تاثیر منبع و مقدار نیتروژن بر رنگدانه‌های فتوسنتزی، پرولین، قند محلول، سدیم و پتاسیم در گیاه خرفه (*Portulaca oleracea*) آبیاری شده با آب شور

فرشته گرشاسبی، سیف‌اله فلاح [۱*] و علی تدین

دانشجوی کارشناسی ارشد آگرواکولوژی دانشگاه شهرکرد.

fe.gar.agro92@gmail.com

دانشیار گروه زراعت، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهرکرد.

falah1357@yahoo.com

دانشیار گروه زراعت، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهرکرد.

tadayyon.sku@gmail.com

چکیده

روند استفاده از آب شور در تولید محصولات کشاورزی در حال افزایش است. بنابراین، به منظور بررسی اثرات منبع و مقدار نیتروژن بر ویژگی‌های فیزیولوژیک گیاه خرفه (*Portulaca oleracea* L.) آبیاری شده با آب شور، آزمایشی فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با پنج سطح شوری شامل تیمار شاهد (آب مقطر)، آب شور طبیعی (با قابلیت هدایت ۲/۲ دسی‌زیمنس بر متر) و سه سطح آب شور تهیه شده با نمک طعام (با قابلیت هدایت الکتریکی ۲/۲، ۴/۴ و ۶/۶ دسی-زیمنس بر متر) و چهار سطح نیتروژن (شاهد، ۴۰، ۸۰ و ۱۲۰ گرم نیتروژن بر کیلوگرم خاک) از دو منبع کود مرغی و کود شیمیایی با سه تکرار در محیط گلخانه انجام شد. نتایج نشان داد که میزان کلروفیل a و کلروفیل b با افزایش شوری ابتدا افزایش و سپس در شوری ۶/۶ دسی‌زیمنس بر متر کاهش یافت. با بالا رفتن سطح شوری میزان سدیم افزایش و میزان پتاسیم کاهش یافت. بیشترین میزان کلروفیل a و کلروفیل b در شوری ۴/۴ دسی‌زیمنس بر متر مشاهده شد. اثر متقابل شوری با منبع و مقدار نیتروژن برای هیچ کدام از صفات معنی‌دار نبود. میزان کلروفیل‌ها، قند محلول، پرولین، سدیم و پتاسیم گیاه خرفه تغذیه شده با کود مرغی بیش‌تر از کود شیمیایی بود. گیاهان تغذیه شده با کود مرغی یا آبیاری شده با آب شور طبیعی شرایط تنش را تجربه نمودند ولی به دلیل جذب بهتر پتاسیم اثرات تنش شوری تعدیل شد و برای گیاهان قابل تحمل بود.

واژه‌های کلیدی: تنش شوری، کود آلی، کود شیمیایی، کلروفیل.

۱- آدرس نویسنده مسئول: شهرکرد، گروه زراعت دانشکده کشاورزی دانشگاه شهرکرد.

*- دریافت: شهریور ۹٤ و پذیرش: اردیبهشت ۹۵

مقدمه

شوری خاک و شور شدن آن از مشکلات اصلی در نواحی خشک و نیمه‌خشک می‌باشد (هلال و همکاران، ۱۹۹۹؛ اکوستا و همکاران، ۲۰۰۱). شوری پس از خشکی از مهم‌ترین و متداول‌ترین تنش‌های محیطی در سطح جهان و از جمله ایران است، به عبارتی بخش قابل توجهی از اکوسیستم‌های طبیعی و زراعی دنیا تحت تنش شوری قرار دارند (کمالی و همکاران، ۱۳۹۱). متأسفانه در کشور ایران به دلیل محدودیت دسترسی به آب شیرین روند استفاده از آب‌های شور در حال افزایش است. این موضوع با کاهش سطح آب‌های زیرزمینی و در نتیجه افزایش شوری آب در اراضی فاریاب می‌تواند ناپایداری تولید محصولات کشاورزی را به دنبال داشته باشد (فلاح و همکاران، ۱۳۹۱). در چنین شرایطی کشاورزان برای جبران اثر شوری میزان استفاده از کود شیمیایی را افزایش می‌دهند که این امر اگر چه پیامدهای نامطلوب زیست-محیطی را به همراه دارد (فلاح و همکاران، ۱۳۹۱)، اما راهکار مطلوبی برای جلوگیری از کاهش عملکرد در کوتاه‌مدت به شمار می‌رود.

از طرفی، استفاده از کودهای آلی راهکار مناسبی برای کاهش اثرات مخرب کودهای شیمیایی در اکوسیستم‌های کشاورزی به شمار می‌رود. این کودها علاوه بر اثر مثبت بیولوژیکی و اصلاح خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک به علت این‌که عناصر آن‌ها به کندی آزاد شده و در اختیار گیاه قرار می‌گیرند آلودگی کمتری را در محیط ایجاد می‌کنند (رو و همکاران، ۱۹۹۷؛ بالاک و همکاران، ۲۰۰۲). برای مثال، استفاده از کود مرغی به خصوص در مناطق خشک و نیمه‌خشک که عمدتاً از سطح ماده آلی پایینی برخوردارند علاوه بر افزایش ماده آلی و فراهمی عناصر غذایی، می‌تواند خصوصیات فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی این خاک‌ها را بهبود بخشد (خوشگفتارمنش و سیادت، ۱۳۸۱). این در حالی است که در برخی مناطق، استفاده نادرست از کودهای دامی از جمله کود مرغی، موجب افزایش هدر-رفت عناصر غذایی و همچنین کاهش کیفیت آب مناطق مجاور می‌گردد که در چنین شرایطی آن را نوعی زایدات تلقی می‌کنند اما استفاده مناسب از کود مرغی باعث بهبود حاصلخیزی خاک، تهویه و افزایش ظرفیت نگهداری آب خاک می‌شود (پارمار و شارما، ۱۹۹۸). در برخی مناطق شوری آب و خاک به اندازه‌ای است که فقط گونه‌های معدودی قادر به رشد و تولید هستند. از جمله این گونه‌ها می‌توان به گیاه خرفه (*Portulaca oleracea*) اشاره نمود که قادر است در شرایط شور رشد خوبی داشته باشد و مقدار قابل توجهی نمک در اندام‌های خود ذخیره نماید (هوانگ و همکاران، ۲۰۱۱). این گیاه تقریباً در تمام نقاط ایران پراکندگی دارد و در مناطق جنوبی کشور به عنوان سبزی کشت می‌شود (آخوندزاده، ۱۳۷۹). علاوه بر این، در لیست سازمان بهداشت جهانی به‌عنوان گیاهی که دارای مصارف دارویی بسیاری می‌باشد، معرفی شده است (سامی و همکاران، ۲۰۰۵).

متأسفانه روند افزایش شوری آب آبیاری در اراضی فاریاب و استفاده زیاد از کودهای شیمیایی برای رشد محصول در شرایط تنش شوری در حال افزایش است. در چنین شرایطی، استفاده از کودهای آلی برای کاهش اثرات بلندمدت استفاده از آب‌های شور و همچنین کاهش مصرف کودهای شیمیایی ضروری است. بنابراین مطالعه حاضر با هدف بررسی اثرات منبع و مقدار نیتروژن بر ویژگی‌های فیزیولوژیک گیاه خرفه (*Portulaca oleracea* L.) آبیاری شده با آب شور طبیعی و مصنوعی انجام شد.

