نشریه زراعت شماره ۱۰۷، تابستان ۱۳۹۴

(پژوهش و سازندگی)

تاثیر محلول‌پاشی نیترات کلسیم، پتاسیم‌دی‌هیدروژن‌فسفات و سولفات منگنز بر تجمع یونی و ویژگی‌های فیزیولوژیک گلرنگ در شرایط تنش شوری

- محمود عطارزاده، دانشجوی کارشناسی ارشد زراعت دانشگاه ولی عصر رفسنجان (نویسنده مسئول)
- اصغر رحیمی، دانشیار گروه زراعت دانشگاه ولی عصر رفسنجان
- بنیامین ترابی، استادیار گروه زراعت دانشگاه ولی عصر رفسنجان
- حسین دشتی، دانشیار گروه زراعت دانشگاه ولی عصر رفسنجان

تاریخ دریافت: خرداد ماه ۱۳۹۲ تاریخ پذیرش: اسفند ماه ۱۳۹۲

تلفن تماس نویسنده مسئول: ۰۹۱۰۷۰۳۰۸۲۲

پست الکترونیک نویسنده مسئول: Attarzadeh2012@yahoo.com

چکیده

به منظور بررسی تاثیر محلول‌پاشی عناصر کلسیم، پتاسیم و منگنز بر خصوصیات فیزیولوژیک گلرنگ رقم پدیده در شرایط تنش شوری، آزمایشی گلدانی در گلخانه دانشگاه ولی عصر رفسنجان اجراء شد. این آزمایش به صورت فاکتوریل، در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار انجام شد. عامل اول شوری در چهار سطح بدون شوری و شوری ۵۰۰، ۱۰۰۰ و ۱۵۰۰ میلی‌گرم کلرید سدیم بر کیلوگرم خاک بود و عامل دوم محلول‌پاشی در چهار سطح با محلول‌پاشی آب مقطر، محلول‌پاشی نیترات کلسیم و پتاسیم‌دی‌هیدروژن‌فسفات هر یک با غلظت ۱۰ میلی‌مولار و محلول‌پاشی سولفات منگنز با غلظت ۱ میلی‌مولار بود. محلول‌پاشی از دو هفته پس از سبز شدن و هر دو هفته یک‌بار اعمال شد. نتایج نشان داد که محلول‌پاشی پتاسیم‌دی‌هیدروژن‌فسفات و سولفات منگنز سبب جلوگیری از افزایش نشت یون‌ها در تیمار ۱۰۰۰ میلی‌گرم کلرید سدیم گردید. محلول‌پاشی نیترات کلسیم سبب افزایش محتوای قند محلول اندام هوایی در شرایط بدون شوری گردید. محلول‌پاشی نیترات کلسیم، پتاسیم‌دی‌هیدروژن‌فسفات و سولفات منگنز باعث افزایش معنی‌دار محتوای کلسیم و پتاسیم اندام هوایی در شرایط شوری ۱۰۰۰ و ۱۵۰۰ میلی‌گرم کلرید سدیم گردید. تیمارهای شوری و محلول‌پاشی نتوانست محتوای منیزیم را تحت تاثیر قرار دهد. افزایش شوری منجر به افزایش محتوای سدیم گردید و در تیمار ۱۵۰۰ میلی‌گرم کلرید سدیم، محتوای پرولین برگ در شرایط محلول‌پاشی نیترات کلسیم و پتاسیم‌دی‌هیدروژن‌فسفات افزایش معنی‌داری داشت.

کلمات کلیدی: تنش شوری، تجمع یونی، گلرنگ، محلول‌پاشی

Agronomy Journal (Pajouhesh & Sazandegi) No:107 pp: 133-142

Effect of Ca(NO3)2, KH2PO4, and MnSO4 foliar application on ion accumulation and physiological traits of safflower under salt stress

By:

- *M. Attarzadeh, (Corresponding Author; Tel: 09107030822), Msc Student of Vali-E-Asr University of Rafsanjan*
- *A. Rahimi, Associated Professor of Vali-E-Asr University of Rafsanjan*
- *B. Torabi, Assistant Professor of Vali-E-Asr University of Rafsanjan*
- *H. Dashti, Associated Professor of Vali-E-Asr University of Rafsanjan*

Received: June 2013 **Accepted: March 2014**

In order to study the effect of Ca, K, and Mn foliar application on physiological traits of safflower Padideh cultivar under salt stress, a factorial experiment was conducted based on randomized complete block design with three replications in Vali-asr university of Rafsanjan greenhouse. Factors included salinity with four levels of 0, 500, 1000, and 1500 mg NaCl kg^{-1}, and foliar application with four level representing distilled water, $Ca(NO_3)_2$, KH_2PO_4 (10 mM) and $MnSO_4$ (1 mM), sprayed two weeks after emergence, Every fortnight. The results showed that foliar application of KH_2PO_4 and $MnSO_4$ inhibited ions leaching in 1000 mg NaCl. $Ca(NO_3)_2$ foliar application increased soluble sugar content (no salinity control) while $Ca(NO_3)_2$, KH_2PO_4, and $MnSO_4$ foliar application somewhat increased Ca and K content in 1000 and 1500 mg NaCl treatments. Salinity and foliar application treatments didn't affect Mg content. Increasing salinity increased Na content and Proline content significantly increased in 1500 mg NaCl under $Ca(NO_3)_2$ and KH_2PO_4 foliar application.

key Words: Salt Stress, Ion Accumulation, Safflower, Foliar Application

مقدمه

افزایش تقاضا برای روغن‌نباتی در بازارهای جهانی، فشار ناشی از هزینه خرید روغن و واردات در کشورهای مصرف‌کننده و روند افزایش مصرف سرانه روغن نباتی، از جمله عواملی هستند که اهمیت توسعه کشت دانه‌های روغنی و گسترش برنامه‌های علمی تحقیقاتی را در این زمینه بیش از پیش مشخص می‌سازد (Omidi Tabrizi and Ahmadi, 2001). یکی از این گیاهان دانه روغنی که کمتر مورد توجه قرار گرفته است، گلرنگ می‌باشد. در سال‌های اخیر گلرنگ به‌دلیل سازگاری با اقلیم‌های گوناگون و مقاومت به شوری و شرایط سخت، به عنوان یکی از گیاهان دانه روغنی مهم برای دنیا از جمله ایران مورد توجه قرار گرفته است (Damodaram and Hegde, 2002).

تنش شوری از جمله عوامل محدود کننده عملکرد محصولات در جهان به شمار می‌رود و به خصوص در مناطق خشک و نیمه خشک به عنوان یکی از اساسی‌ترین مشکلات بخش کشاورزی است (Munns, 2002). تنش شوری همراه با اسیدیته بالای خاک، می‌تواند مانع از جذب یون‌های معدنی در خاک به علت اثر منفی یون سدیم و به هم خوردن تعادل یونی گردد. بنابراین، گیاهان باید برای حفظ تعادل یونی داخل سلولی، با سازوکارهایی با سمیت یون سدیم و خشکی فیزیولوژیک مقابله کنند. هنگامی که گیاه در شرایط شوری قرار می‌گیرد، جریان متعادل انتقال یون‌های سدیم، کلر و دیگر یون‌ها مانند پتاسیم و کلسیم به هم می‌خورد (Niu, Bressan, Hasegawa and Pardo, 1995). روابط بین شوری و عناصر غذایی در گیاهان بسیار پیچیده است و بسته به شرایط آزمایش، محیط آزمایش (خاک یا محلول غذایی)، مدت آزمایش، نوع و ترکیب نمک به کار رفته و اندام گیاه، نتایج متفاوت است. در مطالعات گسترده پیرامون شوری و تغذیه گیاهی، این مسئله به اثبات رسیده است که شوری موجب بروز ناهنجاری‌های گوناگون تغذیه‌ای در گیاه می‌شود که علت آن ممکن است مربوط به اثرات منفی شوری بر قابلیت جذب عناصر غذایی بوده و یا مربوط به اثر شوری در ایجاد رقابت بین یون‌ها برای جذب، انتقال و توزیع در بخش‌های مختلف گیاه باشد (Khoshgoftarmanesh and Siadat, 2002).

