فرآیند و کارکرد گیاهی، جلد ۸، شماره ۳۳، آذر و دی ۱۳۹۸

Downloaded from jispp.iut.ac.ir at 20:41 IRST on Saturday February 27th 2021

تأثیر محلول‌پاشی پوترسین بر زیست‌توده، محتوای نسبی آب برگ و میزان عناصر معدنی ریحان (*Ocimum basilicum* L. cv. Genove) تحت تنش شوری

سارا فرسرایی[۱]، لیلا مهدی‌زاده[۱]، محمد مقدم[۱]*، حسن ابراهیمی[۲]

[۱] گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد

[۲] گروه خاکشناسی شرکت کشاورزی و دامپروری کاوندیش نیشابور

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۷/۰۳/۲۵، تاریخ پذیرش نهایی: ۱۳۹۷/۰۸/۱۹)

چکیده

به‌منظور بررسی اثر محلول‌پاشی پوترسین بر برخی خصوصیات رشدی و میزان عناصر غذایی ریحان رقم ژنو (*Ocimum basilicum* L. cv. Genove) تحت تنش شوری آزمایش گلدانی به‌صورت فاکتوریل بر پایه طرح کاملاً تصادفی در گلخانه تحقیقاتی دانشگاه فردوسی مشهد در سال ۱۳۹۶ انجام شد. تیمارهای آزمایشی شامل چهار سطح شوری آب آبیاری (صفر، ٤٠، ٨٠ و ١٢٠ میلی‌مولار سدیم کلرید) و سه سطح محلول‌پاشی پوترسین (صفر، ۱ و ۲ میلی‌مولار) در سه تکرار بود. نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که اثر متقابل شوری و پوترسین بر همه صفات مورد مطالعه معنی‌دار شد. مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد که بیشترین وزن خشک اندام هوایی (٤/٠٣ گرم)، محتوای نسبی آب برگ (۷۲/۲ درصد)، فسفر (۱/۵ درصد)، پتاسیم (۱/۷ درصد)، روی (۲۲/۳ میلی‌گرم در کیلوگرم)، کلسیم (۱/۳۱ درصد)، منیزیم (۰/۵۳ درصد) و منگنز (۸۹/۰۵ میلی‌گرم در کیلوگرم) در تیمار بدون شوری و محلول‌پاشی ۲ میلی‌مولار پوترسین مشاهده شد. در حالیکه بیشترین میزان سدیم (۰/۹ درصد) در تیمار شوری ۱۲۰ میلی‌مولار و بدون محلول‌پاشی پوترسین مشاهده شد و پوترسین ۲ میلی‌مولار آن را کاهش داد. در شرایط تنش شوری پوترسین جذب عناصر معدنی را در گیاه بهبود بخشید و موجب افزایش وزن تر و خشک اندام هوایی و محتوای نسبی آب برگ ریحان گردید اما در اغلب صفات تفاوت معنی‌داری بین دو غلظت پوترسین مشاهده نشد.

واژه‌های کلیدی: پتاسیم، سدیم، نیتروژن، وزن تر و خشک

مقدمه

تنش شوری یکی از مهمترین عوامل کاهنده رشد گیاهان به خصوص در مناطق خشک و نیمه‌خشک جهان است. امروزه گزارش شده است که ۷ درصد از کل زمین‌های کره زمین و ۲۰ درصد از کل زمین‌های زراعی تحت تنش شوری قرار دارند (Rasool *et al.*, 2013) و ایران دارای سطحی حدود ٤٤ میلیون هکتار اراضی شور است که متجاوز از ۵۰ درصد اراضی تحت کشت آبی را شامل می‌شود (Munns, 2002). در مناطق خشک و نیمه‌خشک از جمله ایران اثر شوری به علت بارندگی کم در این مناطق و در مقابل بالابودن میزان تبخیر و تعرق و بر جای‌ماندن املاح در سطح خاک شدیدتر است و روز به روز بر شدت آن افزوده می‌شود (معاونی، ۱۳۸۹). شوری ناشی از عوامل اولیه و ثانویه است که از عوامل اولیه می‌توان به نفوذ آب شور دریا در امتداد سواحل، وجود دریاچه‌های نمکی و

*نویسنده مسؤل، نشانی پست الکترونیکی: m.moghadam@um.ac.ir

Downloaded from jispp.iut.ac.ir at 20:41 IRST on Saturday February 27th 2021

تبخیر آنها و بر جای‌ماندن املاح، فرسایش سنگ‌ها و غیره اشاره کرد. از عوامل ثانویه می‌توان به فعالیت‌های انسانی از جمله سیستم‌های نامناسب آبیاری، استفاده از آب‌های بی‌کیفیت و نبود زهکش مناسب اشاره نمود (Rasool *et al.*, 2013). نتایج حاصل از پژوهش‌های قبلی نشان دادند که افزایش سطح شوری موجب کاهش رشد و وزن تر و خشک در گیاه مرزه تابستانه (رضایی چپایه و همکاران، ۱۳۹٤)، ریحان (Delavari *et al.*, 2014؛ افشار و لادن مقدم، ۱۳۹٤) و مریم گلی (کاشفی و همکاران، ۱۳۹۳) شد. در هنگام افزایش تنش شوری میزان یون سدیم در اندام هوایی شنبلیله افزایش یافت و در مقابل یون‌های کلسیم، پتاسیم و نسبت‌های کلسیم به سدیم و پتاسیم به سدیم در گیاه کاهش یافت (ارچنگی و همکاران، ۱۳۹۱).

پلی‌آمین‌ها گروهی از ترکیبات آلی پلی‌کاتیونی با وزن مولکولی کم و دارای دو یا چند گروه آمینی هستند و تقریباً در تمام موجودات زنده یافت می‌شوند که شامل انواع مختلفی همچون پوترسین (دی‌آمین)، اسپرمیدین (تری‌آمین) و اسپرمین (تترا‌آمین) هستند (Tang and Newton, 2005). از این میان پوترسین با فرمول $C_4H_{12}N_2$ از پلی‌آمین‌های غالب در گیاهان بوده و پیش‌ساز پلی‌آمین اسپرمیدین و اسپرمین است. پوترسین دارای جرم مولی ۸۸/۱۵ گرم بر مول و دمای ذوب ۲۷/۵ درجه سانتی‌گراد و دمای جوش ۱۵۸/٦ درجه سانتی‌گراد و قابل حل در آب است. درصد نیتروژن موجود در ساختمان پوترسین ۳۱/۷٦ درصد می‌باشد (Bouchereau *et al.*, 1999).

پلی‌آمین‌ها باعث تنظیم فعالیت آنزیم‌ها می‌شوند (Asthir *et al.*, 2010). این ترکیبات به مولکول‌های مختلف آنیونی از جمله اسیدهای نوکلئیک و فسفولیپیدها متصل می‌شوند و بنابراین برای رشد و تمایز ضروری هستند (Shawney *et al.*, 2003; Sanazzaro *et al.*, 2003). کاربرد پلی‌آمین‌ها به‌عنوان یک روش مناسب برای کاهش خسارات ناشی از تنش شوری در نظر گرفته شده است و کاربرد آن در شرایط شوری در گیاه همیشه‌بهار سبب بهبود ویژگی‌های این گیاه گردید (Chattopadhayay *et al.*, 2002). کاربرد پوترسین در گیاه پنبه تحت تنش شوری موجب افزایش مواد معدنی از جمله فسفر، نیتروژن، پتاسیم و کلسیم شد که از این طریق مقاومت گیاه به شوری را افزایش داد (Hanafy Ahmad *et al.*, 2013).

ریحان با نام علمی *Ocimum basilicum* L. گیاهی یکساله و علفی با کاربرد دارویی، ادویه‌ای و سبزی متعلق به خانواده نعناعیان (Lamiaceae) است (امیدبیگی، ۱۳۷۵؛ Labra *et al.*, 2004). ریحان از سالیان قبل به صورت سنتی برای درمان سردرد، سرفه، اسهال، انگل، زگیل، ناراحتی‌های کلیوی و بزرگ‌شدن طحال استفاده می‌شود. همچنین از آن به‌عنوان گیاهی ضدنفخ، افزایش‌دهنده شیر مادران و اشتهاآور یاد می‌شود (Labra *et al.*, 2004؛ امیدبیگی، ۱۳۷۵).