مواد و روش‌ها

به منظور بررسی اثر منبع و مقدار نیتروژن بر پارامترهای فیزیولوژیکی گیاه خرفه آبیاری شده با آب شور، آزمایشی در گلخانه پژوهشی دانشکده کشاورزی دانشگاه شهرکرد در سال ۱۳۹۳ انجام شد. این آزمایش به صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با سه

تکرار اجرا شد. تیمارهای مختلف کودی شامل کاربرد جداگانه کود شیمیایی (اوره) و کود مرغی هر کدام در سه سطح ٤٠، ٨٠ و ١٢٠ میلی‌گرم نیتروژن در کیلوگرم خاک، و تیمار شاهد (عدم مصرف کود) به عنوان فاکتور اول و سطوح مختلف شوری شامل آب شور طبیعی (با قابلیت هدایت الکتریکی ٢/٢ دسی‌زیمنس بر متر) و سه سطح آب شور تهیه شده با نمک طعام (با قابلیت هدایت الکتریکی ٢/٢، ٤/٤ و ٦/٦ دسی‌زیمنس بر متر) و همچنین آب مقطر (تیمار بدون نمک) به عنوان فاکتور دوم مورد مطالعه قرار گرفتند. ابتدا مقدار دو کیلوگرم از خاک مزرعه الک شد و داخل گلدان‌هایی با گنجایش سه کیلوگرم خاک ریخته شد.

کودهای شیمیایی و کودمرغی در هنگام کاشت مطابق تیمارها با خاک مخلوط گردید، با توجه به فسفر موجود در کود مرغی به خاک تیمار شده با کود اوره، معادل فسفر کود مرغی از منبع سوپر فسفات تریپل به خاک افزوده شد و به دلیل کافی بودن پتاسیم خاک هیچ‌گونه کود پتاسیمی به خاک افزوده نشد. در هر گلدان ٤٠ بذر در عمق نیم سانتی‌متری خاک کشت شد. کاشت به صورت خشکه کاری بود و بلافاصله بعد از کشت آبیاری صورت گرفت. سپس در سطح گلدان‌ها پرلیت (به‌منظور جلوگیری از تشکیل سله) افزوده شد. پس از سبز شدن بذرها، آبیاری‌های بعدی بسته به نیاز گیاه هر سه تا پنج روز یکبار انجام شد. در طول آزمایش مراقبت‌های لازم از جمله وجین دستی علف‌های هرز، تنک کردن (به تعداد ١٥ گیاهچه در گلدان) و آبیاری به طور متوالی انجام گرفت. در این آزمایش گیاهان در ابتدای گلدهی از ١٠ سانتی‌متری سطح خاک قطع شدند و سپس پارامترهای فیزیولوژیکی به شرح زیر اندازه‌گیری شد. برای اندازه‌گیری کلروفیل a و کلروفیل b از روش دری و همکاران (١٩٩٨) استفاده شد. برای این منظور نیم گرم برگ تازه از برگ‌های جوان کاملاً توسعه یافته جدا و پس از آماده‌سازی عصاره، میزان جذب در طول موج‌های ٦٥٣ و ٦٦٦ نانومتر با استفاده از اسپکتروفتومتر (Jenway Model 6305) قرائت شد.. در نهایت، مقدار کلروفیل a و b بر اساس روابط زیر محاسبه شد:

$$Ch_a=15.65\times A666 - 7.340\times A653 \quad (١)$$

$$Ch_b=27.05\times A653 - 11.21\times A666 \quad (٢)$$

قند محلول برگ با استفاده از روش فنول سولفوریک اسید (دسینگ و کنگراج) و استاندارد گلوکز تعیین شد. میزان پرولین در بافت برگ بر اساس روش باتیس و همکاران (١٩٧٣) اندازه‌گیری شد. غلظت پرولین با استفاده از منحنی استاندارد پرولین تعیین شد. میزان سدیم و پتاسیم برگ و اندام هوایی با استفاده از ١٠٠ میلی‌گرم نمونه خشک آسیاب شده که به مدت یک شب در اسید نیتریک غلیظ هضم و یک ساعت در دمای ٨٠ درجه سلسیوس قرار گرفته بود با دستگاه فلیم‌فتومتر (UK-Jenway) و محلول‌های استاندارد سدیم و پتاسیم تعیین شد. محاسبات آماری داده‌ها شامل تجزیه واریانس به صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با استفاده از نرم افزار SAS انجام گرفت. مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون LSD در سطح احتمال پنج درصد انجام شد.

نتایج و بحث

همان‌طور که در جدول ١ مشاهده می‌شود اثر اصلی منبع نیتروژن، مقدار نیتروژن و میزان شوری و اثر متقابل منبع در مقدار نیتروژن بر کلروفیل a معنی‌دار بود. در کلروفیل b اثرات اصلی منبع نیتروژن، مقدار نیتروژن و میزان شوری معنی‌دار بود.

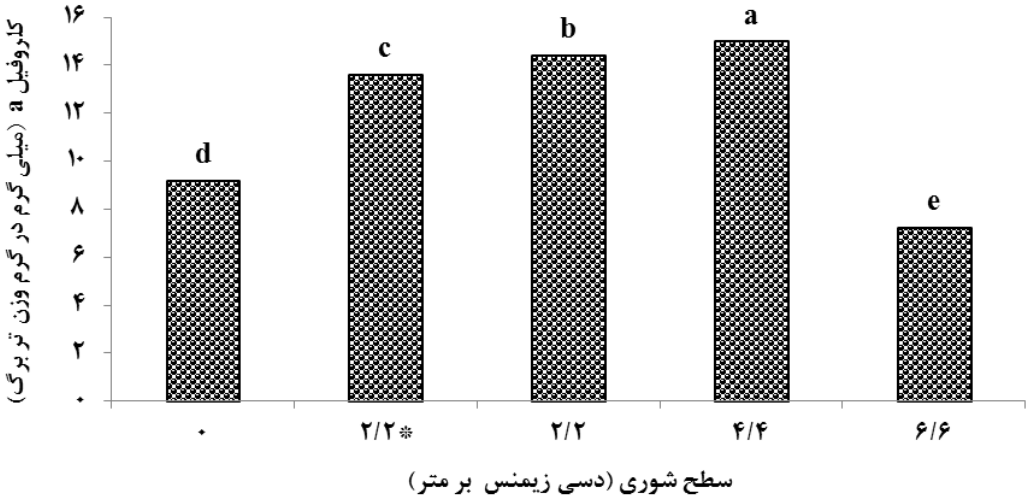
در شکل ١ مشاهده می‌شود که با افزایش سطح شوری تا ٤/٤ دسی‌زیمنس بر متر کلروفیل a به میزان ٦٤/٣٣ درصد افزایش داشت، سپس به صورت معنی‌داری میزان آن تا حدود ٥٢ درصد کاهش یافت. بین آب شور طبیعی و آب با شوری ٢/٢ دسی‌زیمنس بر متر تفاوت معنی‌داری از نظر میزان کلروفیل a وجود داشت به طوری که میزان این صفت در ٢/٢ دسی‌زیمنس بر متر بیشتر از آب شور طبیعی بود و این بدان معنا است که آب شور طبیعی به دلیل املاح و تعادل عناصر اثر تنش شوری را بر

میزان کلروفیل کم نموده است. ریولی و همکاران (۲۰۱۰) اظهار کردند علت افزایش محتوای کلروفیل در سطوح کم شوری و زمان‌های آغازین پس از تنش کوچک‌تر شدن اندازه سلول‌ها و افزایش غلظت کلروپلاست در واحد سطح برگ می‌باشد. تونا و همکاران (۲۰۰۸) با مطالعه تأثیر تنش شوری بر ذرت، کاهش میزان کلروفیل a و b را با افزایش شدت تنش شوری گزارش کردند. عزیزپور و همکاران (۲۰۱۰) نیز با مطالعه تأثیر شوری بر دو ژنوتیپ گندم بهاره کاهش ۱۸ درصدی کلروفیل a را در شوری‌های بالا گزارش کردند.