تحت تنش شوری، استفاده از عناصر مغذی همراه با آبیاری، سبب کاهش کارایی آن‌ها به دلیل قلیایی بودن بیش از حد خاک‌ها و عدم قابلیت استفاده از آن‌ها به دلیل تثبیت در خاک می‌گردد، اما استفاده از این عناصر به صورت محلول‌پاشی گیاه به دلیل افزایش کارایی جذب عناصر، روش مناسبی می‌باشد (Zayed, Salem and El-Sharkawy, 2011). کاربرد برخی عناصر به صورت محلول‌پاشی، سبب کم کردن اثرات منفی شوری می‌گردد. فیزیولوژیست‌های زیادی بر اثرات مثبت عناصر بر کاهش اثرات شوری در گیاه تاکید دارند (Song and Fujiyama, 1996). از جمله این عناصر، یون کلسیم می‌باشد که اثرات قابل توجهی در فرآیندهای فیزیولوژیک گیاهان داشته و صفات مورفولوژیک و بیوشیمیایی گیاهانی که تحت تنش شوری قرار گرفته‌اند

را بهبود می‌بخشد (Munns and Termaat, 1986). پتاسیم یک عنصر سیتوپلاسمی ضروری است و به علت نقش آن در تنظیم اسمزی و نیز اثر رقابتی آن با سدیم، غالباً به عنوان یک عنصر مهم در شرایط شوری در نظر گرفته می‌شود. به همین دلیل، تصور می‌شود که غلظت اندک سدیم و به عبارت بهتر نسبت کم سدیم به پتاسیم در برگ‌ها رابطه نزدیک با مقاومت به شوری داشته باشد (Munns and Schachtman, 1993). همچنین منگنز در حفاظت سطح بیرونی غشاء تیلاکوئید در ساختمان کلروپلاست نقش دارد و به عنوان راه‌کاری در گیاهان جهت افزایش تحمل گیاه به تنش شوری استفاده می‌گردد (Zayed *et al*., 2011). در پژوهش‌های انجام شده روی برنج، با افزایش شوری باعث تاثیر منفی بر خصوصیات رویشی، فیزیولوژیکی و در نهایت کاهش عملکرد گردید، در شرایط دیگر با فراهم کردن ترکیباتی از کلسیم، پتاسیم و منگنز بصورت محلول‌پاشی که بر روی برگ‌ها در سیکل‌های مختلف رشدی صورت گرفت سبب کاهش اثرات مضر شوری گردید (Sultana, Ikeda and Kashem, 2001). وجود مشکل تنش شوری در بسیاری از خاک‌های زیر کشت و ضرورت استفاده از راهکارهایی برای مقابله با این تنش‌ها و اثرات مثبت عناصر غذایی در کاهش اثرات تنش‌های محیطی و از جمله شوری بر رشد گیاهان و از طرف دیگر توان گلرنگ برای رشد در خاک‌های شور و لزوم توسعه سطح زیر کشت آن در این خاک‌ها برای تولید هر چه افزون‌تر روغن گیاهی به عنوان اهداف این پژوهش طراحی گردید.

مواد و روش‌ها

این آزمایش به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در گلخانه‌ی تحقیقاتی دانشکده‌ی کشاورزی دانشگاه ولی عصر (عج) رفسنجان در سال زراعی ۱۳۹۰- ۱۳۸۹ انجام شد. عامل اول شوری در چهار سطح، شامل شاهد (بدون شوری) و سه سطح شوری ۵۰۰، ۱۰۰۰ و ۱۵۰۰ میلی‌گرم کلرید سدیم بر کیلوگرم خاک و عامل دوم محلول‌پاشی در چهار سطح شامل محلول‌پاشی آب مقطر، محلول‌پاشی نیترات کلسیم و پتاسیم‌دی‌هیدروژن‌فسفات به مقدار ۱۰ میلی‌مولار و محلول‌پاشی سولفات منگنز به مقدار ۱ میلی‌مولار بود. بستر کشت شامل خاک در گلدان‌هایی به ارتفاع ۱۸ سانتی‌متر و قطر ۲۰ سانتی‌متر، با وزن یکسان (۶ کیلوگرم) ریخته شد. برخی ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک مورد استفاده در آزمایش، دارای مشخصات به شرح جدول (۱) می‌باشد. در هر گلدان، تعداد ۱۰ بذر گلرنگ رقم پدیده کشت گردید. لازم به ذکر است که رقم پدیده دارای تیپ رشد پاییزه است و وزن هزار دانه آن ۳۵-۳۰ گرم و ارتفاع آن حدود ۱۵۰ تا ۱۷۰ سانتی‌متر است. تاریخ مناسب کاشت آن در مناطق سرد و معتدل کشور اواسط شهریور ماه تا اوایل مهر ماه است (Omidi, Shahsavari, Al-hani and Eslam, 2008). عمل تنک کردن گیاهچه‌ها صورت گرفت و تعداد ۵ بوته در هر گلدان حفظ گردید. لازم به ذکر است با در نظر گرفتن وزن گلدان‌ها که محتوی ۶ کیلوگرم خاک بود، در سطح شوری اول، دوم و سوم به‌ترتیب، ۳۰۰۰، ۶۰۰۰ و ۹۰۰۰ میلی‌گرم کلرید سدیم به‌صورت محلول با ۲۵۰ میلی‌لیتر آب مقطر به گلدان‌های هر تیمار اضافه شد و در تیمار شاهد، نمک اضافه نگردید. به منظور جلوگیری از شوک اسمزی، تیمارهای شوری از روز بیستم در ۳ مرحله با فاصله زمانی ۵ روز اعمال گردیدند. پس از اعمال تیمارهای شوری، به منظور جلوگیری از تغییر شوری خاک، گلدان‌ها تا پایان دوره رشد با آب مقطر به میزان ۲۵۰ میلی‌لیتر آبیاری شدند. محلول‌پاشی کلسیم و پتاسیم با غلظت ۱۰ میلی‌مولار و منگنز با غلظت ۱ میلی‌مولار از نمک آن‌ها دو هفته پس از سبز شدن، هر دو هفته یک‌بار و تا پایان دوره رشدی گیاه در ۴ مرحله اعمال گردید. نمونه‌برداری‌ها برای اندازه‌گیری نشت یونی، قند محلول، محتوای کلسیم، منیزیم، سدیم و پتاسیم و محتوای پرولین، ۵۰ روز بعد از اعمال تنش شوری (مرحله شروع تولید شاخه فرعی) صورت گرفت. برای سنجش میزان نشت یونی (پایداری غشاء) از روش سایرام[1] و همکاران (۲۰۰۹) استفاده شد. بر اساس این روش دو گروه نمونه آماده شد. در هر گروه ۰/۱ گرم از بافت سالم و تازه برگ گیاه در ۱۰ میلی‌لیتر آب مقطر دو بار تقطیر قرار داده شد. لوله‌های آزمایش گروه اول به مدت ۳۰ دقیقه در حمام آب گرم با دمای ۴۰ درجه سانتی‌گراد قرار داده شدند. سپس میزان هدایت الکتریکی نمونه اندازه‌گیری و با C_1 نشان داده شد و گروه دوم به مدت ۱۰ دقیقه در حمام آب گرم با دمای ۱۰۰ درجه سانتی‌گراد قرار داده شدند و میزان هدایت الکتریکی نمونه‌ها اندازه‌گیری و با C_2 نشان داده شد. درجه شاخص پایداری غشاء بر اساس رابطه زیر محاسبه گردید.

