دوماهنامه علمی-پژوهشی تحقیقات گیاهان دارویی و معطر ایران
جلد ۳۲، شماره ۲، صفحه ۳۷۵- ۳۶۰ (۱۳۹۵)

واکنش فیزیولوژیکی و محتوای پلی‌آمین‌های زیره سبز (*Cuminum cyminum* L.) به کیفیت آب آبیاری در کاربرد کودهای معدنی و آلی

جمیله باردل[1*]، احمد قنبری[2] و مصطفی خواجه[3]

۱*- نویسنده مسئول، دانشجوی دکترای فیزیولوژی و فناوری پس از برداشت، گروه باغبانی، دانشگاه ارومیه، ایران، پست الکترونیک: jamileh.bardel@yahoo.com
۲- استاد، گروه زراعت، دانشکده کشاورزی، دانشگاه زابل، ایران
۳- دانشیار، گروه شیمی، دانشکده علوم، دانشگاه زابل، ایران

تاریخ دریافت: اسفند ۱۳۹۲ تاریخ اصلاح نهایی: بهمن ۱۳۹۳ تاریخ پذیرش: بهمن ۱۳۹۳

چکیده

باتوجه به لزوم استفاده از ترکیب‌های کاهش‌دهنده اثرات زیان‌آور تنش شوری در مناطق با آب و خاک شور و تأمین نیاز غذایی گیاهان از طریق کود، آزمایشی در سال ۱۳۹۱ به‌صورت کرت‌های یک‌بار خردشده در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در مزرعه تحقیقاتی پژوهشکده کشاورزی دانشگاه زابل انجام شد. دو سطح کیفیت آب آبیاری (۰/۵۹ و ۴/۱۸۰ دسی‌زیمنس بر متر شوری) در کرت اصلی و چهار سطح کود (شاهد، کاربرد جداگانه کود شیمیایی به نسبت ۸۰:۴۰:۳۰ کیلوگرم در هکتار به‌ترتیب از منبع اوره، سوپرفسفات تریپل و سولفات پتاسیم، ۴۰ تن در هکتار کود دامی و تلفیق کودها به میزان نصف مقادیر یادشده) در کرت فرعی قرار گرفت. نتایج تجزیه آماری داده‌ها نشان داد که طی اعمال تنش و کاربرد آب شور با هدایت الکتریکی ۴/۱۸۰ دسی‌زیمنس بر متر بر میزان فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدان CAT و APX افزوده و از فعالیت آنزیم دیگر کاسته شد. همچنین پوترسین (Put)، اسپرمین (Spm) و اسپرمیدین (Spd)، محتوای پرولین و کربوهیدرات، رنگدانه‌های فتوسنتزی و یون سدیم در برگ زیره سبز (*Cuminum cyminum* L.) افزایش یافت. کاربرد جداگانه تیمار کودهای شیمیایی کامل و دامی به‌استثنای محتوای اسپرمین، پرولین، سدیم و پتاسیم در سایر صفات فیزیولوژیکی اختلاف معنی‌داری با یکدیگر نداشته بلکه تیمار کاربرد توأمان کودهای شیمیایی کامل و دامی در کاهش فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدان CAT و GPX و افزایش محتوای اسپرمیدین، پرولین، رنگدانه‌های فتوسنتزی و پتاسیم کاراتر عمل کرد؛ به‌طوری که محتوای پتاسیم در تیمار کود شیمیایی کامل و دامی (۵۸۱ قسمت در میلیون) در مقایسه با تیمار کاربرد جداگانه کودهای شیمیایی و دامی به‌ترتیب معادل ۱۷/۶۱٪ و ۱۸/۵۳٪ افزایش نشان داد. براساس نتایج این پژوهش، در راستای کاهش مصرف یک‌جانبه کودهای شیمیایی و نیز تکمیل عناصر مورد نیاز گیاه در شرایط تنش شوری مصرف کود شیمیایی کامل در تلفیق با کودهای آلی نظیر کود دامی در منطقه توصیه می‌شود.

واژه‌های کلیدی: شوری، خصوصیات فیزیولوژیکی، کود دامی، کود شیمیایی.

Archive of SID
www.SID.ir

مقدمه

عوامل محیطی متعددی بر رشد و نمو و تولید محصول در گیاهان تأثیر می‌گذارند. خشکی، شوری، عدم تعادل مواد معدنی، گرما و سرما ازجمله مهمترین عواملی هستند که تولید محصولات کشاورزی را تحت تأثیر قرار می‌دهند. اثر عمده شوری در بازدارندگی رشد عمدتاً از طریق کم‌شدن پتانسیل آب در محیط ریشه، تجمع یون‌های عمده عامل شوری و برهم‌زدن تعادل تغذیه‌ای گیاه انجام می‌شود که منجر به تغییرات فیزیولوژیکی، مورفولوژیکی و متابولیسمی می‌شود (Parvin *et al*., 2012). گزارش شده‌است شوری همانند دیگر تنش‌های محیطی می‌تواند سبب تولید گونه‌های واکنش‌پذیر اکسیژن (ROS) همانند سوپراکسید (O^{-}_{2})، هیدروژن پراکسید (H_2O_2) و رادیکال‌های هیدروکسیل (OH) در درون سلول شود. این ترکیب‌ها خسارت زیادی را از طریق اکسیداسیون چربی‌ها، پروتئین‌ها و اسیدهای نوکلئیک به سلول وارد می‌سازند (Appel & Hirt, 2004). گیاهان برای مقابله با شوری از روش‌های مختلفی استفاده می‌کنند تا تأثیرات ناشی از تنش را تخفیف دهند. از آنتی‌اکسیدان‌های درگیر در این سیستم می‌توان به کاتالاز، آسکوربات پراکسیداز و گایاکول‌پراکسیداز و افزایش سنتز و تجمع اسمولیت‌های سازگار با وزن مولکولی کم نظیر اسیدآمینه، پرولین و گلیسین–بتائین (حیدری و همکاران، ۱۳۸۹) و سرانجام پلی‌آمین‌ها (Anjum, 2010) اشاره کرد. اخیراً نقش پلی‌آمین‌ها (Pas) در افزایش تحمل گیاهان به تنش‌های غیرزیستی ازجمله شوری مورد توجه قرار گرفته و گزارش شده‌است که پلی‌آمین‌ها همچنین به‌عنوان غیرفعال‌کننده رادیکال‌های آزاد اکسیژن عمل می‌کنند. ماهیت آنتی‌اکسیدانی این ترکیب‌ها احتمالاً مربوط به مهار آنزیم NADPH اکسیداز و ممانعت از تجمع رادیکال‌های سوپراکسید می‌باشد (Pang *et al*., 2007). در بسیاری از گیاهان نظیر *Triticum aestivum* (Bahari *et al*., 2013)، *Ocimum basilicum* (Golpayegani & Gholami-Tilebeni, 2011) و *Nicotiana rustica* (Hajiboland *et al*., 2012) کاهش فتوسنتز و محتوای رنگدانه‌های فتوسنتزی (کلروفیل‌های a، b و نسبت کلروفیل a/b)، افزایش محتوای یون سدیم و بالارفتن میزان فعالیت آنزیم‌های کاتالاز و آسکوربات‌پراکسیداز در طی بروز تنش شوری گزارش شده‌است. البته افزایش میزان فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدان تحت تنش تنها مکانیزم تحمل به شوری نیست، بلکه این مکانیزم می‌تواند در کنار ترکیب‌های سازگارکننده همانند پرولین (Anjum, 2010)، هیدرات‌های کربن (حیدری و همکاران، ۱۳۸۹) و پلی‌آمین‌ها نظیر پوترسین، اسپرمین و اسپرمیدین (Parvin *et al*., 2012؛ Anjum, 2010) بر میزان تحمل گیاهان بیفزاید.