تنش شوری موجب اختلال در عملکرد گیاه و کاهش میزان عناصر معدنی در آن می‌شود. با توجه به اثرات مفید پوترسین در کاهش اثرات مضر تنش شوری بر گیاه و اهمیت گیاه ریحان بررسی‌ها نشان می‌دهد که تا کنون تحقیقی مبنی بر استفاده از پوترسین تحت تنش شوری در گیاه ریحان انجام نشده است. بنابراین هدف از این تحقیق بررسی اثر محلول‌پاشی پوترسین بر زیست‌توده اندام هوایی، محتوای نسبی آب برگ و میزان جذب عناصر غذایی ریحان تحت تنش شوری است.

مواد و روش‌ها

به‌منظور بررسی اثر پوترسین بر وزن تر و خشک اندام هوایی، محتوای نسبی آب برگ و میزان جذب عناصر ریحان تحت تنش شوری آزمایش گلدانی به‌صورت فاکتوریل بر پایه طرح کاملاً تصادفی در گلخانه تحقیقاتی دانشگاه فردوسی مشهد در فروردین ماه سال ۱۳۹٦ انجام شد. تیمارهای آزمایشی شامل چهار سطح شوری آب آبیاری (صفر، ٤۰، ۸۰ و ۱۲۰ میلی مولار به‌ترتیب معادل صفر، ۳/۵، ۷ و ۱۰/۵ دسی‌زیمنس بر متر) (بهاری ساروی و همکاران، ۱۳۹۵) و سه سطح پوترسین به‌صورت محلول‌پاشی برگی با غلظت‌های صفر، ۱ و ۲ میلی‌مولار (بنی‌اسدی و همکاران، ۱۳۹۳) در سه تکرار بود. بذور ریحان رقم ژنو (*Ocimum basilicum* L. cv. Genove)

جدول ۱- برخی ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک

بافت خاک	اسیدیته خاک	هدایت الکتریکی ($dS.m^{-1}$)	کربن آلی	نیتروژن	کلسیم	منیزیم	سدیم	کلر	فسفر	پتاسیم
			(٪)						(mg/kg)	
لومی شنی	۷/۵۵	۴/۰۹	۰/۶۶	۰/۰۵۷	۱۲/۴	۸/۲	۲۷	۱۶	۲۴/۶	۲۰۲

از شرکت InterSemillas (Valencia, Spain) اسپانیا تهیه و در گلدان‌هایی با قطر دهانه ۳۰ و ارتفاع ۴۰ سانتی‌متر در عمق ۰/۵ سانتی‌متری کشت شدند. مشخصات خاک مورد استفاده در جدول ۱ آورده شده است. پس از سبزشدن بذور و استقرار گیاهان تنک بوته‌ها انجام شد به طوریکه در نهایت ٤ بوته در هر گلدان باقی ماند. در مرحله ۵ - ٦ برگی تیمارهای شوری به‌همراه آبیاری اعمال شد و تا انتهای آزمایش ادامه یافت. آبیاری با فاصله هر دو تا سه روز یکبار و با توجه به خشکی خاک انجام شد. به‌منظور جلوگیری از واردشدن شوک ناگهانی به گیاهان اعمال شوری از پایین‌ترین سطح (۴۰ میلی‌مولار) انجام شد و به‌تدریج سطوح بالاتر شوری اعمال گردید. محلول‌پاشی برگی با پوترسین در دو مرحله قبل از گلدهی و بعد از گلدهی انجام شد.

اندازه‌گیری صفات در مرحله ۸۰ درصد گلدهی انجام شد. صفات مورد اندازه‌گیری شامل وزن تر و خشک اندام هوایی، محتوای نسبی آب برگ، میزان جذب نیتروژن، پتاسیم، فسفر، کلسیم، منیزیم، آهن، روی، منگنز، سدیم و کلر بودند.

وزن تر و خشک اندام هوایی با ترازویی (مدل GF-400) به دقت ۰/۰۱گرم اندازه‌گیری شد.

اندازه‌گیری محتوای نسبی آب برگ (RWC): ابتدا وزن تر نمونه برگ (FW) گرفته شد و سپس نمونه را به‌مدت ۲٤ ساعت در دمای اتاق داخل آب‌مقطر غوطه‌ور قرار داده و پس از این زمان وزن آماس نمونه (TW) خوانده شد. سپس نمونه‌ها ۴۸ ساعت درون آون (مدل E240) با دمای ۷۵ درجه سانتی‌گراد قرار گرفتند و وزن خشک (DW) به‌دست آمد (Sanchez *et al.*, 1998) و در فرمول زیر قرار گرفت:

$$RWC = [(FW-DW) / (TW-DW)] \times 100$$

اندازه‌گیری نیتروژن: جهت اندازه‌گیری درصد نیتروژن ۰/۳ گرم از نمونه خشک آسیاب‌شده گیاه در لوله هضم ریخته شد. سپس مقدار ۱/۱ گرم کاتالیزور به‌همراه ۵ میلی‌لیتر سولفوریک اسید غلیظ به آن اضافه گردید و محتویات لوله به مدت دو ساعت روی دستگاه هضم قرار داده شد. در مرحله بعد پس از سردشدن محتویات لوله، به نمونه هضم‌شده مقدار ۲۰ میلی‌لیتر سود ۱۰ نرمال و ۳۰ میلی‌لیتر محلول بوریک اسید افزوده گردید و سپس با استفاده از سولفوریک اسید ۰/۰۰۵ نرمال عمل تیتراسیون انجام و میلی‌لیتر سولفوریک اسید مصرفی را داخل فرمول قرار داده و درصد نیتروژن موجود در نمونه با ماکروکجلدال محاسبه گردید (Sharpe *et al.*, 2001).

$$PPM = v \times 0.005 \times 50 \times 14 \times 1000 / (20\times0.3)$$
$$N = PPM / 10000$$

در این فرمول v معادل میلی‌لیتر اسید مصرفی جهت تیتراسیون است.

تهیه عصاره هضم‌شده گیاهی: عصاره گیاهی به این صورت تهیه شد که ابتدا مقدار ۰/۳ گرم نمونه آسیاب‌شده گیاه وزن و داخل کروزه ریخته شد سپس کروزه به‌مدت چهار ساعت در کوره الکتریکی با دمای ٤۵۰ درجه سانتی‌گراد قرار داده شد. پس از سردشدن کروزه خاکستر حاصل داخل بشر ۱۰۰ میلی‌لیتری ریخته و مقدار ۱۰ میلی‌لیتر کلریدریک اسید ۰/۱ نرمال به ظرف اضافه گردید. سپس به‌مدت ۱۰ دقیقه بر روی هیتر با دمای ۸۰ درجه سانتی‌گراد گذاشته شد و با استفاده از آب‌مقطر حجم نمونه به ۵۰ میلی‌لیتر رسانده شد.

اندازه‌گیری سدیم و پتاسیم: میزان سدیم و پتاسیم موجود در عصاره گیاهی به‌وسیله شعله سنجی و توسط دستگاه فلیم فتومتر تعیین گردید (امامی، ۱۳۷۵).

اندازه‌گیری فسفر: به ۰/۵ میلی‌لیتر عصاره هضم‌شده، ٤ میلی‌لیتر محلول B (۱/۰۵٦ گرم آسکوربیک اسید به ازای هر

Downloaded from jispp.iut.ac.ir at 20:41 IRST on Saturday February 27th 2021

Downloaded from jispp.iut.ac.ir at 20:41 IRST on Saturday February 27th 2021

۲۰۰ میلی‌لیتر محلول A (۰/۰۷۲۷ گرم پتاسیم آنتی‌مولی تارتارات، ۳ گرم هپتامولیبدات آمونیوم و ۳٤/۵ میلی‌لیتر سولفوریک اسید غلیظ را با آب‌مقطر به حجم ۵۰۰ میلی‌لیتر می‌رسانیم) اضافه کرده و نمونه را به حجم ۲۵ میلی‌لیتر رساندیم. سپس درصد جذب نوری برای نمونه را با دستگاه اسپکتروفتومتر با طول‌موج ٦٦٠ نانومتر خوانده شد (Murphy and Riley, 1962).