$$\text{شاخص پایداری غشاء} = (1 - (C_1 / C_2)) \times 100$$

اندازه‌گیری قند محلول با استفاده از روش ایریگوین[2] و همکاران (۱۹۹۲) با استفاده از ۰/۵ گرم نمونه تازه برگ توسعه یافته انجام شد. برای اندازه‌گیری محتوای یونی، ۰/۲ گرم ماده خشک اندام هوایی گلرنگ در هر تیمار در بوته چینی سائیده شده و به مدت نیم ساعت در دمای ۲۵۰ درجه سلسیوس و سپس به مدت دو ساعت در دمای ۵۵۰ درجه سلسیوس در کوره قرار داده شد. بعد از گذشت ۲۴ ساعت و خنک شدن کوره، نمونه‌ها خارج شدند. به نمونه حاصل، ۵ میلی‌لیتر اسید کلریدریک ۲ نرمال اضافه شده و پس از عبور از کاغذ صافی، عصاره حاصل با آب مقطر به حجم ۵۰ میلی‌لیتر رسانده شد. در عصاره بدست آمده، غلظت‌های یون‌های سدیم و پتاسیم توسط دستگاه فلیم فتومتر (Model PFP7, Germany) و محتوای کلسیم و منیزیم توسط دستگاه جذب اتمی (Model GBC-Avanta-PM, Australia) تعیین شد. محتوای پرولین برگ با استفاده از روش پاکئین و لچسر[3] (۱۹۷۹) و با استفاده از نیم گرم نمونه تازه برگ توسعه یافته انجام شد. تجزیه و تحلیل داده‌ها به وسیله نرم‌افزار SAS انجام گرفت. مقایسه میانگین اثرات متقابل به روش برش‌دهی (انجام مقایسات در هر سطح شوری به‌طور جداگانه) و از طریق آزمون دانکن انجام شد و در نهایت با استفاده از نرم‌افزار Excel نسبت به رسم نمودارها اقدام گردید.

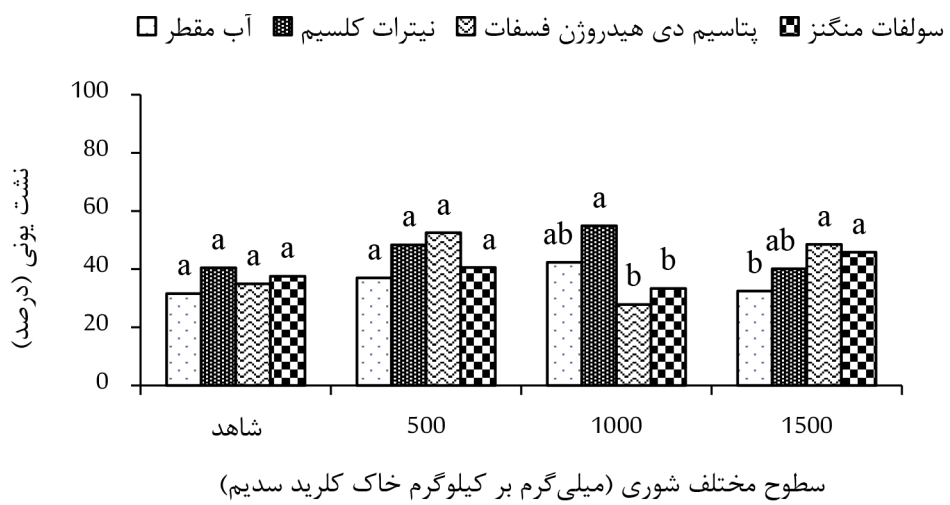
جدول ۱- برخی ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک مورد استفاده در آزمایش

خصوصیت	مقدار
بافت	لوم رسی
اسیدیته	۷/۵
قابلیت هدایت الکتریکی (دسی‌زیمنس بر متر)	۲/۰
کلسیم (میلی‌اکی‌والان بر لیتر)	۲۹
منیزیم (میلی‌اکی‌والان بر لیتر)	۲۷/۸

نتایج و بحث

نشت یونی

نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که اثر متقابل شوری و محلول‌پاشی، نشت یونی برگ گلرنگ را تحت تاثیر قرار داد (جدول ۲). نتایج مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد که در شرایط شوری ۱۰۰۰ میلی‌گرم کلرید سدیم، در محلول‌پاشی نیترات کلسیم، نشت یونی ۵۴/۹ درصد بود که نسبت به شرایط محلول‌پاشی پتاسیم‌دی‌هیدروژن‌فسفات و سولفات منگنز (به‌ترتیب به میزان ۲۷/۸ و ۳۳/۳ درصد) اختلاف معنی‌داری نشان داد، اما نسبت به تیمار محلول‌پاشی آب مقطر (۴۲/۳ درصد) اختلاف معنی‌داری مشاهده نگردید (شکل ۱). همچنین در شرایط شوری ۱۵۰۰ میلی‌گرم کلرید سدیم و محلول‌پاشی پتاسیم‌دی‌هیدروژن‌فسفات و سولفات منگنز، نشت یونی برگ نسبت به شرایط محلول‌پاشی آب مقطر افزایش معنی‌داری نشان داد، اما نسبت به تیمار محلول‌پاشی نیترات کلسیم اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد. نتایج بدست آمده دیگر حاکی از این است که تغییرات قابل توجهی در محتوای نشت یونی در شرایط بدون تنش و شوری ۵۰۰ میلی‌گرم کلرید سدیم تیمارهای مختلف محلول‌پاشی صورت نگرفته است (شکل ۱). به‌نظر می‌رسد که در شرایط شوری ۱۰۰۰ میلی‌گرم کلرید سدیم، محلول‌پاشی پتاسیم‌دی‌هیدروژن‌فسفات و سولفات منگنز تا حدودی توانسته باعث پایداری غشاء گلرنگ گردد، اما در سطح شوری ۱۵۰۰ میلی‌گرم کلرید سدیم، محلول‌پاشی این ترکیبات اثر عکس داشته و باعث اختلال در مکانیسم‌های گیاه گردیده و کاهش پایداری غشاء و نشت مواد سیتوپلاسمی برگ گلرنگ را به دنبال داشته است. محققان اظهار داشتند که پایداری غشاء در بین گونه‌های گیاهان متفاوت است، به عنوان مثال برنج در تنش شوری هیچ گونه افزایشی در میزان نشت یونی نشان نداد (Lin and Kao, 2000). نتایج بدست آمده دیگر نشان می‌دهد که در شرایط شوری، نمک سدیم به طور آزادانه وارد گیاه شده و سبب نشت یونی می‌شود، اما با کاربرد میزان مناسب یون پتاسیم و کلسیم می‌تواند تا حدودی از ورود اضافی یون سدیم به گیاه ممانعت کند. احتمالا بهبود اثرات شوری در گیاهان توسط غلظت اضافی کلسیم و پتاسیم به علت ممانعت از تغییرات القاء کننده سدیم بر کلسیم و پتاسیم است (Tawfik and Noga, 2001).