گرچه در میان فاکتورهای مؤثر در کشاورزی کاربرد متعادل کودهای شیمیایی بیش از سایر فاکتورها در افزایش تولید محصولات کشاورزی مؤثر بوده‌است، اما استفاده بی‌رویه و نامعقول از نهاده‌های شیمیایی نظیر کودهای معدنی در تعادل بوم‌نظام‌های زراعی و وضعیت فیزیکی و شیمیایی خاک اختلال ایجاد می‌کند (Sharma *et al*., 2007). البته مصرف کودهای دامی نسبت به کودهای شیمیایی حائز اهمیت بیشتری بوده و کودهای شیمیایی فقط یک یا چند عنصر مورد نیاز را برای رشد گیاه فراهم می‌کنند، در حالی که کودهای آلی نظیر کود دامی منجر به افزایش ظرفیت نگهداری آب در خاک، افزایش فعالیت میکروبی، حاصلخیزی خاک، پایداری در تولیدات کشاورزی، حفظ محیط‌زیست و سلامت جامعه خواهد شد (Wu *et al*., 2005). کاهش توان سمّیت یونی ناشی از شوری، به خوبی می‌تواند در نتیجه کاربرد مواد مداخله‌گر مناسب نظیر ترکیب‌های آلی ایجاد شود. از دیدگاه Golpayegani و Gholami-Tilebeni (۲۰۱۱) بهبود جذب عناصر غذایی پرمصرف نظیر پتاسیم و کاهش سدیم در بافت *O. basilicum* گزارش شده‌است. براساس نتایج تحقیقات حیدری و همکاران (۱۳۹۰) نیز تغذیه شیمیایی نیتروژن از منبع آمونیوم و نیترات در شرایط شوری سبب بهبود محتوای کلروفیل، هیدرات‌های کربن و پرولین اندام هوایی *Plantago ovata* شده‌است.

Archive of SID

www.SID.ir

رویکرد روزافزون به استفاده از گیاهان دارویی، انجام تحقیقات گسترده را به روی آنها در جهت توسعه کشاورزی پایدار ضروری می‌سازد. برای کاهش اثرات سوء تنش اکسیداتیو طی بروز تنش شوری گاهی میزان فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدان نظیر کاتالاز، آسکوربات‌پراکسیداز و گایاکول‌پراکسیداز افزایش می‌یابد. بالا رفتن میزان فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدان در کنار تنظیم اسمزی و تغییر در محتوای پلی‌آمین‌ها می‌تواند بر مقاومت گیاهان در شرایط تنش تأثیر بگذارد. از این‌رو هدف از این آزمایش بررسی فعالیت برخی آنزیم‌های ضداکسنده، محتوای پلی‌آمین‌ها و مکانیزم تنظیم اسمزی در مرحله پرشدن دانه‌ها در برگ‌های زیره سبز بوده است.

مواد و روش‌ها

آزمایش به‌صورت کرت‌های یک‌بار خردشده در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با ۳ تکرار در پژوهشکده کشاورزی دانشگاه زابل در سال زراعی ۹۱-۱۳۹۰ اجرا شد. عامل اصلی کیفیت آب آبیاری در دو سطح آبیاری با آب مزرعه و آب شور از منبع چاه به‌ترتیب با هدایت الکتریکی ۰/۵۹ و ۴/۱۸۰ دسی‌زیمنس بر متر، و عامل فرعی نیز سطوح مختلف کودهای دامی و شیمیایی، شامل: تیمار شاهد، تیمار کودهای شیمیایی (اوره، سوپرفسفات تریپل، سولفات پتاسیم به‌ترتیب به میزان ۸۰، ۴۰ و ۳۰ کیلوگرم در هکتار)، تیمار کود دامی (به میزان ۴۰ تن در هکتار) و تیمار تلفیقی کود شیمیایی کامل (۴۰:۲۰:۱۵، N:P:K) با نصف مقدار توصیه کود دامی بود. برای آبیاری گیاهان با آب شور، از چاه موجود در محل پژوهشکده کشاورزی بقیه‌الله (به‌طور عمده شامل نمک‌های سدیم و منیزیم) در منطقه چاه‌نیمه شهرستان زهک استفاده شد (مشخصات آب‌های آبیاری استفاده شده در طرح: جدول ۱). گیاه زراعت پیشین چای‌ترش و تیمار مورد اعمال، محلول‌پاشی عناصر غذایی بود. با این‌حال به‌دلیل حصول اطمینان و با توجه به عمق نفوذ ریشه زیره سبز، خاک دست‌نخورده‌ای به میزان نیم متر به محل انتقال داده شد. قبل از آماده‌سازی زمین (دو شخم عمود بر هم، دیسک و لولر) نمونه مرکب از عمق ۳۰-۰ سانتی‌متری تهیه و به آزمایشگاه خاک‌شناسی برای تعیین مشخصات فیزیکی و شیمیایی ارسال گردید (جدول ۲). برای آماده‌سازی واحدهای آزمایشی، در هر تکرار ۲ کرت اصلی به‌منظور دو سطح عامل اصلی و در هر کرت اصلی، ۴ کرت به ابعاد ۳×۲ متر برای سطوح کودی ایجاد شد. فواصل بین تکرارها و کرت‌های بزرگ ۱/۵ متر و فاصله بین واحدهای آزمایشی کوچک ۰/۵ متر بود که برای تخمین بدون اریب میانگین تیمارها و اشتباه آزمایشی، اختصاص تیمارها در واحدهای آزمایشی به‌صورت تصادفی انجام شد. عملیات کاشت در ۲۰ بهمن‌ماه سال ۱۳۹۱ در ۶ ردیف به فاصله ۳۰ سانتی‌متری با ۱۰ سانتی‌متر فاصله از حاشیه به روش خشکه‌کاری و بعد آبیاری انجام شد. کود دامی قبل از کشت و کودهای شیمیایی همزمان با کاشت (به غیر از کود اوره که در دو نوبت، همزمان با کاشت و ۵۶ روز بعد از کاشت) اضافه گردید. مشاهده اولین گیاهچه‌ها در سطح خاک در ۲۶ روز پس از کاشت بود، به همین دلیل اعمال تیمار آب شور در روزهای پایانی سال زراعی ۹۱ فراهم نشد. پس از مرحله استقرار سه نوبت آبیاری با آب چاه به‌ترتیب در ۴۷، ۶۳ و ۷۶ روز پس از کاشت انجام شد. پس از سومین نوبت اعمال تیمار آبیاری با آب شور، نمونه‌گیری از برگ‌ها انجام شد.

قندهای محلول به روش اسیدسولفوریک Dubis و همکاران (۱۹۵۶) و پرولین با استفاده از روش Bates و همکاران (۱۹۷۳) از بافت سبز و تازه برگ‌ها اندازه‌گیری شد. اندازه‌گیری رنگیزه‌های فتوسنتزی به روش Arnon (۱۹۷۶) بوده، و عناصر سدیم و پتاسیم از روش خاکستر خشک محاسبه شد (مکی‌زاده تفتی و همکاران، ۱۳۸۷). پس از هضم خاکستر نمونه‌ها در اسیدکلریدریک ۲ نرمال مقادیر سدیم و پتاسیم محلول‌های حاصل به کمک دستگاه نورسنج شعله‌ای مدل JENWAY PFP7 قرائت و با استفاده از جدول‌های استاندارد به غلظت تبدیل شد.

Archive of SID

www.SID.ir

تهیه محلول‌ها، استخراج عصاره و روش اندازه‌گیری آنزیم‌ها

تهیه محلول پتاسیم‌فسفات

ابتدا ۱۰۰ میلی‌لیتر محلول ۱ مولار از نمک‌های KH_2PO_4 و K_2HPO_4 تهیه کرده، سپس برای تهیه محلول پتاسیم‌فسفات ۲۵ میلی‌لیتر از هر یک را مخلوط کرده و به حجم رسانیده شد.

تهیه محلول سدیم‌فسفات

۱۰۰ میلی‌لیتر محلول ۱ مولار از دو نمک $NaHPO_4$ و Na_2HPO_4 تهیه شده، و به‌منظور تهیه محلول سدیم‌فسفات ۲۵ میلی‌لیتر از محلول هر یک از دو نمک با غلظت ۱ مولار را برداشته و بعد به حجم ۱۰۰ میلی‌لیتر رسانده شد. از این بافر دو نمونه تهیه گردید که pH یکی در ۶ و دیگری در ۷ تنظیم شد.

