂ برای زمان تیمار در محدوده ۱۵ دقیقه به دست آمد. اثرات مثبت تیمار PAW بر پارامترهای رشد گیاهچه شامل طول ساقه و ریشه و وزن تر و خشک ساقه و ریشه ثبت شد. تفاوت بین PAW تهیه شده توسط دو گاز N₂ و O₂ از نظر آماری معنی دار بود. بنابراین، ممکن است برای تحقیقات بیشتر تنها بر روی اثرات PAW تهیه شده توسط گاز O₂ تمرکز شود.

واژگان کلیدی: گیاه گوار، شوری، آب فعال شده با پلاسما، پرایمینگ بذر



Effect of seed priming with plasma-activated water on morphological responses of *Cyamopsis tetragonoloba* under salinity stress

Abstract:

Salinity is one of the serious abiotic stresses that has adverse effects on plant growth. Recently, much attention has been paid to the use of plasma-activated water (PAW) in various areas of biological research. Non-thermal plasma is widely considered as an effective technology for applications in agriculture. Particularly, numerous reports studies have highlighted the role of plasma-activated water (PAW) on, plant growth and stress tolerance. The aim of this study was to investigate the effect of sodium chloride (NaCl) on growth of *Cyamopsis tetragonoloba* plant as well as the role of The role of seed priming with plasma water activated proved by two O₂ and N₂ gas as an ameliorating agent. The seeds -primed were cultured in petri dish containing Nacl (0, 50, and 100 mM). PAW was achieved by using two O₂ and N₂ gas for treatment time ranging 15 mn. Positive effects of PAW treatments were registered on the growth parameters of seedling including stem and root length and fresh and dry stem and root weight. The differences between the PAW prepared by two O₂ and N₂ gas proved to be statistically significant. Therefore, it may be sufficient for further research to focus only on the effects of PAW prepared by O₂ gas..

Key Words: *Cyamopsis tetragonoloba*, Salinity, plasma-activated water, seed priming



مقدمه:

گوار (*Cyamopsis tetragonoloba*) جزء حبوبات چند منظوره است که مصارف آن شامل سبزیجات برای مصرف انسان، کود سبز برای بهبود حاصلخیزی خاک، علوفه برای حیوانات و کاربردهای صنعتی می باشد. از آندوسپرم دانه گوار نوعی صمغ گلاکتومان با نام (صمغ گوار یا گوارگام) استخراج میشود [1]. صمغ گوار در بسیاری از صنایع مانند نساجی، کاغذ، مواد منفجره، دارویی، آرایشی و بهداشتی و مواد غذایی استفاده می شود. در حال حاضر، عمده بذر گوار از دو کشور (هند: ۸۰ درصد و پاکستان ۱۵ درصد) تامین می شود. از آنجاییکه این گیاه تحمل بالایی به خشکی و گرما دارد بنابراین گزینه مناسبی برای تولید در مناطق خشک و نیمه خشک است. البته تنش های غیرزیستی سرما و شوری، بازدهی این گیاه را به شدت تهدید می کند و باعث کاهش عملکرد محصول می شود [2]. تنش شوری یکی از محدودیت های اصلی برای تولید این محصول سودآور است. واکنش گوار به شوری از ژنوتیپ به ژنوتیپ دیگر متفاوت است [3] و در ژنوتیپ های حساس، شوری عمدتاً بر کل ماده خشک و عملکرد دانه تأثیر می گذارد [4] که عمدتاً به دلیل کاهش تعداد شاخه ها، تعداد غلاف در خوشه یا بوته، و تعداد دانه در بوته است [5]. اثرات تنش شوری بر گیاهان به غلظت، زمان قرار گرفتن در معرض نمک، ژنوتیپ گیاه و عوامل محیطی بستگی دارد. استفاده از روشهای مختلف برای افزایش مقاومت گیاهان به تنش شوری از مهمترین چالشهای محققان فیزیولوژی و علوم زراعی محسوب میشود. امروزه معتقدند که روشهای بکار رفته باید مقرون به صرفه، قابل اجرا در مزرعه و در دسترس باشد و به سهولت قابل انجام باشند. علاوه بر این ترکیبات استفاده شده نباید خودشان و یا ترکیبات جانبی آنها اثرات زیست محیطی مضر داشته باشد زیرا در طولانی مدت مشکلات متعددی برای محیط زیست و میکرو ارگانیسمهای خاک بوجود می آورند. پلاسمای سرد (CP) یا پلاسمای غیر حرارتی (NTP)، به عنوان یکی از حالات ماده، ترکیبی از ذره با بار مثبت، گاز خنثی، الکترون و گاز یونیزه شده است که در شرایط فشار اتمسفر و دمای اتاق می تواند تولید شود. CP زمانی تولید می شود که یک مولکول گاز با غلبه بر سد پتانسیل الکترواستاتیک با استفاده از انرژی زیاد به حالت یونیزاسیون برسد [6]. عوامل تولید شده توسط پلاسما ممکن است باعث ایجاد آبشارهای سیگنالینگ شوند و تغییرات ساختاری و بیوشیمیایی مختلفی را القا کنند. امروزه استفاده از فناوری پلاسما به دلیل استفاده آینده نگر آن در کشاورزی، محققان را مجذوب خود کرده است. فناوری پلاسما تاکنون در کشاورزی به روش های زیر اعمال شده است: (۱) تیمار مستقیم دانه ها با پلاسمای سرد، که در آن پلاسما با پوشش دانه برخورد می کند و متعاقباً مورفولوژی سطح پوشش دانه را تغییر می دهند و (۲) آماده سازی آب فعال شده با پلاسما (PAW) که در آن گونه های مختلف ROS را می توان در آب از طریق فعل و انفعالات پلاسما و آب تولید کرد [7]. تحقیقات تجربی مختلف مزایای بالقوه پلاسمای سرد مانند ضد عفونی بذر، افزایش راندمان جوانه زنی بذر، افزایش رشد اولیه گیاهچه ها، تاثیرگذاری بر فرآیند تمایز و الگوهای بافتی، اصلاح فیزیولوژی سلولی،



تغییر الگوی بیان ژن و بهبود مقاومت گیاه در برابر شرایط تنش غیرزیستی را تایید کرده اند. در دهه گذشته، انواع روش‌های مداخله فیزیکی، شیمیایی و ترکیبی برای ترویج جوانه‌زنی بذر و رشد جوانه‌ها، از جمله تابش گاما، میدان‌های الکترومغناطیسی و درمان UV مورد استفاده قرار گرفته‌اند. با این حال، این فناوری‌ها با چندین پیامد منفی عمده از جمله هزینه‌های گران، زمان‌های طولانی پردازش، باقی‌مانده‌های شیمیایی در محیط زیست و نگرانی‌های زیست‌محیطی مرتبط هستند. در نتیجه، توسعه راه حل‌های مقرون به صرفه و سازگار با محیط زیست برای افزایش تولید جوانه در واقع ضروری است. در زمینه تغییرات آب و هوایی، محصولات زراعی در سرتاسر جهان با تنش‌های محیطی متنوعی مواجه هستند. برای غلبه بر چنین چالش‌هایی، فناوری‌های پلاسما می‌توانند نقش مهمی در رشد اولیه گیاهچه از طریق بهبود جوانه‌زنی بذر و کاهش عوامل بیماری‌زا در خاک ایفا کنند. فناوری جدید پلاسما با ارائه حداکثر بهره‌وری با کمترین هزینه زیست‌محیطی، توسعه پایدار و اقتصادی را ارتقا می‌دهد. افزایش جوانه‌زنی بذر و رشد گیاهان را می‌توان با تیمار مستقیم بذر توسط پلاسما یا استفاده از آب فعال شده با پلاسما برای آبیاری به دست آورد. علاوه بر این، کاربرد اخیر آب فعال شده با پلاسما (PAW) در بین فیزیولوژیست‌های گیاهی به دلیل ویژگی‌های جذاب آن محبوبیت بیشتری یافته است. ثابت شده است که PAW جوانه‌زنی بذر و گیاهچه و رشد گیاه را تقویت می‌کند، تکثیر باکتری‌های بیماری‌زا مربوط به گیاه را محدود می‌کند و نهال‌های آلوده به قارچ را درمان می‌کند. محققین با بررسی اثرات PAW بر سرعت جوانه‌زنی و نمو بذر در بوته‌های تربچه، گوجه‌فرنگی و فلفل دلمه‌ای به تاثیر قابل توجهی بر جوانه‌زنی بذر و رشد گیاه بر روی تمامی این بذرها پی بردند [8]. هدف از این تحقیق بررسی اثر پلاسما سرد در کاهش تنش شوری در گیاه گوار است. از آنجاییکه این گیاه بخصوص در مراحل اولیه رشد به تنش شوری حساس است سعی بر آن است تا تحمل گیاه به تنش شوری افزایش یابد.

روش کار:

به منظور ارزیابی اثر پرایمینگ بذر با آب پلاسما بر رشد گیاه گوار تحت تنش شوری، آزمایشی به صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با سه تکرار در دانشگاه شهید باهنر کرمان انجام شد. تیمارهای آزمایشی شامل سه سطح شوری (صفر، ۵۰ و ۱۰۰ میلی مولار بر لیتر) و آب پلاسما تهیه شده با دو نوع گاز O_2 و N_2 بودند. در طول آزمایش، ۵۰۰ cc آب مقطر با قرار گرفتن در معرض ۱۵ دقیقه پلاسما تهیه شده با راکتور پلاسما هم محور تیمار شد. این کار با استفاده از تخلیه سد دی الکتریک بین دو الکترود استوانه‌ای و اعمال اختلاف پتانسیل بالا به صورت DC پالسی انجام شد بذرها جهت پرایم شدن، در دو نوع آب پلاسما و همچنین نمونه شاهد (آب مقطر) به مدت ۱۲ ساعت در دمای اتاق قرار داده شدند. بذرها پس از تیمار به تعداد ۱۰ بذر در پتری دیش روی کاغذ صافی قرار داده شده، آنگاه سطوح مختلف تنش شوری با استفاده از کلرید



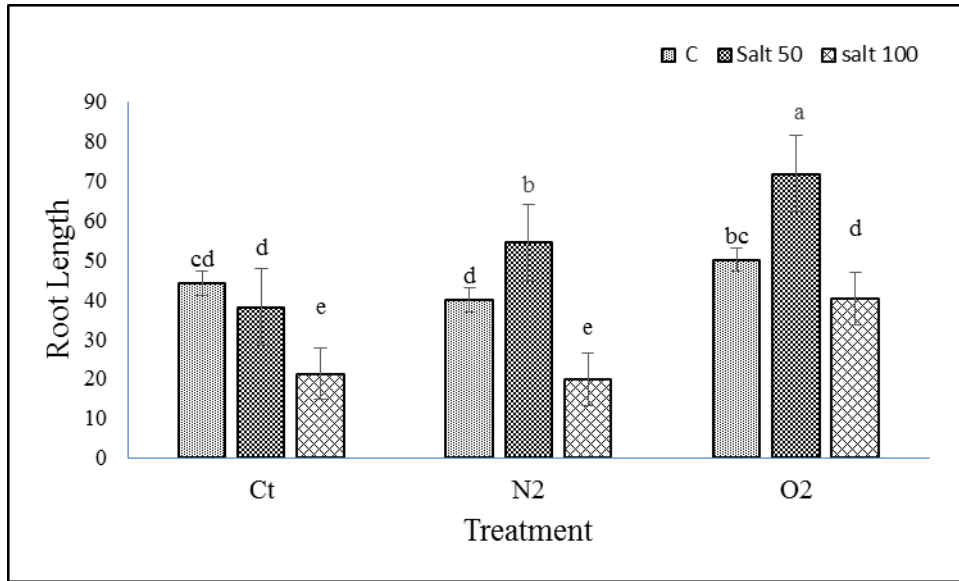
سدیم اعمال گردید. پس از مدت ۷ روز از هر پتری دیش تعدادی گیاهچه جهت اندازه‌گیری طول و وزن خشک و تر ساقه و ریشه انتخاب شدند.

۲-۱- آنالیز آماری:

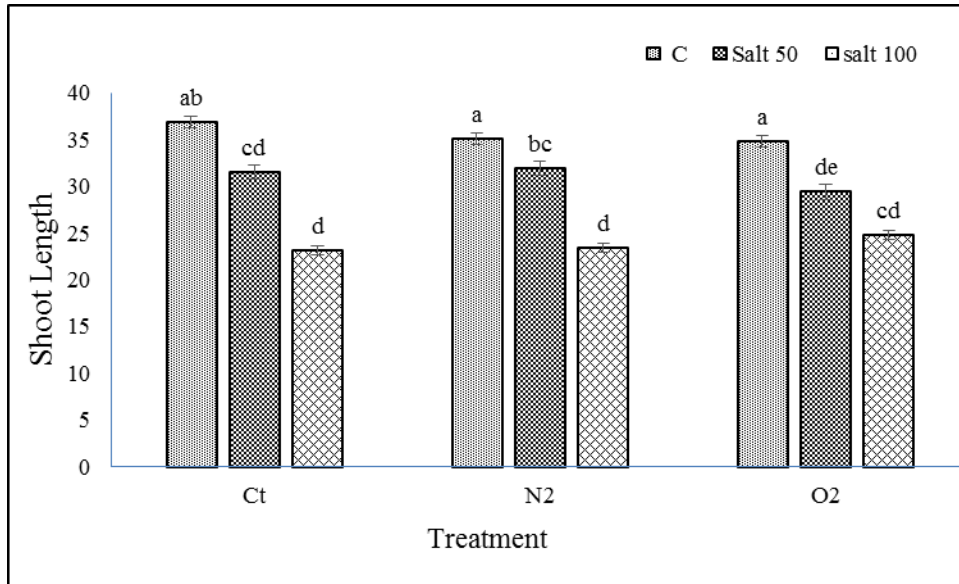
آزمایش‌ها در قالب طرح کاملاً تصادفی با سه تکرار اجرا شدند. تجزیه و تحلیل داده‌ها با استفاده از نرم افزار spss انجام شد و برای مقایسه میانگین داده‌ها از آزمون چند دامنه‌ای دانکن ($P \leq 0,05$) استفاده شد.

نتایج و بحث:

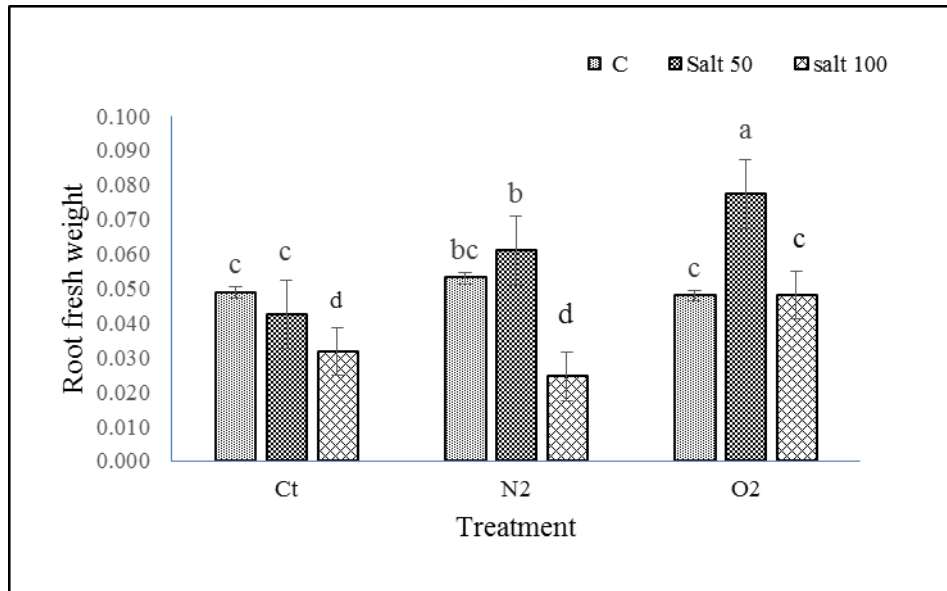
تحقیقات گسترده‌ای در مورد کاهش رشد ناشی از تنش شوری در بسیاری از گیاهان وجود دارد. با این حال اثر تنش شوری در بین گیاهان متفاوت است. نتایج نشان داد که افزایش تنش شوری تاثیر معنی‌داری بر طول ریشه‌چه و ساقه‌چه داشت. به نحوی که با افزایش دوزهای شوری میزان طول ریشه‌چه و ساقه‌چه کاهش یافت. کاهش طول ریشه‌چه و ساقه‌چه به ترتیب از ۴۴ میلی‌متر به ۲۱ میلی‌متر و از ۳۶ میلی‌متر به ۲۳ میلی‌متر در غلظت ۱۰۰ میلی‌مولار NaCl تعیین شد. کاهش ارتفاع گیاه در نتیجه تنش شوری در چندین گونه گیاهی گزارش شده است و عمدتاً با تنش اسمزی و سمیت یونی مرتبط است که باعث کاهش رشد گیاه می‌شود [9]. همچنین مشاهده گردید که پرایم بذرها با آب پلاسمای حاصل از گاز اکسیژن طول ریشه را در گیاه گوار قرار گرفته در معرض تنش شوری افزایش داد. وزن تر ریشه‌چه و ساقه‌چه در گیاهچه‌های حاصل از بذرهای پرایم شده (به ترتیب ۰,۰۴ و ۰,۱۹ گرم) با آب پلاسمای حاصل از گاز اکسیژن در مقایسه با وزن تر ریشه‌چه و ساقه‌چه در گیاهچه‌های پرایم نشده (به ترتیب ۰,۰۳ و ۰,۱۶ گرم) در شرایط تنش شوری ۱۰۰ میلی‌مولار بیشتر بود. به علاوه، در تنش شوری ۱۰۰ میلی‌مولار NaCl، وزن خشک ساقه‌چه در گیاهچه‌های پرایم شده با آب پلاسمای حاصل از گاز اکسیژن در مقایسه با گیاهچه‌های پرایم شده با آب مقطر (شاهد) افزایش نشان داد. نتایج یک تحقیق بر رشد گیاه کاهو نشان داد که طول و وزن نهال‌ها پس از تیمار آب فعال شده با پلاسما در شرایط مناسب نسبت به نمونه‌های شاهد بهبود یافتند [10]. با توجه به نتایج این تحقیق به طور کلی، پرایمینگ یزر با آب پلاسمای حاصل از گاز اکسیژن را میتوان به عنوان پرایمینگ مؤثر برای استقرار بهتر گیاهچه‌های گوار در محیط‌های شور توصیه کرد.