شکل ۱- مقایسه میانگین اثر متقابل شوری و محلول‌پاشی بر نشت یونی گلرنگ. مقایسات در هر سطح شوری به‌طور جداگانه انجام شده است.

جدول ۲- نتایج تجزیه واریانس (میانگین مربعات) نشت یونی، قند محلول و کلسیم تحت تاثیر سطوح مختلف شوری و محلول‌پاشی

منابع تغییر	درجه آزادی	نشت یونی	قند محلول	کلسیم
تکرار	۲	۷۳۵/۰۳ **	۹۱۶۸۸ ns	۰/۰۴۸ ns
شوری	۳	۱۵۲/۴۸ ns	۱۸۱۷۹۷ **	۰/۶۵۷ **
محلول‌پاشی	۳	۲۱۲/۲۵ ns	۶۷۶۷۳ ns	۰/۰۷۰ ns
شوری*محلول‌پاشی	۹	۱۸۳/۷۳ *	۱۴۲۴۰۶ **	۰/۵۵۱ **
خطا	۳۰	۸۱/۴۱	۴۴۱۶۱	۰/۰۵۴
ضریب تغییرات (درصد)	-	۲۲/۲	۱۹/۴	۱۸/۳

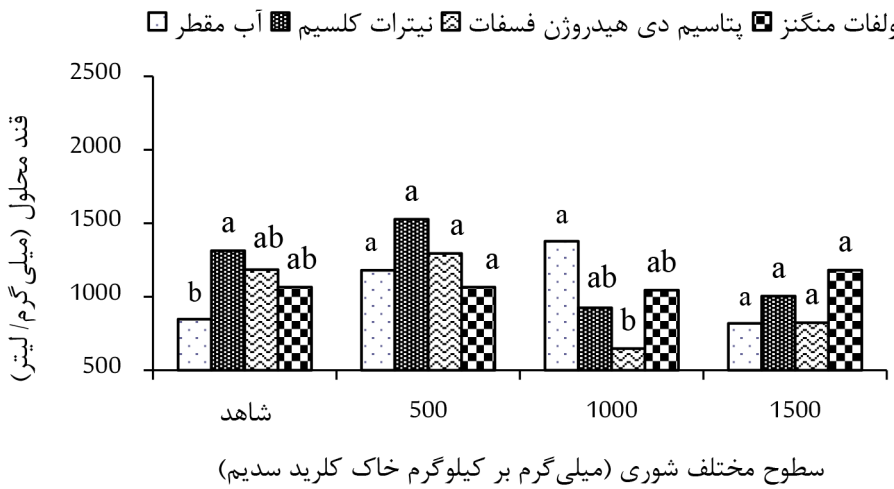
*، ** به‌ترتیب نشان دهنده معنی‌دار بودن در سطح احتمال ۵٪ ، ۱٪ و ns عدم تفاوت معنی دار.

محتوای قند محلول اندام هوایی

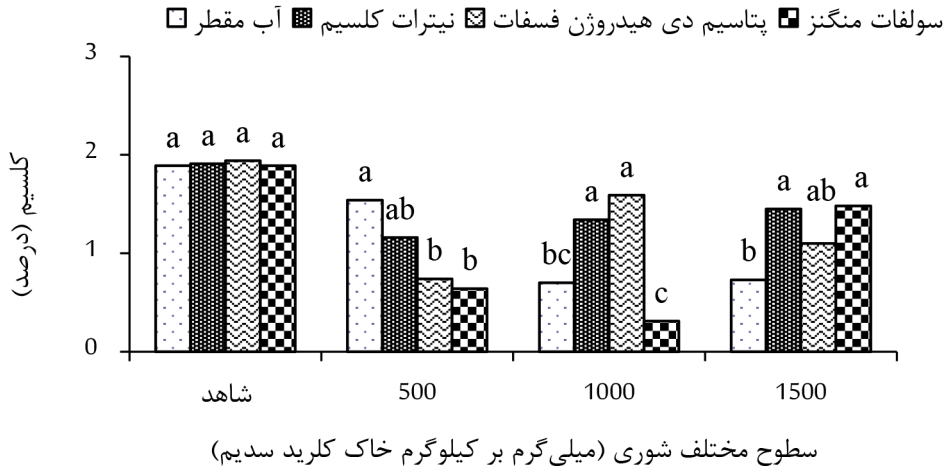
نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌های مربوط به محتوای قند محلول اندام هوایی گلرنگ نشان داد که تنش شوری و اثر متقابل شوری و محلول‌پاشی، محتوای قند محلول اندام هوایی گلرنگ را تحت تاثیر قرار داد (جدول ۲). نتایج مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد که در شرایط بدون شوری، بیشترین قند محلول در محلول‌پاشی نیترات کلسیم و کمترین در شرایط شاهد به‌دست آمد، اما بین نوع محلول‌پاشی اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد. همچنین در سطح شوری ۱۰۰۰ میلی‌گرم کلرید سدیم، محلول‌پاشی پتاسیم‌دی‌هیدروژن‌فسفات، باعث کاهش محتوای قند محلول در مقایسه با شرایط محلول‌پاشی نیترات کلسیم، سولفات منگنز و آب مقطر گردید. نتایج دیگر حاکی از این است که محتوای قند محلول گیاه در شوری ۵۰۰ و ۱۵۰۰ میلی‌گرم کلرید سدیم تحت تاثیر نوع محلول‌پاشی قرار نگرفته است (شکل ۲). به نظر می‌رسد محلول‌پاشی ترکیبات در شرایط شوری نتوانسته سبب افزایش محتوای قند محلول، جهت مقاومت به تنش شوری گلرنگ گردد، که به علت تاثیر منفی شوری می‌باشد که از سنتز کربوهیدرات‌های محلول گیاه گلرنگ جلوگیری می‌کند و سدیم عاملی برای کاهش محتوای قند محلول می‌باشد. اما در شرایط بدون تنش، محلول‌پاشی تا حدودی سبب افزایش قند محلول گلرنگ گردیده است. بنا به گزارش بعضی از محققان قندهای تجمع یافته در اندام‌های رویشی در گیاهی مانند گندم در شرایط تنش کاهش می‌یابد (Ehdaie and Shakiba, 1996). اما نتایج بدست آمده دیگر حاکی از این است که افزایش میزان شوری، در گیاهان میزان فعالیت آنزیم ساکارز سنتتاز افزایش می‌یابد (Papakosta and Gagianas, 1991) و در نتیجه جهت مقاومت به تنش شوری، قندهای الکلی ساده و مرکب به عنوان تنظیم کننده‌های اسمزی و محلول‌های سازگار تولید می‌شود (Singh and Pal, 2000). عمل فیزیولوژیک این قندها، ممانعت از اتصال بین غشاهای مجاور هم در طول دوره تنش از طریق نگهداری لیپیدها در حالت سیالیت می‌باشد (Ho, Chao, 2001 ,Tong, and Yu).