جدول ۱- تجزیه واریانس (میانگین مربعات) اثر منبع و مقدار نیتروژن بر کلروفیل a ، کلروفیل b و پرولین گیاه خرفه آبیاری شده با آب شور

منبع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات		
		کلروفیل a	کلروفیل b	پرولین
شوری آب (W)	۴	۳۹۲**	۳۳/۲**	۳۱۷**
منبع نیتروژن (S)	۱	۸/۵**	۱/۰۰۱*	۱۳/۰۲**
مقدار نیتروژن (R)	۳	۵/۲**	۱/۳۵**	۳/۸**
S × W	۴	۰/۱ns	۰/۰۱ns	۰/۳ns
W × R	۱۲	۰/۱ns	۰/۲۵ns	۰/۳ns
S × R	۳	۱/۱۷*	۰/۱۱ns	۱/۵*
S × R × W	۱۲	۰/۲ns	۰/۰۴ns	۰/۱ns
خطای آزمایشی	۸۰	۰/۴	۰/۱۷	۰/۵
ضریب تغییرات (٪)		۵/۲۱	۱۰/۶	۵/۲

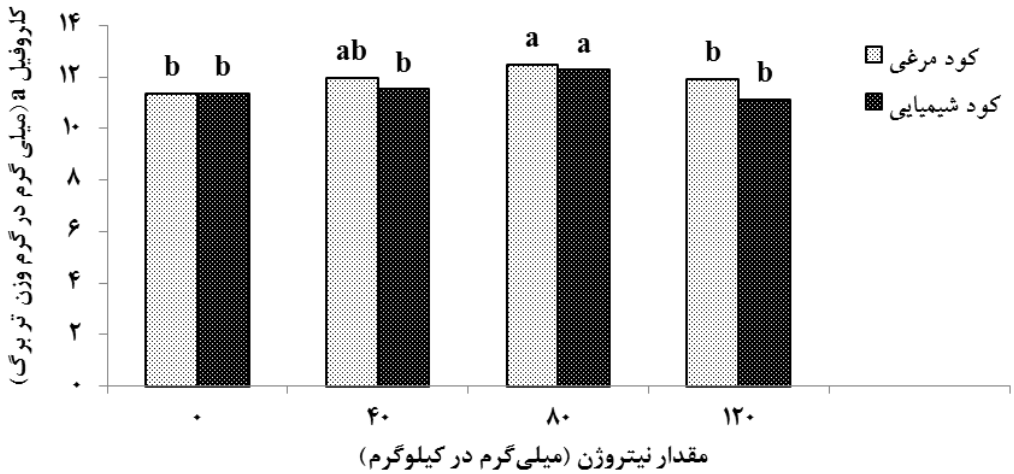
ns، * و ** به ترتیب نشانگر غیر معنی‌دار ، معنی‌دار در سطح احتمال پنج و یک درصد می‌باشند.



شکل ۱- اثر سطوح مختلف شوری آب آبیاری بر میزان کلروفیل a گیاه خرفه. حروف متفاوت بیانگر اختلاف آماری معنی‌دار بر اساس آزمون LSD در سطح احتمال پنج درصد می‌باشد. # بیانگر آب شور طبیعی است

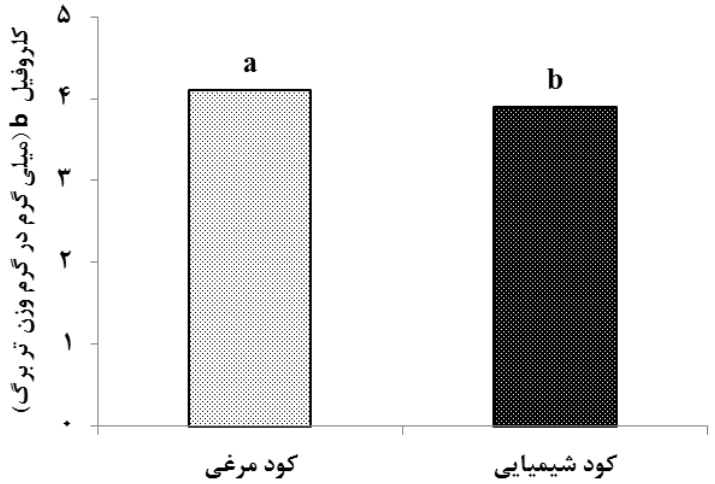
همان‌طور که در شکل ۲ مشاهده می‌شود کم‌ترین میزان کلروفیل a در تیمار شاهد و بیش‌ترین مقدار آن در تیمار کودی ۸۰ گرم نیتروژن در کیلوگرم خاک حاصل شد و پس از ۸۰ گرم در کیلوگرم میزان این نوع کلروفیل کاهش یافت. در تمامی تیمارهایی که از کود استفاده شد اثر کود مرغی در تولید کلروفیل a از لحاظ عددی بیش‌تر بود. با توجه به این که نیتروژن از جمله عناصر ضروری تشکیل‌دهنده کلروفیل محسوب می‌گردد،

از این رو افزایش میزان آن در محیط رشد گیاه، منجر به افزایش میزان کلروفیل می‌گردد (گروس، ۱۹۹۱). کلروفیل در کلروپلاست بدون حضور نیتروژن یا کمبود آن، قادر به سنتز نبوده و فعالیت‌های فتوسنتز و کلروفیل متوقف میگردد و این از علائم کمبود نیتروژن است. به‌طوری که افزودن مقدار نیتروژن میزان هر دو نوع کلروفیل a و کلروفیل b را افزایش می‌دهد (عمرانی و فلاح، ۱۳۹٤).



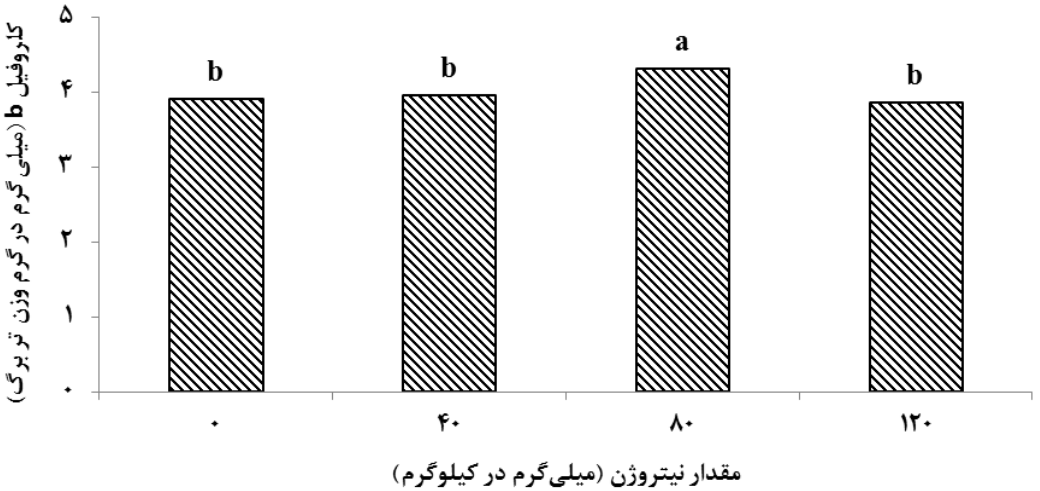
شکل ۲- اثر متقابل منبع با مقدار نیتروژن بر میزان کلروفیل a گیاه خرفه. حروف متفاوت بیانگر اختلاف آماری معنی‌دار بر اساس آزمون LSD در سطح احتمال پنج درصد می‌باشد.

شکل ۳ نشان می‌دهد که میزان کلروفیل b در بوته‌های تغذیه‌شده با کود مرغی ٤/۱ میلی‌گرم در گرم وزن تر برگ و در بوته‌های تغذیه شده با کود شیمیایی ۳/۹ میلی‌گرم در گرم وزن تر برگ بود و این اختلاف از لحاظ آماری معنی‌دار بود. راستی و همکاران (۱۳۹۳) در نتایج خود بیان داشتند که نوع کود نیز بر میزان کلروفیل تاثیر معنی‌دار داشته که بیش‌ترین عدد کلروفیل‌متر در تیمار شاهد و کم‌ترین آن در تیمار کود گاوی بوده است. گزارش عمرانی و فلاح (۱۳۹٤) در خصوص بالا بودن کلروفیل a در تمام تیمارهای کودی با نتایج آزمایش حاضر مطابقت دارد.