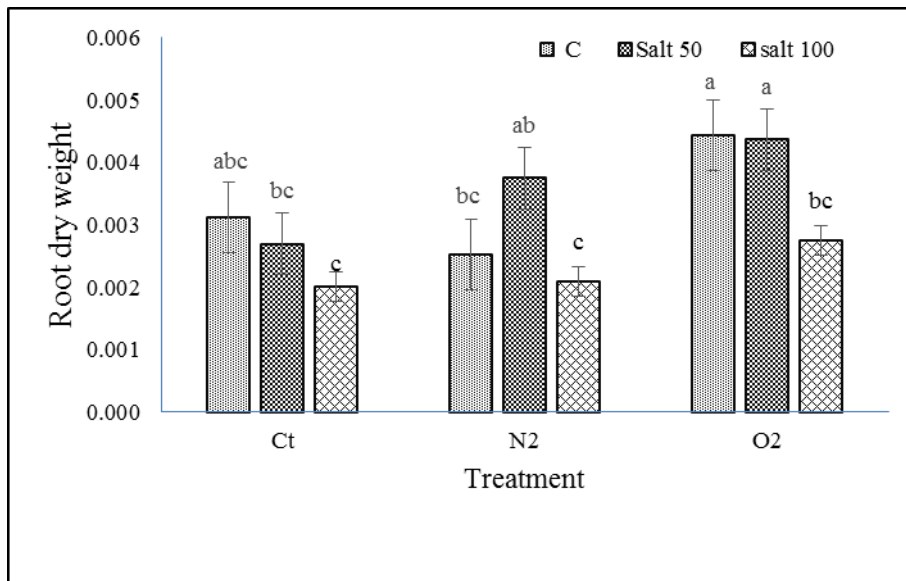
نمودار ۱: تاثیر آب فعال شده با پلاسمای حاوی گاز نیتروژن و اکسیژن بر طول ریشه چه گیاه گوار



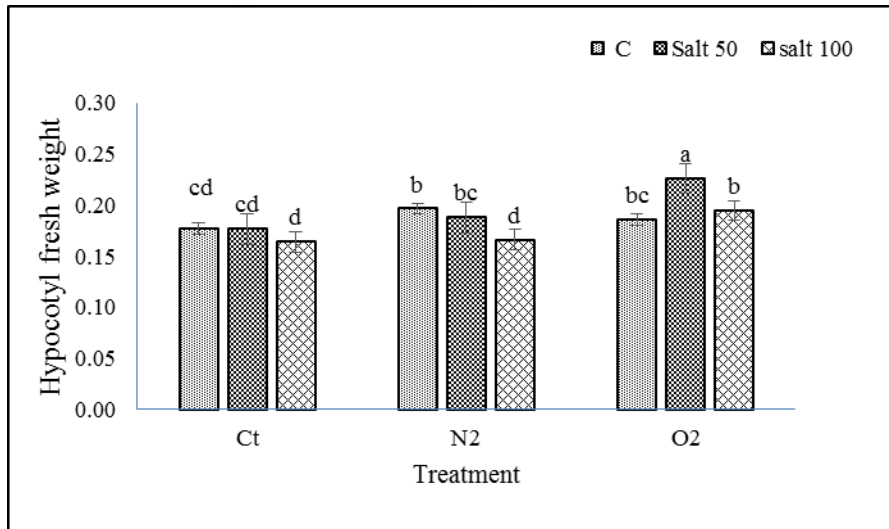
نمودار ۲: تاثیر آب فعال شده با پلاسمای حاوی گاز نیتروژن و اکسیژن بر طول ساقه چه گیاه گوار



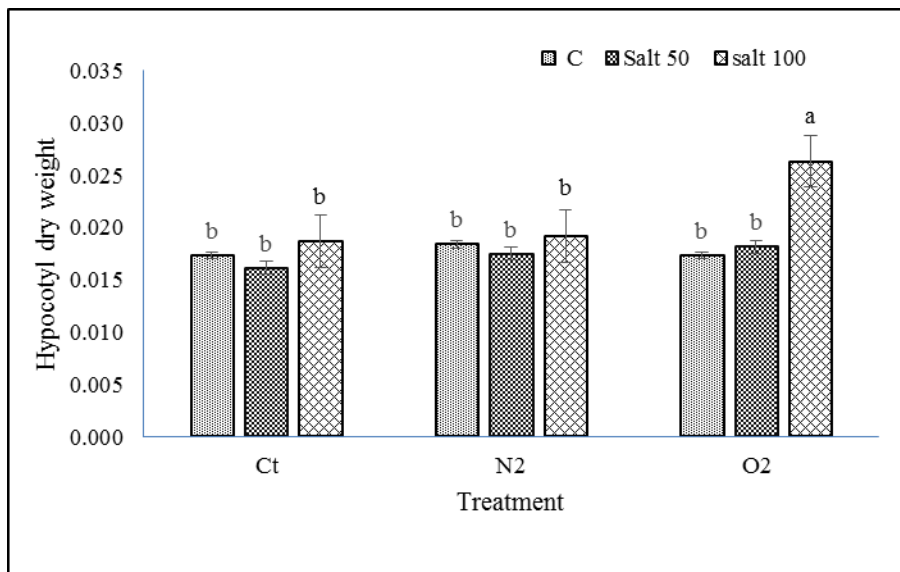
نمودار ۳: تاثیر آب فعال شده با پلاسمای حاوی گاز نیتروژن و اکسیژن بر وزن تر ریشه چه گیاه گوار



نمودار ۴: تاثیر آب فعال شده با پلاسمای حاوی گاز نیتروژن و اکسیژن بر وزن خشک ریشه چه گیاه گوار



نمودار ۵: تاثیر آب فعال شده با پلاسمای حاوی گاز نیتروژن و اکسیژن بر وزن تر ساقه چه گیاه گوار



نمودار ۶: تاثیر آب فعال شده با پلاسمای حاوی گاز نیتروژن و اکسیژن بر وزن خشک ساقه چه گیاه گوار



سومین کنفرانس ملی یافته‌های نوین زیست‌شناسی

3rd National Conference On New Biological Findings

۳ الی ۵ خرداد ۱۴۰۲



منابع

- 1- Mathur NK. Industrial galactomannan polysaccharides. Taylor & Francis Group, Boca Raton, FL: CRC Press; 2012.
- 2- Elrys AS, Desoky ES, Ali A, Zhang JB, Cai ZC, Cheng Y. Sub-Saharan Africa's food nitrogen and phosphorus footprints: A scenario analysis for 2050. *Science of The Total Environment*. 2021 Jan 15;752:141964
- 3- Ashraf MY, Akhtar K, Sarwar G, Ashraf M. Evaluation of arid and semi-arid ecotypes of guar (*Cyamopsis tetragonoloba* L.) for salinity (NaCl) tolerance. *Journal of arid environments*. 2002 Dec 1;52(4):473-82.
- 4-Francois LE, Donovan TJ, Maas EV. Salinity effects on emergence, vegetative growth, and seed yield of guar. *Agronomy journal*. 1990 May;82(3):587-92.
- 5-Rahul, K., 2014. Genetic variability and association studies in Guar [*Cyamopsis tetragonoloba* (L.) Taub.] for green fodder yield and quality traits. *Electron. J. Plant Breed*. 5, 294–299.
- 6-Rasooli Z, Barzin G, Mahabadi TD, Entezari M. Stimulating effects of cold plasma seed priming on germination and seedling growth of cumin plant. *South African Journal of Botany*. 2021 Nov 1;142:106-13.
- 7-Rashid M, Rashid MM, Reza MA, Talukder MR. Combined Effects of Air Plasma Seed Treatment and Foliar Application of Plasma Activated Water on Enhanced Paddy Plant Growth and Yield. *Plasma Chemistry and Plasma Processing*. 2021 Jul;41(4):1081-99.
- 8-Guragain, R. P., Baniya, H. B., Shrestha, B., Guragain, D. P., & Subedi, D. P. (2023). Improvements in germination and growth of sprouts irrigated using plasma activated water (PAW). *Water*, 15(4), 744.
- 9-Guo, J., Li, Y., Han, G., Song, J., & Wang, B. (2017). NaCl markedly improved the reproductive capacity of the euhalophyte *Suaeda salsa*. *Functional Plant Biology*, 45(3), 350-361.
- 10-Than, H. A. Q., Pham, T. H., Nguyen, D. K. V., Pham, T. H., & Khacef, A. (2021). Non-thermal plasma activated water for increasing germination and plant growth of *Lactuca sativa* L. *Plasma Chemistry and Plasma Processing*, 1-17.

ارزیابی برخی صفات فیزیولوژیکی و ارتباط آن‌ها با عملکرد میوه در برخی ژنوتیپ‌های گوجه‌فرنگی
مریم نظری^۱، اعظم نیک بخت^{۲*}، قاسم محمدی نژاد^۳، مهدی مهیجی^۴

^۱ دانشجوی کارشناسی ارشد ژنتیک و به نژادی گیاهی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهید باهنر کرمان، کرمان، ایران.

^{۲*} استادیار، پژوهشکده فناوری تولیدات گیاهی، دانشگاه شهید باهنر کرمان، کرمان، ایران.

^۳ استاد، گروه تولید و ژنتیک گیاهی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهید باهنر کرمان، کرمان، ایران.

^۴ استادیار، گروه مهندسی زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهید باهنر کرمان، کرمان، ایران.

* نویسنده مسئول: anikbakht@uk.ac.ir

چکیده:

گوجه‌فرنگی از لحاظ اقتصادی یکی از مهم‌ترین محصولات سبزی و صیفی در بیشتر نقاط جهان است. به منظور مطالعه تنوع ژنتیکی گوجه‌فرنگی از نظر صفات فیزیولوژیک، ۳۳ رقم گوجه‌فرنگی در قالب طرح کاملاً تصادفی در ۳ تکرار در گلخانه دانشکده کشاورزی دانشگاه شهید باهنر کرمان مورد ارزیابی قرار گرفت. در این مطالعه میزان کلروفیل، CO₂ زیر روزه‌ای، تعرق، هدایت روزه‌ای و سرعت فتوسنتز همراه با عملکرد میوه مورد بررسی قرار گرفت. نتایج نشان داد که تمامی صفات ذکر شده اثر معنی‌داری دارند. تنها همبستگی بین دو صفت سرعت فتوسنتز و میزان CO₂ زیر روزه‌ای معنی‌دار بوده است (۰/۸۶۲۶۵). علامت منفی نشان دهنده رفتار معکوس این دو صفت نسبت به هم می‌باشد. نتایج این تجزیه گویای این است که هر چه میزان CO₂ زیر روزه‌ای در این بررسی بیشتر بوده سرعت فتوسنتز کاهش یافته است. با این حال، بالاترین عملکرد میوه بر حسب گرم در یک بوته در رقم گوجه‌فرنگی آناناسی (۱۱۹۰) و کمترین میزان (۱۲۸) در رقم گوجه‌فرنگی موزی بدست آمد. با توجه به بالا بودن عملکرد رقم گوجه آناناسی می‌توان تاثیر این صفات را بر روی عملکرد مشاهده کرد و گوجه آناناسی را برای کشت در گلخانه پیشنهاد داد.

کلمات کلیدی: تعرق، سرعت فتوسنتز، عملکرد، کلروفیل، گوجه‌فرنگی.



Evaluation of some physiological traits and their relationship with fruit performance in some tomato genotypes

Maryam Nazari¹, Azam Nikbakht*², Qasem Mohammadinejad³, Mehdi Maheji⁴.

¹ Master's student in genetics and plant breeding, Faculty of Agriculture, Shahid Bahonar university of kerman, Kerman, Iran.

*²Assistant Professor, Plant Production Technology Research Institute, Shahid Bahonar University of Kerman, Kerman, Iran..

³Professor, Department of Plant Production and Genetics, Faculty of Agriculture, Shahid Bahonar University of Kerman, Kerman, Iran.

⁴Assistant Professor, Department of Agricultural Engineering and Plant Breeding, Faculty of Agriculture, Shahid Bahonar University of Kerman, Kerman, Iran.

*Corresponding Author: anikbakht@uk.ac.ir

Abstract

tomatoes are economically one of the most important vegetable and summer crops in most parts of the world. In order to study the genetic diversity of tomato in terms of physiological traits, 33 tomato cultivars were evaluated in the form of a completely randomized design in 3 replications at the Agricultural Research Station of Shahid Bahonar University, Kerman. In this study, the amount of chlorophyll, sub stomatal co₂, transpiration, stomatal conductance and photosynthesis rate were investigated along with fruit yield. The results showed that all the mentioned traits have a significant effect. The only correlation between the two traits of photosynthesis rate and sub stomatal CO₂ was significant (-86265). The negative sign indicates the opposite behavior of these two attributes. The results of this analysis show that the higher the amount of substomatal CO₂ in this study, the lower the rate of photosynthesis. However, the highest fruit yield in grams per plant was obtained in pineapple tomato variety (1190) and the lowest (128) in banana tomato variety. Due to the high yield of the pineapple tomato variety, the effect of these traits on the yield can be observed and the pineapple tomato can be suggested for cultivation in the greenhouse.

Keywords: Transpiration, photosynthesis rate, yield, chlorophyll, tomato.



مقدمه

گوجه فرنگی با نام علمی (*Solanum lycopersicum L.*) گیاهی علفی و چند ساله، متعلق به تیره بادمجانیان می‌باشد که سرشار از ترکیبات آنتی‌اکسیدانی، لیکوپن، پلی‌فنول‌ها و ویتامین‌ها و املاح معدنی است (Afroz et al., 2010). این گیاه دارای چندین گونه تجاری مهم است و پس از سیب زمینی دومین محصول پرمصرف جهان به شمار می‌آید. از طرفی گوجه فرنگی از لحاظ اقتصادی از جمله محصولات مهم سبزی و صیفی در جهان بوده و حدود ۱۴ درصد از تولید این گروه از محصولات را به خود اختصاص داده است (osei et al., 2014). گوجه فرنگی دارای واریته‌های بسیاری است و به عنوان یک محصول مهم صادراتی در سطح جهان به میزان فراوان تولید می‌شود و از ارزش غذایی بالایی برخوردار است. کشور ایران با تولید ۶,۱۷ میلیون تن رتبه ششم جهانی تولید گوجه فرنگی را به خود اختصاص داده است (FAO, 2017). گیاه گوجه فرنگی در مراحل مختلف رشد نیازمند تغذیه مناسب و آبیاری کافی می‌باشد چرا که صفات ریخت‌شناسی و فیزیولوژیکی گیاه به شدت تحت تاثیر این دو عامل می‌باشد (Murshed et al., 2013). با توجه به اهمیت گوجه فرنگی به عنوان یک سبزی مهم در سبد غذایی خانوار، در این تحقیق به بررسی برخی صفات فیزیولوژیکی و ارتباط آن‌ها با عملکرد می‌پردازیم. چرا که از گذشته تا به امروز همواره عملکرد گیاهان مورد توجه و اهمیت پژوهشگران بوده و همواره عوامل موثر بر افزایش آن نیز مورد بررسی قرار می‌گیرد.

مواد و روش‌ها:

در این پژوهش از ۳۳ رقم گوجه فرنگی ایرانی و خارجی با رنگ‌های متفاوت استفاده شد. به منظور شناسایی بهترین ارقام گوجه فرنگی آزمایشی در قالب طرح کاملاً تصادفی با سه تکرار در گلخانه دانشکده کشاورزی دانشگاه شهید باهنر کرمان انجام شد. پس از کاشتن بذر ارقام و گذراندن مراحل رشد و نمو و همچنین انجام مراقبت‌های لازم اندازه‌گیری صفات فیزیولوژیکی از جمله: میزان تعرق، هدایت روزنه‌ای، سرعت فتوسنتز و میزان CO_2 زیر روزنه‌ای با استفاده از دستگاه فتوسنتز متر مدل LCi T ساخت کشور انگلیس و اندازه‌گیری میزان کلروفیل با استفاده از دستگاه کلروفیل متر مدل SPAD-502 Plus Konica Minolta ساخت کشور ژاپن صورت گرفت (Martinez et al., 2004). در نهایت میزان عملکرد گیاه گوجه فرنگی با استفاده از دستگاه ترازوی دیجیتالی و بر اساس واحد گرم بیان شد. بعد از اندازه‌گیری صفات ذکر شده آنالیز داده‌ها با استفاده از نرم افزار SAS صورت گرفت.

نتایج و بحث:

با توجه به اهمیت صفات فیزیولوژیکی و ارتباط آن‌ها با عملکرد متخصصان فیزیولوژی گیاهان زراعی از گذشته تا به امروز به دنبال یافتن شاخص‌های فیزیولوژیکی موثر در بهبود عملکرد و همچنین موثر در پیشرفت به نژادی و افزایش کمی و کیفی محصول بوده‌اند (عطار باشی و همکاران، ۱۳۸۰). در مطالعه‌ای که در رابطه با ارزیابی و مقایسه صفات فیزیولوژیکی ذکر شده با عملکرد در رقم ۳۳ گوجه‌فرنگی انجام شد، براساس جدول مقایسه میانگین و همچنین آنالیز داده‌ها می‌توان نتیجه گرفت که: گوجه‌فرنگی گرد خارجی در مقایسه با سایر ارقام، تعرق بیشتری دارد (شکل ۳). از طرفی، رقم Vernlssage (سبز اوکراینی) بیشترین میزان هدایت روزنه‌ای را شامل شد (شکل ۲). به علاوه رقم Black Krim روسی میزان سرعت فتوسنتز بیشتری را نشان داد. و در نهایت رقم Jersey آمریکایی بیشترین میزان کربن دی اکسید زیر روزنه‌ای را دارا بود. از طرفی، نتایج اندازه‌گیری میزان کلروفیل نیز نشان داد که گوجه‌فرنگی آریا بیشترین میزان کلروفیل و گوجه‌فرنگی فوماکو کمترین میزان کلروفیل را داشت. همچنین، نتایج بررسی‌ها نشان داد که وجود تفاوت‌های معنادار در صفات مختلف بین ارقام گوجه‌فرنگی، به دلیل تفاوت در وراثت ژنتیکی آن‌ها می‌باشد.