محتوای کلسیم اندام هوایی

نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌های مربوط به محتوای کلسیم اندام هوایی گلرنگ نشان داد که اثر شوری و اثر متقابل شوری و محلول‌پاشی بر محتوای کلسیم معنی‌دار (P□۰/۰۱) بود (جدول ۲). نتایج مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد که در شرایط شوری ۵۰۰ میلی‌گرم کلرید سدیم، در تیمار محلول‌پاشی آب مقطر، محتوای کلسیم ۱/۵۴ درصد بود که با تیمارهای پتاسیم‌دی‌هیدروژن‌فسفات (۰/۷۴ درصد) و سولفات منگنز (۰/۶۴ درصد) اختلاف معنی‌داری داشت، اما با تیمار محلول‌پاشی نیترات کلسیم (۱/۱۶ درصد) تفاوت معنی‌داری نداشت (شکل ۳). در شرایط شوری ۱۰۰۰ میلی‌گرم کلرید سدیم، محلول‌پاشی نیترات کلسیم و پتاسیم‌دی‌هیدروژن‌فسفات منجر به افزایش محتوای کلسیم تا حد ۱/۳۴ و ۱/۵۹ درصد در مقایسه با تیمارهای محلول‌پاشی آب مقطر و سولفات منگنز (به‌ترتیب ۰/۷۰ و ۰/۳۱ درصد) گردید. همچنین در شرایط شوری ۱۵۰۰ میلی‌گرم کلرید سدیم، محلول‌پاشی نیترات کلسیم و سولفات منگنز محتوای کلسیم را به طور معنی‌داری نسبت به تیمار محلول‌پاشی آب مقطر (۰/۷۳ درصد) افزایش داد، اما با تیمار محلول‌پاشی پتاسیم‌دی‌هیدروژن‌فسفات (۱/۱ درصد) تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد. لازم به ذکر است که در شرایط بدون تنش، اختلاف معنی‌داری بین تیمارهای مختلف محلول‌پاشی وجود نداشت (شکل ۳). به‌نظر می‌رسد محلول‌پاشی ترکیبات ذکر شده در شرایط شوری ۱۰۰۰ و ۱۵۰۰ میلی‌گرم کلرید سدیم می‌تواند جذب مواد غذایی را تحت تاثیر قرار دهد و باعث بهبود جذب کلسیم مورد نیاز گیاه گردد، اما در سطوح شوری پایین مانع از انباشتگی و تجمع یونی در گلرنگ می‌گردد. از طرف دیگر، محتوای کلسیم گلرنگ تحت تاثیر تنش شوری قرار گرفته است. در اثر شوری اعمال شده در این آزمایش، یون سدیم به دلیل اثر رقابتی که با یون کلسیم دارد، باعث کاهش این یون شده است. بنابراین، اثرات سمیت سدیم ممکن است تنها به دلیل اثرات مستقیم یون سدیم نبوده، بلکه به علت کاهش مقدار عناصر مغذی ضروری پتاسیم و کلسیم در گیاه باشد.



شکل ۲- مقایسه میانگین اثر متقابل شوری و محلول‌پاشی بر محتوای قند محلول گلرنگ. مقایسات در هر سطح شوری به‌طور جداگانه انجام شده است.



شکل ۳- مقایسه میانگین اثر متقابل شوری و محلول‌پاشی بر محتوای کلسیم گلرنگ. مقایسات در هر سطح شوری به‌طور جداگانه انجام شده است.

جدول ۳- نتایج تجزیه واریانس (میانگین مربعات) کلسیم، منیزیم، سدیم، پتاسیم و پرولین اندام هوایی گلرنگ تحت تاثیر سطوح مختلف شوری و محلول‌پاشی

منابع تغییر	درجه آزادی	منیزیم	سدیم	پتاسیم	پرولین
تکرار	۲	۰/۰۱۶ ns	۰/۰۹۰ ns	۱/۴۱ **	۵/۶۶ ns
شوری	۳	۰/۰۱۰ ns	۱۲/۶۱ **	۰/۹۸۹ **	۸۷/۴۶ **
محلول‌پاشی	۳	۰/۰۰۶ ns	۱/۵۱ **	۰/۰۸۸ ns	۳۳/۲۹ *
شوری*محلول‌پاشی	۹	۰/۰۱۰ ns	۲/۸۴ **	۰/۶۱۸ **	۱۰۷/۷۱ **
خطا	۳۰	۰/۰۰۵	۰/۱۲۰	۰/۰۸۱	۸/۶۷
ضریب تغییرات (درصد)	-	۱۷/۱	۱۷/۲	۱۸/۳	۲۲/۴

*، ** به‌ترتیب نشان دهنده معنی‌دار بودن در سطح احتمال ۵٪ ، ۱٪ و ns عدم تفاوت معنی دار.

اما محتوای بالای کلسیم می‌تواند قابلیت نفوذ غشاء پلاسمایی برای سدیم را کاهش دهد و منجر به افزایش جذب کلسیم شود. تنش شوری سبب اختلال در جذب مواد غذایی مورد نیاز رشد می‌شود. گیاهان در یک محیط شور، مقدار زیادی یون سدیم را به جای یون‌هایی مثل کلسیم جذب می‌کنند (Chen *et al*., 2005). جایگزینی سدیم به‌جای کلسیم در غشای سلول سبب کاهش خاصیت نیمه تراوایی غشاء و خروج پتاسیم می‌شود. به همین دلیل در شرایط شوری، افزایش کلسیم در سلول سبب حفظ یکپارچگی و خاصیت نیمه تراوایی می‌گردد، در نتیجه خروج مواد درون سلول کاهش می‌یابد (Achorro, Ortiz and 1994 ,Cerda).

محتوای منیزیم اندام هوایی

نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌های مربوط به محتوای منیزیم اندام هوایی گلرنگ نشان داد که اثر شوری، نوع محلول‌پاشی و اثر متقابل شوری و محلول‌پاشی تاثیر معنی‌داری بر محتوای منیزیم این گیاه نداشت (جدول ۳). با توجه به نتایج این آزمایش، می‌توان دلیل معنی‌دار نشدن میزان محتوای منیزیم در بافت گیاهی گلرنگ را بالا بودن میزان منیزیم در خاک و یا نبودن اثر آنتاگونیسمی بین سدیم جذب شده توسط این گیاه و منیزیم دانست و در جذب این یون توسط سدیم تداخل ایجاد نشده است و از طرف دیگر محلول‌پاشی کلسیم، پتاسیم و منگنز در میزان محتوای منیزیم گلرنگ تغییری ایجاد نکرده است. تنش شوری تأثیر خاصی بر غلظت یون منیزیم در برگ‌های سورگوم نیز نداشته است (Netondo, Onyango and Beck, 2004). درحالی‌که محققان دیگر کاهش غلظت منیزیم را در اثر تنش شوری در سورگوم گزارش کردند (Boursier, Lynch, Labuchli and Epstein, 1987).