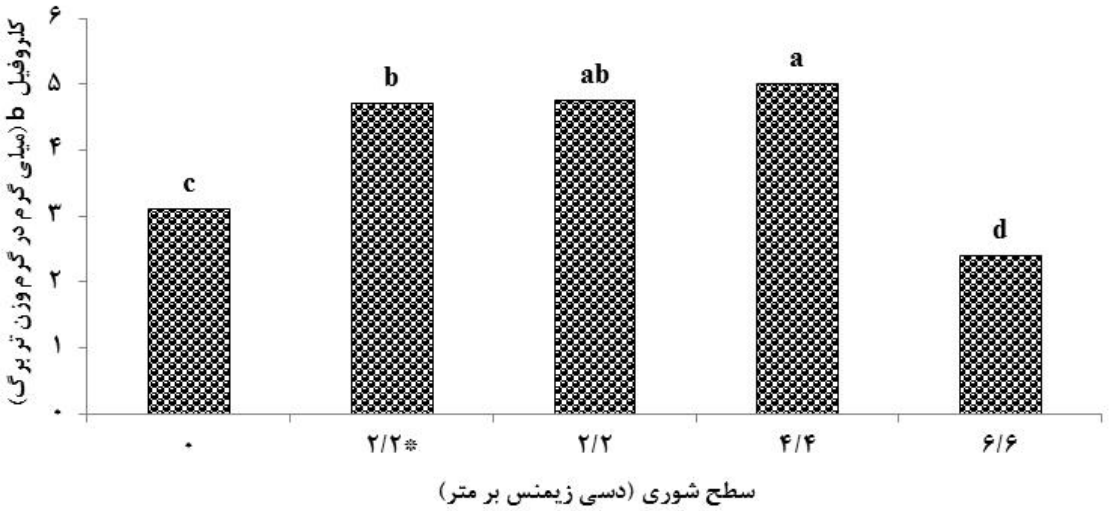


شکل ۳- اثر منبع نیتروژن بر میزان کلروفیل b گیاه خرفه. حروف متفاوت بیانگر اختلاف آماری معنی‌دار بر اساس آزمون LSD در سطح احتمال پنج درصد می‌باشد.

مقایسه میانگین‌ها نشان داد که بین تیمار شاهد و تیمار ٤٠ میلی‌گرم نیتروژن در کیلوگرم خاک تفاوتی از نظر تولید کلروفیل b وجود نداشت. ولی در تیمار ٨٠ میلی‌گرم نیتروژن در کیلوگرم خاک میزان تولید این کلروفیل افزایش و سپس کاهش یافت به‌طوری که این افزایش نسبت به سایر تیمارها معنی‌دار بود (شکل ٤).



شکل ۴- اثر سطوح مختلف نیتروژن بر میزان کلروفیل b گیاه خرفه. حروف متفاوت بیانگر اختلاف آماری معنی‌دار بر اساس آزمون LSD در سطح احتمال پنج درصد می‌باشد.

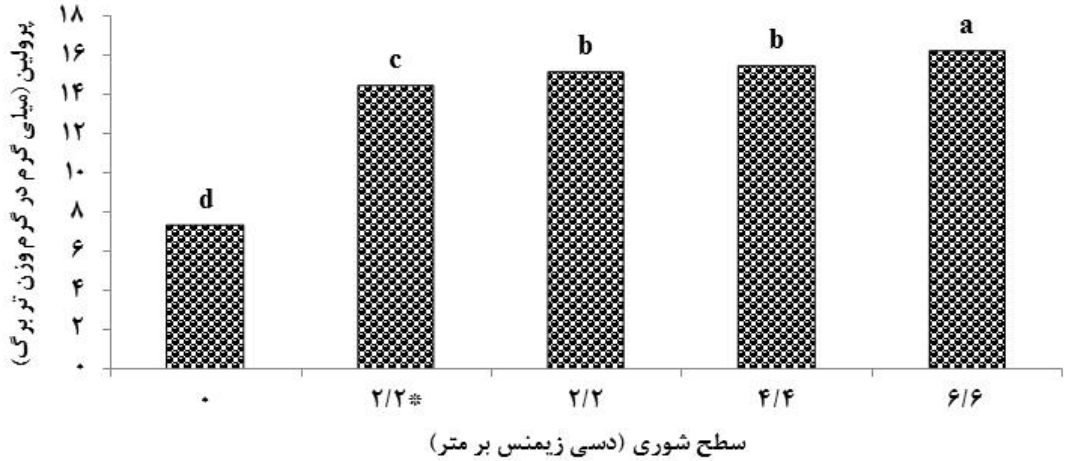


شکل ۵- اثر سطوح مختلف شوری آب آبیاری بر میزان کلروفیل b گیاه خرفه. حروف متفاوت بیانگر اختلاف آماری معنی‌دار بر اساس آزمون LSD در سطح احتمال پنج درصد می‌باشد. # بیانگر آب شور طبیعی است.

مطابق شکل ۵ می‌توان بیان نمود که با اضافه شدن شوری میزان کلروفیل b ابتدا حدود ٦١ درصد افزایش و سپس به صورت محسوسی کاهش یافت. بین آب شور طبیعی و ۲/۲ دسی‌زیمنس بر متر تفاوت معنی-داری برخلاف کلروفیل a دیده نشد. بیش‌ترین میزان کلروفیل b در تیمار ٤/٤ دسی‌زیمنس بر متر مشاهده شد که به نظر می‌رسد تا این سطح از شوری برای گیاه خرفه کند کننده رشد نبوده است و حتی از شوری محیط استفاده نموده است. اما در شرایط شوری زیاد، جذب و انتقال یون‌های ضروری برای رشد گیاه از جمله منیزیم و آهن که در تشکیل کلروپلاست دخالت دارند دچار اختلال می شود، که نتیجه آن کاهش محتوای کلروفیل گیاهی می‌باشد (حنفی و همکاران، ۲۰۰۲). به علاوه غلظت‌های بالای سدیم و کلر در محیط شور نیز به طور مستقیم می‌تواند

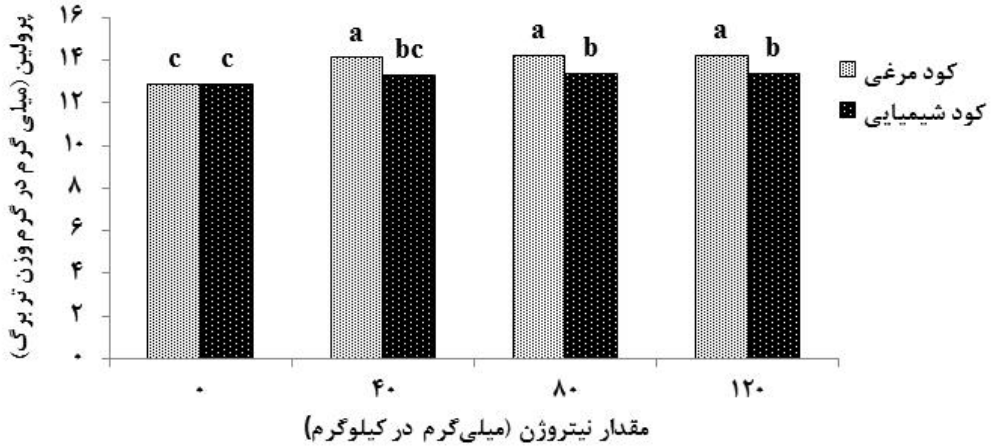
باعث تخریب کلروفیل و رنگ پریدگی و کلروزه شدن برگ‌ها شود (درویشی و همکاران، ۱۳۸٤). در پروسه تخریب کلروفیل، کلروفیل b تبدیل به کلروفیل a می‌شود و همین امر ممکن است باعث افزایش نسبت کلروفیل a/b در سطوح بالای تنش باشد (باتیس و همکاران، ۱۹۷۳).