با توجه به اهمیت صفات مختلف گوجه‌فرنگی برای بهبود عملکرد و کیفیت محصول، بررسی و مقایسه‌ی ارقام مختلف می‌تواند به کشاورزان کمک شایانی در انتخاب رقم مناسب برای کشت و به دست آوردن عملکرد بهینه این محصول باشد. بر اساس تجزیه واریانس صفات ارزیابی شده، بین ارقام مختلف گوجه در سطح احتمال پنج درصد اختلاف معنی داری مشاهده شد همچنین تحلیل داده‌ها نشان داد، ارتباط مثبتی بین عملکرد میوه و صفات فیزیولوژیکی اندازه‌گیری شده وجود دارد (جدول ۱).

سومین کنفرانس ملی یافته‌های نوین زیست‌شناسی

3rd National Conference On New Biological Findings

۳ الی ۵ خرداد ۱۴۰۲



جدول ۱- تجزیه واریانس صفات ارزیابی شده مربوط به رقم گوجه فرنگی

منابع	درجه آزادی	کلروفیل	Co2 زیر روزنه‌ای	تعرق	هدایت روزنه‌ای	سرعت فتوسنتز	عملکرد
ژنوتیپ	۳۲	۱۸۶**	۴۷**	۰/۲۰**	۰/۰۰۲**	۱۹۹**	۱۸**
		۲۲	۳۰۶۷		۰	۱	۸۳۳۶۱
خطا	۶۶	۱۰/۸۰	۱۸۳	۰/۱۲	۰/۰۰۰۸	۱/۲۹	۱۶۸۰۸/۶۴
			۱۹۲۱				
CV	-	۹/۴۵	۱۲/۶۸	۲۹/۰۱	۵۰/۸۹	۶۲/۳۹	۳۳/۴۹

با توجه به نتایج به دست آمده از جدول میزان همبستگی بین صفات، تنها همبستگی بین دو صفت سرعت فتوسنتز و میزان CO₂ زیر روزنه‌ای معنی دار بوده است (۰/۸۶۲۶۵). علامت منفی نشان دهنده رفتار معکوس این دو صفت نسبت به هم می باشد. نتایج این تجزیه گویای این است که هر چه میزان CO₂ زیر روزنه‌ای در این بررسی بیشتر بوده سرعت فتوسنتز کاهش یافته است. عوامل و صفات موثر بر افزایش عملکرد همواره مورد توجه بسیاری از اصلاح گران بوده است. از طرفی بررسی‌های عملکرد از طریق جدول مقایسات میانگین نشان داد که: بیشترین عملکرد مربوط به رقم گوجه آناناسی با وزن (۱۱۹۰) گرم در یک بوته و کمترین عملکرد مربوط به رقم گوجه موزی با وزن (۱۲۸) گرم در یک بوته می باشد. بنابراین صفات فیزیولوژیکی ارزیابی شده می‌توانند به عنوان معیارهای انتخاب غیرمستقیم در بهبود ژنتیکی و عملکرد در ارقام گوجه فرنگی موثر باشند (جدول ۲).

سومین کنفرانس ملی یافته‌های نوین زیست‌شناسی

3rd National Conference On New Biological Findings

۳ الی ۵ خرداد ۱۴۰۲



جدول ۲- میزان همبستگی موجود در بین صفات فیزیولوژیکی اندازه‌گیری شده با عملکرد

منابع	کلروفیل	CO ₂ زیر روزنه- ای	تعرق	هدایت روزنه‌ای	سرعت فتوسنتز	عملکرد (gr)
کلروفیل	1/00000					
CO ₂ زیر روزنه- ای	-0/05552	1/00000				
تعرق	0/11576	0/06822	1/00000			
هدایت روزنه‌ای	0/10431	-0/37918	0/37623	1/00000		
سرعت فتوسنتز	0/18419	-0/86265	0/26973	0/36277	1/00000	
عملکرد	0/23890	0/18023	-0/03691	-0/10665	-0/16450	1/00000

منابع:

عطار باشی، ر.س.، گالشی وا.، سلطانی. ۱۳۸۰. ارتباط فنولوژی و صفات فیزیولوژیکی با عملکرد. مجله علوم کشاورزی ایران. جلد دوم. شماره ۳۳. صفحه ۲۷-۲۱.

Afroz, A., Chaudhry, Z., Rashid, U., Khan, M. R & Ali, G. M . (2010). Enhanced regeneration in explants of tomato (*Lycopersicon esculentum* L.) with the treatment of coconut water. African journal Biotechnology, 9(24), 3634-3644.

FAO (2017). FAOSTAT, agricultural database [http:// apps. Fao. Org](http://apps.Fao.Org).

Martínez, D.E. and J.J. Guiamet. 2004. Distortion of the SPAD 502 chlorophyll meter readings by changes in irradiance and leaf water status. *Agronomie*, 24(1): 41-46.

Murshed, R., Lopez-Lauri, F. and Sallanon, H. 2013. Effect of water stress on antioxidant systems and oxidative parameters in fruits of tomato (*Solanum lycopersicon* L., cv. Micro-tom). *Physiol. Mol. Biol. Plant.* 19: 363-378.



سومین کنفرانس ملی یافته‌های نوین زیست‌شناسی

3rd National Conference On New Biological Findings

۳ الی ۵ خرداد ۱۴۰۲



دانشگاه گیلان و بوستان



سومین کنفرانس ملی
یافته‌های نوین زیست‌شناسی

ISC

کد اختصاصی:
۰۲۲۳۰-۵۲۶۳۲

Osei, M. K., Bonsu, K. O., Agyeman, A. & Choi, H. S. (2014). Genetic diversity of tomato germplasm in Ghana using morphological characters. *International Journal of Plant and Soil Science*, 3, 220-231.



تاثیر نانو اکسید روی بر میزان کلروفیل و کاروتنوئید گیاه ذرت (*Zea mays L.*) و مقایسه آن با اکسید روی معمولی

زهرا دهمرده^{۱*}، محمدرضا امیرجانی^۲، مهدی دهمرده^۳، مجید مهدیه^۴

^۱ کارشناسی ارشد دانشگاه اراک

^۲ و ^۴ عضو هیات علمی دانشگاه اراک

^۳ عضو هیات علمی دانشگاه زابل

نویسنده مسئول*: زهرا دهمرده zari10m10@yahoo.com

چکیده

به منظور بررسی تاثیر نانو اکسید روی بر گیاه ذرت آزمایشی در یکی از مزارع کشاورزی حومه شهرستان زاهدان در سال ۱۳۹۴ به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار اجرا شد. فاکتورهای مورد آزمایش شامل تیمار محلول‌پاشی روی به صورت اکسید روی معمولی در سه سطح (۰/۳، ۰/۶ و ۱/۲ درصد) به عنوان عامل اول و نانو اکسید روی در سه سطح (۰/۱، ۰/۰۵ و ۰/۰۲۵ درصد) به عنوان عامل دوم بودند. تیمار محلول‌پاشی روی به صورت اکسید روی معمولی و نانو اکسید روی بر بیشتر ویژگی‌های یاد شده معنی‌دار بود. بالاترین میزان کلروفیل a، کلروفیل b، کلروفیل کل و کاروتنوئید در تیمار ۰/۶ درصد اکسید روی معمولی و ۰/۱ درصد نانو اکسید روی مشاهده شد. احتمالاً این برتری عملکردها در تیمارهای اکسید روی معمولی و نانو اکسید روی، از طریق محلول‌پاشی و رساندن سریع مواد غذایی تاثیر بسزایی در افزایش عملکرد دارد؛ که علت آن را می‌توان به افزایش غلظت کلروفیل و کاروتنوئید و تخصیص مواد فتوسنتزی بیشتر ناشی از رشد بالاتر گیاه در حضور عنصر روی اشاره کرد.

کلمات کلیدی: عناصر ضروری، فناوری‌های نوین، کاروتنوئید، کلروفیل، نانوکود



سومین کنفرانس ملی یافته‌های نوین زیست‌شناسی

3rd National Conference On New Biological Findings

۳ الی ۵ خرداد ۱۴۰۲



The effect of nano zinc oxide on the amount of chlorophyll and carotenoid of corn plant (*Zea mays L.*) and its comparison with normal zinc oxide

Abstract

In order to investigate the effect of nano zinc oxide on corn plants, an experiment was carried out in one of the agricultural fields in the outskirts of Zahedan city in 2014 in a factorial form in the form of a randomized complete block design with three replications. The tested factors include zinc solution-spray treatment in the form of ordinary zinc oxide at three levels (0.3, 0.6 and 1.2%) as the first factor and nano zinc oxide at three levels (0.1, 0.05) and 0.025 percent) were as the second factor. The treatment of zinc solution spraying in the form of ordinary zinc oxide and nano zinc oxide was significant on most of the mentioned characteristics. The highest levels of chlorophyll a, chlorophyll b, total chlorophyll and carotenoid were observed in the treatment of 0.6% normal zinc oxide and 0.1% nano zinc oxide. Probably, this superiority of functions in normal zinc oxide and nano zinc oxide treatments, through foliar spraying and fast delivery of food, has a significant effect on increasing the yield; The reason for this can be pointed to the increase in the concentration of chlorophyll and carotenoid and the allocation of more photocentric materials due to the higher growth of the plant in the presence of zinc.

Key words: essential elements, new technologies, carotenoid, chlorophyll, nanofertilizer

مقدمه

افزایش نیاز به تولیدات کشاورزی اکولوژیک و تقاضای مواد خام گیاهی برای تولید غذا، اتخاذ تصمیمات ایمن برای تولیدات کشاورزی را ضروری می‌سازد. تغییرات ایجاد شده در طبیعت در اثر دخالت‌های انسان در خاک، آب و جو بدلیل استفاده از مواد شیمیایی مختلف برای افزایش بهره‌وری گیاهان منجر به جستجو جهت پیدا نمودن روش‌های جدید شده است [2]. در قرن گذشته دامنه کاربرد مواد شیمیایی پیش‌رفته نظیر اسید جیبرلیک و کودهای شیمیایی در کشاورزی افزایش یافت و از طرف دیگر در مناطق مختلف، افزایش سطح کیفیت زندگی باعث اثرات منفی بر تولیدات غذایی و محیط‌زیست شده است. بنابراین علوم کشاورزی به سمت عوامل تاثیرگذار اکولوژیک در تولیدات گیاهان از قبیل یونیزه نمودن، اشعه لیزر، اشعه ماوراء بنفش، میدان‌های مغناطیسی و الکتریکی و نظایر آن سوق پیدا نموده است [14].

از فناوری‌های نوین دیگر که اخیراً وارد عرصه کشاورزی شده است استفاده از فناوری نانو می‌باشد. نانوتکنولوژی دستکاری یا مجتمع کردن اتم‌های منفرد، ملکول‌ها یا توده‌های ملکولی به ساختارهایی با ویژگی‌ها و صفات جدید بسیار متفاوت است [4].

استفاده از فناوری نانو در کلیه عرصه‌ها از جمله کشاورزی در حال گسترش می‌باشد. فرآورده‌های نانو شامل مخلوطی از ذره‌های با ابعاد بین ۱ تا ۱۰۰ نانومتر هستند که می‌توانند خصوصیات فیزیکی و شیمیایی مواد اولیه خود را تغییر دهند [24]. عرضه کودهای شیمیایی به شکل نانو ذرات اخیراً مورد توجه قرار گرفته است. نتایج مطالعات موجود بیانگر واکنش متفاوت گونه‌های مختلف گیاهان به مواد غذایی تهیه شده به شکل نانو می‌باشد [34]. برای مثال در مطالعه ژو و همکاران [34] در حالی که گیاه *Cucurbita maxiamia* قادر به جذب انتقال و تجمع مواد نانو در بافت‌های خود بود، جذب و انتقال این مواد توسط گیاه *Phaseolus limensis* انجام نشد. گزارشات محدودی مبنی بر تاثیر مثبت مواد غذایی نانو بر رشد برخی از گیاهان از جمله بادام‌زمینی [30]، نخود [27]، اسفناج [33] و ریحان [29] وجود دارد.

استفاده از کودهایی با عناصر کم‌مصرف همچون نانو اکسید روی علاوه بر دارا بودن مقادیر زیاد روی همچنین pH اسیدی داشته که موجب افزایش فراهمی سایر عناصر کم‌مصرف در خاک و در نتیجه افزایش عملکرد گیاه می‌شود. در خاک‌های شور و سدیمی، حلالیت عناصر کم‌مصرف به‌ویژه آهن و روی بسیار کم بوده و گیاهان در حال رشد در این خاک‌ها، اغلب دچار کمبود می‌باشند. برخی تحقیقات نشان داده که کاهش جذب عناصر کم-مصرف در شرایط شور، ناشی از جذب بیشتر عناصری مانند کلسیم، منیزیم و سدیم است [6]. همچنین تحقیقات نشان داده که آهن نقش بسزایی در کاهش تنش اکسیداتیو ناشی از تنش‌های زیستی و غیر زیستی به‌ویژه شوری دارد [28]. برخی عناصر کم‌مصرف نظیر آهن و روی با افزایش فعالیت آنزیم‌های آنتی اکسیداتیو



نظیر سوپراکسید دی‌سموتاز باعث کاهش تنش اکسیداتیو در گیاه می‌شود. به همین دلیل، کوددهی آهن و روی سبب افزایش تحمل به شوری گیاه می‌شود [28].

وجود عنصر روی برای فعالیتهای متابولیکی در گیاهان ضروری است [16]. اگرچه نیاز گیاهان به روی اندک است، ولی اگر مقدار کافی از این عنصر در دسترس نباشد، گیاهان از تنش‌های فیزیولوژیکی حاصل از ناکارایی سیستم‌های متعدد آنزیمی و دیگر اعمال متابولیکی مرتبط با روی رنج خواهند برد [9].

به دلیل اثرات مضر که کودهای شیمیایی در محیط زیست و کیفیت غذا ایجاد می‌کنند، مدت‌ها است که استفاده از آنها مورد نکوهش قرار گرفته است. در نانو کودها به عنوان جایگزین کودهای مرسوم، عناصر غذایی کود به تدریج و به صورت کنترل شده در خاک آزاد می‌شوند و در نتیجه از بروز پدیده مردابی شدن آب‌های ساکن و همچنین آلودگی آب آشامیدنی جلوگیری به عمل خواهد آمد. در حقیقت با بهره‌گیری از فناوری نانو در طراحی و ساخت نانو کودها، فرصت‌های جدیدی به منظور افزایش کارایی مصرف عناصر غذایی و به حداقل رساندن هزینه‌های حفاظت از محیط زیست، پیش روی انسان گشوده شده است [25].

با این حال، در رابطه با تاثیر اکسید روی به شکل نانو ذرات بر رشد و واکنش گیاه ذرت اطلاعات چندانی وجود ندارد. لذا، این تحقیق با هدف بررسی تاثیر نانو اکسید روی بر میزان کلروفیل و کاروتنوئید گیاه ذرت (*Zea mays L.*) و مقایسه آن با اکسید روی معمولی انجام شده است.

فناوری نانو

نانوتکنولوژی، فناوری است که از کنش‌ها و واکنش‌هایی که در سطح اتم اتفاق می‌افتد منشاء گرفته و فناوری جدیدی است که تمام علوم را در خواهد نوردید، به تعبیر دقیق‌تر "نانوتکنولوژی انقلابی جدید برای همه علوم در آینده است". نانوتکنولوژی قادر به بهبود روش‌های ارزیابی، مدیریت و کاهش خطرات برای محیط زیست بوده و فرصت‌هایی را برای تولید محصولات جدید فراهم خواهد ساخت. نانوتکنولوژی در واقع مهندسی در سطح اتم و یا گروهی از اتم‌ها می‌باشد. از همین تعریف ساده برمی‌آید که نانوتکنولوژی یک رشته جدید نیست، بلکه رویکرد جدیدی در تمام رشته‌ها است. بنابراین علم نانوتکنولوژی توانمندی تولید مواد، ابزارها و سیستم‌های جدید برای در دست گرفتن کنترل در سطوح ملکولی و اتمی، با استفاده از خواصی که در آن سطوح ظاهر می‌شود، را دارد [7].



نانوذرات

منظور از مقیاس نانو ابعادی بین ۱ تا ۱۰۰ نانومتر می‌باشد [31]؛ که در این مقیاس خصوصیات فیزیکی، بیولوژیکی و شیمیایی مواد تفاوت اساسی با یکدیگر دارند [11]. از جمله خواص منحصر به فرد نانوذرات افزایش سطح ویژه، سرعت واکنش بالا و خواص کوانتومی را می‌توان نام برد که خواص این ذرات به سبب ترکیب شیمیایی و شکل ذرات بستگی دارد [21].

علم نانو و علوم کشاورزی

جذب نانو مواد کربنی و فلزی توسط گیاهان زمینه تحقیقاتی جدیدی می‌باشد. جذب، جابجایی و تجمع نانوذرات بسته به گونه‌های گیاهی و نوع، اندازه، ترکیب شیمیایی، ساختمان و استحکام نانوذرات متفاوت می‌باشد [31]. تاکنون بیشتر مطالعات روی نانوذرات اکسید روی، اکسید آهن، دیاکسید سلنیوم و دیاکسید تیتانیوم انجام شده است و بیشتر این مطالعات فقط تا مرحله جوانه زنی می‌باشند که سبب محدودیت اطلاعات در این زمینه شده است چون در این مرحله از رشد، ریشه و سیستم آوندی گیاه به خوبی توسعه پیدا نکرده است [17, 19]. تحقیقات دانشگاه Lehigh آمریکا نشان می‌دهد که نانو پودرها می‌توانند به عنوان ابزاری مناسب برای پاک‌سازی خاک‌های آلوده و آب‌های زیرزمینی مورد استفاده واقع شوند. شاید مشکل هزار میلیارد دلاری آب‌های زیرزمینی آمریکا که دارای ۱۵۰ هزار مخزن زیرزمینی (این منابع در منطقه ممنوعه‌ای واقع شده‌اند که دارای ضایعات خطرناک است) و تعداد زیاد گورستان‌های زباله، معدن‌های ممنوعه و مناطق صنعتی است، با کمک این نانوذرات حل شود. نانوذرات آهن موجب اکسیده و درهم شکستگی ترکیبات آلوده کننده - مانند تری کلرواتن، تتراکلرید کربن، دیوکسین‌ها و PCBها شده و آنها را به ترکیبات کربنی با درجه سمیت بسیار پایین‌تر تبدیل می‌کند. تحقیقات دیگری در مرکز فناوری نانوبیولوژیکی و زیست محیطی (CBEN) نشان داده است که ذرات نانومقیاس اکسید آهن در پاک‌سازی آب‌های زیرزمینی از آرسنیک (چیزی که بر آب مصرفی بسیاری از کشورهای در حال توسعه تأثیر دارد و برای آن راه حلی کارا تر از این وجود ندارد) مؤثر هستند [29].