تهیه بافر Ice-Cold Extraction

از محلول بافر پتاسیم فسفات ۱۰۰ میلی‌مولار با اسیدیته ۷، و محلول EDTA ۰/۱ میلی‌مولار استفاده شد.

برای سنجش فعالیت آنزیم‌ها ۰/۲ گرم از بافت سبز برگ را به همراه ۴ میلی‌لیتر بافر Ice-Cold در هاون سرد ساییده و مخلوط همگن حاصل به مدت ۱۵ دقیقه با دور ۱۶۰۰۰ سانتریفیوژ شد. سپس فاز بالایی به‌عنوان عصاره پروتئینی برای سنجش فعالیت آنزیمی استفاده شد. در نهایت اندازه‌گیری آنزیم کاتالاز با روش Beers و Sizer (۱۹۵۲)، آنزیم آسکوربات‌پراکسیداز با روش Nakano و Asada (۱۹۸۱) و گلوتاتیون‌پراکسیداز از روش Urbank و همکاران (۱۹۹۱) به کمک دستگاه اسپکتروفتومتر مدل BTS-45 انجام شد.

اندازه‌گیری میزان پلی‌آمین‌های درونی (پوترسین، اسپرمین و اسپرمیدین)

برای سنجش پلی‌آمین‌ها از روش Ma و همکاران (۲۰۰۵) با کمی تغییر استفاده شد. برای این منظور ۰/۲ گرم از بافت برگ از نمونه‌های تهیه‌شده در ۱ میلی‌لیتر اسید پرکلریک ۰/۲ نرمال در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد ساییده شد و به مدت ۱ ساعت در اتاقک سرد نگهداری شد. سپس نمونه‌ها ۲۰ دقیقه با سرعت ۱۸۰۰۰ دور در دقیقه سانتریفیوژ گردید. محلول شناور رویی که حاوی پلی‌آمین‌ها بود به تیوپ‌های کوچک منتقل شد. ۵۰ تا ۱۰۰ میکرولیتر از این محلول با ۲۰۰ میکرولیتر سدیم‌کربنات اشباع شده و ۴۰۰ میکرولیتر دانسیل‌کلراید نیز اضافه گردید. نمونه‌ها پس از ورتکس و ۱ ساعت نگهداری در تاریکی و دمای ۶۰ درجه سانتی‌گراد، ۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر پرولین اضافه شد. بعد از گذشت ۳۰ دقیقه، ۵۰۰ میکرولیتر تولوئن اضافه شده و دوباره ورتکس شده و فاز آلی (حاوی پلی‌آمین‌ها) جدا گردید. پس از خشک‌کردن فاز آلی با دستگاه لیوفلایزر رسوبات بجامانده در ۱ میلی‌لیتر اتانول خالص ورتکس شده و به علت غلظت بالا، نمونه‌ها به نسبت ۵ برابر رقیق شد. در این اندازه‌گیری از دستگاه HPLC با ستون C18 و دمای ستون آب ۲۵ درجه سانتی‌گراد استفاده گردید. با تزریق غلظت‌های مختلف اسپرمین، اسپرمیدین و پوترسین و محاسبه مساحت زیر منحنی هر یک از غلظت‌های داده شده به دستگاه و تعیین رابطه بین غلظت و سطح زیر منحنی، منحنی استاندارد رسم شد. در نهایت تجزیه واریانس و آزمون مقایسه میانگین (به روش دانکن در سطح احتمال ۵٪) توسط نرم‌افزارهای SAS و MSTAT-C انجام شد.

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۱- مهمترین صفات آب‌های آبیاری

	هدایت الکتریکی (ds.m-1)	اسیدیته	کلسیم	منیزیم	سدیم	کربنات	بی‌کربنات	نسبت جذب سدیم	درصد سدیم قابل تبادل	ظرفیت تبادل کاتیونی	سدیم قابل تعویض
			میلی‌اکی والان بر لیتر								
آب مزرعه	۰/۵۹	۷/۲۹	۴/۲	۳/۴	۵/۱	۰	۲/۴	۱/۸۵	۰/۴۰	۱۲/۷	۵/۰۸
آب چاه	۴/۱۸۰	۸/۰۱	۷/۵	۹/۲	۳۲/۷	۰/۴	۳/۲	۸/۰۰	۰/۶۶	۴۹/۴	۳۲/۶۰

جدول ۲- برخی ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک محل آزمایش در عمق ۳۰-۰ سانتی‌متری

بافت خاک	شن	رس	لای	پتاسیم	فسفر	نیتروژن	ماده آلی	pH	هدایت الکتریکی (dS/m)
	(٪)			قسمت در میلیون		(٪)			
لوم‌شنی	۴۲	۳۰	۲۸	۱۴۸	۱۰/۴	۰/۰۷	۱/۶۳	۷/۵	۱/۶

Archive of SID

www.SID.ir

نتایج

آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانت (کاتالاز، آسکوربات‌پراکسیداز و گایاکول‌پراکسیداز)

نتایج حاصل از تجزیه واریانس آنزیم ها نشان داد که تفاوت معنی داری ($P\leq ۰/۰۱$) در فعالیت آنزیم های کاتالاز و آسکوربات پراکسیداز برگ پس از اعمال سه نوبت آبیاری با آب شور (با هدایت الکتریکی ۴/۱۸۰ دسی‌زیمنس بر متر) وجود دارد (جدول ۳)، به‌طوری که میزان فعالیت آنزیم کاتالاز ۴۸/۶۸٪ در مقایسه با تیمار آبیاری با آب مزرعه افزایش نشان داد (جدول ۵)، در حالی که فعالیت آنزیم گایاکول پراکسیداز متأثر از کیفیت آب آبیاری نبود (جدول ۳).

تیمار تلفیقی کود شیمیایی و دامی به میزان بیشتری سبب کاهش فعالیت آنزیم‌های کاتالاز، آسکوربات‌پراکسیداز و گایاکول‌پراکسیداز به‌ترتیب تا سطح ۰/۰۰۸۳، ۰/۱۷۴ و ۰/۰۰۲۴ میکرومول H_2O_2 در دقیقه بر میلی‌گرم پروتئین، در مقایسه با عدم کاربرد کود شد (جدول ۵). در بررسی اثرات متقابل کیفیت آب آبیاری و کودهای مختلف مشخص گردید که در طی اعمال تنش شوری کاربرد کود دامی به تنهایی از کارایی بیشتری برخوردار بود و منجر به کاهش فعالیت آنزیم آسکوربات پراکسیداز (۰/۱۷۹ میکرومول H_2O_2 در دقیقه بر میلی گرم پروتئین) در مقایسه با شاهد و کوددهی تلفیقی شد (شکل ۱). این موضوع می تواند حکایت از توان قابل‌توجه استفاده از کود دامی در مقدار بیشتر نسبت به کاربرد تلفیقی آن به میزان کمتر داشته باشد که در تخفیف اثرات تنش اکسیداتیو ناشی از شوری مؤثر می‌باشد.

محتوای پلی‌آمین‌های پوترسن، اسپرمین و اسپرمیدین

در گیاهان عالی، متابولیسم پلی‌آمین‌ها به شرایط محیطی حساسیت نشان می‌دهد. بسیاری از تنش‌ها می‌توانند سبب افزایش تولید اتیلن و پلی‌آمین‌ها شوند (اثنی‌عشری و زکایی خسروشاهی، ۱۳۸۷). تیمار گیاهان با کیفیت‌های متفاوت آب آبیاری اختلاف معنی‌داری ($P\leq ۰/۰۱$) را بر محتوای پوترسین و اسپرمیدین برگ زیره سبز ایجاد کرد (جدول ۳). بالارفتن میزان شوری در تیمار آب شور چاه نسبت به تیمار شاهد به‌طور معنی‌داری منجر به افزایش محتوای پوترسین بافت برگ (۲۳/۹۸ نانومول بر گرم وزن تر) گردید. میزان افزایش برای محتوای اسپرمین و اسپرمیدین موجود در بافت سبز برگ‌ها در تیمار شوری آب آبیاری نسبت به شاهد به‌ترتیب ۸/۰۵٪ و ۱۷/۶۹٪ بود (جدول ۵).