اثرات اصلی سطوح نیتروژن، منابع نیتروژن و سطوح شوری بر میزان پرولین معنی‌دار شد. در بین اثرات متقابل فقط اثر متقابل منبع در مقدار بر این صفت معنی‌دار بود (جدول ۱). با افزایش سطح شوری میزان تولید پرولین در گیاه افزایش یافت و به جز شوری ۲/۲ و ٤/٤ دسی‌زیمنس بر متر که تفاوت معنی‌داری با هم نداشتند بین سایر سطوح در تولید پرولین تفاوت معنی‌داری دیده شد. میزان پرولین تولید شده توسط گیاه در ۲/۲ دسی-زیمنس بر متر بیشتر از آب شور طبیعی بود (شکل ٦). نصیرخان و همکاران (۲۰۰۷) با مطالعه چهار سطح شوری (۰، ۵۰، ۱۰۰و ۱۵۰ میلی مولار) روی بزرک افزایش محتوای پرولین را همراه با افزایش سطح شوری گزارش کردند. لی و همکاران (۲۰۰۹) نیز افزایش میزان پرولین برگ کرچک را در سطوح بالای شوری گزارش کردند. با توجه به شکل ۷ می‌توان اظهار نمود که افزودن نیتروژن باعث شد میزان پرولین با شیبی بسیار ملایم در کود مرغی از ۱۲/۸۵ به ۱٤/۲۰ و در کود شیمیایی از ۱۲/۸۵ به ۱۳/۳۸ برسد و در تمام تیمارهایی که کود اضافه شده تأثیر کود دامی در تولید پرولین بیشتر بود و تفاوت معنی‌داری از این نظر بین دو منبع وجود داشت. از آن‌جا که پرولین به عنوان یک پایدار کننده ساختمان سلول، منبع انرژی و حتی به عنوان سیگنال دهنده‌ی تنش نیز عمل می‌کند (دسینگ و کنگراج، ۲۰۰۷)، بر اساس نظر مارشنر (۱۹۹۵) عمده این ترکیب‌ها دارای ساختار نیتروژنی هستند، از این رو استفاده از نیتروژن می‌تواند تا حد زیادی باعث افزایش مقدار آن‌ها در گیاه شود. در مطالعه اثر نیتروژن بر روی کدوی تخم کاغذی، افزایش سطح نیتروژن موجب افزایش غلظت پرولین برگ شد (آقایی و احسان‌زاده، ۱۳۹۰).



شکل ۶- اثر سطوح مختلف شوری آب آبیاری بر میزان پرولین گیاه خرفه. حروف متفاوت بیانگر اختلاف آماری معنی‌دار بر اساس آزمون LSD در سطح احتمال پنج درصد می‌باشد. # بیانگر آب شور طبیعی است.

همان‌گونه که در جدول ۲ دیده می‌شود اثرات اصلی منبع نیتروژن، مقدار نیتروژن و سطح شوری بر میزان قند محلول معنی‌دار شد. همچنین در بین اثرات متقابل فقط اثر متقابل منبع با مقدار نیتروژن بر این صفت معنی‌دار بود. بالا رفتن سطح شوری به صورت معنی‌داری تولید قند محلول را در گیاه بالا برده است، به طوری که ٦/٦ دسی‌زیمنس بر متر نسبت به شاهد ۳۰٪ افزایش داشت (شکل ۸).



شکل ۷- اثر متقابل منبع با مقدار کود نیتروژن بر میزان پرولین گیاه خرفه. حروف متفاوت بیانگر اختلاف آماری معنی‌دار بر اساس آزمون LSD در سطح احتمال پنج درصد می‌باشد.

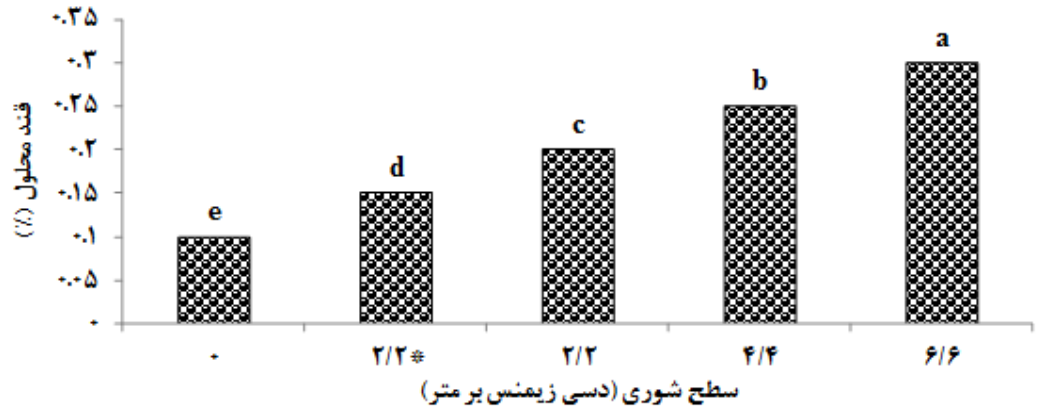
اصولاً گیاه برای حفظ تورژسانس در تنش شوری، موادی (اسمولیت) می‌سازد که باعث منفی‌تر شدن پتانسیل آبی درون سلول‌ها شده و به گیاه اجازه حفظ تورگر را می‌دهد. اسمولیت‌ها قابلیت انحلال بسیار بالایی دارند، با این حال وزن مولکولی آن‌ها کم است و معمولاً در غلظت‌های بالا برای سلول سمیت و اختلالی در واکنش‌های طبیعی سلولی ایجاد نمی‌کنند (اشرف و فولاد، ۲۰۰۷). یکی از این اسمولیت‌ها، قندها هستند که باعث منفی‌تر کردن پتانسیل اسمزی در سیتوپلاسم شده، به جداسازی Na^+ در واکوئل کمک کرده موجب تنظیم اسمزی می‌شود (اورکات و نلسن، ۲۰۰۰). در تنش شوری در گیاهی مانند برنج افزایش تجزیه نشاسته و تجمع قندهای محلول مانند گلوکز، فروکتوز، ساکارز و فروکتان مشاهده شده است (کومار پریدا و بندوداس، ۲۰۰۵).

در شکل ۹ می‌توان مشاهده کرد که زیاد شدن میزان نیتروژن میزان قند محلول را در گیاه کاهش داده و در تمامی تیمارها به جز شاهد تأثیر کود مرغی در تولید قند محلول بیشتر بوده ولی این تفاوت معنی‌دار نشده است در آزمایش آرزمجو و همکاران (۱۳۸۹) نیز کاهش قند محلول با افزایش میزان کود گزارش شده است. هنگامی که نیتروژن در مقادیر زیاد به گیاه داده شود مقدار کربوهیدارت‌ها کاهش می‌یابد اما هنگامی که نیتروژن تقلیل یابد مقدار کربوهیدرات‌ها افزایش خواهد یافت (راهداری، ۱۳۷۹). نتایج سایر تحقیقات نیز نشان دهنده ارتباط منفی درصد کربوهیدرات با میزان کود نیتروژن مصرفی می‌باشد (ماتسو و همکاران، ۱۹۹۵). علت این امر را می‌توان به نقش اصلی نیتروژن در تثبیت اسیدهای امینه نسبت داد. این فرآیند نیاز به مصرف برخی متابولیت‌های چرخه کربس داشته و چرخه کربن در ادامه نیازمند به جایگزین شدن این ترکیب‌ها بوده که مستلزم مصرف کربوهیدرات‌ها و مشتقات آن‌ها می‌باشد. همچنین احیای نیترات و نیتریت احتیاج به نیروی احیا کننده دارد که از طریق تنفس و فتوسنتز تامین می‌شود. اگر از طریق تنفس تامین گردد هیدرات‌های کربن کاهش یافته و در صورتی که از راه فتوسنتز تامین گردد مقدار کمتری دی‌اکسید کربن احیا شده و به هیدرات‌های کربن تبدیل می‌شود (ماکسموویچ و همکاران، ۲۰۱۰).