کشور آمریکا بیشترین سرمایه‌گذاری را در تحقیق و توسعه فناوری نانو انجام می‌دهد. در سال ۲۰۰۶ میلادی، موسسه ملی فناوری نانو (National Nanotechnology Initiative-NNI) در آمریکا، حدود ۳/۷ میلیارد دلار در این زمینه سرمایه‌گذاری کرده است. در سال ۲۰۰۶ میلادی از کل پروژه‌های تحقیقاتی مرتبط با فناوری نانو در زمینه غذا و کشاورزی در آمریکا، ۵۵ درصد مربوط به پروژه‌های کاربردی، ۲۸ درصد توسعه‌ای و ۱۷ درصد پایه‌ای بوده‌اند. اتحادیه اروپا و ژاپن بترتیب با ۱/۲ و ۰/۷۵ میلیارد دلار سرمایه‌گذاری، در مقام‌های بعدی قرار دارند [19].



نانواکسیدروی

ویژگی‌ها و روش ساخت نانوذرات اکسیدروی

نانوذرات اکسیدروی، با ساختار هگزاگونال، نانوذراتی از نوع نیمه رسانا و با شکاف نواری بزرگی به اندازه تقریباً $ev3/37$ در دمای اتاق است که در صنعت مصارف عمده‌های دارد. نانوذرات اکسید روی به سبب ویژگی‌های منحصر به فرد اپتیکی، الکتریکی و مکانیکی که در مقایسه با ماده کپه‌ای از خود نشان می‌دهند، توجه محققین زیادی را به خود جلب نموده است. این نانوذرات کاربردهای زیادی در زمینه فعالیت کاتالیزوری، نورتاب، بوزدایی، آنتی باکتریها، مواد آرایشی، حسگرهای گاز، مواد جذب نور ماوراء بنفش، وسایل پیزوالکتریک، فوتو دیودی، سلول‌های خورشیدی، دیودهای نشر نور، لیزرها، رنگ‌ها، روغن جلا و صنایع لاستیک سازی دارند. ذرات اکسید روی فوق کوچک، یک درجه ی بالایی از شفافیت را از خود نشان می‌دهند. بنابراین آن‌ها را در کرم‌های ضد آفتاب، رنگ‌ها، روغن جلا، پلاستیک‌ها و لوازم آرایشی، بویژه برای جلوگیری از عبور امواج ماوراء بنفش به کار می‌برند. ویژگی‌های شیمیائی، میکروساختاری و فیزیکی پودرهای اکسید روی به روش سنتز آن‌ها وابسته است [30].

تأثیر نانواکسیدروی بر روی رشد گیاهان مختلف

آزمایشات انجام شده بر روی گیاه *Lactuca* نشان داد که نانوذرات اکسیدروی در 1000 ppm باعث افزایش حجم و وزن ریشه شد و همچنین در مرحله‌ی جوانی یک افزایشی در نسبت ساقه به ریشه در مقایسه با گیاهان شاهد گزارش شده است [32]. غلظت‌های بالاتر نانوذرات اکسیدروی در 2000 ppm رشد گیاه را کاهش داد و این نتایج مشابه آزمایشات انجام شده بر روی گیاهان تربچه، ذرت، کاهو و خیار بود [20]. تیمار دانه‌های بادام‌زمینی با نانوذرات اکسیدروی در غلظت 1000 ppm جوانه‌زنی، طول ساقه، طول ریشه و شاخص تنومند بودن گیاه را در مقایسه با غلظت‌های مشابه سولفات روی افزایش داد از آن جایی که روی در تولید اکسین نقش دارد افزایش رشد گیاه به دلیل گسترش طول گره‌های داخلی را به افزایش اکسین نسبت داده‌اند [30]. در غلظت‌های 100 mg/l نانواکسیدروی رشد ریشه برنج کاهش یافت و در غلظت‌های 1000 mg/l و 500 با افزایش زمان به طور کامل رشد ریشه متوقف شد [11].

مواد و روش‌ها

موقعیت و مشخصات آب و هوایی محل اجرای آزمایش

این تحقیق در سال زراعی ۱۳۹۴ در یک مزرعه کشاورزی در حومه شهرستان زاهدان واقع در طول جغرافیایی 60° درجه و $54'$ دقیقه شرقی و عرض جغرافیایی 29° درجه و $29'$ دقیقه شمالی و ارتفاع 1344 متر از سطح دریا



اجرا گردید. طبق تقسیم بندی آمبرژه دارای اقلیم گرم و خشک می باشد. متوسط بارندگی سالانه ۷۲ میلی متر و میزان تبخیر سالانه ۴۵۰۰ تا ۵۰۰۰ میلی متر، حداکثر درجه حرارت ۴۲/۵ و حداقل آن ۱۲/۶- درجه سانتی-گراد است.

تهیه و آماده سازی نانوذرات اکسید روی

نانوذرات اکسید روی از شرکت پیشگامان نانو مواد مشهد خریداری شد. برای ساخت غلظت‌های مورد نیاز (۰/۱، ۰/۰۵ و ۰/۰۲۵ درصد) ابتدا ۰/۰۱۶ گرم ماده وزن شد و در ۱۰۰cc آب مقطر دوبار تقطیر حل شدند و سپس در دستگاه اولتراسونیک (100 W, 40 KHz) به مدت نیم ساعت به منظور پراکنده شدن ذرات قرار گرفتند، و بعد از آن درون محلول یک مگنت مغناطیسی انداخته شد و به مدت یک ساعت بر روی دستگاه استیرر قرار داده شد تا مانع آگلومره شدن نانو ذرات شود. برای ساخت غلظت‌های مختلف مقادیر مورد نیاز از این محلول استفاده شد.

آزمایش به صورت فاکتوریل در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی با ۳ تکرار انجام شد. محلول پاشی روی به صورت اکسید روی معمولی در سه سطح (۰/۳، ۰/۶ و ۱/۲ درصد) به عنوان عامل اول و نانو اکسید روی در سه سطح (۰/۱، ۰/۰۵ و ۰/۰۲۵ درصد) به عنوان عامل دوم در نظر گرفته شدند.

نرم‌افزارهای آماری مورد استفاده در آزمایش

تجزیه و تحلیل داده‌ها با استفاده از نرم افزار SAS صورت گرفت. مقایسات میانگین داده‌ها با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح ۵ درصد انجام شد. رسم نمودارها و جداول با استفاده از نرم افزارهای Excel و Word انجام گرفت.

نتایج و بحث

ماکروملکول‌های ضروری برگ ذرت

کلروفیل

اثر سطوح نانو اکسیدروی و اکسیدروی معمولی بر میزان کلروفیل معنی‌دار بود (جدول ۱). همانطور که در جدول مقایسه میانگین‌ها مشاهده می شود بیشترین میزان کلروفیل برابر با ۱/۰۱ میلی گرم بر گرم وزن تازه برگ از تیمار ۰/۶ درصد اکسید روی معمولی بدست آمده است. همچنین بیشترین میزان کلروفیل در تیمار نانو اکسیدروی از سطح ۰/۱ درصد بدست آمد (جدول ۲).



جدول (۱) تجزیه واریانس ماکرومولکول‌های ضروری برگ ذرت تحت تاثیر سطوح نانو اکسید روی و اکسید روی معمولی

منابع تغییرات	درجه آزادی	کلروفیل a	کلروفیل b	کلروفیل کل	کلروفیل a/b	کاروتنوئید
تکرار	2	0.012	0.00339	0.0183	0.128	0.00205
اکسید روی معمولی (A)	2	0.054**	0.03361**	0.1605**	0.234**	0.01321**
نانو اکسید روی (B)	2	0.039**	0.01044**	0.0392**	0.831**	0.00534**
A × B	4	0.001ns	0.00003ns	0.0017ns	0.015ns	0.00072ns
خطا	16	0.001	0.00019	0.0013	0.017	0.00024
ضریب تغییرات (%)	-	5.69	3.94	3.87	7.47	6.07

ns: غیر معنی‌دار

* و **: به ترتیب معنی‌دار در سطوح احتمال پنج و یک درصد

این افزایش در میزان کلروفیل گیاهان تیمار شده با روی را می‌توان به افزایش تغذیه روی نسبت داد، به دلیل این که روی می‌تواند به توسعه رنگیزه‌های فتوسنتزی کمک کند. اما مقادیر زیاد روی در گیاهان مقدار کلروفیل را کاهش می‌دهد. مقادیر بالای روی در برگ‌ها، تولید کلروفیل را احتمالاً به دلیل تداخل با متابولیسم آهن کاهش می‌دهد که دلایل این کاهش طبق نظر محققین عبارتند از: ۱- در مسیر سنتز کلروفیل، روی ممکن است در رقابت با آهن، مکان‌های خاص آنزیمی را اشغال کند. ۲- ممکن است روی بر نسبت Fe^{3+}/Fe^{2+} گیاه اثر گذاشته و مانع از تبدیل Fe^{3+} به Fe^{2+} در ریشه‌ها شود. ۳- روی ممکن است بر توزیع بین سلولی و سلولی و یا قابلیت دسترسی آهن در برگ‌ها اثر بگذارد. همراه با مصرف روی، تولید بیشتر کلروفیل و IAA می‌تواند باعث تأخیر در پیری و فرسودگی گیاه شود و طول دوره فتوسنتز را افزایش دهد که این عمل باعث بهبود تولید کربوهیدرات و انتقال آن برای رشد دانه‌ها و افزایش عملکرد می‌شود. در گیاهی مانند ذرت، کلروز بین رگبرگی و در پی آن لکه‌های سفید رنگ نکروزه در برگ‌های مسن‌تر بوجود می‌آید. این کلروز ممکن است دلیلی بر نیاز گیاه به روی، جهت بیوسنتز کلروفیل باشد. این نتایج مشابه با نتایج میسرا و همکاران می‌باشد [23]. در آزمایشات مختلف نقش روی در تشکیل کلروفیل ثابت شده است، به عنوان مثال افزودن روی باعث افزایش



کلروفیل در چغندر لبویی می‌گردد [2]. همچنین دیده شده است محتوای کلروفیل در گیاهان تلقیح شده با قارچ های میکوریزا (+AM) (*Glomus intraradices*) و (*fungus aided*) بالاتر از گیاهان تلقیح نشده (-AM) بود.

روی در تشکیل کلروفیل و متابولیسم پایه، در فرآیند گرده افشانی، تشکیل اندام‌های زایشی نر و ماده، فرآیند تشکیل دانه نقش دارد [1]. تحقیقات نشان می‌دهد افزایش ارتفاع بوته به واسطه نقش آهن در فتوسنتز است که باعث افزایش ساخت کلروفیل در برگ های جوان و افزایش تنظیم کننده های رشد می‌شود، در نتیجه فتوسنتز افزایش می‌یابد و مواد فتوسنتزی بیشتری به نقاط مختلف گیاه از جمله ساقه ها وارد می‌شود و در نهایت، ارتفاع گیاه افزایش می‌یابد. نتایج این تحقیق با نتایج [3] مطابقت دارد. روی همچنین برای تولید کلروفیل، عملکرد دانه گرده، باروری و جوانه‌زنی [13, 18, 27] و همچنین برای متابولیسم لیپیدها، نوکلئیک‌اسید، متابولیسم RNA، پایداری و همانندسازی DNA و تنظیم بیان ژن ضروری است [8]. افزایش تولید O₂ در گیاهان محروم از روی (Zn) احتمالاً نتیجه‌ای از تجمع بالای الکترون و خروج ملکول‌های کلروفیل می‌باشد [15].

نانوذرات اکسیدروی در غلظت ۱۰۰۰ پی پی ام در بادام‌زمینی بیشترین مقدار کلروفیل ۱/۹۷mg/g/rtwt را در مقایسه با گیاهان شاهد و میکروذرات ZnSO₄ دارا بودند. البته تجمع کلروفیل بالا ممکن است به دلیل مکمل‌های غذایی دیگر مثل Mn، Fe و S باشد [30].

جدول (۲) مقایسه میانگین ماکروملکول‌های ضروری برگ ذرت (Mg.g-1.FW) تحت تاثیر سطوح نانو اکسید روی و اکسید روی معمولی

تیمارهای آزمایشی	کلروفیل a	کلروفیل b	کلروفیل کل	کلروفیل a/b	کاروتنوئید
اکسید روی معمولی					
۰/۳ درصد	0.65 ^a	0.35 ^b	1.0 ^a	1.82 ^a	0.24 ^b
۰/۶ درصد	0.66 ^a	0.41 ^a	1.01 ^b	1.89 ^a	0.29 ^a
۱/۲ درصد	0.52 ^b	0.29 ^c	0.81 ^c	1.58 ^b	0.22 ^c
نانو اکسید روی					
۰/۰۲۵ درصد	0.53 ^b	0.31 ^b	0.90 ^c	1.46 ^c	0.22 ^b
۰/۰۵ درصد	0.63 ^b	0.36 ^a	0.95 ^b	1.77 ^b	0.26 ^a



۰/۱ درصد 0.66^a 0.37^a 1.03^a 2.07^a 0.27^a

در هر ستون میانگین‌هایی که دارای حروف مشترک هستند، بر اساس آزمون چند دامنه ای دانکن در سطح احتمال پنج درصد تفاوت معنی‌داری ندارند

کاروتنوئید

اثر سطوح نانوآکسیدروی و اکسیدروی معمولی بر میزان کاروتنوئید معنی‌دار بود (جدول ۱). همانطور که مشاهده می‌شود بیشترین میزان کاروتنوئید برابر با ۰/۲۹ میلی گرم بر گرم وزن تازه برگ از تیمار ۰/۶ درصد اکسید روی معمولی بدست آمده است. همچنین بیشترین میزان کاروتنوئید در تیمار نانوآکسیدروی از سطح ۰/۱ درصد بدست آمد (جدول ۲). گزارش شده که کاهش رنگیزه‌های فتوسنتزی و توسعه علائمی مثل کلروز و نکروز تحت شرایط کمبود روی احتمالاً به دلیل افزایش تولید ROS هاست [13, 22].

منابع

۱. امامی، ع. ۱۳۸۴. بررسی اثر جذب برگی عناصر ماکرو و میکرو بر رشد و عملکرد گیاه سیب زمینی. پایان نامه کارشناسی ارشد زراعت، دانشکده کشاورزی دانشگاه آزاد اسلامی واحد خوراسگان، ۶۶ صفحه.
۲. بهتاش، ف.، طباطبایی، س.ج.، ملکوتی، م.ج.، سرور الدین، م.ح.، اوستان، ش. ۱۳۸۹. اثر روی و کادمیم بر رشد، مقدار کلروفیل، فتوسنتز و غلظت کادمیم در چغندر لبویی. مجله پژوهش‌های خاک (علوم خاک و آب)، ۲۴(۱).
۳. رحیمی، م.، مظاهری، د. ۱۳۸۷. واکنش مورفولوژیکی و عملکرد ذرت نسبت به ترکیبات شیمیایی آهن و مس، پژوهش و سازندگی. ۷۸: ۹۶-۱۰۰.
۴. صالحی، م.، تمسکنی، ف. ۱۳۸۷. تاثیر نانوسید در تیمار بذری بر جوانه زنی و رشد گیاهچه گندم تحت تنش شوری خلاصه مقالات اولین همایش ملی علوم و تکنولوژی بذر ایران، ۳۵۸ صفحه.

5. Aladjadjiyan, A. 2007. The use of physical methods for plant growing stimulation in Bulgaria, Journal of Central European Agriculture, 8:369-380.
6. Alams, M. 2004. Nutrient uptake by plants under stress conditions. In: Handbook of plant and crop stress (Pessaraki M., ed). NY, Marcel Dekker Publisher.
7. Andreta, E. 2003. Nanosciences and nanotechnologies: what future for research. Future conference and Expo, Chiba – shi, Chiba, Tokyo. Pp. 24.
8. Aziz, E. E., El – Din, A. A. and Omar, E. A. 2010. Influence of zinc and iron on lant growth and chemical constituents of cymbopogon citratus l. grown in newly reclaimed land. International Journal of academic research 2(4): 278-283.



9. Baybordi, A. 2006. Zinc in soils and crop nutrition. Parivar Press. First Edition. 179p. [In Persian].
10. Boonyanitipong, P., Kositsup, B., Kumar, P., Baruah, S. and Dutta, J. (2011) Toxicity of Zn O and TiO₂ Nanoparticles on germinating rice seed (*Oryza satrive* L) International Journal of Bioscience, Biochemistry and Bioinformatics 1(4): 172-76.
11. Broadly, M. R., White, P. J., Hammond, P. J., Zelko, I. and Lux, A. (2006) Zinc in plants. Journal compilation New Phytologist 173: 677-702.
12. Cakmak, I. 2008. Enrichment of cereal grains with zinc: Agronomic or genetic biofortification. Plant and Soil 302: 1-17.
13. Cakmak, L. 2004. Activity of ascorbate – dependent H₂O₂ scavenging enztnes and leaf chlorosis are inhancede in magnesium – and potassium – deficient leaves, bot not in phosphorus – deficient leaves. Journal of experimental Botanty 45: 1259-1266.
14. Faqenabi F., Tajbakhsh M., Bernooshi I., Saber-Rezaii M., Tahri F., Parvizi S., Izadkhah M., Hasanzadeh Gorttapeh A., and Sedqi H. 2009. The effect of magnetic field on growth, development and yield of safflower and its comparison with other treatments, Research Journal of Biological Science, 4:174-178.
15. Grossman, A., Takahashi, H. 2001. Macronutrient utilization by photosynthetic eukaryotes and the fabric of intractions. Annu. Rev. plant physiol. Plant Molecular Biology 52: 163-210.
16. Hasegawa, R.H., Fonseca, H., Fancelli, A.L., Dasilva, V.N., Schammass. E.A., Reis, T.A., Correa, B., 2008. Influence of macro-and micro nutrient fertilization on fungal contamination and fumonisin production in corn grains. Food Control. 19, 36-43.
17. Isla, R., and Aragues, R. 2010. Yield and plant ion concentrations in maize (*Zea mays* L.) subject to diurnal and nocturnal saline sprinkler irrigations. Field Crops Res. 116: 175–183.
18. Kaya, C., and Higgs, D. 2002. Response if tomato (*Lycopersicon esculentum* L) culture at low zinc. Scientific Horticulture 93: 53-64.
19. Kinnersley, R.P., and Scott, L.K. 2001. Aerial contamination of fruit through wet deposition and particulate dry deposition. J. Environ. Radioact. 52: 191- 213.
20. Lin, D. and Xing, B. 2007. Phytotoxicity of nanoparticles: Inhibition of seed germination and root growth. Environmental Pollution 150: 243-250.
21. Ma, X., Geiser-Lee, J., Deng, Y. and Kolmakov, A (2010) Interactions between engineered nanoparticles (ENPs) and plants: Phytotoxicity, uptake and accumulation. Science of the Total Environment 408: 3053-3061.
22. Marschner, H. and Cakmak, I. 2002. Mineral nutrition of higher plants. Second edition, Academic Press, Harcourt Brace and Company Publishers. London, England 110-115.
23. Misra, A., Srivastava, A.K., Srivastava, N.K. and Khan, A. 2005. Zn acquisitionand its role in growth, photosynthesis, photosynthetic pigments and biochemical changes in essential monoterpene oils of *Pelargonium graveolens*. Photosynthetica 43: 153-155.
24. Monica, R. C. and Cremonini, R. 2009. Nanoparticles and higher plants. Caryologia, 62, 161-165.