در این پژوهش تیمار کاربرد جداگانه و تلفیقی کودهای شیمیایی و دامی در مقایسه با تیمار شاهد منجر به افزایش پلی‌آمین‌های درونی شد. در بین کودهای مصرفی کاربرد توأم کود شیمیایی و دامی بیشترین محتوای پوترسین (۲۲/۶۲ نانومول بر گرم) را ایجاد کرد که این تیمار از نظر آماری تفاوت معنی‌داری با تیمار کود دامی نداشت. از نظر تأثیر تیمارهای مختلف کودی بیشترین محتوای تتراآمین اسپرمین (۱۸/۲۷ نانومول بر گرم) از کاربرد جداگانه کود شیمیایی حاصل شد (جدول ۵)، با این حال محتوای اسپرمیدین برگ گیاهان تحت تأثیر کودهای مختلف قرار نگرفت (جدول ۳).

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۳- نتایج تجزیه واریانس میزان فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانت، محتوای پلی‌آمین‌های درونی و اسمولیت‌های سازگار در برگ زیره سبز (***Cuminum cyminum* L.**)

منبع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات							
		آنزیم کاتالاز	آنزیم آسکوربات‌پراکسیداز	آنزیم گایاکول‌پراکسیداز	پوترسین	اسپرمین	اسپرمیدین	پرولین	هیدرات‌های کربن
تکرار	۲	۰/۰۰۰۰۰۱۹ ns	۰/۰۰۰۰۷۲ ns	۲/۰۵۴۹ ns	۸/۳۸۵۰ ns	۵/۶۶۲۹ ns	۱۸/۷۲۴ **	۰/۰۰۰۰۰۰۳ ns	۱/۱۹۳ ns
کیفیت آب آبیاری	۱	۰/۰۰۰۰۸۳۷ **	۰/۰۱۷۳۹۸ **	۸/۷۲۱۱ ns	۲۶۷/۳۳۳۸ **	۸/۶۸۰۰ ns	۶۹/۷۰۰ **	۰/۰۰۰۰۲۴۸ **	۲/۸۲۹ **
خطای اصلی	۲	۰/۰۰۱۷	۰/۰۱۴۵۹۹	۰/۰۰۰۴	۲/۳۵۹۴	۱/۵۲۹۹	۱/۵۶۴	۰/۰۰۰۲۷	۰/۲۹۰
نوع کود	۳	۰/۰۰۰۰۱۷۱**	۰/۰۰۳۵۴۳ **	۵/۳۱۴۲ ns	۲۳/۷۰۵۹ *	۲۱/۶۴۵۰ **	۵/۱۴۳ ns	۰/۰۰۰۰۰۰۵ **	۰/۰۹۲ ns
کیفیت آب آبیاری × نوع کود	۳	۰/۰۰۰۰۰۸۷ns	۰/۰۰۱۵۷۱ **	۵/۲۸۲۸ ns	۱۶/۹۳۰۴ ns	۴/۴۹۴۴ ns	۲/۲۰۲ ns	۰/۰۰۰۰۰۲۵ **	۰/۰۱۲ ns
خطای فرعی	۱۲	۰/۰۰۰۰۰۲۸	۰/۰۰۰۲۱۳	۱/۹۶۳۴	۵/۵۶۶۹	۲/۲۴۰۶	۲/۴۴۵	۰/۰۰۰۰۰۰۰۷	۰/۰۸۴
ضریب تغییرات	–	۱۷/۸۶	۷/۶۴	۱۶/۱۶	۱۱/۴۳	۹/۸۶	۷/۴۸	۶/۲۰	۱۳/۷۱

ns، ** و *: به‌ترتیب غیرمعنی‌دار، معنی‌دار در سطح احتمال ۱٪ و ۵٪

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۴- نتایج تجزیه واریانس برخی رنگدانه‌های فتوسنتزی و محتوای عناصر سدیم و پتاسیم در برگ زیره سبز (*C. cyminum* L.)

منبع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات				
		کلروفیل a	کلروفیل b	مجموع کلروفیل‌های a و b	سدیم	پتاسیم
تکرار	۲	۰/۷۰۱ ns	۰/۰۴۲ ns	۰/۵۲۹ ns	۵۲/۰۴۲ ns	۱۱۲۳۵/۵۴۲ ns
کیفیت آب آبیاری	۱	۲۹/۹۱۱ **	۱۴/۲۰۷ **	۸۱/۶۱۵ **	۷۷۴۰۷/۰۴۲ **	۲۴۰۰/۰۰ ns
خطای اصلی	۲	۰/۴۵۲	۰/۳۳۱	۰/۶۴۳	۲۶/۰۴۲	۹۸۶/۳۷۵
نوع کود	۳	۲/۹۱۶ **	۰/۹۶۷ **	۶/۲۷۶ **	۱۰۷۴/۰۴۲ *	۳۵۱۴۹/۵۰۰ **
کیفیت آب آبیاری × نوع کود	۳	۰/۶۱۵ ns	۰/۲۷۰ ns	۱/۳۵۶ *	۲۶۹/۳۷۵ ns	۴۴۷۸۵/۷۷۸ **
خطای فرعی	۱۲	۰/۲۰۵	۰/۱۱۰	۰/۴۱۴	۲۲۰/۰۴۲	۱۱۰۹/۳۴۷
ضریب تغییرات	–	۳/۷۸	۱۵/۱۸	۴/۵۶	۹/۳۰	۶/۹۴

ns، ** و *: به‌ترتیب غیرمعنی‌دار، معنی‌دار در سطح احتمال ۱٪ و ۵٪

Archive of SID
www.SID.ir

جدول ۵- مقایسات میانگین اثرات اصلی و فرعی آزمایش بر میزان فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانت، محتوای پلی‌آمین‌های درونی و صفات فیزیولوژیکی در برگ زیره سبز (*C. cyminum* L.)

عوامل آزمایش/ صفات	آنزیم کاتالاز	آنزیم آسکوربات‌پراکسیداز	آنزیم گایاکول‌پراکسیداز	پوترسین	اسپرمین	اسپرمیدین	پرولین	هیدرات‌های کربن	کلروفیل a	کلروفیل B	مجموع کلروفیل‌های a و b	سدیم	پتاسیم
	(میکرومول H_2O_2 در دقیقه بر میلی‌گرم پروتئین)			(نانومول بر گرم)			(میکروگرم بر گرم)		(میلی‌گرم بر گرم)			(قسمت در میلیون)	
کیفیت آب آبیاری													
آب معمولی	۰/۰۰۷۶b*	۰/۱۶۴ b	۰/۰۰۲۹ a	۱۷/۳۰ b	۱۴/۹ a	۱۹/۲۱ a	۰/۰۰۳۳ b	۱/۷۶ b	۱۳/۱ a	۳/۰ a	۱۵/۹ a	۱۰۲/۷ b	۴۹۰a
آب شور طبیعی	۰/۰۱۱۳ a	۰/۲۱۸ a	۰/۰۰۲۶ a	۲۳/۹۸ a	۱۶/۱ a	۲۲/۶۱ a	۰/۰۰۵۴ a	۲/۴۶ a	۱۰/۸ b	۱/۴ b	۱۲/۳ b	۲۱۶/۳ a	۴۷۰ab
سیستم‌های مختلف کودی													
شاهد	۰/۰۱۱۹ a	۰/۲۲۶ a	۰/۰۰۲۹ ab	۱۷/۸۸ b	۱۳/۹۲ b	۱۹/۷۲ a	۰/۰۰۳۶ c	۲/۱۷ a	۱۱/۱۵ c	۱/۷۵ b	۱۲/۸۹ c	۱۶۰/۳ab	۴۰۷ c
کود شیمیایی	۰/۰۰۸۷ b	۰/۱۹۱ b	۰/۰۰۳۱ a	۱۹/۵۲ba	۱۸/۲۷ a	۲۱/۴۳ a	۰/۰۰۴۰ c	۲/۲۶ a	۱۱/۷۷ b	۲/۱۴ b	۱۳/۹۱ b	۱۷۷/۲ a	۴۹۴ b
کود دامی	۰/۰۰۸۷ b	۰/۱۷۴ b	۰/۰۰۲۶ ab	۲۲/۵۳ a	۱۴/۹۱ b	۲۰/۶۸ a	۰/۰۰۴۶ b	۱/۹۷ a	۱۲/۱۰ b	۲/۱۴ b	۱۴/۲۴ b	۱۴۵/۲ b	۴۳۷ c
تغذیه تلفیقی	۰/۰۰۸۳ b	۰/۱۷۴ b	۰/۰۰۲۴ b	۲۲/۶۲ a	۱۴/۹۳ b	۲۱/۸۲ a	۰/۰۰۵۱ a	۲/۰۶ a	۱۲/۸۲ a	۲/۷۲ a	۱۵/۳۷ a	۱۵۵/۲ b	۵۸۱ a