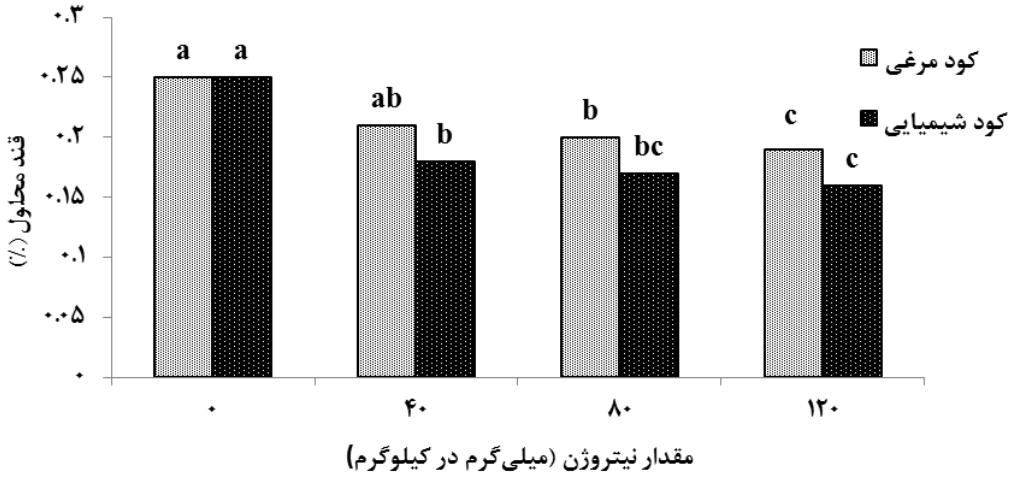
جدول ۲- تجزیه واریانس (میانگین مربعات) اثر منبع و مقدار کود نیتروژن بر قند محلول، سدیم و پتاسیم گیاه خرفه آبیاری شده با آب شور

منبع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات		
		قند محلول	سدیم	پتاسیم
شوری آب (W)	۴	۰/۱**	۱/۰۳**	۱/۱۳**
منبع نیتروژن (S)	۱	۰/۰۲**	۰/۰۷**	۰/۱۵**
مقدار نیتروژن (R)	۳	۰/۰۱**	۰/۰۵**	۰/۱**
R ×W	۱۲	۰/۰۰۰۴ns	۰/۰۰۰۱ns	۰/۰۰۲ns
R × S	۳	۰/۰۰۲**	۰/۰۰۹ns	۰/۰۱*
W × S	۴	۰/۰۰۰۷ns	۰/۰۰۰۸ns	۰/۰۰۰۸ns
W × R × S	۱۲	۰/۰۰۰۱ns	۰/۰۰۰۳ns	۰/۰۰۱ns
خطای آزمایش	۸۰	۰/۰۰۰۳	۰/۰۱	۰/۰۰۵
ضریب تغییرات (٪)		۹/۸	۱۸	۵/۱

ns، * و ** به ترتیب نشانگر غیر معنی‌دار، معنی‌دار در سطح احتمال پنج و یک درصد می‌باشند.



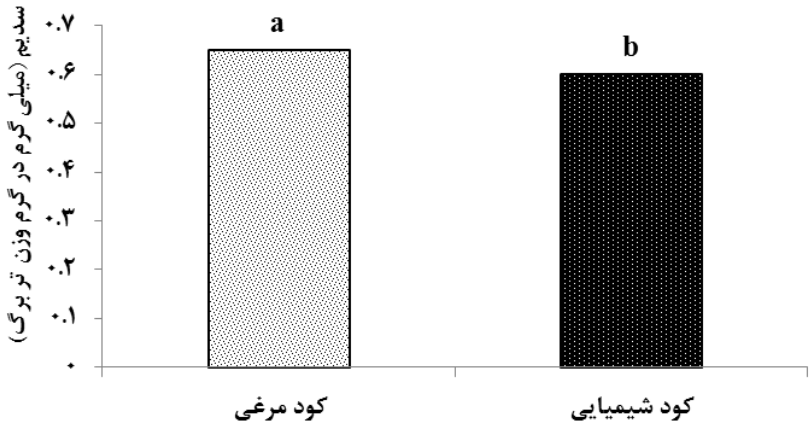
شکل ۸- اثر سطوح مختلف شوری آب آبیاری بر میزان قند محلول گیاه خرفه. حروف متفاوت بیانگر اختلاف آماری معنی‌دار بر اساس آزمون LSD در سطح احتمال پنج درصد می‌باشد. # بیانگر آب شور طبیعی است



شکل ۹- اثر متقابل منبع با مقدار نیتروژن بر میزان قند محلول گیاه خرفه. حروف متفاوت بیانگر اختلاف آماری معنی‌دار بر اساس آزمون LSD در سطح احتمال پنج درصد می‌باشد

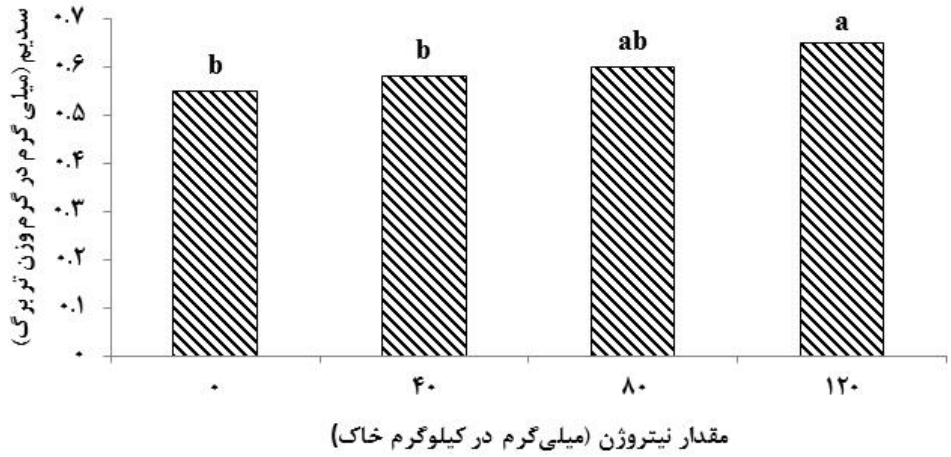
اثرات اصلی سطح نیتروژن، منابع نیتروژن و سطح شوری بر سدیم معنی‌دار شده است و اثرات متقابل این عوامل بر صفت ذکر شده معنی‌دار نشد (جدول ۲). در بررسی اثر نوع منبع نیتروژن که در شکل ۱۰ ملاحظه می‌شود میزان سدیم در تیمار کود مرغی و در کود شیمیایی به ترتیب ۰/۶۵ و ۰/۶۰ میلی‌گرم در گرم وزن تر بود که از نظر آماری تفاوت معنی‌داری با یکدیگر داشتند.

آبیاری با آب شور باعث افزایش قابلیت هدایت الکتریکی خاک شد و در پی آن مقدار سدیم خاک به حد بالایی رسید که نتیجه آن کاهش ضریب انتخاب‌پذیری پتاسیم به سدیم بود و این امر سبب کاهش جذب پتاسیم و در نتیجه کاهش غلظت پتاسیم در برگ شده است (خوشگفتارمنش و سیادت، ۱۳۸۱).

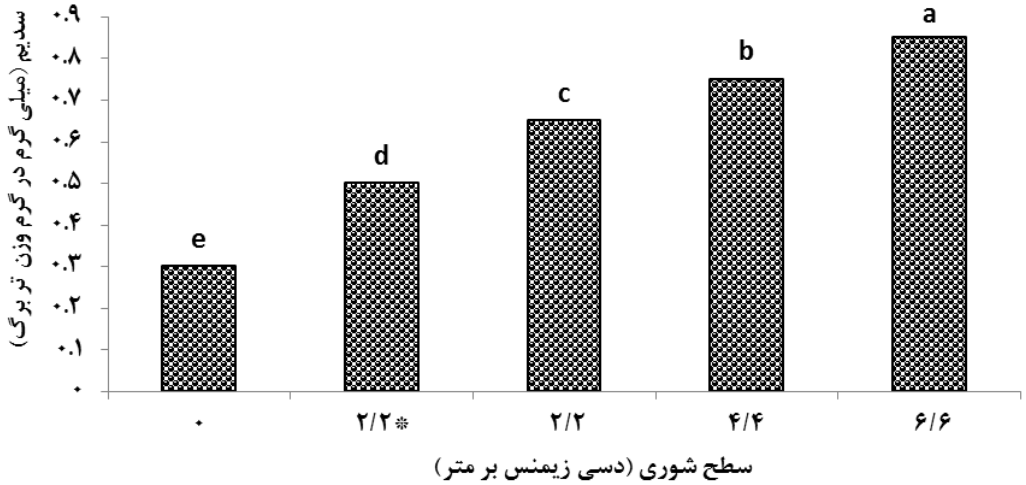


شکل ۱۰- اثر منبع نیتروژن بر میزان سدیم گیاه خرفه. حروف متفاوت بیانگر اختلاف آماری معنی‌دار بر اساس آزمون LSD در سطح احتمال پنج درصد می‌باشد.