25. Naderi, M. R., Abedi, A. 2012. Application of nanotechnology in agriculture and refinement of environmental pollutants. J. Nanotech. 11(1), 18-26. [In Persian with English Summary].
26. Pandey, A.C., Sanjay, S.S. and Yadav, R.S. 2010. Application of znO nanoparticles in influencing the growth rate of Cicer arietinum. Journal of Experimental Nanoscience (6): 488-497.
27. Pandey, N., Pathak, G. C. and Sharma, C.P. 2006. Zinc is critically required for pollen function and fertilization in lentil. Journal of Trace Elements in Medicine and Biology 20: 89-96.
28. Parida A.K., A.B. Das and P. Mohanty. 2004. Defense potentials to NaCl in a mangrove, Bruguiera parviflora: differential changes of isoforms of some antioxidative enzymes. Journal of Plant Physiology, 161: 531-542.
29. Peyvandi, M., Parande, H. and Mirza, M. 2011. Comparison of nano Fe chelate with Fe chelate effect on growth parameters and antioxidant enzymes activity of *Ocimum Basilicum*. New Cell Mol Biotech, 4, 89-99. (In Farsi).
30. Prasad, T. N. V. K. V., Sudhakar, P., Sreenivasulu, Y., Latha, P., Munaswamy, V., Raja Reddy, K., Sreeprasad, T. S., Sajanlal, P. R. and Pradeep, T. 2012. Effect of nanoscales Zinc Oxide on the germination, growth and yield of peanut. Journal of Plant Nutrition, 35, 905-927.
31. Rico, C.M., Majumdar, S., Duarte-Gardea M., Peralta-Videa, J.R., and Gardea-Torresdey, J.L. 2011. Interaction of Nanoparticles with Edible Plants and Their Possible Implications in the Food Chain. J. Agri. Food. Chem. 59: 3485-3498.
32. Shah, V. and Belozeroval, I. 2009. Influence of metal nanoparticles on the soil microbial community and germination of lettuce seeds. Water, Air and Soil Pollution 97: 143-148.
33. Yang, F., Hong, F. S., You, W. J., Liu, C., Gao, F. Q., Wu, C. and Yang, P. 2006. Influences of nanoanatase TiO₂ on the nitrogen metabolism of growing spinach. Biological Trace Element Research, 110, 179-190.
34. Zhu, H., Han, J., Xiao, J. Q. and Jin, Y. 2008. Uptake, translocation and accumulation of manufactured iron oxide nanoparticles by pumpkin plants. Journal of Environmental Monitoring, 10, 713-717.



بررسی ترکیبات اسانس‌های روغنی در گیاه *Silene aucheriana* Boiss. در استان همدان

مهتاب عسگری تعمتیان^{۱*}، مهدی حیدریان^۲

۱- استادیار گروه زیست‌شناسی، دانشکده علوم، دانشگاه پیام نور، تهران، ایران. mahtabgari5@pnu.ac.ir

۲- دکترای تخصصی سیستماتیک گیاهی، گروه زیست‌شناسی، دانشکده علوم، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات تهران

چکیده

اسانس‌ها دارای خواص زیستی گوناگون برای انسان و سایر جانداران می‌باشند. از جمله آنها دارای خواص ضد میکروبی، ضد قارچی و آنتی‌اکسیدانی هستند. اسانس‌ها در گونه‌های گیاهی متفاوتی تولید می‌شوند. گیاه *Silene aucheriana* به دلیل ترکیبات ارزشمند اسانس آن دارای اهمیت می‌باشد. به همین جهت هدف از این تحقیق بررسی ترکیبات اسانس این گیاه در زیستگاه‌های مختلف استان همدان می‌باشد. به منظور بررسی تنوع ترکیبات اسانس در افراد گونه *Silene aucheriana* در استان همدان ابتدا به روش تقطیر با آب Hydrodistillation و با استفاده از دستگاه Clevenger عمل استخراج اسانس انجام گرفت، سپس جدا سازی و شناسایی ترکیبات اسانس توسط دستگاه (GC-MS) انجام شد. نتایج نشان داد برخی از این ترکیبات نظیر ۱،۸- Camphor؛ Brorneol؛ Cineol به عنوان ترکیبات اصلی اسانس بودند و ترکیبات دیگر با مقادیر کمتر وجود داشتند. مشخص شد افراد مختلف این گونه تحت شرایط اکولوژیک متفاوت دارای تنوع درون گونه ای می‌باشند. که از آنها به عنوان کموتیپ‌های این گونه می‌توان نام برد.

واژه‌های کلیدی: ترکیبات اسانس، *Silene aucheriana*، استان همدان.



سومین کنفرانس ملی یافته‌های نوین زیست‌شناسی

3rd National Conference On New Biological Findings

۳ الی ۵ خرداد ۱۴۰۲



Investigating the composition of essential oil in *Silene aucheriana* Boiss. In Hamadan province

Mahtab Asgari Nematian*, Mehdi Heidarian

Assistant Prof., Department of Biology, Payame Noor University, Tehran, Iran.

Ph. D. of Plant systematic, Department of Biology, Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran.

Abstract

Essential oils have different biological effects for humans and other living organisms. They have anti-bacterial, anti- fungi and anti-oxidant. Essential oils produce by different plants. *Silene aucheriana* for having important essential oils has medicinal and economic importance. The aim if this investigation is the study of Essential oils of *Silene aucheriana* in Hamadan province. The extraction carried out with Hydrodistillation method with Clevenger system, and then components isolation and determination have done by (GC-MS). The results showed some components such as: Brorneol, 1,8- Cineol, Camphor are as main components and other components are in lower amount. The different individuals of this species in different ecological conditions have intraspecific diversity. That are named chemo types of this species.

Key words: Essential oil, *Silene aucheriana*, Hamadan province.



مقدمه

گیاهان دارویی منبع مهمی از مواد شیمیایی جدید، با اثرات درمانی بسیار قوی می‌باشند [1]. این گیاهان پهنای وسیعی از فراورده‌های طبیعی را تامین می‌کنند که به موجب آن‌ها دارای خصلت قوی ضد باکتریایی و ضد میکروبی نیز می‌باشند [8]. میخکیان یا قرنفلیان (Caryophyllaceae) تیره‌ای از گیاهان دولپه‌ای (dicotyledon) از راسته میخک‌سانان (Caryophyllales) است. میخک‌ها خانواده بزرگی با ۸۸ سرده (جنس) و حدود ۲۰۰۰ گونه است. گیاهان این تیره، درختانی کوچک یا درختچه‌ای یا علفی، غیرآبدار یا آبدار؛ یکساله یا دوساله یا چندساله؛ شورپسند؛ برگ‌ها متقابل یا با آرایش مارپیچی یا متناوب؛ دارای دم‌برگ یا نیمه دم‌برگ دار یا بدون دم‌برگ؛ ساده؛ غیرزبان‌ه‌ای. پهنک برگ یکپارچه. برگ‌ها گوشوارک دار یا بی گوشوارک، که در سراسر جهان یافت می‌شود. بسیاری از گونه‌های میخک‌ها گل‌های تزئینی بشمار می‌آیند ولی بسیاری نیز به عنوان علف هرز می‌رویند.

گونه *Silene aucheriana* گیاهی چند ساله اغلب بوته‌ای؛ دارای ساقه عقیم و گلدار متعدد؛ ساقه گلدار به طول ۱۵-۴۰ سانتیمتر؛ ساده یا در انتها منشعب؛ سبز مات یا مایل به زرد؛ برگ‌ها سر نیزه‌ای؛ خطی تقزبیا بدون دم‌برگ؛ کاسه غده‌ای و کرکدار است [6,7]. مطالعات متنوعی در زمینه گونه *Silene aucheriana* در زمینه‌های مختلف انجام شده است. اما با توجه به گسترش این گونه در استان همدان در زیستگاه‌های مختلف تحت شرایط اکولوژیک متفاوت، هدف از این تحقیق بررسی تنوع درون گونه‌ای در افراد این گونه در استان همدان می‌باشد [2,3]. که این تحقیق با مطالعه ترکیبات اسانس افراد این گونه انجام گرفت.

مواد و روش‌ها:

روش استفاده شده برای استخراج اسانس روش تقطیر با آب Hydrodistillation و با استفاده از دستگاه Clevenger انجام گرفت. در این روش گیاه بطور مستقیم در داخل آب حرارت داده می‌شود. بخارهای حاصل پس از عبور از لوله‌های سردکننده مایع شده و در قسمت گیرنده جمع‌آوری می‌شوند. دستگاهی که ما از آن استفاده کردیم، دستگاه تقطیر با آب نوع کلونجر و تماماً شیشه‌ای است. اندام‌های هوایی خشک شده گیاه مورد نظر در مرحله گلدھی برای اسانس‌گیری بکار برده شد. علاوه بر ثبت وزن گیاه بکار رفته، اسانس بدست آمده پس از خشک کردن توزین شده و بازده اسانس بر حسب درصد وزنی بدست می‌آید. اسانس بدست آمده، جهت تزریق به دستگاه گاز کروماتوگرافی در یخچال نگهداری می‌شود. در مرحله جدا سازی و شناسایی ترکیبات تشکیل دهنده اسانس توسط دستگاه (GC، GC-MS) پس از آماده سازی اسانس و تزریق آن به دستگاه GC



شرایط مناسب برای بهترین جدا سازی بدست آمد. سپس با استفاده از روش کوپل شده کروماتوگرافی گازی یا طیف سنج جرمی (GC-MS) ترکیبات اسانس مورد شناسایی کمی و کیفی قرار گرفت [4,5].

نتایج و بحث

بازده اسانس گونه *Silene aucheriana* متعلق به هشت زیستگاه مختلف (جدول ۱) در مرحله گلدهی کامل بررسی گردید.

جدول ۱: زیستگاه های جمع آوری گیاه *Silene aucheriana* در استان همدان

	Name of species	Herbarium vouchers	Locations	Collector
1	<i>Silene aucheriana</i>	23058	Hamedan, Ganj Nameh, above the waterfall, western slope	Asgari
2	<i>Silene aucheriana</i>	23065	Hamedan, Khangormaz protected area, western slope	Asgari
3	<i>Silene aucheriana</i>	23068	Hamedan, Malayer	Asgari
4	<i>Silene aucheriana</i>	23060	Hamedan, Ganjnameh, above the waterfall, north slope	Asgari
5	<i>Silene aucheriana</i>	23061	Hamedan, Hamedan to Asadabad road km 40 ,western slope	Asgari
6	<i>Silene aucheriana</i>	23063	Hamedan, Asadabad, Rasulabad Village, Almagholagh mountain, northwest slope	Asgari
7	<i>Silene aucheriana</i>	23066	Hamedan, Kabudarahang	Asgari
8	<i>Silene aucheriana</i>	23064	Hamedan, Asadabad, Rasulabad Village , Almagholagh mountain , western slope	Asgari

در مجموع از ۸ اسانس نماینده گروه‌های فلورستیکی مختلف مربوط به گونه *Silene aucheriana* ، ۲۷ ترکیب در اسانس این گونه در مرحله گلدهی شناسایی شد. از میان ترکیبات تشکیل دهنده اسانس این گونه متعلق به زیستگاه های مختلف، ۳ ترکیب شامل Cineol-1-8, Pinen, Camphor در همه اسانس ها حضور داشتند و همچنین از بین ۲۷ ترکیب شناسایی شده ۸ ترکیب نسبت به سایر ترکیبات از اهمیت بیشتری برخوردار بودند و ترکیبات اصلی اسانس را تشکیل می دادند که *p-Cymene, 1-8 Cineole, Camphor, Borneol, cis-Chrysanthenyl acetate, Bornyl acetate, Davanone, Davanol acetate* می باشند که در اسانس های مختلف به شرح زیرند:

- S1) 1,8- Cineol (41.5%), Camphor (9.9%)
S2) 1,8- Cineol (48.3%), Camphor (23.2%)
S3) Camphor (38.3%), 1,8- Cineol (16.3%), Davanol acetate (9.3%)
S4) 1,8- Cineol (55.2%), Camphor (23.6%)
S5) 1,8- Cineol (34.4%), Camphor (16.5%), Bornyl acetate (7.9%), Davanone (7.3%)
S6) Borneol (36.5%), cis-Chrysanthenyl acetate(19.9%), 1,8- Cineol (14.2%)
S7) Borneol (28.2%), 1,8- Cineol (26.2%), Bornyl acetate(20.1%), Camphor (10.8%)
S8) Camphor (30.4%), 1,8- Cineol (23.7%), *p*-Cymene (16.5%), Bornyl acetate(11.8%), Davanone (7.7%)

با توجه به بررسی‌های فوق و با دقت بیشتر در ترکیبات اصلی اسانس گونه *Silene aucheriana* در می‌یابیم که ۳ ترکیب ۱،۸- Cineol؛ Borneol؛ Camphor در همه اسانس‌های فوق‌الذکر با لاترین درصد اسانس را به خود اختصاص داده‌اند.

منابع:

- [1] آزاد بخت، م، ۱۳۷۸. رده بندی گیاهان دارویی.
- [2] عطری، م، ۱۳۷۶. فیتوسوسیولوژی، انتشارات موسسه تحقیقات جنگلها و مراتع، تهران.
- [3] فخر طباطبایی، م، ۱۳۸۴. بررسی جمعیت‌های گندم وحشی (*Triticum boeoticum* Boiss) در ایران با ملاحظه برخی ویژگیهای فیتوشیمیایی و اکوفیزیولوژی آن. رساله دکتری دانشکده علوم، دانشگاه تهران.
- [4] Adams R. P. (2007). Identification of essential oil components by gas chromatography/mass spectrometry, 4th Ed. Allured Publishing Co. Carol Stream, Illinois, USA.
- [5] Azadi B. and F Ahmadi. (2014). Chemical composition of the volatile oil from *Silene avromana* Boiss. & Hausskn. Analele Științifice ale Universității „Al. I. Cuza” Iași. s. II a. Biologie vegetală, 60 (1), 95–98.
- [6] Bittrich V. (1993). Caryophyllaceae. In. Kubitzki, J. (ed.), The families and genera of vascular plants 2, 206-236.

سومین کنفرانس ملی یافته‌های نوین زیست‌شناسی

3rd National Conference On New Biological Findings

۳ الی ۵ خرداد ۱۴۰۲



دانشگاه گیلان و بوستان



سومین کنفرانس ملی
یافته‌های نوین زیست‌شناسی

ISC

کد اختصاصی:
۰۲۲۳۰-۵۲۶۳۲

[7] Berlin, Chowdhuri P.K. (1957): Studies in the genus *Silene*. Notes from Royal. Bot. Garden. Edinburgh 22, 221- 278.

[8] Casiglia S, Bruno M, Senatore F. (2014). Volatile constituents of *Dianthus rupicola* Biv. from Sicily: activity against microorganisms affecting cellulosic objects. Nat Prod Res. 28,1739–1746. doi:10.1080/147 86419.2014.945087.



The Use of *Spirulina platensis* as Organic Agricultural Fertilizer

Saeideh Arbabi¹ and Javad Karimi^{1,2*}

¹Department of Biology, School of Science, Shiraz University, Shiraz, 71454, Iran

²Centre for Environmental Studies and Emerging Pollutants (ZISTANO), Shiraz University, Shiraz, 714545, Iran

*Corresponding author: javadkarimi@shirazu.ac.ir

Abstract

Spirulina platensis is a blue-green alga that has been used for various purposes such as human and animal nutrition, wastewater treatment, and biofuel production. In recent years, there has been an increasing interest in using *S. platensis* as an organic agricultural fertilizer due to its high content of essential nutrients, growth-promoting substances, and beneficial microorganisms. This review summarizes the current knowledge on the use of *S. platensis* as an organic agricultural fertilizer, including its effects on plant growth, soil properties, and crop yield. The paper also discusses the potential benefits and limitations of using *S. platensis* as a fertilizer, as well as future research directions.

Key words: *Algae, Spirulina platensis, Organic, Agricultural Fertilizer.*

1- Introduction

The use of synthetic fertilizers in agriculture has been associated with various environmental problems such as soil degradation, water pollution, and greenhouse gas emissions [1]. Therefore, there is a growing interest in developing sustainable and organic fertilizers that can promote plant growth and improve soil health without causing harm to the environment [2]. Algae-based fertilizers are environmentally friendly [3]. Unlike conventional fertilizers that can contribute to air pollution, algae-based fertilizers are a natural, renewable resource that can help reduce greenhouse gas emissions and prevent nutrient runoff into waterways [4]. *Spirulina platensis* is one of the promising candidates for organic agricultural fertilizers due to its high nutrient content, growth-promoting substances, and beneficial microorganisms [5]. *S. platensis* is a blue-green alga that grows naturally in alkaline and brackish water. It has been used for various purposes such as human and animal nutrition, wastewater treatment, and biofuel production [6]. In recent years, several studies have reported the potential use of *S. platensis* as an organic agricultural fertilizer [6]. This review paper aims to summarize the current knowledge on the use of *S. platensis* as a fertilizer and its potential benefits and limitations.