*: در هر ستون میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک، در سطح احتمال ۵٪ تفاوت معنی‌داری با هم ندارند.

Archive of SID
www.SID.ir

تنظیم‌کننده‌های اسمزی (پرولین و هیدرات‌های کربن)

نتایج نشان داد که کیفیت آب آبیاری بر محتوای پرولین و هیدرات‌های کربن برگ اثر معنی‌داری ($P\leq$۰/۰۱) داشته است (جدول ۳). با افزایش نمک‌های محلول در آب آبیاری بر میزان تجمع تنظیم‌کننده‌های اسمزی در بافت سبز برگ زیره سبز افزوده شد و بیشترین مقدار پرولین با میانگین ۰/۰۰۵۴ میکروگرم بر گرم و کربوهیدرات با میانگین ۲/۴۶ میکروگرم بر گرم از تیمار آبیاری با آب چاه بدست آمد (جدول ۵).

سیستم‌های مختلف کودی تأثیر معنی‌داری ($P\leq$۰/۰۱) بر محتوای پرولین برگ داشت (جدول ۳)، به‌نحوی که بیشترین مقدار پرولین (۰/۰۰۵۱ میکروگرم بر گرم) از تیمار تغذیه تلفیقی حاصل شد (جدول ۵). همچنین در بررسی اثرات متقابل کیفیت آب آبیاری و نوع کود مصرفی مشاهده شد که شوری باعث افزایش پرولین در بافت برگ گیاه گردید، اما تیمار کود شیمیایی و دامی به میزان بیشتری (۰/۰۰۶۴ میکروگرم برگرم) در مقایسه با سایر تیمارهای کودی توانست سبب افزایش این شاخص شود. البته مقدار افزایش پرولین تولیدشده در تیمار کود دامی در مقایسه با تیمار شاهد در شرایط آبیاری با آب شور چاه برابر ۲۳/۹۱٪ بود (شکل ۳).

محتوای کلروفیل a و b و کلروفیل کل

نتایج حاصل از تجزیه واریانس مؤید تأثیر معنی‌دار ($P\leq$۰/۰۱) تیمار نوع آب بر هر سه فاکتور فیزیولوژیکی محتوای کلروفیل a، b و کلروفیل کل در گیاه زیره سبز است (جدول‌های ۳ و ۴). مقایسات میانگین داده‌ها براساس آزمون مقایسه میانگین دانکن در سطح احتمال ۵٪نشان داد که در تیمار آب شور چاه در مقایسه با شاهد از محتوای رنگدانه کلروفیل کاسته شد. میزان این کاهش برای مجموع کلروفیل‌های a و b برابر ۲۹/۲۷٪ بود (جدول ۵).

جدول تجزیه واریانس تفاوت معنی‌داری ($P\leq$۰/۰۱) را در اثر نوع کود مصرفی بر محتوای رنگدانه کلروفیل نشان می‌دهد (جدول ۳) ولی در این آزمایش تیمارهای کاربرد جداگانه کودهای شیمیایی و دامی مزیت خاصی از نظر تأثیر بر محتوای کلروفیل نداشته بلکه اثر تیمار کوددهی تلفیقی کاراتر بود و بیشترین محتوای کلروفیل a، b و کلروفیل کل به‌ترتیب با ۱۴/۹۸، ۵۵/۴۳ و ۱۹/۲۴ درصد افزایش در مقایسه با شاهد از تیمار کود شیمیایی کامل و دامی بدست آمد (جدول ۵). برهم‌کنش نوع آب و نوع کود مصرفی بر کلروفیل کل معنی‌دار ($P\leq$۰/۰۵) بود (جدول ۳). بر این اساس استفاده از تیمار ترکیبی کود شیمیایی کامل و دامی همچنین کاربرد کود دامی به تنهایی، نسبت به تیمار کودهای شیمیایی و تیمار شاهد به مقدار بیشتری در بهبود میزان کلروفیل در شرایط آبیاری با آب شور چاه مؤثر بود (شکل ۳).

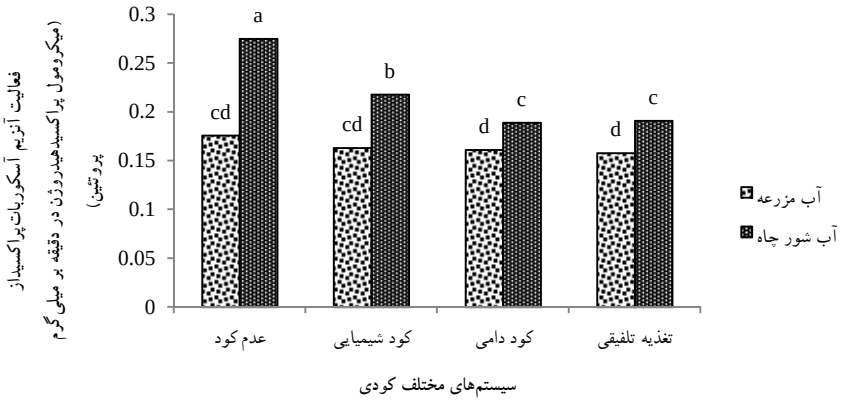
عناصر سدیم و پتاسیم

با افزایش نمک‌های محلول در آب آبیاری از مقدار جذبی پتاسیم کاسته و بر غلظت سدیم برگ افزوده شد. به این صورت که در آبیاری با آب ۴/۱۸۰ دسی‌زیمنس بر متر میزان سدیم تا سطح ۲۱۶/۳ قسمت در میلیون افزایش یافت (جدول ۵). تأثیر کیفیت آب آبیاری بر محتوای پتاسیم برگ معنی‌دار نبود (جدول‌های ۳ و ۴) اما در مقایسه با شوری آب آبیاری، میزان قابل‌قبولی از پتاسیم برگ گیاهان از تیمار شاهد آب آبیاری (۴۹۰ قسمت در میلیون) بدست آمد (جدول ۵).