اندازه‌گیری کلر: به‌منظور اندازه‌گیری کلر ابتدا ۰/۲ گرم نمونه خشک گیاهی کاملاً پودر شد و به‌مدت ۳۰ دقیقه با آب‌مقطر عصاره‌گیری انجام شد و از این عصاره تهیه‌شده برای اندازه‌گیری کلر به‌روش نیترات نقره و کلرور جیوه استفاده شد (Staples and Toennissen, 1984).

اندازه‌گیری عناصر آهن، روی، منیزیم، کلسیم و منگنز به روش جذب اتمی شعله‌ای (A. A. S) انجام گرفت (Parham *et al.*, 2002).

آنالیز داده‌ها با نرم‌افزار Minitab17 انجام شد. تجزیه واریانس داده‌ها با استفاده از روش ANOVA انجام شد و مقایسه میانگین‌ها با آزمون Bonferroni در سطح احتمال ۵ درصد انجام گرفت و برای رسم نمودارها از نرم‌افزار Excel 2016 استفاده شد.

نتایج و بحث

زیست‌توده اندام هوایی: نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که اثر متقابل شوری و پوترسین در سطح احتمال ۱ درصد بر وزن تر و خشک اندام هوایی معنی‌دار بود (جدول ۲). نتایج مقایسه میانگین اثر متقابل شوری و پوترسین نشان داد محلول‌پاشی پوترسین با غلظت ۲ میلی‌مولار توانست وزن خشک اندام هوایی برگ را نسبت به شاهد در بالاترین سطح شوری (۱۲۰ میلی‌مولار) به‌صورت معنی‌دار افزایش دهد اما در مورد وزن تر اندام هوایی نتوانست اثر معنی‌داری از خود بر جای بگذارد (شکل ۱ و ۲). بررسی‌ها نشان داد که تنش شوری موجب کاهش وزن تر و خشک اندام هوایی در گیاه مرزه (جبالبارزی و همکاران، ۱۳۹٤)، ریحان (کرامتی و همکاران، ۱۳۹۵)، بادرنجبویه (گرگینی شبانکار، ۱۳۹٤) و شمعدانی معطر (پیرانوند و همکاران، ۱۳۹٤) شد که با نتایج حاصل از این تحقیق مطابقت دارد. تنش شوری موجب کاهش صفات مورفولوژیکی پنبه گردید و کاربرد پوترسین این صفات را بهبود بخشید (Hanafy Ahmad *et al.*, 2013) که با نتایج حاصل از این تحقیق مطابقت دارد. در هنگام تنش شوری گونه‌های فعال اکسیژن افزایش می‌یابد که این افزایش موجب ایجاد اختلال در سیستم انتقال الکترون شده و به این صورت از رشد گیاه می‌کاهد و کاهش رشد، کاهش وزن تر و خشک اندام هوایی را در پی دارد (Sofo *et al.*, 2005). همچنین تنش شوری باعث می‌شود تا گیاه آب موجود در بافت‌های خود را از دست بدهد و دچار پلاسمولیز شود که این عامل سبب کاهش وزن تر اندام هوایی خواهد شد (عمارت پرداز و همکاران، ۱۳۹۵). موارد مذکور می‌تواند دلیلی بر کاهش وزن تر و خشک اندام هوایی در این تحقیق باشد. محلول‌پاشی با پوترسین در شرایط شوری سبب افزایش وزن تر و خشک گیاه کتان گردید (El-lethy *et al.*, 2010) که با نتایج حاصل از این تحقیق مطابقت داشت. اتیلن و پلی‌آمین‌ها دارای پیش‌ماده مشترک برای سنتز هستند و با ساخت پلی‌آمین‌ها در گیاه، ساخت اتیلن در گیاه کاهش می‌یابد و با کاهش میزان اتیلن تخریب رنگیزه‌های فتوسنتزی نیز کاهش می‌یابد و درنتیجه موجب بهبود رشد گیاه می‌شود (Alcazar *et al.*, 2006). همچنین علت دیگر افزایش رشد گیاه با کاربرد پلی‌آمین تحت تنش شوری می‌تواند ناشی از این باشد که با کاربرد پوترسین میزان پلی‌آمین‌ها در مریستم انتهایی گیاه افزایش می‌یابد و درنتیجه رشد گیاه را نسبت به گیاه تیمارنشده با پوترسین افزایش می‌دهد (Farooq *et al.*, 2009).علاوه بر این پوترسین می‌تواند به‌عنوان یک منبع نیتروژن عمل کرده (پوترسین در ساختار خود حاوی ۳۱/۷٦ درصد نیتروژن است) و به این طریق رشد رویشی گیاه را افزایش دهد و افزایش وزن تر و خشک اندام هوایی در این تحقیق می‌تواند به این علت باشد (Mahros *et al.*, 2011). همچنین پلی‌آمین‌ها گونه‌های فعال اکسیژن تولیدشده در گیاه را از بین برده و خسارات ناشی از

Downloaded from jispp.iut.ac.ir at 20:41 IRST on Saturday February 27th 2021

جدول ۲- تجزیه واریانس اثر کاربرد تنش شوری و پوترسین بر صفات مورد مطالعه در گیاه ریحان

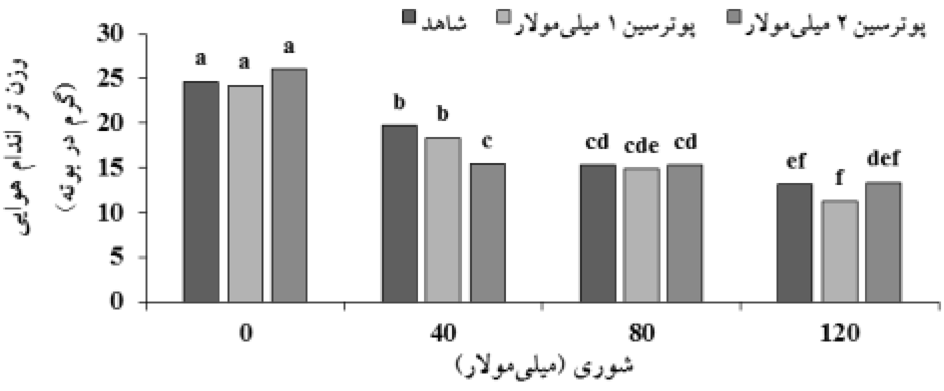
منابع تغییرات	df	میانگین مربعات					
		وزن تر اندام هوایی	وزن خشک اندام هوایی	محتوی نسبی آب برگ	نیتروژن	فسفر	پتاسیم
شوری	۳	۷۲۹/۶**	۶/۱**	۱۹۶۹/۳**	۱/۱۶*	۱/۴**	۷/۶**
پوترسین	۲	۵۴/۸**	۲/۰**	۹۲/۶**	۰/۵۸ ns	۰/۰۱ ns	۰/۱۶**
شوری × پوترسین	۳	۳۰/۶**	۵/۳**	۷۹۳/۱**	۱/۲۵**	۰/۳**	۰/۴**
خطا	۲۴	۱۰/۷	۰/۴	۶۸/۹	۰/۱۶	۰/۱	۰/۱۳
ضریب تغییرات		۱۷/۵۳	۱۰/۱۷	۹/۴۷	۱۰/۳۹	۱۹/۴۹	۲۲/۲۱

****، * و ns به‌ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال ۱ و ۵ درصد و بدون اختلاف معنی‌دار**

ادامه جدول ۲-

منابع تغییرات	df	میانگین مربعات						
		سدیم	کلسیم	منیزیم	روی	آهن	منگنز	کلر
شوری	۳	۰/۰۵**	۰/۱۸**	۰/۱**	۲۴۰/۱**	۶۷/۲۸**	۴۲۴۴/۱**	۲۶/۱۰**
پوترسین	۲	۰/۰۶**	۰/۰۰۷ ns	۰/۰۳**	۳۳/۲**	۱۶/۶۴**	۶۲۸/۱**	۳۰/۲۶**
شوری × پوترسین	۳	۱/۰۷**	۰/۱۳**	۰/۰۹**	۳۱۲/۶**	۲۷/۳۴**	۱۳۰۰/۶**	۵/۵۶**
خطا	۲۴	۰/۰۲	۰/۰۰۱	۰/۰۲	۱۵/۹	۱/۲۶	۲۳۷/۳	۱/۰۷
ضریب تغییرات		۲۲/۴۸	۱۹/۷۱	۲۱/۲۲	۲۲/۷	۱۵/۱۰	۲۱/۶۳	۵/۰۰۵