2- Chemical composition of *S. platensis*

S. platensis is rich in essential nutrients such as nitrogen, phosphorus, potassium, calcium, magnesium, iron, and trace elements such as zinc, copper, and manganese [7]. It also contains several growth-promoting substances such as cytokinins, gibberellins, and auxins. Moreover, *S. platensis* contains several beneficial microorganisms such as nitrogen-fixing bacteria, phosphate-solubilizing bacteria, and plant growth-promoting rhizobacteria [8]. These microorganisms can enhance soil fertility and promote plant growth by fixing atmospheric nitrogen, solubilizing phosphate, and producing growth-promoting substances [9].

3- Effects of *S. platensis* on plant growth

S. platensis supplementation increased the growth and yield of tomato plants contains a variety of nutrients that are essential for plant growth, including nitrogen, phosphorus, potassium, calcium, magnesium, and iron [9]. These nutrients are important for the development of healthy roots, leaves, and flowers. In addition, *S. platensis* supplementation increased the growth and yield of tomato plants also contains vitamins and trace minerals that may contribute to plant growth [10]. Studies have shown that *S. platensis* can improve plant growth and yield. For example, a study conducted by researchers in India found that *Spirulina* supplementation increased the growth and yield of tomato plants supplementation increased the growth and yield of tomato plants [11]. The researchers attributed this effect to the presence of cytokinins; a class of plant growth hormones, in *S. platensis* supplementation increased the growth and yield of tomato plants [12]. The researchers found that *S. platensis* supplementation increased the growth and yield of corn plants, as well as the nutrient content of the corn grains [13]. The researchers suggested that *S. platensis* may be a useful supplement for improving the productivity and nutritional quality of corn crops. Furthermore, *S. platensis* has been shown to have a positive effect on soil health. *S. platensis* contains enzymes that break down organic matter in the soil, making nutrients more available to plants [14]. In addition, *S. platensis* can help to reduce soil erosion and improve soil structure, which can lead to healthier plants and better yields [15].

4- Effects of *S. platensis* on improvement soil properties

The improvement in soil properties can enhance soil fertility, nutrient availability, and water-holding capacity, which can ultimately promote plant growth and yield [16]. Studies have shown that *S. platensis* can improve soil fertility by increasing the availability of nutrients for plant uptake [11]. *S. platensis* is rich in nitrogen, which is essential for plant growth, and it can be easily absorbed by plants. *S. platensis* can also increase the levels of phosphorus and potassium in the soil, which are essential for root growth and fruit development [17]. Additionally, *S.*



platensis can help to increase soil microbial activity, which can improve soil structure and water-holding capacity [18].

5- Potential Benefits and Limitations of Using *S. platensis* as a Fertilizer

The use of *S. platensis* as a fertilizer offers several potential benefits such as the enhancement of plant growth and yield, improvement of soil properties, and reduction of environmental pollution [19, 20]. Moreover, *S. platensis* is a sustainable and renewable source of organic fertilizer that can be produced using low-cost and eco-friendly methods [21]. However, there are also some limitations associated with the use of *S. platensis* as a fertilizer. For example, the high production cost of *S. platensis* and the limited availability of the alga in some regions can hinder its widespread use as a fertilizer. Moreover, the application of *S. platensis* in excessive amounts can cause nutrient imbalances, which can have negative effects on plant growth and yield [22-24].

6- Future Research

Despite the promising results of using *S. platensis* as a fertilizer, there is still a need for more research to fully understand its potential benefits and limitations [25]. Future research directions could include the optimization of production methods to reduce the cost of *S. platensis* production, the development of effective application methods to maximize its benefits on plant growth and soil health, and the evaluation of its long-term effects on soil properties and crop yield. Moreover, more studies are needed to investigate the potential use of *S. platensis* in different agricultural systems and crop species.

7- Conclusion

In conclusion, the use of *S. platensis* as an organic agricultural fertilizer offers several potential benefits such as the enhancement of plant growth and yield, improvement of soil properties, and reduction of environmental pollution [20]. However, there are also some limitations associated with its use, such as the high production cost and limited availability in some regions. Therefore, more research is needed to fully understand its potential benefits and limitations, optimize its production methods, and develop effective application methods to maximize its benefits on plant growth and soil health. Overall, *S. platensis* has great potential as a sustainable and eco-friendly fertilizer that can contribute to the development of a more sustainable agriculture system [26].

References

1. Savci, S., *An agricultural pollutant: chemical fertilizer*. International Journal of Environmental Science and Development, 2012. 3(1): p. 73.



2. Khatoon, Z., et al., *Unlocking the potential of plant growth-promoting rhizobacteria on soil health and the sustainability of agricultural systems*. Journal of Environmental Management, 2020. **273**: p. 111118.
3. Das, P., et al., *Potential applications of algae-based bio-fertilizer*. Biofertilizers for sustainable agriculture and environment, 2019: p. 41-65.
4. Mobin, S.M., F. Alam, and H. Chowdhury. *Environmental impact of algae-based biofuel production: A review*. in *AIP Conference Proceedings*. 2022. AIP Publishing LLC.
5. Chakroun, I., et al., *In Vitro Characterization of Limosilactobacillus reuteri Lac Ib01 (OL468126. 1) Isolated from Traditional Sheep Dry Sausage and Evaluation of the Activity of Arthrospira platensis or Phycocyanin on Its Growth-Promoting Ability*. Fermentation, 2023. **9**(3): p. 248.
6. Saranraj, P. and S. Sivasakthi, *Spirulina platensis—food for future: a review*. Asian Journal of Pharmaceutical Science and Technology, 2014. **4**(1): p. 26-33.
7. KHANSOLE, G.S. and B.D. GACHANDE, *Physiochemical Analysis of Aqueous Extract from Arthrospira platensis*.
8. Gerles, L. and A.Y. Elsadany, *Maximizing growth and productivity of onion (Allium cepa L.) by Spirulina platensis extract and nitrogen-fixing endophyte Pseudomonas stutzeri*. Archives of Microbiology, 2021. **203**(1): p. 169-181.
9. Kaur, H., J. Kaur, and R. Gera, *Plant growth promoting rhizobacteria: a boon to agriculture*. Int J Cell Sci Biotechnol, 2016. **5**: p. 17-22.
10. Khan, Z., P. Bhadouria, and P. Bisen, *Nutritional and therapeutic potential of Spirulina*. Current pharmaceutical biotechnology, 2005. **6**(5): p. 373-379.
11. Anitha, L., G. Sai Bramari, and P. Kalpana, *Effect of supplementation of Spirulina platensis to enhance the zinc status in plants of Amaranthus gangeticus, Phaseolus aureus and tomato*. Advances in Bioscience and Biotechnology, 2016. **7**(06): p. 289-299.
12. González-Pérez, B.K., et al., *Microalgae as biostimulants: A new approach in agriculture*. World Journal of Microbiology and Biotechnology, 2022. **38**(1): p. 4.
13. Dineshkumar, R., et al., *The impact of using microalgae as biofertilizer in maize (Zea mays L.)*. Waste and Biomass Valorization, 2019. **10**: p. 1101-1110.
14. Ammar, E.E., et al., *Algae as Bio-fertilizers: Between current situation and future prospective*. Saudi Journal of Biological Sciences, 2022.
15. Alghamdi, S.A., et al., *Spirulina platensis-Inoculated Humified Compost Boosts Rhizosphere Soil Hydro-Physico-Chemical Properties and Atriplex nummularia Forage Yield and Quality in an Arid Saline Calcareous Soil*. Journal of Soil Science and Plant Nutrition, 2023: p. 1-22.
16. Murtaza, G., et al., *Biochar induced modifications in soil properties and its impacts on crop growth and production*. Journal of plant nutrition, 2021. **44**(11): p. 1677-1691.
17. Braun, J.C. and L.M. Colla, *Use of Microalgae for the Development of Biofertilizers and Biostimulants*. BioEnergy Research, 2022: p. 1-22.
18. Al-Mashaikhi, T.Y., A.S. Al-Obaidi, and A.M. Al-Rubeii, *Effect of Adding on Physiochemical Spirulina platensis Properties of Frozen Ground Beef*.
19. Singh, J.S., et al., *Cyanobacteria: a precious bio-resource in agriculture, ecosystem, and environmental sustainability*. Frontiers in microbiology, 2016. **7**: p. 529.



20. Wuang, S.C., et al., *Use of Spirulina biomass produced from treatment of aquaculture wastewater as agricultural fertilizers*. Algal research, 2016. **15**: p. 59-64.
21. Ravindran, B., et al., *Microalgae potential and multiple roles—current progress and future prospects—an overview*. Sustainability, 2016. **8**(12): p. 1215.
22. Bayona-Morcillo, P., et al., *Effect of the foliar application of cyanobacterial hydrolysate (Arthrospira platensis) on the growth of Petunia x hybrida under salinity conditions*. Journal of Applied Phycology, 2020. **32**(6): p. 4003-4011.
23. Seleem, E., *Physiological effects of Spirulina platensis in salt stressed Vicia faba L. plants*. Egyptian Journal of Botany, 2019. **59**(1): p. 185-194.
24. Zou, Y., et al., *Emerging technologies of algae-based wastewater remediation for bio-fertilizer production: a promising pathway to sustainable agriculture*. Journal of Chemical Technology & Biotechnology, 2021. **96**(3): p. 551-563.
25. Holanda, M., et al., *Treatment of effluents from marine shrimp culture with biofloc technology: Production of Arthrospira (Spirulina) platensis (cyanobacteria) and nutrient removal*. Journal of the World Aquaculture Society, 2022. **53**(3): p. 669-680.
26. Baweja, P., S. Kumar, and G. Kumar, *Organic fertilizer from algae: a novel approach towards sustainable agriculture*. Biofertilizers for sustainable agriculture and environment, 2019: p. 353-370.



Allelopathic compounds of microalgae as a safe source for bio-herbicide application

Zeynab Jehooni Nezhad¹ and Javad Karimi^{1,2*}

¹Department of Biology, School of Science, Shiraz University, Shiraz, 71454, Iran

²Centre for Environmental Studies and Emerging Pollutants (ZISTANO), Shiraz University, Shiraz, 714545, Iran

*Corresponding author: javadkarimi@shirazu.ac.ir

Abstract

Microalgae are photosynthetic organisms that have been used for a variety of applications, including food, biofuels, and wastewater treatment. Recently, there has been increasing interest in microalgae allelopathy, which is the phenomenon of microalgae releasing chemicals that inhibit the growth of other organisms. In this review, we discuss the potential of microalgae allelopathy as a sustainable source for bio-herbicidal compounds and its application in biocontrol research. We begin with an overview of allelopathy and allelochemicals, and then discuss the various allelochemicals that have been identified from microalgae. We also review the potential applications of microalgae allelochemicals in weed control, including the use of allelopathic microalgae as a cover crop and as a natural alternative to synthetic herbicides. Finally, we discuss the potential for microalgae allelopathy in biocontrol research and the challenges that need to be addressed in order to fully exploit the potential of microalgae allelopathy for sustainable agriculture.

Key words: Allelopathic Compounds, Microalgae, Safe, Bio-herbicide Application.

1- Introduction

In recent years, there has been growing interest in sustainable agriculture and the development of natural alternatives to synthetic herbicides [1]. Synthetic herbicides are effective in controlling weeds, but they can also have negative impacts on the environment and human health [2, 3]. One promising area of research for developing natural herbicides is allelopathy, the phenomenon of one plant species releasing chemicals that inhibit the growth of another plant species [4]. Allelopathy has been studied extensively in terrestrial plants, but it is also present in aquatic



plants, including microalgae [5]. Microalgae are a diverse group of photosynthetic organisms that are found in both freshwater and marine environments [6]. They are known to produce a wide variety of secondary metabolites, including allelochemicals that can inhibit the growth of other organisms [7]. Microalgae are an attractive source of bio-herbicidal compounds because they are abundant, easy to cultivate, and can be harvested year-round [8].

2- Allelopathy and allelochemicals

Allelopathy is a complex phenomenon that involves the release of allelochemicals, which are secondary metabolites that can have either stimulatory or inhibitory effects on other organisms [9]. Allelochemicals can be produced by all types of plants, including microalgae, and can be classified into several chemical classes, including phenolics, terpenoids, alkaloids, and fatty acids [10]. Phenolics are a class of allelochemicals that are widely distributed in the plant kingdom and are known to have inhibitory effects on the growth of other plants [11]. Terpenoids are another class of allelochemicals that are found in many plant species and can have both stimulatory and inhibitory effects on other plants [12]. Alkaloids are a diverse group of nitrogen-containing compounds that are known to have a variety of biological activities, including herbicidal activity [13]. Fatty acids are a class of allelochemicals that have been identified in microalgae and are known to inhibit the growth of other microalgae and aquatic plants [10, 14].

3- Microalgae allelochemicals

Microalgae are known to produce a wide variety of secondary metabolites, including allelochemicals that can have herbicidal activity [14]. Figure 1 show an overview of positive and negative allelochemical aspects of microalgae [8]. Some of the most common allelochemicals produced by microalgae include fatty acids, pigments, and carbohydrates [15]. Fatty acids are a major component of microalgae lipids and have been shown to have herbicidal activity against a variety of weed species [14]. Several studies have demonstrated the potential of fatty acids from microalgae as a natural alternative to synthetic herbicides [10, 16]. Pigments are also known to possess allelopathic properties. Chlorophylls, carotenoids, and phycobilins are pigments found in microalgae that have been shown to inhibit the growth of other microorganisms, including weeds [17]. These pigments can interfere with photosynthesis, disrupt cell membranes, and induce oxidative stress in target organisms [18]. Carbohydrates, such as polysaccharides and oligosaccharides, are another group of allelochemicals produced by microalgae [19]. These carbohydrates have been found to inhibit seed germination and root elongation in various plant species [20]. They can also alter the soil microbial community, which further affects weed growth [21].

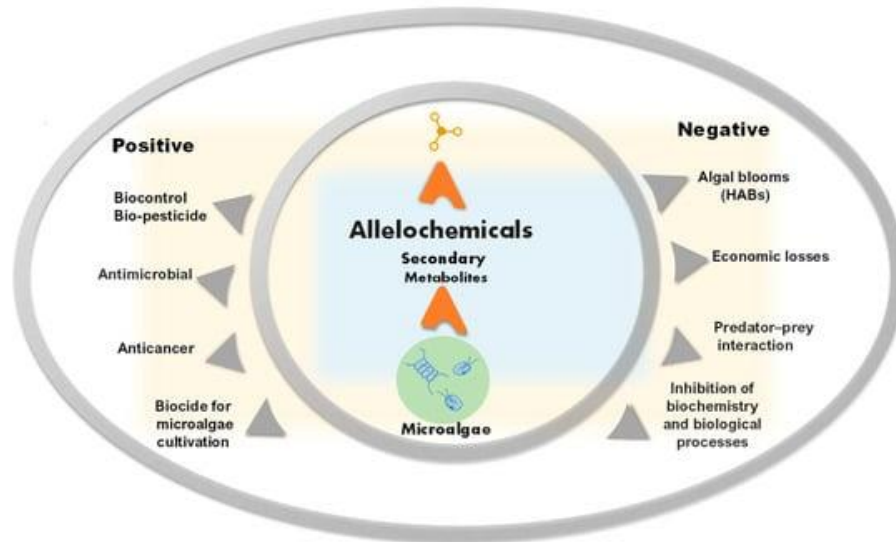


Figure 1. An overview of positive and negative allelochemical aspects of microalgae [8].

4- Applications in weed control

The potential of microalgae allelochemicals in weed control has gained attention due to their natural origin and minimal environmental impact [22]. One application is the use of allelopathic microalgae as a cover crop [23]. By cultivating specific microalgae species as cover crops, weed growth can be suppressed through the release of allelochemicals, reducing the need for synthetic herbicides and promoting sustainable agriculture practices [24]. Another application is the extraction and formulation of microalgae allelochemicals as bio-herbicidal agents [14]. Researchers have investigated the efficacy of microalgae-derived compounds in inhibiting weed growth in laboratory and field trials [25]. These studies have shown promising results, highlighting the potential of microalgae allelochemicals as bio-herbicidal alternatives [14].

5- Biocontrol research

In addition to weed control, microalgae allelopathy holds potential in biocontrol research. Allelopathic microalgae can be employed in the suppression of invasive plant species by inhibiting their growth and establishment [24]. This approach can help restore native plant communities and promote biodiversity in various ecosystems [26]. Furthermore, microalgae



allelochemicals can be explored for their effects on plant diseases and pests. Some allelochemicals have been shown to possess antimicrobial and insecticidal properties [27]. By harnessing the bioactive compounds produced by microalgae, it may be possible to develop eco-friendly biocontrol agents against plant pathogens and pests, reducing reliance on conventional chemical pesticides [28].

6- Challenges and future prospects

While microalgae allelopathy shows promise, several challenges need to be addressed for its successful implementation [14]. These include identifying and characterizing allelopathic microalgae species, optimizing cultivation techniques, improving extraction methods for allelochemicals, and assessing their long-term effects on non-target organisms and ecosystems [29]. Future research should focus on expanding the knowledge base of microalgae allelopathy, exploring the diversity of allelochemicals produced by different microalgae species, and investigating their modes of action [14]. Additionally, scaling up production processes and conducting field trials are crucial steps towards commercializing microalgae-based bioherbicidal compounds [30].

7- Conclusion

Microalgae allelopathy presents an innovative and sustainable approach to developing bioherbicidal compounds and advancing biocontrol research [31]. The diverse array of allelochemicals produced by microalgae holds significant potential in weed control and has broader implications for sustainable agriculture and environmental conservation [27, 32]. Continued research and development in this field can contribute to the transition towards eco-friendly and effective solutions for weed management and pest control [33].

References

1. O'Connell, P.F.J.O.o.A., *Sustainable agriculture-a valid alternative*. 1992. **21**(1): p. 5-12.
2. Bernardes, M.F.F., et al., *Impact of pesticides on environmental and human health*. 2015: p. 195-233.
3. Ozkara, A., D. Akyıl, and M. Konuk, *Pesticides, environmental pollution, and health*, in *Environmental health risk-hazardous factors to living species*. 2016, IntechOpen.
4. Macias, F.A., et al., *Allelopathy—a natural alternative for weed control*. 2007. **63**(4): p. 327-348.
5. LEFLAIVE, J.P. and L.J.F.B. Ten-Hage, *Algal and cyanobacterial secondary metabolites in freshwaters: a comparison of allelopathic compounds and toxins*. 2007. **52**(2): p. 199-214.
6. Brasil, B.d.S.A.F., et al., *Microalgae and cyanobacteria as enzyme biofactories*. 2017. **25**: p. 76-89.