محتوای سدیم اندام هوایی

نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌های مربوط به محتوای سدیم گلرنگ نشان داد که تنش شوری، نوع محلول‌پاشی و همچنین اثر متقابل شوری و محلول‌پاشی، محتوای سدیم اندام هوایی گلرنگ را به طور معنی‌داری (P□۰/۰۱) تحت تاثیر قرار داد (جدول ۳). نتایج مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد که در شرایط شوری ۵۰۰ میلی‌گرم کلرید سدیم، هر سه نوع محلول‌پاشی کلسیم، پتاسیم و منگنز به طور معنی‌داری باعث کاهش محتوای سدیم اندام هوایی گلرنگ گردید. از طرف دیگر در شرایط شوری ۱۰۰۰ میلی‌گرم کلرید سدیم عکس این اتفاق مشاهده شد، به طوری‌که با محلول‌پاشی نیترات کلسیم، پتاسیم‌دی‌هیدروژن و سولفات منگنز، محتوای سدیم به طور معنی‌داری افزایش نشان داد (شکل ۴). در شرایط شوری ۱۵۰۰ میلی‌گرم کلرید سدیم، افزایش محتوای سدیم در محلول‌پاشی نیترات کلسیم و پتاسیم‌دی‌هیدروژن‌فسفات به ترتیب به میزان ۰/۴۶ و ۰/۵۵ درصد نسبت به شرایط محلول‌پاشی سولفات منگنز و شاهد (به‌ترتیب به میزان ۰/۲۲ و ۰/۱۷ درصد) مشاهده گردید. نتایج دیگر حاکی از این است که

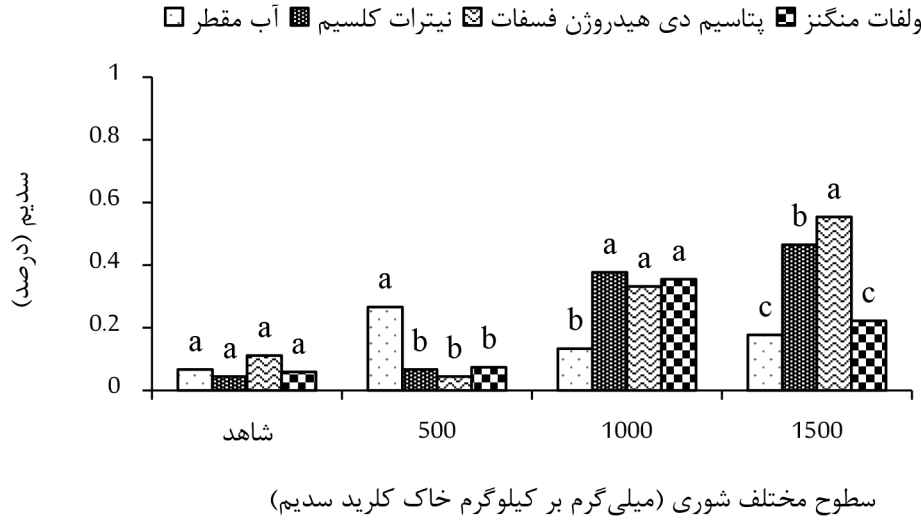
در شرایط بدون شوری، نوع محلول‌پاشی اختلاف معنی‌داری در محتوای سدیم ایجاد نکرد (شکل ۴). نتایج به‌دست آمده در این آزمایش حاکی از این‌است‌که افزایش شوری منجر به افزایش محتوای سدیم گردیده است و تنها در شرایط شوری ۵۰۰ میلی‌گرم کلرید سدیم، محلول‌پاشی ترکیبات توانسته مانع از افزایش سدیم در اندام هوائی گلرنگ شود. به‌نظر می‌رسد، سطوح بالاتر از ۵۰۰ میلی‌گرم کلریدسدیم، باعث به هم زدن تعادل کاتیونی گلرنگ شده است و امکان جذب بیشتر سدیم توسط گلرنگ را فراهم نموده است. نتایج بدست آمده توسط محققان حاکی از این است که تنش شوری سبب اختلال در جذب مواد غذایی مورد نیاز رشد می‌شود، و گیاهان در یک محیط شور، مقدار زیادی یون سدیم جذب می‌کنند (Muhammad, Akbar and Neue, 1987). پژوهش‌های مختلف روی گندم دوروم (Hadi, Khoush Kholgh, Khavarinezhad, Khayam and Nekouei, 2008) و یونجه (Darvishi, Poustini and Ta-vakol Afshari, 2009) نشان داد که شوری سبب افزایش معنی‌داری در غلظت یون سدیم در برگ‌های این گیاهان شده است. نتایج بدست آمده دیگر توسط محققان نشان می‌دهد که در شرایط شوری، نمک سدیم به طور آزادانه وارد گیاه شده و سبب افزایش محتوای سدیم می‌شود، اما با کاربرد میزان مناسب یون کلسیم می‌تواند تا حدودی از ورود اضافی یون سدیم به گیاه ممانعت کند (Achorro *et al* 1994,.).

محتوای پتاسیم اندام هوایی

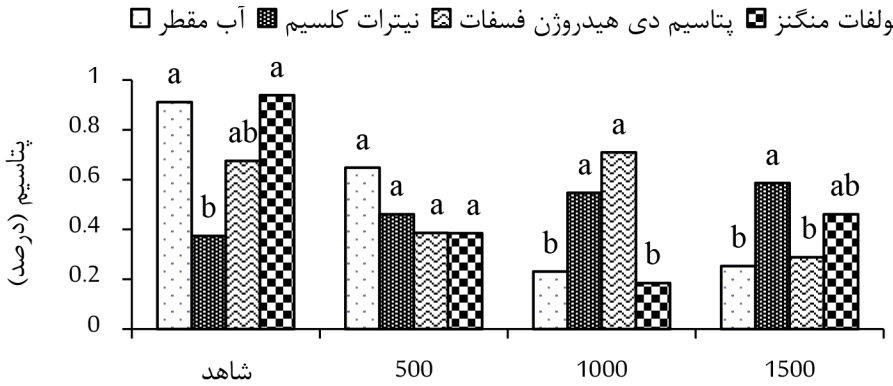
محتوای پتاسیم اندام هوایی گلرنگ به‌طور معنی‌داری تحت تاثیر تیمار شوری و اثر متقابل تیمار شوری و محلول‌پاشی قرار گرفت (جدول ۳). نتایج مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد که در شرایط بدون شوری، محلول‌پاشی نیترات کلسیم، محتوای پتاسیم اندام هوایی گلرنگ را به طور معنی‌داری نسبت به تیمارهای محلول‌پاشی آب مقطر و سولفات منگنز کاهش داد، اما با تیمار محلول‌پاشی پتاسیم‌دی‌هیدروژن‌فسفات اختلاف معنی‌داری نشان نداد (شکل ۵). در شرایط شوری ۱۰۰۰ میلی‌گرم کلرید سدیم، محلول‌پاشی نیترات کلسیم و پتاسیم‌دی‌هیدروژن‌فسفات سبب افزایش محتوای پتاسیم نسبت به تیمار محلول‌پاشی آب مقطر و سولفات منگنز گردید. در شرایط شوری ۱۵۰۰ میلی‌گرم کلرید سدیم با محلول‌پاشی نیترات کلسیم محتوای پتاسیم اندام هوایی گلرنگ ۰/۵۸۶ درصد بود که با محلول‌پاشی آب مقطر و پتاسیم‌دی‌هیدروژن‌فسفات (به‌ترتیب ۰/۲۵۳ و ۰/۲۸۸ درصد) اختلاف معنی‌داری نشان داد، اما با محلول‌پاشی سولفات منگنز (۰/۴۶۱ درصد) اختلاف معنی‌داری نشان نداد. در شرایط شوری ۵۰۰ میلی‌گرم کلرید سدیم، اختلاف معنی‌داری بین نوع محلول‌پاشی مشاهده نشد (شکل ۵). محلول‌پاشی ترکیبات ذکر شده تا حدودی توانسته باعث افزایش محتوای پتاسیم در سطوح شوری ۱۰۰۰ و ۱۵۰۰ میلی‌گرم کلرید سدیم گردد. به نظر می‌رسد محلول‌پاشی کلسیم و پتاسیم می‌تواند از طریق واکنش‌های رقابتی با تاثیر بر انتخابی بودن غشاء برای یون‌ها، جذب مواد غذایی را تحت تاثیر قرار دهد و باعث بهبود جذب پتاسیم مورد نیاز گلرنگ گردد. با افزایش مقدار سدیم در محیط ریشه، غلظت پتاسیم در بافت‌های گیاهی کاهش می‌یابد، اما افزایش غلظت پتاسیم، سبب افزایش نسبت پتاسیم به سدیم در اندام هوایی گیاه می‌گردد (Zheng *et al*., 2008). کاهش پتاسیم تحت شرایط تنش می‌تواند به دلیل رقابت سدیم بر سر مکان‌های اتصال به ناقل‌ها در غشاء پلاسمایی و یا نشت پتاسیم به دلیل عدم ثبات غشاء باشد (Ferreira-Silva, Silveira, Voigt, Soares and Viegas, 2008).