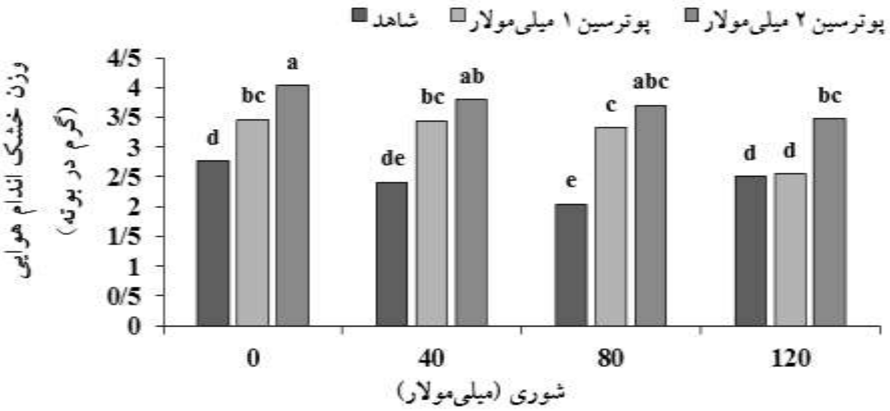
****، * و ns به‌ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال ۱ و ۵ درصد و بدون اختلاف معنی‌دار**



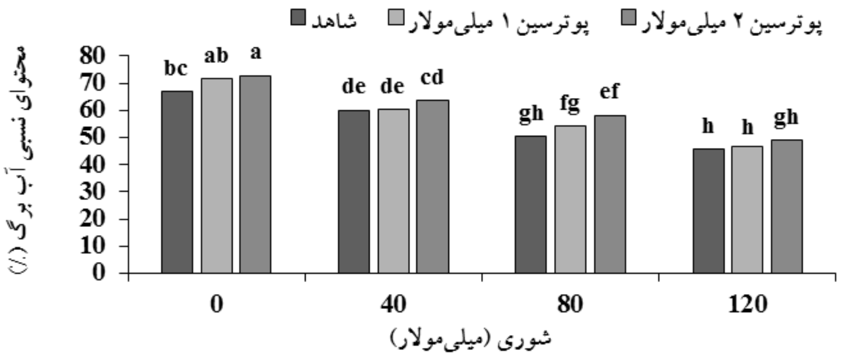
شکل ۱- مقایسه میانگین اثر متقابل کاربرد پوترسین و شوری بر وزن تر اندام هوایی گیاه ریحان رقم ژنو. حروف مشابه در هر ستون بیانگر عدم‌اختلاف معنی‌دار براساس آزمون Bonferroni در سطح احتمال ۵ درصد است.

تنش را کاهش می‌دهند که نتایج این تحقیق نیز این امر را اثبات می‌کند (Mahros *et al*., 2011).

محتوای نسبی آب برگ (RWC): نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که اثرات متقابل شوری و پوترسین در سطح احتمال ۱ درصد بر محتوای نسبی آب برگ معنی‌دار شد (جدول ۲). نتایج مقایسه میانگین اثر متقابل شوری و



شکل ۲- مقایسه میانگین اثر متقابل کاربرد پوترسین و شوری بر وزن خشک اندام هوایی گیاه ریحان رقم ژنو. حروف مشابه در هر ستون بیانگر عدم‌اختلاف معنی‌دار براساس آزمون Bonferroni در سطح احتمال ۵ درصد است.



شکل ۳- مقایسه میانگین اثر متقابل کاربرد پوترسین و شوری بر محتوی نسبی آب برگ گیاه ریحان رقم ژنو. حروف مشابه در هر ستون بیانگر عدم‌اختلاف معنی‌دار براساس آزمون Bonferroni در سطح احتمال ۵ درصد است.

پوترسین نشان داد که با تیمار ۲ میلی‌مولار پوترسین RWC نسبت به شاهد در تیمار بدون شوری افزایش یافت (شکل ۳). نتایج تحقیقات نشان داد که تنش شوری موجب کاهش محتوای نسبی آب برگ در ریحان (بهاری ساروی و همکاران، ۱۳۹۵)، شمعدانی معطر (پیراوند و همکاران، ۱۳۹٤)، آویشن باغی (حسینی و همکاران، ۱۳۹۵) و مرزه تابستانه (رضایی چیانه و همکاران، ۱۳۹٤) گردید. تنش شوری باعث کاهش RWC در گیاه همیشه‌بهار گردید و استفاده از پوترسین در میزان بسیار کم سبب افزایش این صفت شد (بنی اسدی و همکاران، ۱۳۹۳). تمام موارد بررسی‌شده با نتایج حاصل از این تحقیق مطابقت دارد. با افزایش سطح شوری جذب آب توسط برگ‌ها کاهش می‌یابد و از سوی دیگر این کاهش سبب می‌شود تا گیاه نتواند محتوای آب برگ خود را حفظ کند و از این رو با گذشت زمان محتوای نسبی آب برگ کاهش می‌یابد (Munns *et al.*, 2006). همچنین کاهش محتوای نسبی آب برگ می‌تواند به علت تجمع یون‌های سدیم و کلر باشد که این عوامل می‌تواند دلیل کاهش RWC ریحان در این تحقیق باشد. پلی‌آمین‌ها باعث افزایش محتوای نسبی آب برگ در گیاه رز شدند و دلیل افزایش محتوای نسبی آب در این گیاه و همچنین ریحان مورد مطالعه در این تحقیق توسط پوترسین می‌تواند به این علت باشد که پلی‌آمین‌ها سبب افزایش نفوذپذیری غشاء به کلسیم شده و میزان آن را در گیاه افزایش می‌دهند و این افزایش کلسیم باعث غیرفعال‌کردن ورود یک سویه پتاسیم از غشاء شده و همین امر سبب تحریک بسته‌شدن روزنه‌ها و در پی آن کاهش از دست‌رفتن آب گیاه شود و محتوای نسبی آب برگ افزایش یابد (Rubinowska *et al.*, 2012).

Downloaded from jispp.iut.ac.ir at 20:41 IRST on Saturday February 27th 2021

Downloaded from jispp.iut.ac.ir at 20:41 IRST on Saturday February 27th 2021

پلی‌آمین‌ها کاتیون‌های آلیفاتیک با وزن مولکولی پایین هستند که به دلیل طبیعت کاتیونی آنها می‌توانند به آسانی به‌طور خنثی به گروه‌های سر فسفولیپیدها و یا سایر مکان‌های آنیونی غشاءها متصل شوند؛ بنابراین پایداری و نفوذپذیری چنین غشاءهایی تحت تأثیر قرار می‌گیرند. حفظ وضعیت آب برگ به‌وسیله کاربرد خارجی پوترسین می‌تواند با بهبود محتوای پوترسین آزاد و ویژگی‌های غشاء توجیه شود (Farooq *et al.*, 2009).

میزان نیتروژن، فسفر و پتاسیم گیاه: نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که اثرات متقابل شوری و پوترسین در سطح احتمال ۱ درصد بر میزان نیتروژن، فسفر و پتاسیم گیاه معنی‌دار شد (جدول ۲). نتایج حاصل از مقایسه میانگین اثر متقابل شوری و پوترسین نشان داد که شوری تأثیر معنی‌داری بر میزان نیتروژن تا سطح ۸۰ میلی‌مولار نداشت و در شوری ۱۲۰ میلی‌مولار و شرایط عدم‌محلول‌پاشی پوترسین کمترین میزان آن (۴/۹۲ میلی‌گرم در گرم ماده خشک گیاه) مشاهده شد که محلول‌پاشی ۲ میلی‌مولار پوترسین سبب افزایش این صفت نسبت به شاهد شد (جدول ۳). میزان فسفر نیز در شرایط بدون شوری در بیشترین مقدار خود (۱/۵ درصد) بود و کاربرد پوترسین نتوانست تفاوت معنی‌داری در افزایش این عنصر داشته باشد و در تیمار شوری ۱۲۰ میلی‌مولار بین شاهد و کاربرد دو غلظت پوترسین نیز تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد (جدول ۳). بیشترین میزان پتاسیم (۱/۷ درصد) در تیمار بدون شوری و محلول‌پاشی ۲ میلی‌مولار پوترسین مشاهده شد ولی تفاوت معنی‌داری با غلظت ۱ میلی‌مولار پوترسین نداشت اما در بالاترین سطح شوری محلول‌پاشی پوترسین نتوانست اثر معنی‌داری بر میزان پتاسیم گیاه بر جای بگذارد (جدول ۳).