7. Zak, A., A.J.O. Kosakowska, and H. Studies, *Cyanobacterial and microalgal bioactive compounds—the role of secondary metabolites in allelopathic interactions*. 2016. **45**(1): p. 131-143.
8. Casanova, L.M., et al., *The Potential of Allelochemicals from Microalgae for Biopesticides*. 2023. **12**(9): p. 1896.
9. Einhellig, F.A., *Allelopathy: current status and future goals*. 1995, ACS Publications.
10. Bacellar Mendes, L.B. and A.B.J.B.f.b. Vermelho, *Allelopathy as a potential strategy to improve microalgae cultivation*. 2013. **6**(1): p. 1-14.
11. Einhellig, F., et al., *Mode of allelochemical action of phenolic compounds*. 2004: p. 217-238.
12. Bachheti, A., et al., *Plant allelochemicals and their various applications*. 2020: p. 441-465.
13. Zhang, P., et al., *Newly reported alkaloids produced by marine-derived Penicillium species (covering 2014–2018)*. 2020. **99**: p. 103840.
14. Chaïb, S., et al., *Allelopathy and allelochemicals from microalgae: An innovative source for bio-herbicidal compounds and biocontrol research*. 2021. **54**: p. 102213.
15. El-Sheekh, M., H. Khairy, and R.J.A.J. El-Shenody, *Allelopathic effects of cyanobacterium Microcystis aeruginosa Kützinger on the growth and photosynthetic pigments of some algal species*. 2010. **26**(2).
16. Asimakis, E., et al., *Algae and their metabolites as potential bio-pesticides*. 2022. **10**(2): p. 307.
17. Sivaramakrishnan, R., et al., *Microalgal biorefinery concepts' developments for biofuel and bioproducts: Current perspective and bottlenecks*. 2022. **23**(5): p. 2623.
18. Zhao, F., et al., *Evaluation of the toxicity of herbicide topramezone to Chlorella vulgaris: oxidative stress, cell morphology and photosynthetic activity*. 2017. **143**: p. 129-135.
19. Ruther, J., T. Meiners, and J.J.B.I.W. Steidle, *Allelochemical Reactions Involving Heterotrophic Microorganisms*. 2010. **22**: p. 436-438.
20. Lynch, J., P. Marschner, and Z. Rengel, *Effect of internal and external factors on root growth and development*, in *Marschner's mineral nutrition of higher plants*. 2012, Elsevier. p. 331-346.
21. Kennedy, A.J.J.o.C.P., *Soil microorganisms for weed management*. 1999. **2**(1): p. 123-138.
22. Li, Z., N. Amist, and L.J.A.J. Bai, *Allelopathy in sustainable weeds management*. 2019. **48**: p. 109-138.
23. Tsarenko, P., et al., *Allelopathic Effect of Microalgae on Winter Wheat Plants*. 2021. **23**(4).
24. Cheng, F. and Z.J.F.i.p.s. Cheng, *Research progress on the use of plant allelopathy in agriculture and the physiological and ecological mechanisms of allelopathy*. 2015. **6**: p. 1020.
25. Zhuang, D., et al., *Application progress of bioactive compounds in microalgae on pharmaceutical and cosmetics*. 2022. **291**: p. 132932.

26. Rojo, C., M. Segura, and M.J.E.E. Rodrigo, *The allelopathic capacity of submerged macrophytes shapes the microalgal assemblages from a recently restored coastal wetland*. 2013. **58**: p. 149-155.
27. Berry, J.P., et al., *Cyanobacterial toxins as allelochemicals with potential applications as algaecides, herbicides and insecticides*. 2008. **6**(2): p. 117-146.
28. Kumar, J., et al., *An overview of some biopesticides and their importance in plant protection for commercial acceptance*. 2021. **10**(6): p. 1185.
29. Reynolds, S.A. and D.C.J.F.i.E.S. Aldridge, *Embracing the Allelopathic Potential of Invasive Aquatic Plants to Manipulate Freshwater Ecosystems*. 2021. **8**: p. 551803.
30. Michelon, W., *Microalgae biomass from swine wastewater phycoremediation: metabolic profile and its potential applications*. 2021.
31. Kostina-Bednarz, M., et al., *Allelopathy as a source of bioherbicides: challenges and prospects for sustainable agriculture*. 2023: p. 1-34.
32. Kapoore, R.V., E.E. Wood, and C.A.J.B.A. Llewellyn, *Algae biostimulants: A critical look at microalgal biostimulants for sustainable agricultural practices*. 2021. **49**: p. 107754.
33. Ahirwar, N.K., et al., *Effective role of beneficial microbes in achieving the sustainable agriculture and eco-friendly environment development goals: a review*. 2020. **5**: p. 111-123.



A new two-byte metric for floristic assessment, with memory and no need for expert opinion

Majid Sharifi-Tehrani

sharifi-m@sku.ac.ir

Department of Biology, Faculty of Science, Shahrekord University

Shahrekord, Iran

Abstract

Assessment of sites, local floras, or habitats, is important for conservation, restoration, and land use management. In this paper, a new assessment metric is described, in which species characteristic are deployed to determine the species-values which are not based on expert knowledge. Species-values could be parsed back into components, which is good for computer processing. This paper describes the method.

Key words: floristic value, assessment, local flora

Introduction

Of the fundamental tasks in conservation biology is to assess the value of sites, local flora, vast lands, habitats, plant communities, etc which are of interest by decision makers and land managers [1]. The value, called conservation value, is used to assess the 'floristic quality' [2] which is usually expected to be achieved quickly and readily [1, 3]. Such assessments are critical, since they determine which lands are prioritized [1]. The judgment-based assessments which are based on experts' professional opinion, are fast and take advantage of accumulated field experience of experts. However, such assessments are subjective, non-repeatable, and in some cases, non-precise. There are simple metric-based measures, known as quantitative, objective and repeatable, such as species richness (also called alpha diversity). Simple measures, however, are insufficient in quantifying true value of a habitat. There are more complex measures of diversity which could be regarded for assessing floristic value [4-9], but they are not widely used by practitioners due to requirements such as large datasets or being mathematically demanding, or in some cases, giving artificial results [1].

Here I introduce a new method for calculating floristic value (fv) of local floras, habitats or sites, to be used in floristic assessments. The fv is based on the checklist of species occurring to an area, provided that certain objective characteristics of species are known. Species-values could be decomposed back into the original components; which is an important advantage of this method.



Materials and Methods

To calculate the floristic-value (fv) of a local flora, the checklist of species and the characteristics of the species as in characteristics table (columns 1, 2 in Table 1), are required. The fv of a local flora, is calculated by summing up the species floristic-values (fv_i). The fv_i for a species, equals the sum of the eleven characteristics values (v_x) in that species. The characteristics are described in the characteristics Table (cTable), in the order of their relative importance which could be identified or modified based on the objectives of the study. In the cTable, the characteristics 1 to 5 are independent. Characteristics in the cTable are like eleven consecutive 'bits' in a two-byte number. The location of each characteristic (x) is specified in the cTable by numbers from 1 to 11, and the value of each characteristic (v_x) is a constant integer obtained from the formula:

$$v_x = 2^{(x-1)}$$

The species-value is therefore, a two-byte number in base 2, in which the existence of each characteristic is indicated by the value of the corresponding bit. The occurrence of a given species in the study area will be indicated using the first characteristic (the first bit). Characteristics 2 to 5 are independent characteristics, while characteristics 6 to 11 form an option group, from which one option will be scored, so, the species value (fv_i) varies from 1 to 1055. The fv_i for a given species (i), equals to the sum of the values of the characteristics of that species:

$$fv_i = \sum_{x=1}^{nx} v_{(x,i)}$$

in which: i = ith species in the floristic inventory list, x = position of the characteristic in the characteristics table, nx = 11 (unless cTable is modified), $v_{(x,i)}$ = value of characteristic bit for ith species.

The floristic value (fv) of a local flora equals to the sum of the floristic-values of each species of that flora, which is obtained from either of the following formulas:

$$fv = \sum_{i=1}^{nsp} fv_i \text{ or } fv = \sum_{i=1}^{nsp} \sum_{x=1}^{nx} v_{(x,i)} \text{ or } fv = \sum_{x=1}^{nx} (nsp_{(x)} \cdot 2^{(x-1)})$$

in which: nsp = total number of species identified in the local flora (alpha diversity), i = ith species in the floristic inventory list, nx = 11 (unless characteristic table is modified), x = position of the characteristic in the characteristics table, $v_{(x,i)}$ = value of characteristic bit for ith species, $nsp_{(x)}$ = number of species showing xth characteristic in the cTable.

Finally, the relative floristic-value (fv') is obtained by dividing the floristic-value (fv) by the number of species (nsp) in the study area:



$$fv' = \frac{fv}{nsp}$$

Results

Floristic values for two local floras are calculated in Table 1. Rare, endemic, threatened, range and medicinal plant species of the local floras were retrieved from available literature [10-15]. Species list of each local flora are compiled from published literature.

The first two columns in the Table 1, provide characteristics of species and their order (cTable). The third column presents the value of each characteristic (v_x). The fourth and fifth columns provide the species count and calculated scores for the local flora Babazaki Mt area (id: 534 in our floristic database), and the sixth and seventh columns are related to the second local flora; Jahanbin Mt area, with id= 534 in our floristic database [16]. Despite higher species richness, the floristic-value of Jahanbin local flora ($fv= 3143$) was lower than that of Babazaki ($fv= 3695$), demonstrating that the fv , although calculated using the total number of species (species richness) of a local flora, is not dependent on it.

The first bit in the two-byte species-value is the least significant bit. The addition of new species to the checklist of the study area does not have a large effect on the floristic-value, because the presence of the species -as the first characteristic, is scored in the least-significant bit of the species-value. On the other hand, scoring the species characteristics such as medicinal, rare, endemic, or the IUCN categories, will increase the floristic-value more effectively, depending the relative importance of the characteristics as in cTable.

Since the floristic-value is sensitive to species richness, the relative floristic-value (fv') is used for comparison between the floristic-values of different floras.

Discussion

By storing the species characteristics of cTable along with the occurrence data in a floristic database, it would be possible to quickly calculate and compare the fv and the fv' , between local floras. Characteristics of a given species i could be retrieved from fv_i . For a given species i , if bit-wise operation ($fv_i \text{ AND } v_x$) = v_x , then the characteristic x should be present in the species i . In assessment measures such as FQI, the species-values are determined for the state they are designed for, and it's unclear that how the species scores have been determined, as they were based on expert opinion.

Table 1. The cTable. Floristic-value is calculated for two local floras in Bakhtiari province located in central Zagros Mt range of Iran.

x	Criterion	$2^{(x-1)}$	Local flora 1: Babazaki		Local flora 2: Jahanbin	
			nsp _(x)	$nsp_{(x)} \cdot 2^{(x-1)}$	nsp _(x)	$nsp_{(x)} \cdot 2^{(x-1)}$
11	Critically Endangered (CR)	1024	0	0	0	0
10	Endangered (EN)	512	0	0	0	0
9	Vulnerable (VU)	256	3	768	3	768
8	Near Threatened (NT)	128	0	0	0	0
7	Least Concern (LC)	64	0	0	0	0
6	Low Risk (LR)	32	40	1280	40	896
5	Endemic	16	59	944	59	608
4	Rare	8	2	16	2	48
3	Medicinal	4	84	336	84	408
2	Range	2	47	94	47	144
1	Occurrence	1	257	257	271	271
			$fv_{(534)} = \sum_{x=1}^{11} (nsp_x \cdot 2^{x-1})$ $fv_{(534)} = 3695$ $fv'_{(534)} = 3695 / 257 = 14.37$		$fv_{(232)} = \sum_{x=1}^{11} (nsp_x \cdot 2^{x-1})$ $fv_{(232)} = 3143$ $fv'_{(232)} = 3143 / 271 = 11.59$	

With a given alpha diversity, higher floristic-values indicate the existence of more species with rangeland or medicinal value, and the presence of rare or endemic species or species in different conservation classes. Floristic-value (fv) is supposed to be sensitive to species richness. The smaller the number of identified species from an area, the lower the fv. To compare between local floras, relative floristic value (fv') should be used. The relative floristic-value (fv') is similar to the Uniquity method of Ejrnaes, Frøslev [8] in that the calculated values are normalized through dividing by the number of species. In the Uniquity method, the probability of finding a species i in a set of samples located in a habitat, has been adjusted through multiplying by the the proportional area coverage of habitat j in the total study area. However, Uniquity method is



different from fv method in that the Uniquity metric only relates to one dimension on the species importance; the rarity [8]. In the fv method, the species-value can be decomposed back into its components which makes it possible to directly add, remove or check for every characteristic of a species, using computer programs. To check if a characteristic x existed in a given species i, a bitwise 'AND' operation is used between the species-value (fv_i) and the value of the characteristic (v_x); so if ($fv_i \text{ AND } v_x = v_x$) then characteristic x exists in species i. To score characteristic x for species i, a bitwise 'OR' should be used to update fv_i as follow: ($fv_i = fv_i \text{ OR } v_x$). For example, species-value of a rare, endemic, medicinal species in the IUCN EN category, is calculated as follow:

$$fv_i = \sum_{x=1}^{nx} v_{(x,i)} = 2^{1-1} + 2^{3-1} + 2^{4-1} + 2^{5-1} + 2^{10-1} = 541$$

Conclusion

Based on assessments in our study on 17 local floras of various size, general recommendations could be offered for further testing of this method. To our knowledge, floristic value method is the first index of floristic assessment considers multiple variables and more importantly, capable to decompose species-value scores back into its components. Although the main objective of floristic-value method, was to assess the value of species and areas for the purposes of conservation, however, the cTable may be modified according to the objectives of the study. Therefore, this method provides a flexible platform for assessing areas according to different studies objectives.

Acknowledgments

This study was supported by the Deputy of Research at the Shahrekord University (grants 99GRN31M873 and 98GRD30M873). Floristic database and software development were supported by the Iranian National Science Foundation; INSF (Grant no. 91003358).

References

1. Spyreas, G. (2019). Floristic Quality Assessment: a critique, a defense, and a primer. *Ecosphere*. 22(8): p. 1214-1220.
2. Swink, F. and G. Wilhelm (1994). *Plants of the Chicago region*. 4 ed., Indianapolis: Indiana Academy of Science.
3. Kutcher, T.E. and G.E. Forrester (2018). Evaluating how variants of floristic quality assessment indicate wetland condition. *Journal of environmental management*. 217: p. 231-239.



4. Izco, J. (1998). Types of rarity of plant communities. *Journal of Vegetation Science*. 9(5): p. 641-646.
5. Ricotta, C. (2004). A parametric diversity measure combining the relative abundances and taxonomic distinctiveness of species. *Diversity and Distributions*. 10(2): p. 143-146.
6. Scholes, R.J. and R. Biggs (2005). A biodiversity intactness index. *Nature*. 434(7029): p. 45-49.
7. Hawkins, C.P. (2006). Quantifying biological integrity by taxonomic completeness: its utility in regional and global assessments. *Ecological Applications*. 16(4): p. 1277-1294.
8. Ejrnaes, R., et al. (2018). Uniquity: a general metric for biotic uniqueness of sites. *Biological Conservation*. 225: p. 98-105.
9. Chapman, M., A. Underwood, and K. Clarke (2009). New indices for ranking conservation sites using 'relative endemism'. *Biological Conservation*. 142(12): p. 3154-3162.
10. Ghahreman, A. and F. Attar (1998). *Biodiversity of Plant Species in Iran*. Vol. 1. Tehran: University of Tehran.
11. Vajari, K.A., G. Veiskarami, and F. Attar (2014). Recognition of Endemic Plants in Zagros Region (Case Study: Lorestan Province, Iran). *Ecologia Balkanica*. 6(1).
12. Noroozi, J., et al. (2019). Endemic diversity and distribution of the Iranian vascular flora across phytogeographical regions, biodiversity hotspots and areas of endemism. *Scientific reports*. 9(1): p. 1-12.
13. Memariani, F., H. Akhiani, and M.R. Joharchi (2016). Endemic plants of Khorassan-Kopet Dagh floristic province in Irano-Turanian region: diversity, distribution patterns and conservation status. *Phytotaxa*. 249(1): p. 31-117.
14. Jalili, A. and Z. Jamzad (1999). *Red data book of Iran: a preliminary survey of endemic, rare and endangered plant species in Iran*. Research Institute of Forests and Rangelands. Publication. (1999-215).
15. Mozaffarian, V. (2013). *Identification of medicinal and aromatic plants of Iran*. Tehran, Iran: Farhang Moaser Publishers. 1444.
16. Jalali, M., M. Sharifi-Tehrani, and H.-A. Shirmardi (2016). Flora of Jahanbin Mountain Area: A Contribution to Flora of the Central Zagros Region of Iran. *Journal of Genetic Resources*. 2(1): p. 26-40.

Floristic zonation in southern part of the central Zagros of Iran

Majid Sharifi-Tehrani^{1*} and Nayereh Fatahian²

* Correspondence: msht.ir@gmail.com (sharifi-m@sku.ac.ir)

^{1,2} Department of Biology, Shahrekord University, Shahrekord, Iran

Abstract

Southern part of the species-rich central Zagros region overlaps with three provinces in west of Iran. Plant species presence data in fifty local floras were compiled into a dataset of 2849 plant species, grouped into 756 genera and 111 families based on APG4. Floristic structure of the region, with a surface area of 122000 km², between latitudes N 30.374 and N 34.458 was determined through multivariate analysis of occurrence data. Results showed that floristic structure of the region consisted of four distinct areas. Characteristics of the four inferred areas (subregions) are presented. Sixty-one percent of total species were native of Irano-Turanian phytochorion, 24% endemics, and 30% medicinal. Results shows that, those local floras located in the mid part of the study region had higher species count, higher share of native, endemic, and threatened taxa, but the flora of the lower part of the study region, had less share of native species. Floristic data are important sources of information for vegetation and conservation sciences, and to identify the gaps in regional flora.