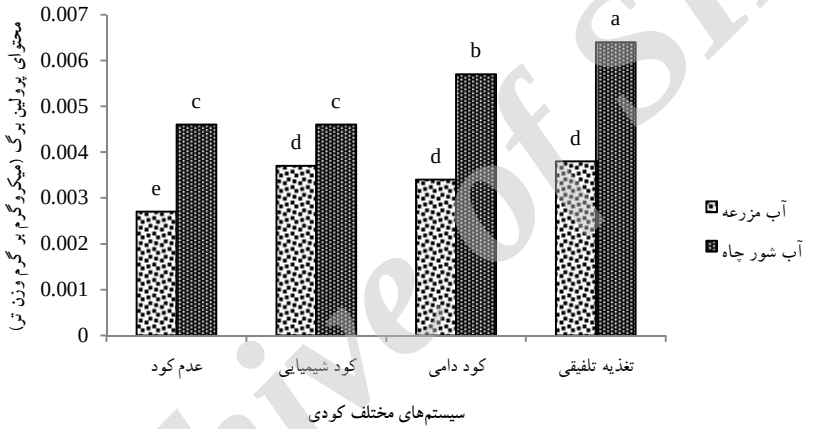
از میان کودهای مصرفی، کاربرد کود دامی منجر به کاهش جذب یون سدیم شد. به‌نحوی که تیمار کود دامی با میانگین ۱۴۵/۲ قسمت در میلیون به میزان کاراتری نسبت به سایر تیمارها در کاهش جذب محتوای سدیم مؤثر بود. لازم به ذکر است که کاربرد جداگانه کود دامی فاقد تفاوت معنی‌دار با تیمار کاربرد توأم کود شیمیایی کامل و دامی از نظر تأثیر بر محتوای سدیم برگ گیاه زیره سبز بود. نتایج مقایسات میانگین همچنین مؤید افزایش جذب پتاسیم در اثر مصرف کود در مقایسه با عدم کاربرد آن بود. به‌طوری که شرایط جذب پتاسیم بهبود قابل‌توجهی را از کاربرد کود شیمیایی کامل به نسبت ۴۰:۲۰:۱۵ کیلوگرم در هکتار در تلفیق با ۲۰ تن در هکتار کود دامی نشان داد (جدول ۵).

Archive of SID

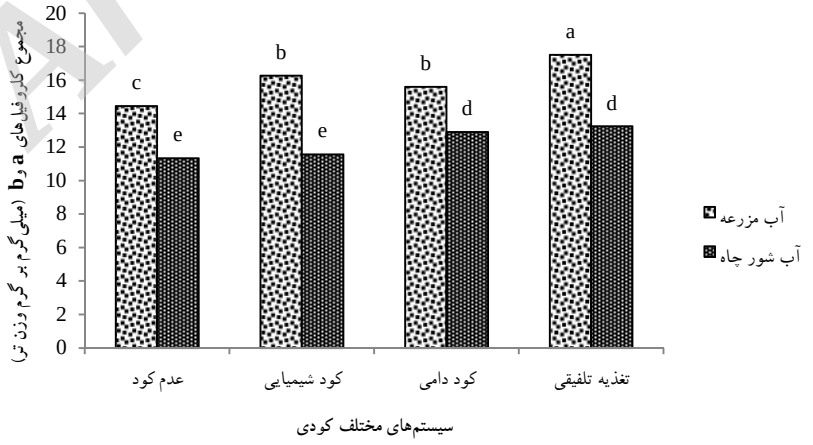
www.SID.ir



شکل ۱- فعالیت آنزیم آسکوربات‌پراکسیداز برگ زیره سبز تحت تأثیر برهم‌کنش کیفیت آب آبیاری و سیستم‌های مختلف کودی



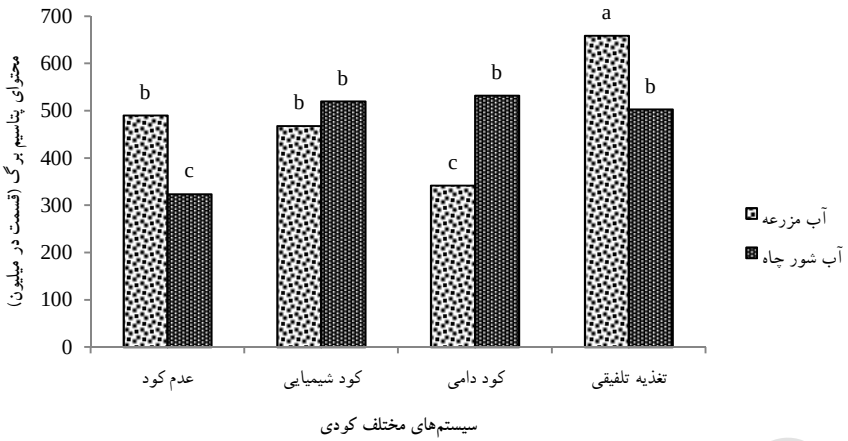
شکل ۲- محتوای پرولین برگ زیره سبز تحت تأثیر برهم‌کنش کیفیت آب آبیاری و سیستم‌های مختلف کودی



شکل ۳- واکنش کلروفیل کل برگ زیره سبز تحت تأثیر برهم‌کنش کیفیت آب آبیاری و سیستم‌های مختلف کودی

Archive of SID

www.SID.ir



شکل ۴- محتوای پتاسیم برگ زیره سبز تحت تأثیر برهم‌کنش کیفیت آب آبیاری و سیستم‌های مختلف کودی

بحث

آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانت (کاتالاز، آسکوربات‌پراکسیداز و گایاکول‌پراکسیداز)

نتایج حاصل از این مطالعه نشان داد که آبیاری با آب شور باعث افزایش فعالیت آنزیم‌های کاتالاز و آسکوربات‌پراکسیداز به‌ترتیب تا محدوده ۰/۰۱۱۳ و ۰/۲۱۸ میکرومول H_2O_2 در دقیقه بر میلی‌گرم پروتئین شده‌است. بالارفتن میزان فعالیت تنها دو آنزیم کاتالاز و آسکوربات‌پراکسیداز در برگ زیره سبز نشان‌دهنده تأثیر این دو آنزیم از بین سه آنزیم آنتی‌اکسیدانت بر میزان تحمل به شوری می‌باشد. Appel و Hirt (۲۰۰۴) در آزمایشی اعلام کردند که تنش شوری بر میزان فعالیت دو آنزیم آسکوربات‌پراکسیداز و گایاکول‌پراکسیداز در هر دو بخش هوایی و ریشه ارقام مختلف *Sorghum bicolor* افزود و از فعالیت کاتالاز کاشته شد. از دیدگاه حیدری و همکاران (۱۳۸۹) فعالیت گایاکول‌پراکسیداز در اندام هوایی و ریشه کلزا در بررسی سطوح مختلف شوری تا ۳۰۰ میلی‌مولار کاهش یافت، در حالی‌که بر فعالیت کاتالاز و آسکوربات‌پراکسیداز افزوده شد. از دیدگاه Neill و همکاران (۲۰۰۲) تغییر در میزان فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانت علاوه‌بر روابط یونی و تنظیم‌کننده‌های اسمزی می‌تواند به‌عنوان عاملی اثرگذار بر مقاومت گیاهان در برابر تنش شوری در نظر گرفته شود. با توجه به میزان حساسیت گونه گیاهی، مرحله رشد، شدت و مدت تنش غلظت، فعالیت این نوع آنزیم‌ها متفاوت خواهد بود.

از میان کودهای مصرفی تیمار کود شیمیایی کامل و دامی بهتر از کاربرد جداگانه کودها از نظر کاهش فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانت مؤثر بود. این کاهش در تیمار تغذیه تلفیقی در مقایسه با شاهد برای آنزیم‌های کاتالاز، آسکوربات‌پراکسیداز و گایاکول‌پراکسیداز به‌ترتیب ۴۳/۳۷، ۲۹/۸۹ و ۲۰/۸۳ درصد بود. البته در ارتباط با تأثیر کودهای دامی و شیمیایی بر سیستم آنتی‌اکسیدان آنزیمی اطلاعات اندکی در دست است. بنابراین به‌نظر می‌رسد کاهش فعالیت این آنزیم‌ها حاصل بهبود شرایط خاک، دستیابی گیاه به عناصر غذایی کافی و قرارگرفتن در وضعیت مناسب فیزیولوژیکی باشد.