میزان کلسیم و منیزیم گیاه: نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که اثرات متقابل شوری و پوترسین در سطح احتمال ۱ درصد بر میزان کلسیم و منیزیم گیاه معنی‌دار شد (جدول ۲). مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد بیشترین میزان کلسیم (۱/۳۱درصد) در تیمار بدون شوری و محلول‌پاشی پوترسین با غلظت ۲ میلی‌مولار مشاهده شد و همچنین کاربرد پوترسین با غلظت ۲ میلی‌مولار در بالاترین سطح شوری توانست میزان کلسیم را نسبت به شاهد ۲۸/۸۱ درصد افزایش دهد به طوریکه کلسیم را از ۰/۵۹ درصد به ۰/۷۶ درصد رساند (جدول ۳). مقایسه میانگین اثرات متقابل شوری و پوترسین نشان داد که بیشترین میزان جذب منیزیم (۰/۵۳ درصد) در تیمار بدون شوری و کاربرد پوترسین در غلظت ۲ میلی‌مولار مشاهده شد اما تفاوت معنی‌داری با تیمار ۱ میلی‌مولار پوترسین و شاهد نداشت. کمترین میزان جذب منیزیم (۰/۲۳ درصد) در تیمار شوری ۱۲۰ میلی‌مولار و عدم محلول‌پاشی پوترسین به‌دست آمد (جدول ۳).

میزان روی، آهن و منگنز گیاه: نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که اثرات متقابل شوری و پوترسین در سطح احتمال ۱ درصد بر میزان روی، آهن و منگنز گیاه معنی‌دار شد (جدول ۲). کاربرد پوترسین در غلظت ۲ میلی‌مولار بر میزان روی هم در شرایط بدون شوری و هم در شرایط شوری بالا (۱۲۰ میلی‌مولار) اثری معنی‌دار داشت. به طوریکه در شرایط بدون شوری میزان روی را ۱۷/۹۸ درصد و در شرایط شوری ۱۲۰ میلی‌مولار ۳۹/۳۸ درصد نسبت به شاهد افزایش داد (جدول ۳).

نتایج نشان داد که محلول‌پاشی پوترسین نتوانست اثر معنی‌داری را بر میزان آهن گیاه در شرایط شوری بالا (۱۲۰ میلی‌مولار) بگذارد (جدول ۳). مقایسه میانگین اثرات متقابل شوری و پوترسین نشان داد که بیشترین میزان جذب منگنز (۸۹/۰۵ میلی‌گرم در کیلوگرم) در تیمار بدون شوری و کاربرد پوترسین در غلظت ۲ میلی‌مولار مشاهده شد اما تفاوت معنی‌داری با تیمار پوترسین در غلظت ۱ میلی‌مولار نداشت و کمترین میزان آن (۴۷/۲ میلی‌گرم در کیلوگرم گیاه) در تیمار شوری ۱۲۰ میلی‌مولار و عدم‌کاربرد پوترسین مشاهده شد و محلول‌پاشی با پوترسین تفاوت معنی‌داری در میزان آن ایجاد نکرد (جدول ۳).

جذب سدیم و کلر گیاه: نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که اثرات متقابل شوری و پوترسین بر میزان

Downloaded from jispp.iut.ac.ir at 20:41 IRST on Saturday February 27th 2021

جدول ۳- مقایسه میانگین اثر متقابل کاربرد شوری و پوترسین بر جذب برخی عناصر در ریحان رقم ژنو

شوری	پوترسین (میلی‌مولار)	نیتروژن (میلی‌گرم در گرم)	فسفر	پتاسیم	سدیم	منیزیم
			(٪)			
۰	۰ (شاهد)	۶/۸۵ ^{a}	۱/۳ ^{abc}	۱/٤ ^{b}	۰/۳۶ ^{ef}	۰/٤۹ ^{ab}
	۱	۶/۹۲ ^{a}	۱/۳ ^{abc}	۱/۶ ^{ab}	۰/۳۶ ^{ef}	۰/۵ ^{ab}
	۲	۷/۱ ^{a}	۱/۵ ^{a}	۱/۷ ^{a}	۰/۲٤ ^{g}	۰/۵۳ ^{a}
٤۰	۰	۷/۰۰ ^{a}	۱/۳ ^{abc}	۰/۷۹ ^{d}	۰/۲۷ ^{fg}	۰/٤۷ ^{ab}
	۱	۶/۸۱ ^{a}	۱/۲ ^{bcd}	۰/۷۱ ^{de}	۰/۳۷ ^{e}	۰/۵ ^{ab}
	۲	۶/۸۰ ^{a}	۱/۱ ^{cd}	۱/۰۷ ^{c}	۰/٤۳ ^{de}	۰/٤ ^{bc}
۸۰	۰	۶/۶۵ ^{a}	۱/۳ ^{abc}	۰/۷۵ ^{d}	۰/٤۹ ^{cd}	۰/٤۱ ^{bc}
	۱	۶/۳۵ ^{a}	۱/٤ ^{ab}	۰/٤۵ ^{f}	۰/۵٤ ^{bc}	۰/۳۶ ^{c}
	۲	۶/۸۵ ^{a}	۱/۰۲ ^{de}	۰/۵ ^{def}	۰/۵۳ ^{bc}	۰/۳۳ ^{c}
۱۲۰	۰	٤/۹۲ ^{b}	۰/۸ ^{e}	۰/۳۹ ^{f}	۰/۹ ^{a}	۰/۳۷ ^{c}
	۱	۵/۹۵ ^{ab}	۰/۸ ^{e}	۰/٤۵ ^{f}	۰/۹ ^{a}	۰/۳۵ ^{c}
	۲	۶/۳۲ ^{a}	۱/۰ ^{de}	۰/٤۹ ^{ef}	۰/۶ ^{b}	۰/۲۳ ^{d}

در هر ستون اعداد دارای حداقل یک حرف مشابه تفاوت معنی‌داری با هم ندارند.

ادامه جدول ۳-

شوری	پوترسین (میلی‌مولار)	کلسیم	کلر	آهن	منگنز	روی
		(٪)		(میلی‌گرم در کیلوگرم)		
۰	۰ (شاهد)	۰/۸۸ ^{c}	٤۵/۲۰ ^{de}	۱۹/۳۳ ^{a}	۷۱/۹ ^{b}	۱۸/۹ ^{b}
	۱	۱/۰۴ ^{b}	٤۲/۲۲ ^{e}	۱۹/۴۵ ^{a}	۸٤/٤ ^{a}	۱۹/۰٤ ^{b}
	۲	۱/۳۱ ^{a}	٤۱/۹۵ ^{e}	۱۹/۸۵ ^{a}	۸۹/۰۵ ^{a}	۲۲/۳ ^{a}
٤۰	۰	۰/۸۳ ^{cd}	٤۷/۰۳ ^{bcd}	۱۸/۱۷ ^{ab}	۷۱/۶ ^{b}	۱۳/٤ ^{ef}
	۱	۱/۰۴ ^{b}	٤۶/۵۰ ^{cd}	۱۵/۰۸ ^{bc}	۵۳/٤ ^{cd}	۱٤/۹ ^{de}
	۲	۰/۸۲ ^{cd}	٤۶/۱۵ ^{cd}	۱۴/۸۴ ^{bc}	۹۶/۶ ^{b}	۱۷/۶ ^{bc}
۸۰	۰	۰/۶۸ ^{ef}	٤۸/۸۱ ^{abc}	۱۵/۳۷ ^{bc}	۶۳/۱ ^{bc}	۱۱/۸ ^{f}
	۱	۰/۷۰۵ ^{def}	٤۷/۹۳ ^{abcd}	۱۱/۲۸ ^{d}	۵۳/۳ ^{cd}	۱۲/۳ ^{f}
	۲	۰/۷۸ ^{cde}	٤۷/۹۲ ^{abcd}	۱۵/۱۸ ^{bc}	۵٤/۲ ^{cd}	۱۶/۱ ^{cd}
۱۲۰	۰	۰/۵۹ ^{f}	۵۰/۵۸ ^{a}	۱۲/۲۹ ^{cd}	٤۷/۲ ^{d}	۹/۰٤ ^{g}
	۱	۰/۶۷ ^{ef}	۵۰/۰۹ ^{ab}	۱۰/۵۶ ^{d}	۵۰/۱ ^{d}	۱۱/۵ ^{fg}
	۲	۰/۷۶ ^{cde}	٤۸/۸۱ ^{abc}	۱۰/۵۰ ^{d}	۵۳/۳ ^{cd}	۱۲/۶ ^{ef}