Keywords Central Zagros, Floristic database, Iran, Structure

Introduction

Diversity of the Central Zagros region of Iran (CZ) region is influenced from factors such as the heterogenous climates, topography and geography. The region is located within the Zagros Mountains and the climate types of the region vary in the different parts. Xu, Naqinezhad [1] reviewed the major regional floristic studies in southwest Asia, including the Zagros region. Where the regional flora has not been comprehensively studied, it would be possible to estimate the biodiversity of plant species by compiling species presence data of local floras. Floristic databases, could solve the problems inherent in using raw floristic data. Problems include (but not limited to): the dispersion of flora in terms of time and space, the validity, correct spelling and the taxonomy of taxa, and the use of them according to a coherent classification [2]. Flora of the northern part of the CZ, has already been studied by Veiskarami and Sharifi-Tehrani [3]. The southern part of the region (this study), spans over the three provinces of Chaharmahal va Bakhtiari (CMB), Isfahan (ISF) and Kohgiluyeh va BoyerAhmad (KBA). Various parts of this region have been studied separately, for example, provincial flora of the CMB by Mozaffarian [4], and other smaller local flora in different studies [3, 5-7]. Floristic data have proved as being useful in bioclimatic studies [8, 9]. The objectives of this study were to determine the floristic

سومین کنفرانس ملی یافته‌های نوین زیست‌شناسی

3rd National Conference On New Biological Findings

۳ الی ۵ خرداد ۱۴۰۲



دانشگاه گیلان و بوستان



سومین کنفرانس ملی یافته‌های نوین زیست‌شناسی

ISC

کد اختصاصی:
۰۲۲۳۰۵۰۶۳۲



structure of the region using species occurrence data, and determining their floristic characteristics of each sub-region.

Methods

The study region resides in three provinces ISF, CMB, and KBA, overlapping with the CZ. A final number of 50 LFs were selected for this study (Table 1). Location of each LF was indicated by the geographical coordinates of a midpoint within each LF. Scientific names of plant species and their occurrence data across 50 selected LFs across the study region were entered into a floristic database named Alamut [2]. Spelling, nomenclatural and taxonomic validity, authority and classification was confirmed [10-13].



سومین کنفرانس ملی یافته‌های نوین زیست‌شناسی

3rd National Conference On New Biological Findings

۳ الی ۵ خرداد ۱۴۰۲



Table 1 Fifty local floras (LFs) selected from three provinces CMB, ISF, KBA in the study region. ID: reference number of each LF in the floristic database.

Province	Coordinates	Year publ. and language	ID				
CMB	E 50.916, N 31.833	2005 (Fa)	149	ISF	-	2020 (Fa)	561
CMB	E 50.336, N 32.162	2014 (Fa)	183	ISF	E 50.344, N 33.211	2021 (Fa)	563
CMB	E 50.533, N 31.666	2014 (Fa)	194	KBA	E 51.202, N 30.886	2011 (Fa)	106
CMB	E 50.983, N 32.051	2012 (Fa)	211	KBA	E 50.318, N 30.808	2011 (Fa)	107
CMB	E 50.873, N 32.375	2015 (Fa)	228	KBA	E 51.643, N 30.583	2013 (En)	178
CMB	E 50.656, N 32.576	2015 (Fa)	229	KBA	E 51.401, N 30.948	2015 (En)	249
CMB	E 50.754, N 32.174	2016 (Fa)	232	KBA	E 51.118, N 30.715	2015 (Fa)	303
CMB	E 51.018, N 31.781	2009 (Fa)	254	KBA	E 50.746, N 30.944	2016 (Fa)	306
CMB	E 50.462, N 32.508	2011 (Fa)	259	KBA	E 51.333, N 31.133	2014 (Fa)	311
CMB	E 50.583, N 32.101	2017 (En)	344	KBA	E 51.666, N 31.500	2013 (Fa)	312
CMB	E 50.583, N 32.433	2016 (Fa)	380	KBA	E 50.980, N 30.741	2014 (Fa)	313
CMB	E 51.093, N 31.835	2017 (Fa)	438	KBA	E 50.426, N 30.982	2014 (Fa)	317
CMB	E 50.083, N 32.242	2019 (Fa)	515	KBA	E 50.711, N 30.951	2018 (Fa)	441
CMB	E 50.973, N 32.352	2020 (Fa)	534	KBA	E 50.992, N 30.433	2019 (Fa)	493
CMB	E 50.480, N 32.351	2020 (Fa)	542	KBA	E 51.735, N 30.438	2019 (Fa)	509
ISF	E 51.274, N 31.473	2004 (Fa)	2	KBA	E 50.995, N 31.128	2020 (Fa)	531
ISF	E 50.656, N 32.805	2011 (Fa)	7				
ISF	E 51.666, N 31.051	2010 (Fa)	9				
ISF	E 50.718, N 33.626	2008 (Fa)	43				
ISF	E 51.650, N 33.283	2012 (Fa)	93				
ISF	E 51.318, N 33.635	2003 (Fa)	142				
ISF	E 51.433, N 33.333	2012 (Fa)	155				
ISF	E 51.333, N 33.511	2017 (En)	316				
ISF	E 50.396, N 32.994	2018 (Fa)	348				
ISF	E 52.483, N 32.466	2018 (Fa)	349				
ISF	E 51.805, N 31.539	2017 (Fa)	466				
ISF	E 50.780, N 33.011	2018 (En)	496				
ISF	E 49.908, N 32.808	2007 (Fa)	508				
ISF	E 52.126, N 34.320	2018 (Fa)	537				
ISF	E 51.383, N 33.751	2019 (Fa)	540				
ISF	E 50.269, N 32.944	2020 (Fa)	550				
ISF	E 52.226, N 33.331	2021 (En)	554				
ISF	E 34.018, N 34.018	2013 (Fa)	558				
ISF	E 50.081, N 33.010	2020 (Fa)	560				



Taxonomy and validity of the names were based upon TPL database. Endemic species, conserved, rare, and medicinal species were identified using the relevant literature [14-19]. Checklists of 50 LFs were corrected and updated using CheckName [20] and stored in the database. List of the LFs and their geographical coordinates and publication-year is presented in Table 1. Bibliographies of original literature would be provided as supplementary; only reference numbers (IDs) are used in this paper. Multivariate analysis (k-means clustering/NMDS) was performed on a raw data matrix (50 x 2614) in CLUTO, in which LFs were grouped into coherent clusters. The matrix was analyzed using the *rb* clustering method and *corr* similarity coefficient and *il* criterion for clustering (Formula 1) which is considered as an agglomerative clustering method [21].

Formula 1. $i_1 = \text{maximize } \sum_{i=1}^k \frac{1}{n_i} (\sum_{v,u \in S_i} \text{sim}(v, u))$

Affiliation of LFs to the resulting clusters were determined, then floristic analyses performed separately for each cluster. Floristic contents of the clusters were compared in terms of species richness, beta diversity and list of confined species. Climate type at each LF was determined according to Amberger and Thornthwaite.

Result and discussion

Climate across this region varies from hyper-humid (Koohrang station; id 61) to desert (in Kashan; id 89, Ardestan; id 86 and Varzaneh; id 245). Fifty datasets (LFs), comprising of 15 LFs in CMB, 21 LFs in ISF, and 14 LFs in KBA. The majority of plant species (1745 spp, 61%) were native to IT, of which, 686 species (24%) were endemics. The elements of IT were prevalent (61 percent) in the study region. The most species rich flora were Ardakan (id 312, KBA), Golestankuh (id 616, ISF) and Vanak (id 2, ISF) with 913, 616 and 602 species respectively. The largest beta diversity value was 960 between flora Mouteh (id 43) and Ardakan (id 312). The smallest beta diversity value was 76, between two adjacent floras in KBA; flora Mt. Savers (id 303) and flora Mt. Pahn va Eshgar (id 313). Multivariate analysis performed for K= 3 to K=11. The best grouping was achieved for K=7. Statistics for K=7 is presented in Table 2. The membership of LFs in each cluster corresponds to the geographical location of the LFs, and there was a floristic structure from southwest to northeast of the region, consisting of four areas. Area I consisted of clusters 0, 3 and 6 which were located in the northeast of the region. This area is dry with arid and semi-arid climate, with varying edaphic factors in different parts. There are two major salt lakes in area I. LFs around these salt lakes are characterized with prevalent therophytes. Area II and III are consisted of clusters 5 and 4, respectively, located in the middle part of the region.



سومین کنفرانس ملی یافته‌های نوین زیست‌شناسی

3rd National Conference On New Biological Findings

۳ الی ۵ خرداد ۱۴۰۲



Table 2 Multivariate analysis (k-means clustering) of 50 LFs using CLUTO software package. Only stats for K=7 is presented.

	C	S	Members	Isim	Isdev	Esim	Esdev	Sta
Area I	6	5	438, 561, 558, 537, 349	0.389	0.074	0.161	0.050	0.670
	3	4	142, 540, 43, 554	0.570	0.078	0.269	0.044	0.762
	0	3	155, 316, 93	0.663	0.039	0.245	0.026	0.725
Area II	5	15	466, 534, 542, 380, 228, 560, 496, 229, 211, 7, 348, 550, 563, 9, 311	0.415	0.044	0.289	0.042	0.812
Area III	4	10	232, 344, 2, 312, 183, 194, 149, 259, 515, 254	0.557	0.067	0.324	0.029	0.832
Area IV	2	9	106, 306, 493, 441, 313, 531, 303, 509, 178	0.439	0.071	0.260	0.043	0.914
	1	4	249, 107, 317, 508	0.431	0.012	0.228	0.012	0.837

C: cluster, S: size of cluster, Members: membership of each cluster (LFs) which are numbered according to id numbers in Table 1, Isim and Isdev: internal similarity and its standard deviation for a cluster, Esim and Esdev: external similarity and its standard deviation, Sta= stability of groups.

Highest precipitation and altitude, lowest temperature and richest floras are found in this part. Area IV consists of clusters 2 and 1, whose floras are located in the southwest of the region, amenable to be influenced from sub-tropical climate and Saharo-Sindian floristic elements (Table 2). The lower boundaries of the elevation range of this area (800 m) are coinciding with the upper boundaries of the Saharo-Sindian floristic region. Results of floristic analysis of areas is presented in Table 3. Species diversity of the area III (consisting of 10 LFs mainly in CMB province) was highest, although this area consists of the smallest number of LFs among the four areas. This area also consists the largest number of endemics, rare and medicinal plants, among the areas. The percentage of hemicryptophytes in areas II, III was slightly higher (Table 3).



Table 3 Floristic analysis of four areas (I-IV) of the region. Sp: Species count, Gen: genera, Fam: Families, Conf: Confined species to an area. **Ch**: Chamaephytes; **Cr**: Cryptophytes; **Fam**: number of Families; **Gen**: number of genera; **He**: Hemicryptophytes; **Ph**: Phanerophytes; **Sp**: number of species; **Th**: Therophytes

Area (N) Clusters	Sp (Gen, Fam)	Conf	Ph , Ch He , Cr, Th	IT, Shared Plur, Penet	LR	VU	EN	End	Rare	Med
I (12) C: 6, 3, 0	1314 (526, 99)	448	8%, 14% 34%, 11%, 33%	61%, 17% 20%, 2%	153	21	3	233	48	456
II (15) C: 5	1283 (440, 81)	235	5%, 9% 41%, 11%, 30%	64%, 15% 15%, 2%	182	11	2	282	54	442
III (10) C: 4	1494 (523, 92)	333	7%, 11% 40%, 12%, 29%	61%, 19% 16%, 3%	218	23	3	351	74	509
II, III (25) C: 5, 4	1892 (566, 94)	697	6%, 11% 40%, 12%, 28%	62%, 17% 14%, 3%	275	26	3	447	95	616
IV (13) C: 1, 2	1123 (444, 86)	229	8%, 105 36%, 11%, 32%	56%, 18% 18%, 4%	139	12	1	219	57	416

Climate type in the northeastern part of ISF province is 'desert' which gradually changes to semi-arid and then semi-humid climates towards the western part. These two parts overlap with area I and II, respectively (see Table 2, 3). The flora of CMB province is divided between two areas II and III, which is correlated with a combination of two factors of rainfall and altitude. Therefore, area II is composed of LFs of the two provinces ISF and CMB, while area III is composed mainly of LFs of CMB Province. Areas II and III are located in the middle of the study region. The flora of KBA Province form the area IV in the southern part of the region. A northwestern-southeastern structure for clusters of LFs was evident, similar to the results of current study in southern part of CZ. NMDS has been claimed as being a valuable analysis in identifying biogeographical transition zones [22]. In terms of species richness, the three floras of Ardakan (id 312), Golestankooch (id 563) and Vanak (id 2) in the middle part of the region (areas II and III) are the richest LFs, with 913, 616 and 602 species, respectively. Flora of Afus (id 560) had the highest percentage of native species (IT), among all local floras. Fereydunshahr meteorological station (id 241) which is the closest station to this flora, at an altitude of 2545 m, is the second highest, coldest and rainiest station in the whole region. Flora of Afus (id 560) had the highest percentage of native plants (75%), the highest percentage of endemic plants of Iran (27%), the lowest percentage of shared species (8%) among all LFs in the region, was the second flora in terms of the highest percentage of



hemicryptophytes and the lowest percentage of therophytes. Area I (clusters 6, 3, 0) which is located in the north and northeast of ISF and its climate is arid and the average temperature is higher than that of other areas, had higher species richness than area II (cluster 5) and area IV (clusters 2, 1). Area III (Cluster 4) located in CMB, showed the highest species richness among the areas of the region. Area I was the second most species-rich area in the region, and consisted of three clusters 6, 3, 0. Richness of the sub-areas were: 601, 968 and 406 species, respectively. In area I, cluster 6 includes a wetland flora (id 438 in CMB) and a river bank flora (id 561 in ISF). These floras represent more differently species diversities, life forms and distributions compared to other floras.

Acknowledgment

This study was supported by the Deputy of Research, University of Shahrekord (grants 99GRN31M873 and 98GRD30M873). Software and floristic database were supported by the Iranian National Science Foundation; INSF (Grant no. 91003358).

References

1. Xu, X., et al. (2020). *Mapping Asia plants: Current status on floristic information in Southwest Asia*. Global Ecology and Conservation, **24**: p. 1-30.
2. Sharifi-Tehrani, M. and M.-R. Rahiminejad-Ranjbar (2013). *Compilation of floristic and herbarium specimen data in Iran: proposal to data structure*. Taxonomy and Biosystematics, **5**(15): p. 94-75.
3. Veiskarami, G. and M. Sharifi-Tehrani (2017). *Plant species diversity in the Central Zagros Region of Iran*. Phytologia Balcanica: International Journal of Balkan Flora and Vegetation, **23**(1): p. 101-118.
4. Mozaffarian, V. (2018). *Flora of Chaharmahal va Bakhtiari Province*. Vol. 1. Shahrekord: Chaharmahal va Bakhtiari Origarization for Natural Resources.
5. Dehghani, R., M. Sharifi-Tehrani, and H.-A. Shirmardi (2016). *Floristic study of sheet mountain in Chaharmahal and Bakhtiari province, Iran*. Taxonomy and Biosystematics Journal, **8**(26): p. 61-76.
6. Jalali, M., M. Sharifi-Tehrani, and H.-A. Shirmardi (2016). *Flora of Jahanbin Mountain Area: A Contribution to Flora of the Central Zagros Region of Iran*. Journal of Genetic Resources, **2**(1): p. 26-40.
7. Parvizi, M., M. Sharifi-Tehrani, and A. Jafari (2016). *Plant Species Diversity in Jokhaneh Plain and Southern Slope of the Nil Mt. in Kohgilouyeh va Boyerahmad Province (Central Zagros Region of Iran)*. Journal of Genetic Resources, **2**(2): p. 67-80.
8. Djamali, M., et al. (2011). *Application of the global bioclimatic classification to Iran: implications for understanding the modern vegetation and biogeography*. Ecologia mediterranea, **37**(1): p. 91-114.
9. Khatibi, R., S. Soltani, and M. Khodaghali (2016). *Bioclimatic classification of central Iran using multivariate statistical methods*. Appl. Ecol. Environ. Res, **14**: p. 191-231.
10. Ghahremaninejad, F. and A. Nejad Falatoury (2016). *An update on the flora of Iran: Iranian angiosperm orders and families in accordance with APG IV*. Nova Biologica Reperta, **3**(1): p. 80-107.
11. Chase, M., et al. (2016). *An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG IV*. Botanical Journal of the Linnean Society, **181**(1): p. 1-20.



سومین کنفرانس ملی یافته‌های نوین زیست‌شناسی

3rd National Conference On New Biological Findings

۳ الی ۵ خرداد ۱۴۰۲



12. IPNI (2008). *The International Plant Names Index, IPNI*. [cited 2012 2012-01-30]; Available from: <http://www.ipni.org>.
13. *The Plant List* (2013). *Version 1.1*. [cited 2020 1st January]; Available from: <http://www.theplantlist.org/>.
14. Mozaffarian, V. (2013). *Identification of medicinal and aromatic plants of Iran*. Tehran, Iran: Farhang Moaser Publishers. 1444.
15. Jalili, A. and Z. Jamzad (1999). *Red data book of Iran: a preliminary survey of endemic, rare and endangered plant species in Iran*. Research Institute of Forests and Rangelands. Publication.
16. Ghahreman, A. and F. Attar (1998). *Biodiversity of Plant Species in Iran*. Vol. 1., Tehran: University of Tehran.
17. Memariani, F., H. Akhane, and M.R. Joharchi (2016). *Endemic plants of Khorassan-Kopet Dagh floristic province in Irano-Turanian region: diversity, distribution patterns and conservation status*. *Phytotaxa*, **249**(1): p. 31-117.
18. Noroozi, J., et al. (2019). *Endemic diversity and distribution of the Iranian vascular flora across phytogeographical regions, biodiversity hotspots and areas of endemism*. *Scientific reports*, **9**(1): p. 1-12.
19. Vajari, K.A., G. Veiskarami, and F. Attar (2014). *Recognition of Endemic Plants in Zagros Region (Case Study: Lorestan Province, Iran)*. *Ecologia Balkanica*, **6**(1).
20. Sharifi-Tehrani, M. (2014). *Introduction of the new program "CheckName" with applications in integration and increased precision and certitude of floristic inventories*. *Taxonomy & Biosystematics*, **6**(20): p. 111-121.
21. Karypis, G. (2003). *CLUTO: a clustering toolkit, Release 2.1.1*. University of Minnesota, Department of Computer Science: Minneapolis, MN. p. 71.
22. Kreft, H. and W. Jetz (2010). *A framework for delineating biogeographical regions based on species distributions*. *Journal of Biogeography*, **37**(11): p. 2029-2053.