محتوای پلی‌آمین‌های پوترسن، اسپرمین و اسپرمیدین

بیشترین تغییر در محتوای پلی‌آمین‌ها در واکنش به تنش‌های غیرزنده اتفاق می‌افتد (اثنی‌عشری و زکایی خسروشاهی، ۱۳۸۷). در این آزمایش مشخص شد که آبیاری با آب شور چاه منجر به افزایش محتوای پلی‌آمین‌ها گردید. این افزایش تا محدوده ۲۳/۹۸ نانومول بر گرم تنها برای پوترسین معنی‌دار بود (جدول ۲). در ریشه‌های مویین

Archive of SID

www.SID.ir

Panax ginseng C.A. Meyer طی اعمال شوری ۱۵۰ تا ۴۰۰ میلی‌مولار نمک طعام افزایش بیان سه ژن *PgSPD*، *PgSAMD* و *PgADC* منجر به افزایش محتوای پلی‌آمین‌های اسپرمین و اسپرمیدین شده است. این پدیده به‌عنوان یک واکنش سازگاری تلقی می‌شود (Parvin *et al.*, 2012). پوترسین در واکنش به طیف وسیعی از شرایط تنش در گیاهان تجمع می‌یابد. تولید پوترسین بیشتر می‌تواند مربوط به فعالیت آنزیم ADC (arginine decarboxylase) باشد. در نتیجه این آنزیم، آنزیم عمومی تنش و تجمع پوترسین به‌عنوان عمده‌ترین نشانه فعالیت ADC ناشی از تنش در گیاهان در نظر گرفته می‌شود (اثنی‌عشری و زکایی خسروشاهی، ۱۳۸۷).

در ارتباط با تأثیر کاربرد کودهای شیمیایی، دامی و تلفیق آنها بر محتوای پلی‌آمین‌های معمول اطلاعات اندکی در دست است. بنابراین به نظر می‌رسد مصرف مقادیر مناسب کودهای آلی و معدنی در مقایسه با عدم کاربرد آن، از طریق فراهمی جذب عناصر معدنی به‌ویژه نیتروژن سبب افزایش میزان پلی‌آمین‌های درونی زیره سبز شده‌است. به‌طوری که بالاترین محتوای اسپرمین برگ (۱۸/۲۷ نانومول برگرم) از کاربرد کود شیمیایی و پوترسین و اسپرمیدین به‌ترتیب به میزان ۲۲/۶۲ و ۲۱/۸۲ نانومول بر گرم از تیمار کوددهی تلفیقی بدست آمد (جدول ۵). البته وجود دو گروه آمینی انتهایی یا یک یا چند گروه ایمینی (imino groups) در ساختمان این هیدروکربن‌های آلیفاتیک، و نوع پیش‌ماده آنها یعنی اسیدهای آمینه اورنتین و آگماتین (اثنی‌عشری و زکایی خسروشاهی، ۱۳۸۷) بر صحت نتیجه می‌افزاید.

مقادیر کربوهیدرات محلول، پرولین و محتوای کلروفیل

در اثر آبیاری با آب شور چاه از میزان کلروفیل کاسته و در مقابل بر مقدار کربوهیدرات و پرولین افزوده شد (جدول ۵). از دیدگاه Hajiboland و همکاران (۲۰۱۲) و حیدری و همکاران (۱۳۹۰) کاهش محتوای کلروفیل‌های a و b در گیاهان *N. rustica* و *P. ovata* در شرایط تنش شوری ناشی از ممانعت شوری از سنتز یا افزایش تجزیه کلروفیل در برگ و در نهایت کاهش کارایی کلروفیل در انجام فتوسنتز می‌باشد. در طی بروز تنش شوری گیاهان سعی در تنظیم اسمزی با استفاده از ترکیب‌های آلی را همانند پرولین و کربوهیدرات دارند. این ترکیب‌ها تا حدی شرایط لازم را برای ادامه رشد و فتوسنتز برای گیاهان فراهم می‌کنند. از این ترکیب‌ها می‌توان به انواعی از کربوهیدرات‌های محلول (مانیتول، ساکارز و الیگوساکارید) و ترکیب‌های نیتروژنه (اسیدآمینه، پرولین و گلیسین‌بتائین) اشاره کرد. از دیدگاه اثنی‌عشری و زکایی خسروشاهی (۱۳۸۷) تحت شرایط شوری کاتابولیسم پوترسین (از طریق دی‌آمین‌اکسیداز) منجر به تجمع پرولین (یک اسمولیت قوی) می‌شود.

در این آزمایش نوع کود مصرفی مقادیر متفاوتی پرولین و کلروفیل‌های a و b را در گیاهان ایجاد کرد. در بین تیمارهای مختلف، منبع تغذیه تلفیقی کودها از بیشترین کارایی نسبت به کاربرد جداگانه کودهای شیمیایی و دامی در افزایش میزان پرولین و کلروفیل برخوردار بود (جدول ۵). براساس نظر Marschner (۱۹۹۵) پرولین ترکیبی آلی است که در ساختمان آن نیتروژن بکار رفته است. بنابراین مصرف کود شیمیایی نیتروژن‌دار در تلفیق با کود دامی از طریق اثرات هم‌افزایی می‌تواند در افزایش سنتز آن مؤثر باشد. از دیدگاه حیدری و همکاران (۱۳۹۰) سنتز پرولین در گیاهان *P. ovata* تحت تیمار با شوری‌های صفر تا ۲۰۰ میلی‌مولار نمک، در تیمار ترکیبی آمونیوم و نیترات افزایش یافته است.

سدیم و پتاسیم

پتاسیم یک عنصر سیتوپلاسمی ضروری است و به علت نقش آن در تنظیم اسمزی و نیز اثر رقابتی آن با سدیم، بیشتر به‌عنوان یک عنصر مهم در شرایط شوری در نظر گرفته می‌شود. به همین دلیل پیشنهاد شده‌است که غلظت اندک سدیم یا به عبارت دیگر نسبت کم سدیم به پتاسیم در برگ‌ها رابطه نزدیک با مقاومت به شوری دارد (Schachtman *et al.*, 1991). در پژوهش کنونی با افزایش محتوای سدیم برگ گیاهان تحت تیمار با آب

Archive of SID
www.SID.ir

شور چاه (۲۱۶ قسمت در میلیون)، محتوای سدیم برگ در مقایسه با تیمار شاهد آبیاری از ۴۹۰ به ۴۷۰ قسمت در میلیون در تیمار آب شور کاهش نشان داد (جدول ۵). Hajiboland و همکاران (۲۰۱۲) افزایش محتوای سدیم در برابر کاهش غلظت پتاسیم در بافت برگ *N. rustica* را در اثر اعمال شوری‌های صفر تا ۷۵ میلی‌مولار به جانشین‌شدن سدیم در شرایط رقابت برای جذب توسط ریشه نسبت داده و معتقدند انتقال سدیم به واکوئل و استفاده از آن در تنظیم اسمزی تا حدی شرایط لازم را برای ادامه حیات گیاه فراهم می‌کند.

در مورد تأثیر کودهای مصرفی بر محتوای سدیم و پتاسیم برگ زیره سبز، می‌توان بیان کرد که کود شیمیایی کامل و دامی از طریق اثرات هم‌افزایی منجر به بهبود مواد آلی خاک و تأثیر بر قدرت جذب عناصر غذایی شده که منجر به افزایش محتوای پتاسیم برگ به‌طور مؤثرتری در مقایسه با کاربرد جداگانه کودها شد؛ در حالی‌که کاربرد جداگانه کود دامی به میزان ۴۰ تن در هکتار حتی در مقایسه با تیمار کوددهی تلفیقی از نظر تأثیر بر کاهش جذب سدیم کارآمدتر بود. بنابراین پیشنهاد شده‌است در شرایط شور یا خاک‌های قلیایی اضافه کردن مواد آلی باعث آزادشدن سدیم از مجموعه تبادلی خاک و در نتیجه افزایش آب‌شویی و کاهش غلظت آن در گیاهان می‌گردد (Qadir *et al*., 2001).

سپاسگزاری

بدین‌وسیله از رئیس محترم پژوهشکده کشاورزی دانشگاه زابل، دکتر عیسی خمری، و نیز دکتر علیرضا سیروس‌مهر که صمیمانه ما را در انجام این تحقیق یاری کردند، تشکر می‌کنیم.