در هر ستون اعداد دارای حداقل یک حرف مشابه تفاوت معنی‌داری با هم ندارند.

سدیم و کلر گیاه در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار شد (جدول ۲). سدیم در تیمار شوری ۱۲۰ میلی‌مولار دارای بیشترین میزان خود (۰/۹ درصد) بود و محلول‌پاشی پوترسین با غلظت ۲ میلی‌مولار سبب کاهش ۳۳/۳۳ درصدی مقدار آن نسبت به شاهد و غلظت ۱ میلی‌مولار پوترسین شد (جدول ۳). بیشترین میزان کلر در بالاترین سطح شوری و عدم‌محلول‌پاشی

Downloaded from jispp.iut.ac.ir at 20:41 IRST on Saturday February 27th 2021

پوترسین مشاهده شد و کاربرد پوترسین نیز نتوانست این صفت را بهبود بخشد (جدول ۳).

غلظت یون سدیم در خاک در شرایط تنش شوری به شدت افزایش‌یافته و به دلیل شباهت در شعاع یون هیدراته سدیم و پتاسیم، پروتئین‌های ناقل قادر به تمایز این دو یون از هم نیستند. بنابراین جذب سدیم توسط ریشه گیاه افزایش می‌یابد و سمیت سدیم در گیاه اتفاق می‌افتد. این سمیت باعث ایجاد اختلال در متابولیسم گیاه می‌شود و جذب عناصر غذایی را تحت تأثیر قرار می‌دهد و بدین صورت سبب کاهش عناصر ضروری گیاه می‌شود (Tester and Davenport, 2003; Apse and Blumwald, 2002). از دلایل کاهش جذب نیتروژن در گیاه می‌توان به این مورد اشاره کرد که در هنگام تنش شوری غلظت یون کلر افزایش می‌یابد و افزایش در میزان این یون باعث کمبود نیترات در گیاه می‌شود (Volkmar *et al.*, 1998). همچنین کاهش نیتروژن می‌تواند به این علت باشد که در شرایط شوری سطح فعالیت آنزیم نیترات ردوکتاز و آنزیم گلوتامین سنتتاز که آنزیم تبدیل‌کننده آمونیوم به فرم آلی نیتروژن است کاهش می‌یابد (Li *et al.*, 2005). کاهش این آنزیم‌ها سبب کاهش در میزان جذب نیتروژن در گیاهان می‌شود. بنابراین این می‌تواند دلیل کاهش نیتروژن در گیاهان از جمله گیاه مورد مطالعه در این تحقیق باشد. تنش شوری سبب کاهش جذب فسفر در گیاه دارویی مرزه (جبالبارزی و همکاران، ۱۳۹٤) شد که با نتیجه حاصل از این تحقیق مطابقت دارد و این کاهش به علت کم‌شدن رشد گیاه تحت تنش شوری است که در پی آن از طول ریشه‌ها نیز کاسته می‌شود و این کاهش سبب می‌شود تا ریشه قادر به جذب عنصر فسفر، که عنصری غیرمتحرک است، نباشد و با نقصان آن در اندام خود رو به رو شود (Awad *et al.*, 1990). همچنین در هنگام تنش شوری یون فسفات با یون کلسیم موجود در خاک به سرعت رسوب می‌کند و از دسترس گیاه خارج می‌شود. بنابراین غلظت و جذب این عنصر در گیاه به شدت کاهش پیدا می‌کند (Giri *et al.*, 2003). تنش شوری موجب کاهش جذب منیزیم و پتاسیم در گیاه دارویی مرزه (جبالبارزی و همکاران، ۱۳۹٤) و اشنان (حیدرنژاد و رنجبر فردوئی، ۱۳۹۲)، و کاهش جذب یون پتاسیم در گیاه شنبلیله (ارچنگی و همکاران، ۱۳۹۱) شد که با نتایج حاصل از این تحقیق مطابقت داشت. در شرایط شوری یون سدیم جایگزین یون پتاسیم موجود در محلول خاک شده و این جایگزینی سبب می‌شود تا جذب پتاسیم در گیاه کاهش یابد (حیدرنژاد و رنجبر فردوئی، ۱۳۹۲). به‌طور کلی می‌توان دلیل کاهش میزان یون‌های منیزیم، پتایسم و کلسیم در اثر تنش شوری را به‌علت برهمکنش بین سدیم جذب‌شده توسط گیاه و منیزیم، پتاسیم و کلسیم دانست (Khan *et al.*, 2000).

نتایج حاصل از مطالعه‌ای در گیاه باقلا نشان داد که تنش شوری سبب کاهش میزان عناصر کم مصرف (آهن، روی، مس و منگنز) گردید (El-Fouly *et al.*, 2001) که در این تحقیق نیز این کاهش مشاهده شد. با توجه به مشاهدات Tavallali و همکاران (۲۰۰۹) دلیل کاهش عناصر کم‌مصرف غلظت بالای یون سدیم و یا کاهش آب در دسترس گیاه به‌علت افزایش غلظت نمک و ایجاد علائم تنش خشکی است. پوترسین به علت دارابودن نیتروژن در ساختار خود می‌تواند به‌عنوان یک منبع نیتروژن عمل کرده و تا حدی به رفع کمبود نیتروژن در گیاه در شرایط شوری کمک کند (Mahros *et al.*, 2011). این ترکیبات می‌توانند نفوذپذیری غشاء را نسبت به کلسیم افزایش دهند و به این طریق سبب افزایش کلسیم در گیاه شوند (Rubinowska *et al.*, 2012). پوترسین با دارابودن نقش آنتی‌اکسیداتیوی می‌تواند تعادل کاتیون - آنیون را ایجاد کند و از این طریق مانع کاهش بیش از اندازه یک عنصر غذایی در گیاه حتی در شرایط تنش شدید شود. همچنین با کاهش اثرات شوری در گیاه می‌تواند رشد گیاه را بهبود بخشد و غلظت عناصر را در گیاه ا افزایش دهد (Talaat *et al.*, 2005). یکی دیگر از دلایل بهبود جذب عناصر توسط پوترسین جلوگیری از خسارت به غشاء سلولی از طریق مهار آنزیم پروتئاز و لیپاز است. همچنین از اثرات منفی یون‌های سدیم و کلر گیاه جلوگیری می‌کند و جذب عناصر را افزایش می‌دهد. همچنین افزایش جذب عناصر توسط پوترسین می‌تواند به‌وسیله افزایش

Downloaded from jispp.iut.ac.ir at 20:41 IRST on Saturday February 27th 2021

محتوای کلروفیل توسط پوترسین اتفاق افتاده باشد (Zeid, 2004).