همان‌گونه که در شکل ۱۱ ملاحظه می‌شود با افزودن نیتروژن میزان سدیم با شیبی ملایم افزایش می‌یابد. بین سطح صفر، ۴۰ و۸۰ گرم نیتروژن در کیلوگرم خاک تفاوت معنی‌داری از لحاظ میزان سدیم وجود نداشت ولی بین سطح صفر و ۴۰ با۱۲۰ گرم نیتروژن در کیلوگرم خاک این تفاوت معنی‌دار بود. افزایش سطح شوری باعث زیاد شدن میزان سدیم گیاه شده است و بین سطوح مختلف از این نظر تفاوت معنی‌داری وجود داشت. میزان سدیم در تیمار آب شور طبیعی کمتر از ۲/۲ دسی‌زیمنس بر متر بود و این احتمالاً به علت وجود دیگر املاح در آب طبیعی است (شکل ۱۲). هوانگ و همکاران (۲۰۱۱) گزارش کردند که محتوای یون سدیم در ژنوتیپ‌های جو با افزایش شوری افزایش می‌یابد که این افزایش در ژنوتیپ‌های حساس و در شوری‌های شدید تا ۶۸ برابر سطح شاهد هم رسید. شوری باعث افزایش غلظت یون های سمی به ویژه سدیم در محیط ریشه می‌شود که همین امر جذب سدیم توسط گیاه را تشدید می‌کند. در چنین شرایطی، غلظت‌های بالای نمک افزایش خسارت به غشای سلولی را در پی دارد که پیامد آن کاهش کارآیی مکانیسم‌های کنترل کننده ورود و خروج یون به سلول می باشد و در نتیجه با توجه به غلظت بالای سدیم در محلول خاک انتقال سدیم به درون گیاه با شدت بیش‌تری صورت می‌گیرد (سوالم، ۲۰۰۰).

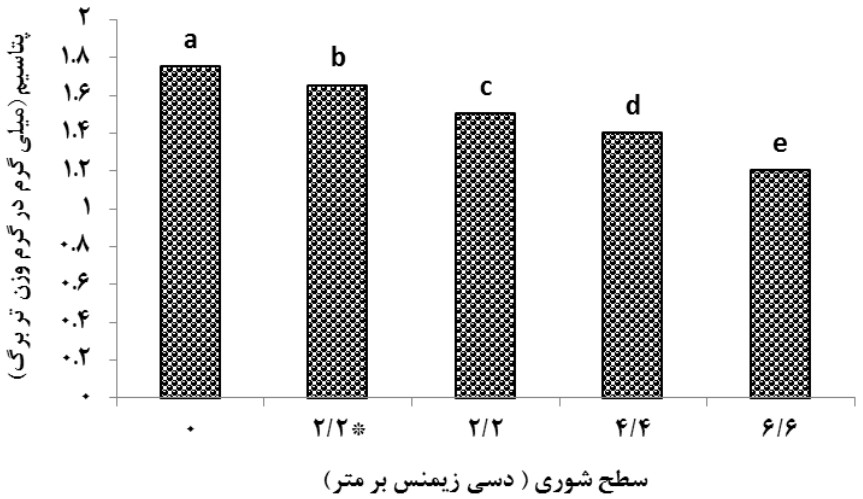


شکل ۱۱- اثر سطوح مختلف نیتروژن بر میزان سدیم گیاه خرفه. حروف متفاوت بیانگر اختلاف آماری معنی‌دار بر اساس آزمون LSD در سطح احتمال پنج درصد می‌باشد.



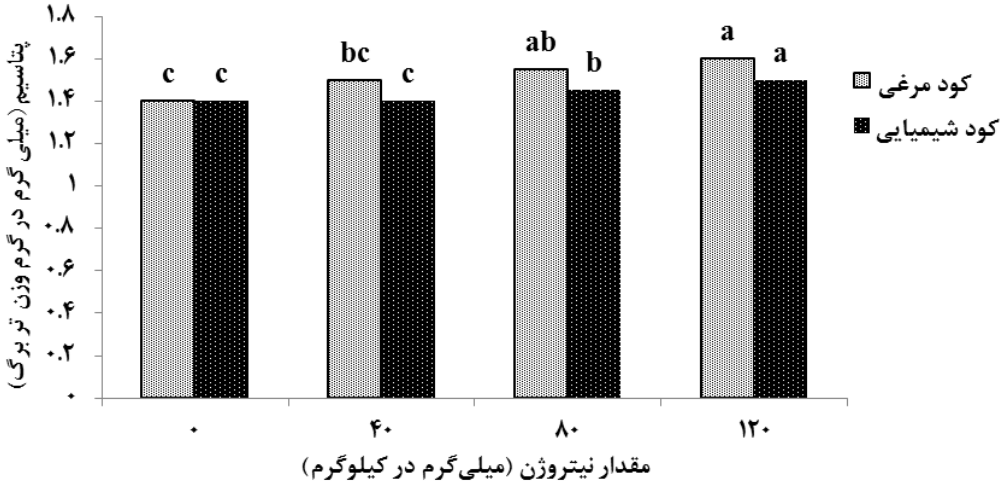
شکل ۱۲- اثر سطوح مختلف شوری آب آبیاری بر میزان سدیم گیاه خرفه. حروف متفاوت بیانگر اختلاف آماری معنی‌دار بر اساس آزمون LSD در سطح احتمال پنج درصد می‌باشد. # بیانگر آب شور طبیعی است.

میزان پتاسیم گیاه خرفه تحت تأثیر منبع و مقدار نیتروژن و همچنین سطح شوری قرار گرفت (جدول ۲). اما در بین اثرات متقابل فقط اثر متقابل منبع نیتروژن در سطح نیتروژن بر میزان پتاسیم معنی‌دار بود. مقایسه میانگین‌ها نشان داد که افزایش شوری در آب آبیاری موجب کاهش میزان پتاسیم گیاه می‌شود. در هنگام تنش شوری افزایش غلظت یون‌های سمی در محیط ریشه بخصوص یون سدیم به علت آنتاگونیستی که با پتاسیم دارد باعث اختلال در جذب پتاسیم توسط گیاه می‌شود که نتیجه آن کاهش پتاسیم موجود در گیاه می‌باشد (چوهان و جانسون، ۲۰۰۹). سایرام و ریواستاوا (۲۰۰۲) با مطالعه تأثیر شوری بر ژنوتیپ‌های گندم کاهش میزان پتاسیم اندام‌های هوایی گندم را با افزایش شدت تنش گزارش کردند. کومار و همکاران (۲۰۱۱) نیز نشان دادند که تشدید شوری تا سطح ۳۰۰ میلی‌مولار باعث کاهش ۷۰ درصدی میزان پتاسیم اندام های‌هوایی ژنوتیپ‌های برنج نسبت به سطح شاهد می‌شود.