پرولین

اثر تیمارهای شوری، محلول‌پاشی و همچنین اثر متقابل شوری و محلول‌پاشی به‌طور معنی‌داری پرولین برگ گلرنگ را تحت تاثیر قرار داد (جدول ۳). نتایج مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد که در شرایط بدون شوری، محلول‌پاشی سولفات منگنز باعث کاهش محتوای پرولین گلرنگ (۳۱/۵۸ میلی‌گرم بر گرم) در مقایسه با محلول‌پاشی آب مقطر (۲۴۳/۶ میلی‌گرم/گرم) گردید. در شوری ۱۵۰۰ میلی‌گرم کلرید سدیم، محتوای پرولین گلرنگ در شرایط محلول‌پاشی آب مقطر و سولفات منگنز به‌ترتیب ۸۷/۶ و ۱۵ میلی‌گرم/گرم بود که با محلول‌پاشی نیترات کلسیم و پتاسیم‌دی‌هیدروژن‌فسفات (به ترتیب ۲۸۷/۶ و ۳۸۱ میلی‌گرم/گرم) به طور معنی‌داری افزایش نشان داد. در شرایط شوری ۵۰۰ و ۱۰۰۰ میلی‌گرم کلرید سدیم، اختلاف معنی‌داری بین ترکیبات مختلف محلول‌پاشی مشاهده نشد (شکل ۶).



شکل ۴- مقایسه میانگین اثر متقابل شوری و محلول‌پاشی بر محتوای سدیم گلرنگ. مقایسات در هر سطح شوری به‌طور جداگانه انجام شده است.



شکل ۵- مقایسه میانگین اثر متقابل شوری و محلول‌پاشی بر محتوای پتاسیم گلرنگ. مقایسات در هر سطح شوری به‌طور جداگانه انجام شده است.

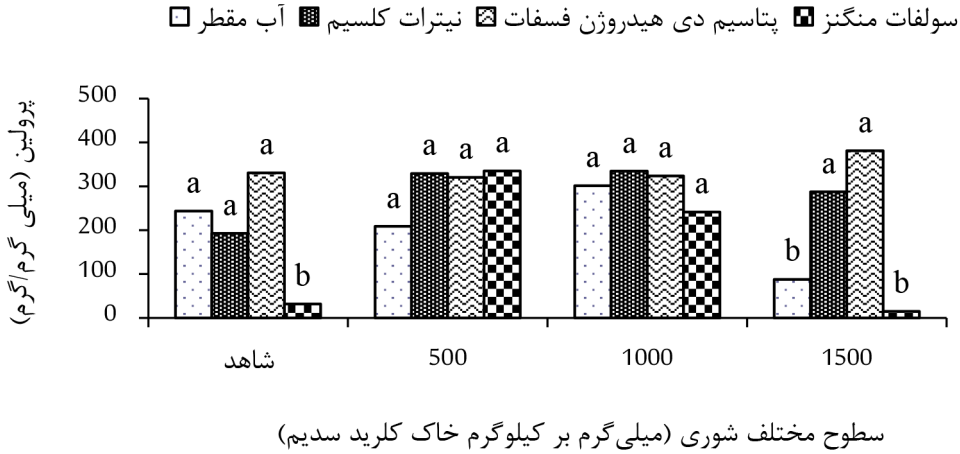
به نظر می‌رسد در شرایط شوری ۱۵۰۰ میلی‌گرم کلرید سدیم، محلول‌پاشی نیترات کلسیم و پتاسیم‌دی‌هیدروژن‌فسفات توانسته است سبب افزایش پرولین برگ گلرنگ در مقایسه با شرایط محلول‌پاشی آب مقطر گردد. این در حالی است که نتایج به‌دست آمده از کاربرد پتاسیم روی ارزن مرواریدی نشان داد که محتوای پرولین توسط شوری افزایش یافت، اما کاربرد پتاسیم اثری روی افزایش پرولین در سطح شوری بالا نداشت (Heidari and Jamshidi, 2011). در بسیاری از گیاهان تنش شوری منجر به افزایش پرولین در گیاه می‌شود. تغییر در میزان پرولین یکی از غالب‌ترین پدیده‌های گزارش شده می‌باشد که طی تنش شوری در گیاهان القاء می‌شود و پذیرفته شده است که در سازوکارهای بردباری به تنش دخیل است، گرچه نقش دقیق آن هنوز یک موضوع بحث برانگیز است (Lutts, Majerus and Kinet, 1999). تجمع زیاد پرولین گیاه را قادر می‌سازد تعادل اسمزی بافت‌های خود را تحت شرایط تنش حفظ کند. وقتی که گیاه در شرایط تنش رشد می‌کند، پرولین به‌عنوان ذخیره‌ای برای انرژی و نیتروژن برای استفاده در خلال تنش به کار می‌رود (Sudhakar, Reddy and Veerajaneyula, 1993). تجمع پرولین در شرایط تنش شوری در آفتابگردان (Mutlu and Bozcuk, 2005) و ارقام مقاوم برنج (Kumar, Shiram, Jawali and Shitole, 2007) گزارش شده است.

نتیجه‌گیری کلی

نتایج این تحقیق نشان می‌دهد که شوری باعث تاثیر منفی بر برخی از صفات فیزیولوژیک در گلرنگ شده است و محلول‌پاشی ترکیبات نیترات کلسیم، پتاسیم‌دی‌هیدروژن فسفات و سولفات منگنز تا حدودی می‌تواند این خسارات را جبران کند و اثرات نامطلوب شوری را بهبود بخشد. استفاده از این ترکیبات، سبب جلوگیری از افزایش نشت یون‌ها در تیمار ۱۰۰۰ میلی‌گرم کلرید سدیم و همچنین مانع از افزایش تجمع سدیم در شوری ۵۰۰ میلی‌گرم کلرید سدیم در اندام هوائی گلرنگ گردید، به نظر می‌رسد با استفاده از این نوع ترکیبات، توانایی گیاه در دفع یا کاهش جذب سدیم و در نتیجه کاهش سمیت سدیم بالا می‌رود، در نتیجه تعادل یونی در سلول حفظ می‌شود.

پاورقی ها

1. Sairam
2. Irigoyen



شکل ۶- مقایسه میانگین اثر متقابل شوری و محلول‌پاشی بر محتوای پرولین گلرنگ. مقایسات در هر سطح شوری به‌طور جداگانه انجام شده است.