منابع مورد استفاده

- اثنی‌عشری، م. و زکایی خسروشاهی، م.ر.، ۱۳۸۷. پلی‌آمین‌ها و علوم باغبانی (چاپ اول). انتشارات دانشگاه بوعلی‌سینا، همدان، ۱۸۸ صفحه.
- حیدری، م.، عبدل‌زاده، ا. و فرزانه، ف.، ۱۳۹۰. اثر سطوح مختلف شوری و سه نوع تغذیه نیتروژنی بر رشد و واکنش‌های بیوشیمیایی اسفرزه. علوم گیاهان زراعی ایران، ۴۲(۱): ۲۰۷-۱۹۹.
- حیدری، م.، مصری، ف. و کیخا، ز.، ۱۳۸۹. اثر تنش شوری بر متابولیسم اسیدهای نوکلئیک، فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدان، فلورسانس کلروفیل و تنظیم‌کننده‌های اسمزی در کلزا. علوم گیاهان زراعی ایران، ۴۱(۳): ۵۰۲-۴۹۱.
- مکی‌زاده تفتی، م.، توکل افشاری، ر.، مجنون‌حسینی، ن. و نقدی‌بادی، ح.ع.، ۱۳۸۷. بررسی تحمل به شوری و میزان جذب املاح گیاه گاوزبان (*Borago officinalis* L.). تحقیقات گیاهان دارویی و معطر ایران، ۲۴(۳): ۲۶۲-۲۵۳.
- Anjum, M.A., 2010. Response of Cleopatra mandarin seedlings to a polyamine-biosynthesis inhibitor under salt stress. Acta Physiologiae Plantarum, 32(5): 951-959.
- Appel, K. and Hirt, H., 2004. Reactive oxygen species: metabolism, oxidative stress and signal transduction. Plant Biology, 55: 373-399.
- Bahari, A., Pirdashti, H. and Yaghubi, M., 2013. The effects of amino acid fertilizers spraying on photosynthetic pigments and antioxidant enzymes of wheat (*Triticum aestivum* L.) under salinity stress. Agronomy and Plant Production, 4(4): 787-793.
- Bates, L.S., Waldren, R.P. and Teare, I.D., 1973. Rapid determination of free proline for water stress studies. Journal of Plant and Soil, 39(1): 205-207.
- Beers, G.R. and Sizer, I.V., 1952. A spectrophotometric method for measuring the breakdown of hydrogen peroxidase by catalase. Journal of Biological Chemistry, 195(1): 133-140.
- Dubis, M., Gilles, K.A., Hamilton, J.K., Rebers P.A. and Smith, F., 1956. Colorimetric method for determination of sugars and related substances. Journal of Analytical Chemistry, 28(3): 350-356.
- Golpayegani, A. and Gholami-Tilebeni, H., 2011. Effect of biological fertilizers on biochemical and physiological parameters of basil (*Ociumum basilicm* L.) medicine plant. American Eurasian Journal of Agricultural and Environmental Sciences, 11(3): 445-450.
- Hajiboland, R., Ebrahimi, N. and Poschenrieder, Ch., 2012. Bound Putrescine, a Distinctive Player under Salt Stress in the Natrophilic Sugar Beet in Contrast to Glycophyte Tobacco. Journal of Sciences, 32(2): 105-114.
- Ma, R., Zhang, M., Li, B., Du, G., Wang, J. and Chen, J., 2005. The effects of exogenous Ca^{2+} on endogenous polyamine levels and drought-resistant traits of spring wheat grown under arid conditions. Arid Environment, 63(1): 177-190.

Archive of SID
www.SID.ir

calcareous salin-sodic soils. Agricultural Water Management, 50(3):197-210.
- Schachtman, D.P., Munns, R. and Whitecross, M.I. 1991. Variation in sodium exclusion and salt tolerance in *Triticum tauschii*. Crop Science, 31(4): 992-997.
- Sharma, K., Dak, G., Agrawal, A., Bhatnagar, M. and Sharma, R., 2007. Effect of phosphate solubilizing bacteria on the germination of *Cicer arietinum* seeds and seedling growth. Journal of Herbal Medicine and Toxicology, 1(1): 61-63.
- Urbanek, H., Kuzniak-Gebarowska, E. and Herka, K., 1991. Elicitation of defense responses in bean leaves by botrytis cinerea polyglacturonase. Acta Physiologiae Plantarum, 13(1): 43-50.
- Wu, S.C., Cao, Z.H., Li, Z.G., Cheung, K.C. and Wong, M.H., 2005. Effects of bio fertilizer containing N-fixer, P. and K. solubilizes and AM fungi on maize growth: a greenhouse trial. Geoderma, 125(1): 155-166.
- Marschner, H., 1995. Mineral Nutrition of Higher Plants. Academic Press, Ltd. London, 862p.
- Nakano, Y. and Asada, K., 1981. Hydrogen peroxide is scavenged by ascorbic aside specific peroxidase in spinach chloroplast. Plant Cell Physiology, 22(5): 867-880.
- Neill, S., Desika, R. and Hancock, J., 2002. Hydrogen peroxide signaling curropin. Plant Biology, 5: 388-395.
- Pang, X.M., Zhang, Z.Y., Wen, X.P., Ban, Y. and Moriguchi, T., 2007. Polyamines, all-purpose players in response to environment stresses in plants. Plant Stress, 1(2): 173-188.
- Parvin, S., Lee, O.R., Sathiyaraj, G., Khoralragchaa, A., Kim, Y.J., Miah, M.J. and Yang, D.C., 2012. Modulation of Polyamine Levels in Ginseng Hairy Root Cultures Subjected to Salt Stress. Russian Journal of Plant Physiology, 59(6): 757-765.
- Qadir, M., Ghafoor, A. and Murtaza, G., 2001. Use of saline-sodic water through phytoremediation of

Archive of SID

www.SID.ir

Physiological response and polyamines content of cumin (*Cuminum cyminum* L.) to water irrigation quality in the application of chemical and organic fertilizers

J. Bardel[1*], A. Ghanbari[2] and M. Khajeh[3]

1*- Corresponding author, Ph.D. Student of Postharvest Physiology, Department of Horticulture, Urmia University, Urmia, Iran
E-mail: jamileh.bardel@yahoo.com
2- Faculty of Agriculture, Department of Agronomy, University of Zabol, Zabol, Iran
3- Faculty of Science, Department of Chemistry, University of Zabol, Zabol, Iran

Received: February 2014 Revised: February 2015 Accepted: February 2015

Abstract

According to the necessity of using the substances reducing the harmful effects of salinity stress in areas with saline water and soil, and providing major plant nutrients through fertilizers, a split-plot experiment in a randomized complete block design with three replications was conducted at the Research Farm of Zabol University during 2012. Two levels of irrigation water quality (0.59 and 4.180 $dS.m^{-1}$ EC) were in the main plots, and four levels of fertilizer (control, chemical fertilizer in the ratio of 80:40:30 $kg.ha^{-1}$ from CO $(NH_2)_2$, $Ca(H_2PO_4)$ and K_2SO_4 respectively, 40 $ton.ha^{-1}$ manure and combination of fertilizers in half amount of mentioned) were in sub-plots. Results showed that saline water irrigation (EC: 4.180 $dS.m^{-1}$) increased the activity of CAT and APX antioxidant enzymes, and other enzyme activity was reduced. In addition, the content of putrescine (Put), spermine (Spm) and spermidine (Spd), proline and carbohydrates, sodium and photosynthetic pigments in cumin (*Cuminum cyminum* L.)leaves increased. A separate application of NPK-fertilizer and manure showed no significant difference for physiological traits except spermine content, proline, sodium, and potassium. The combined application of NPK-fertilizer and manure was more efficient in reducing the antioxidant enzymes activity of CAT and GPX and enhancing the content of spermidine, proline, photosynthetic pigments, and potassium. The potassium content in combined treatment (581 ppm) compared with the separate application of NPK-fertilizer and manure increased 17.61 and 18.53 percent, respectively. According to the results of this study, in order to reduce the unilateral use of chemical fertilizer and supply plant nutrients required in salinity, NPK fertilizer with 40:20:15 $kg.ha^{-1}$ ratios with 20 $ton.ha^{-1}$ manure is recommended.

Keywords: Salinity, physiological characteristics, manure, NPK fertilizer.

Archive of SID

www.SID.ir