نتیجه‌گیری

نتایج حاصل از این تحقیق نشان داد که افزایش تنش شوری بیوماس اندام هوایی، محتوای نسبی آب برگ و جذب عناصر غذایی را در گیاه ریحان رقم ژنو کاهش داد. با این حال کاربرد پوترسین حتی در شرایط شوری بالا (۱۲۰ میلی‌مولار) توانست سبب بهبود صفات مورد مطالعه شود و از کاهش بیش از حد این صفات جلوگیری کند. همچنین پوترسین به‌عنوان یک منبع نیتروژن عمل کرده و از کاهش بیش از اندازه رشد رویشی گیاه جلوگیری کرده و درنتیجه وزن تر و خشک اندام هوایی گیاه را تا حدی افزایش داد. با این وجود در اکثر صفات مورد مطالعه بین غلظت‌های مختلف پوترسین تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد. بنابراین با توجه به اینکه تنش شوری خسارات بسیاری را در گیاه بر جا می‌گذارد و مانع رشد و جذب عناصر در گیاه می‌شود، کاربرد پوترسین در شرایط تنش شوری می‌تواند پیشنهاد مناسبی به جهت بهبود رشد و جذب عناصر غذایی در این گیاه باشد.

منابع

ارچنگی، آ.، خدامباشی، م. و محمدخانی، ع. ر. (۱۳۹۱) تأثیر تنش شوری بر خصوصیات مورفولوژیک و میزان عناصر سدیم، پتاسیم و کلسیم در گیاه دارویی شنبلیله (*Trigonella foenum gracum*) تحت شرایط کشت هیدروپونیک. علوم و فنون کشت‌های گلخانه‌ای۳: ۴۰-۳۳.

افشار، م. و لادن مقدم، ع. ر. (۱۳۹۴) تأثیر سالیسیلیک اسید بر برخی صفات کمی، کیفی و رشد گیاه ریحان (*Ocimum basilicum* L.) تحت تنش شوری. فصلنامه زیست‌شناسی سلولی و مولکولی گیاهی۱۰: ۴۳-۳۵.

امیدبیگی، ر. (۱۳۷۵) رهیافت‌های تولید و فرآوری گیاهان دارویی. انتشارات به نشر، تهران.

امامی، ع. (۱۳۷۵) روش‌های تجزیه گیاه. انتشارات مؤسسه تحقیقات خاک و آب ۹۸۲: ۲۰۲.

بهاری ساروی، س. ح.، پیردشتی، ه. و یعقوبیان، ی. (۱۳۹۶) واکنش پارامترهای فلورسانس کلروفیل و فیزیولوژیک گیاه ریحان (*Ocimum basilicum* L.) به کاربرد باکتری‌های افزاینده رشد (PGPR) تحت تنش شوری. فرآیند و کارکرد گیاهی ٦: ۱۰٤-۸۹.

بنی اسدی، ف.، صفری، و. ر. و مقصودی مود، ع. (۱۳۹۳) اثر پوترسین بر برخی از ویژگی‌های زیست‌شیمیایی گیاه همیشه‌بهار در شرایط تنش شوری. مجله علوم و فنون باغبانی ایران ۱۵: ٤٦٨-٤٥٧.

پیرانوند، م.، رضایی نژاد، ع. و حسینی، س. ز. (۱۳۹٤) تأثیر دو گونه قارچ میکوریزا (*Glomus mosseae* و *Glomus intraradices*) بر برخی ویژگی‌های مورفولوژیک و فیزیولوژیک شمعدانی معطر (*Pelargonium graveolens* L.) تحت تنش شوری. علوم و فنون کشت‌های گلخانه‌ای ۸: ۱۲۰-۱۰۷.

جبالبارزی، ب.، زارعی، م.، کریمیان، ن. و سحرخیز، م. ج. (۱۳۹٤) اثر قارچ‌های میکوریز آربوسکولار بر میزان جذب عناصر غذایی، برخی شاخص‌های رشدی و میزان اسانس گیاه مرزه در شرایط تنش شوری. نشریه دانش آب و خاک ۲۵: ۲۹۹-۲۸۵.

حسینی، ح.، موسوی فرد، ص.، فاتحی، ف. و قادری، ا. (۱۳۹۵) تغییرات فیتوشیمیایی و صفات مورفوفیزیولوژیکی گیاه دارویی آویشن (*Tymus vulgaris* L. cv. Varico) تحت تنش شوری. فصلنامه گیاهان دارویی۵۵: ۳٤-۲۲.

حیدرنژاد، س. و رنجبر فردوئی، ا. (۱۳۹۲) بررسی تأثیر تنش شوری بر برخی ویژگی‌های رشد و میزان تجمع یونی در گیاه اشنان (*eidlitzia rosmarinus* L.). مجله علمی پژوهشی مهندسی اکوسیستم بیابان۱۰:۳-۱.

Downloaded from jispp.iut.ac.ir at 20:41 IRST on Saturday February 27th 2021

رضایی چیانه، ا.، جمالی، م.، پیرزاد، ع. ر. و توفیق، س. (۱۳۹٤) تأثیر قارچ مایکوریز بر برخی صفات مورفوفیزیولوژیکی و عملکرد مرزه تابستانه (*Satueja hortensis* L.) در شرایط تنش شوری. فرآیند و کارکرد گیاهی۵: ۲۹-۱۵.

عمارت پرداز، ج.، حامی، ا. و گوهری، غ. ر. (۱۳۹۵) ارزیابی ویژگی‌های رشدی و عملکرد اسانس مرزه (*Satureja hortensis* L.) تحت تیمارهای شوری و محلول‌پاشی روی. نشریه دانش کشاورزی و تولید پایدار ۲۶: ۱٤۱-۱۳۱.

کاشفی، ب.، قدس، م. و مقدم، م. (۱۳۹۳) بررسی کاربرد سالیسیلیک اسید بر برخی خصوصیات مورفولوژیکی و فیزیولوژیکی گیاه مریم گلی کبیر تحت تنش شوری. به زراعی کشاورزی ۱۷: ٤٤۰-٤۳۱.

کرامتی، س.، پیردشتی، ه.، بابایی زاد، و. ا. و دهستانی، ع. (۱۳۹۵) ارزیابی اثر همزیستی قارچ پریفورموسپورا ایندیکا و کاربرد پاکلوبوترازول بر ویژگی‌های رشدی گیاه ریحان (*Ocimum basilicum* L.) در واکنش به تنش شوری. نشریه پژوهش‌های تولید زراعی ۲٤: ۲۱-۱.

گرگینی شبانکاره، ح.، فاخری، ب. و محمدپور وشوایی، ر. (۱۳۹٤) تأثیر سطوح مختلف تنش‌های شوری و خشکی بر شاخص‌های رشدی و اسانس بادرنجبویه (*Melissa officinalis* L.) ٤٦: ٤۸٦-٤۷۳.

معاونی، پ. (۱۳۸۹) مبانی فیزیولوژی گیاهان زراعی در شرایط خشک و شور. انتشارات دانشگاه آزاد اسلامی واحد شهر قدس ٦۳۹: ۳۲۲

Alcazar, R., Marco, F., Cuevas, J. C., Patron, M., Ferrando, A., Carrasco, P., Tiburcio, A. F. and Altabella, T. (2006) Involvement of polyamines in plant response to abiotic stress. Biotechnol Lett 28: 1867-1876.

Apse, M. P. and Blumwald, E. (2002) Engineering salt tolerance in plants. Current Opinion in Biotechnology 13: 146-150.

Asthir, B., Koundal, A., Bains, N. S. and Mann, S. K. (2010) Stimulation of antioxidative enzymes and polyamines during stripe rust disease of wheat. Biologia Plantarum 54: 329-333.

Awad, A. S., Edward, D. G. and Campbell, L. C. (1990) Phosphorus enhancement of salt tolerance of tomato. Crop Science 30: 123-128.

Bouchereau, A., Aziz, A., Larher, F. and Martin-Tanguy, J. (1999) Polyamines and environmental challenges: Recent development. Plant Science 140: 103-125.

Chattopadhayay, M. K., Tiwari, B. S., Chattopadhyay, G., Bose, A., Sengupta, D. N. and Ghosh, B. (2002) Protective role of exogenous polyamines on salinity stressed rice (*Oryza sativa*) plants. Acta Facultatis Rerum Naturalium Universitatis Comenianae, Physiologia Plantarum 116: 192-9.

Delavari, M., Enteshari, Sh. and Manoochehri Kalantari, Kh. (2014) Effects of response of *Ocimum basilicum* to the interactive effect of salicylic acid and salinity stress. Iranian Journal of Plant Physiology 4: 983-990.