منابع مورد استفاده

1. Achorro, P., Ortiz, A. and Cerda, A. .(1994)Implications of calcium nutrition on the response of *Phaseolus vulgaris* L to salinity. *Plant and Soil*212 205- :159 ..
2. Boursier, P., Lynch, J., Labuchli, A. and Epstein, E. (1987). Chloride partitioning in leaves of salt stressed sorghum, maize, wheat and barley. *Australian Journal of Plant Physiology*463-473 :14 .
3. Chen, Z., Newman, I., Zhuo, M., Mendham, N., Zhang, G. and Shabala, S. (2005). Screening plants for salt tolerance by measuring K^+ flux: a case study for barely. *Plant, Cell and Environment*1230-1246 :28 ..
4. Damodaram, T. and Hegde D. M (2002). *Oilseeds situation: a statistical compendium. Directorate of Oilseeds Research*, Rajendranagar, Hyderabad India, 486 p.
5. Darvishi, B., Poustini, K. and Tavakol Afshari, R. (2009). Ion distribution pattern in various alfalfa (*Medicago sativa* L.) organs respect to phytomass under saline conditions. *Iranian Journal of Field Crop Science*31-43 :(2)40 ..
6. Ehdaie, B. and Shakiba, M. R(1996.). Relationship of internode- specific weight and water soluble carbohydrates in wheat. *Cereal Research Communications*, 24(1): 61-67.
7. Ferreira-Silva, S. L., Silveira, J., Voigt, E., Soares, L. and Viegas, R. (2008). Changes in physiological indicators associated with salt tolerance in two contrasting cashew rootstocks. *Brazilian Journal of Plant Physiology*51-59 :(1)20 ..
8. Hadi, M. R., Khoush Kholgh, S., Khavarinezhad, N. A., Khayam, R. A. and Nekouei, S. M. (2008). The effect of elements accumulation on salinity tolerance in seven genotype durum wheat (*Triticum turgidum* L.) collected from the of middle east. *Iranian Journal of Biology*326-340 :(2)21 ..
9. Heidari, M. and Jamshidi, P. (2011). Effect of salinity and potassium application on antioxidant enzyme activities and physiological parameters in pearl millet. *Agricultural Science in China*228-237 :(2)10 ..
10. Ho, S., Chao, Y., Tong, W. and Yu, S. (2001). Sugar coordinately and differentially regulates growth-and stress-related gene expression via a complex signal transduction network and multiple control mechanisms. *Plant Physiology*:125 . 877-890.
11. Irigoyen, J. J., Emerich, D. W. and Sanchez-Diaz, M. (1992). Water stress induced changes in concentrations of proline and total soluble sugars in nodulated alfalfa (*Medicago sativa*). *Plant Physiology*55-60 :84 ..
12. Khoshgoftarmanesh, A. H. and Siadat, H. (2002). *Mineral nutrition of vegetables and horticultural plants in saline conditions*. Agricultural Ministry of Iran86 . p
13. Kumar, V., Shiram, V., Jawali, N. and Shitole, M. G. (2007). Differential response of indicia rice genotypes to NaCl stress in relation to physiological and biochemical parameters. *Archives of Agronomy and Soil Science*581- :(2)53 . 592.
14. Lin, C. C. and Kao, C. H. (2000). Effect of NaCl on H_2O_2 metabolism in rice leaves. *Plant Growth Regulation*:30 . 155–151.
15. Lutts, S., Majerus, V. and Kinet, J. M.)1999). NaCl effect on proline metabolism in rice seedlings. *Plant Physiology*. 450-458 :105.
16. Muhammad, S., Akbar, M. and Neue, H. U. (1987). Effect of NaCl and Na/K relation in saline culture solution in the growth and mineral nutrition of rice (*Oryza sativa* L.). *Plant Soil*57-62 :104 ..
17. Munns, R. (2002). Comparative physiology of salt and water stress. *Plant, Cell and Environment*239-250 :25 ..
18. Munns, R. and Schachtman, D. P. (1993). Plant responses to salinity significance in relation to time. *Internationals Crop Science*741-745 :1 ..
19. Munns, R. and Termaat, A. (1986). Whole-plant responses to salinity. *Australian Journal of Plant Physiology*143- :13 . 160.
20. Mutlu, F. and Bozcuk, S. (2005). Effects of salinity on the contents of polyamines and some other compounds in sunflower plants differing in salt tolerance. *Russian Journal of Plant Physiology*29-34 :52 ..
21. Netondo, G. W., Onyango, J. C. and Beck, E. (2004). Sorghum and salinity: II, Gas exchange and chlorophyll fluorescence of sorghum under salt stress. *Crop Science*:44 . 806-811.
22. Niu, R., Bressan, A., Hasegawa, P. M. and Pardo, J. M. (1995). Ion homeostasis in NaCl stress environments. *Plant Physiology American Society of Plant Biologists*735- :109 . .742
23. Omidi Tabrizi, A. H. and Ahmadi, M. R. (2001). review of research, breeding and agronomic of safflower in the world and Iran. *Zeytoon Journal*. 12: 14-18
24. Omidi, A. H., Shahsavari, M. R., Alhani, A., Eslam, B. P. (2008). Padideh, a new safflower cultivar. *Seed and Plant*. 24(1): 215-219.
25. Papakosta, D. K. and Gagianas, A. A. (1991). Nitrogen and dry matter accumulation remobilization and losses for Mediterranean's wheat during grain filling. *Agronomy Jour-*

*nal*864-870 :83 ..

26. Paquin, R. and Lechasseur, P. (1979). Observations sure one method de dosage de la proline libber dens les extra its de plants. *Canadian Journal of Botany*1851-1854 :57 ..
27. Sairam, R. K., Dharmar, K., Chinnusamy, V. and Meena, R. C. (2009). Water logging-induced increase in sugar mobilization, fermentation, and related gene expression in the roots of mug bean (*Vigna radiata*). *Journal Plant Physiology*602-616 :6 ..
28. Singh, L. and Pal, B. (2000). Effect for water salinity and fertility levels on yield attributing characters of blonde psyllium. *Research on Crops*85-90 :1 ..
29. Song, J. and Fujiyama, Q. (1996). Amelioration effect of potassium on rice and tomato subject to sodium salinization. *Journal of Plant Nutrient and Soil Science*493- :42 501.
30. Sudhakar, C., Reddy, P. S. and Veerajaneyula, K. (1993). Effect of salt stress on the enzymes of proline synthesis and oxidation in green gram seedling. *Journal of Plant Physiology*621-623 :141 ..
31. Sultana, N., Ikeda, T. and Kashem, M. A. (2001). Effect of foliar spray of nutrient solutions on photosynthesis, dry matter accumulation and yield in seawater-stressed rice. *Environmental and Experimental Botany*140–129 :46 ..
32. Tawfik, A. and Noga, A. (2001). Priming of Cumin seeds and its effects of germination, emergence and storability. *Journal Applied Botany*. 75: 216-220.
33. Zayed, B. A., Salem, A. K. M. and El-Sharkawy, H. M. (2011). Effect of different micronutrient treatments on rice (*Oriza sativa* L.) growth and yield under saline soil conditions. *World Journal of Agricultural Sciences*179- :(2)7 . 184.
34. Zheng, Y., Aijun, J., Tangyuan, N., Xud, J., Zengjia, L. and Gaoming, J. (2008). Potassium nitrate application alleviates sodium chloride stress in winter wheat cultivars differing in salt tolerance. *Journal of Plant Physiology*, 165: 1455-1465.
35.
36. .