El-Fouly, M., Mobarak, Z. M. and Salama, Z. A. (2001) Micronutrient spray as a tool to increase tolerance of faba bean and wheat plants to salinity. In: Proceeding of the 14th International Plant Nutrition Colloquium, Hanover, Germany.

El-Lethy, S., Ayad, H. and Talaat, I. (2010) Physiological effect of some antioxidant on flax plant (*Linum usitatissimum* L.). World Journal of Agricultural Sciences 6: 622-629.

Farooq, M., Wahid, A. and Lee, D. J. (2009) Exogenously applied polyamines increase drought tolerance of rice by improving leaf water status, photosynthesis and membrane properties. Acta Physiologiae Plantarum 31: 937-945.

Giri, B., Kapoor, R. and Mukerji, G. (2003) Influence of arbuscular mycorrhizal fungi and salinity on growth, biomass, and mineral nutrition of *Acacia auriculiformis*. Biology and Fertility of Soils 38: 170-175.

Hanafy Ahmed, A. H., Darwish, E., Hamoda, S. A. F. and Alobaidy, M. G. (2013) Effect of putrescine and humic acid on growth, yield and chemical composition of cotton plants grown under saline soil conditions. American-Eurasian Journal of Agricultural and Environmental Sciences 13: 479-497.

Khan, M. A., Ungar, I. A. and Showalter, A. M. (2000) Effects of salinity on growth, water relations and ion accumulation of the subtropical perennial halophyte, *Atriplex griffithii* var. stocksii. Journal of Annals of Botany 85: 225-232.

Labra, M., Milele, M., Ledda, B., Grassi, F., Mazzei, M. and Sala, F. (2004) Morphological characterization essential oil composition and DNA genotyping of *Ocimum basilicum* L. cultivars. Plant Science 167: 725-31.

Li, M., Liu, R. and Christie, P. (2005) Influence of three arbuscular mycorrhizal fungi and phosphorus on growth and nutrient status of Taro. Communication in Soil Science and Plant analysis 36: 2383-2396.

Downloaded from jispp.iut.ac.ir at 20:41 IRST on Saturday February 27th 2021

Mahros, K. M., Badawy, E. M., Mahgoub, M. H., Habib, A. M. and El-Sayed, I. M. (2011) Effect of putrescine and uniconazole treatments on flower characters and photosynthetic pigments of (*Chrysanthemum indicum* L.) plant. Journal of South American Earth Sciences 7: 399-408.

Munns, R. (2002) Comparative physiology of salt and water stress. Plant, Cell and Environment 25: 239-250.

Munns, R., James, R. A. and Lauchli, A. (2006) Approaches to increasing the salt tolerance of wheat and other cereals. Journal Experimental Botany 57: 1025-1043.

Murphy, J. and Riley, H. P. (1962) A modified single solution method for the determination of phosphate in natural warets. Analytica Chimica Acta 27: 31-36.

Parham, H., Semnani, A. and Tavalloli, H. (2002) Methods for the analysis of soils, plants, waters and fertilizers. Shahid Chamran of Ahwaz University 222 (in Persian).

Rasool, S., Hamees, A., Azooz, M. M., Rehman, M., Siddiqi, T. O. and Ahmad, P. (2013) Salt stress: Causes, types and responses of plants. Springer 1-24.

Rubinowska, K., Pogroszewska, E. and Michalek, W. (2012) The effect of polyamines on physiological parameters of post - harvest quality of cut stems of Rosa 'Red Berlin'. Acta Scientiarum Polonorum Hortorum Cultus 11: 81-93.

Sánchez, F. J., Manzanares, M., De Andres, E. F., Tenorio, J. L. and Ayerbe, L. (1998) Turgor maintenance, osmotic adjustment and soluble sugar and proline accumulation in 49 pea cultivars in response to water stress. Field Crops Research 59: 225-235.

Sanazzaro, A., Alvarez, C., Menendez, A. B., Pieckenstain, F. L., Alberto, E. O. and Ruiz, O. A. (2003) Ornithine and arginine decarboxylase activities and effect of some polyamine biosynthesis inhibitors on *Gigaspora rosea* germinating spores. FEMS Microbiology Letters 11330: 1-7.

Sharpe, R. R., Harper, L. A., Giddens, J. E. and Langdale, G.W. (2001) Nitrogen use efficiency and nitrogen budget for conservation tilled wheat. Soil Science Society of America Journal 52: 1349-1398.

Shawney, R. K., Tiburcio, A. F., Altabella, T. and Galston, A. W. (2003) Polyamines in plants: An overview. Journal of Cell and Molecular Biology 2: 1-12.

Sofo, A., Tuzio, A. C., Dichio, B. and Xiloyannis, C. (2005) Influence of water deficit and re watering on the components of the ascorbate-gluta-thione cycle in four inter specific Prunus hybrids. Plant Science 69: 403-412.

Staples, R. C. and Toenniessen, G. H. (1984) Salinity Tolerance in Plants. John Wiley and Sons.

Talaat, I. M., Bekheta, M. A. and Mahgoub, M. H. (2005) Physiological response of periwinkle plants (*Catharanthus rose*us L.) to tryptophan and putrescine. International Journal of Agriculture and Biology 7: 210-213.

Tang, W. and Newton, J. R. (2005) Polyamines reduced salt induced oxidative damage by increasing the activities of antioxidant enzymes and decreasing lipid peroxidation in Virginia pine. Plant Growth Regulation 46: 31-43.

Tavallali, V., Rahemi, M., Maftoun, M., Panahi, B., Karimi, S., Ramezanian, A. and Vaezpour, M. (2009) Zinc influence and salt stress on photosynthesis, water relations, and carbonic anhydrase activity in pistachio. Science Horticulture 123: 272-279.

Tester, M. and Davenport, R. (2003) Na^+ tolerance and Na^+ transport in higher plants. Annales Botanici Fennici 91: 503-527.

Volkmar, K. M., Hu, Y. and Steppuhn, H. (1998) Physiological responses of plants to salinity: A review. Canadian Journal of Plant Science 78: 19-27.

Zeid, I. M. (2004) Responses of been (*Phaseolus vulgaris*) to exogenous putrescine treatment under salinity stress Pakistan. Journal of Biological Sciences 7: 219-225.

Downloaded from jispp.iut.ac.ir at 20:41 IRST on Saturday February 27th 2021

Effect of foliar application of putrescine on biomass, water relative content and mineral elements of sweet basil (*Ocimum basilicum* L. cv. Genove) under salinity stress

Sara Farsari[1], Leila Mehdizadeh[1], Mohammad Moghaddam[1]*, Hassan Ebrahimi[2]

[1]Department of Horticulture, Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran
[2]Agriculture and Animal Husbandry Company of Cavendish, Neyshabur, Iran
(Received: 15/06/2018, Accepted: 10/11/2018)

Abstract

In order to investigate the effect of foliar application of the putrescine on some growth characteristics and mineral element content of sweet basil (*Ocimum basilicum* L. cv. Genove) under salinity stress, a pot factorial experiment was performed based on completely randomize design. The treatments included four levels of salinity with irrigation water (0, 40, 80 and 120 mM NaCl) and three levels of putrescine (0, 1 and 2 mM) in three replications. The results of this study showed that the interaction of the salinity and putrescine was significant on all of the studied traits. The mean comparison indicated that the highest dry weight (4.03 g/plant) of aerial parts, RWC content (72.7%), P (1.5%), K (1.7%), Zn (22.3 mg/kg), Ca (1.31%), Mg (0.53 %) and Mn (89.05 mg/kg) was observed at the treatment with 2 mM putrescine foliar application without salinity stress. Whereas, the highest Na (0.9%) were observed at 120 mM salinity stress without putrescine application but application of 2 mM putrescine decreased it. Under salinity stress, putrescine improved the mineral elements content and caused to increase fresh and dry weight of aerial parts and RWC of basil; but in the most studied traits there was no significant difference between two concentrations of putrescine.

Keyword: Potassium, Sodium, Nitrogen, Fresh and dry weight

Corresponding author, Email: m.moghadam@um.ac.ir