شکل ۱۳ - اثر سطوح مختلف شوری آب آبیاری بر میزان پتاسیم گیاه خرفه. حروف متفاوت بیانگر اختلاف آماری معنی‌دار بر اساس آزمون LSD در سطح احتمال پنج درصد می‌باشد. # بیانگر آب شور طبیعی است

با افزودن میزان مصرف نیتروژن از هر منبع، غلظت پتاسیم افزایش یافته است (شکل ١٤). بر اساس گزارش ناهید و همکاران (۲۰۰۸)، فسفر موجود در کودهای شیمیایی اثر مثبتی بر کاهش فعالیت سدیم و کلر در شرایط شوری داشته و از این طریق منجر به افزایش جذب عناصری از قبیل پتاسیم و کلسیم می‌گردد. در تحقیقات ایولو و همکاران (۲۰۰۸) نیز کود مرغی باعث بهبود خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک شده که در نتیجه آن جذب پتاسیم نیز افزایش یافته است. در نتایج کارهای خطبایی و همکاران (۱۳۹۳) نیز دیده شده که استفاده از کود مرغی و ورمی‌کمپوست غلظت پتاسیم در گیاه را نسبت به شاهد به طور معنی‌داری افزایش داده است.



شکل ۱۴- اثر متقابل منبع با مقدار نیتروژن بر پتاسیم گیاه خرفه. حروف متفاوت بیانگر اختلاف آماری معنی‌دار بر اساس آزمون LSD در سطح احتمال پنج درصد می‌باشد

نتیجه‌گیری

بر اساس نتایج بدست آمده در این آزمایش می‌توان بیان کرد که در گیاهان آبیاری شده با آب شور طبیعی به دلیل جذب پتاسیم بیش‌تر، میزان سدیم کم‌تری جذب شده و در نتیجه میزان پرولین و قند محلول کم‌تری تشکیل شده است. هرچند افزودن هر دو نوع کود تا سطح ۸۰ میلی‌گرم نیتروژن در کیلوگرم خاک میزان کلروفیل را زیاد کرد ولی تأثیر کود مرغی در این میان بیش‌تر از کود

شیمیایی بود. میزان سدیم و پتاسیم جذب شده و همچنین میزان پرولین، قند محلول در شرایط کاربرد کود مرغی بیش‌تر از کود شیمیایی بود. گیاهان تغذیه شده با کود مرغی یا آبیاری شده با آب شور طبیعی شرایط تنش را تجربه نمودند ولی به دلیل جذب بهتر پتاسیم اثرات تنش شوری تعدیل و برای گیاهان قابل تحمل بود.

سپاس‌گزاری

بدین‌وسیله از مساعدت مالی دانشگاه شهرکرد در انجام این تحقیق قدردانی می‌گردد.

فهرست منابع

۱. آخوندزاده، ش. ۱۳۷۹. دایره‌المعارف گیاهان دارویی ایران، جلد اول (چاپ ۱)، انتشارات ارجمند، تهران، ۱۵۵ صفحه.

۲. آرزمجو، ا.، م. حیدری و م. قنبری.۱۳۸۹. اثر تنش خشکی و نوع کود بر عملکرد و کیفیت بابونه آلمانی مجله علوم زراعی ایران ۱۲(۲): ۱۱۱– ۱۰۰.

۳. آقایی، ا. ح. و ا. احسان‌زاده.۱۳۹۰. اثر رژیم آبیاری و نیتروژن بر عملکرد و برخی پارامترهای فیزیولوژیک گیاه دارویی کدوی تخم کاغذی. مجله علوم باغبانی ایران ٤۲(۳): ۲۹٦–۲۹۲.

٤. م.، ج. امام، ع. آستارایی و ا. فتوت. ۱۳۹۳. تأثیر مواد آلی و گچ بر صفات گیاه ذرت در خاک شور– سدیمی. نشریه پژوهش‌های زراعی ایران ۱۲(٤): ٦٦٤– ٦٥٨.

۵. خوشگفتارمنش، ا. و ح. سیادت. ۱۳۸۱. تغذیه معدنی سبزیجات و محصولات باغی در شرایط شور .معاونت امور باغبانی وزارت جهاد کشاورزی، انتشارات نشر آموزش کشاورزی .کرج. ایران.

٦. درویشی، ب.، ک. پوستی و ر. توکل افشاری. ۱۳۸٤. واکنش فتوسنتزی چهار رقم یونجه بومی ایران نسبت به تنش شوری. مجله علوم کشاورزی ایران ۳٦(٦): ٥۱–٥٦.

۷. راستی، ا.، م. صفاری و ع. ا. مقصودی مود. ۱۳۹۳. تأثیر کودهای ارگانیک و شیمیایی بر شاخص‌های عملکرد و اجزای عملکرد گلرنگ تحت تنش خشکی. فصل‌نامه علمی پژوهشی مهندسی آبیاری و آب ۵(۱۸): ۸۰–٦۹.

۸. راهداری، پ. ۱۳۷۹. بررسی اثرات برخی از عوامل محیطی بر روی میزان کاروتنوئیدها و فلاونوئیدهای گیاه همیشه‌بهار .(*Calendula Officinalis*) پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تربیت معلم تهران.

۹. عمرانی، ب. و س. فلاح. ۱۳۹۵. واکنش رنگدانه‌های فتوسنتزی، تسهیم ماده خشک و محتوای نیترات گیاه خرفه (*Portulaca oleracea*) به تغذیه گیاهی. مجله فرآیند و کارکرد گیاهی، ۵(۱۵): ۱۸۱–۱۹٤.

۱۰. فلاح، س.، م. قبادی‌نیا، م. شکرگزار دارابی و ش. قربانی دشتکی. ۱۳۹۱. بررسی پایداری منابع آب زیرزمینی دشت داراب استان فارس. مجله پژوهش آب در کشاورزی ۲٦(۲):۱۷۲–۱٦۱.

۱۱. کمالی، م.، س. م. خرازی، ی. سلاح‌ورزی و ع. تهرانی‌فر. ۱۳۹۱. اثر سالیسیک‌اسید بر رشد و برخی صفات مورفوفیزیولوژیک گل تکمه‌ای در شرایط تنش شوری. نشریه علوم باغبانی (علوم و صنایع کشاورزی) ۲٦ (۱): ۱۰٤–۱۱۲.

12. Acosta, J.A., B. Jansen, K. Kalbitz, A. Faz and S. Martinez. 2001. Salinity increases mobility of heavy metal in soil. Chemosphere 85: 1318-1324.

13. Ashraf, M. and M.R. Foolad. 2007. Roles of glycine betaine and proline in improving plant abiotic stress resistance. Environmental and Experimental Botany 59: 206-216.
14. Azizpour, K., M.R. Shakiba, N.A. Khosh Kolgh Sima, H. Alyari, M. Moghaddam, E. Esfandiari and M. Pessarakli. 2010. Physiological response of spring durum wheat genotypes to salinity. Journal of Plant Nutrition and Soil Science 36: 859-873.
15. Bates, L.S., R.P. Waldran and I.D. Teare. 1973. Rapid determination of free proline for water studies. Plant and Soil 39: 205-208.
16. Bulluk, L.R., M. Brosius, G.K. Evanylo and B. Ristaino. 2002. Organic and synthetic fertility amendments influence soil microbial, physical and chemical properties on organic and conventional farms. Applied Soil Ecology 19: 147-160.
17. Chuhan, B.S. and D.E. Johnson. 2009. Seed germination ecology of *Portulaca oleracea* L.: an important weed of rice and upland crops. Annals of Applied Bioligy 155(1): 61-69.
18. Dere, S., T. Gunes and R. Sivaci. 1998. Spectrophotometric determination of chlorophyll- a, b and total carotenoid contents of some algae species using different solvents. Turkish Journal of Botany 22: 13-17.
19. Desingh, R. and G. Kangaraj. 2007. Influence of salinity stress on photosynthesis and antioxidative system in two cotton varieties. Journal of Plant Physiology 33: 221-234.
20. Ewulo, B.S., S.O. Ojeniyi and D.A. Akanni. 2008. Effect of poultry manure on selected soil physical and chemical properties, growth, yield and nutrient status of tomato. African Journal of Agricultural Research 3(9): 612-616.
21. Gross, J. 1991. Pigments in vegetables. Chlorophylls and carotenoids. New York, Van Nostrand Rein hold.
22. Hanafy, A.H., M.A. Gad-Mervat, H.M. Hassam and A. Amin-Mona, 2002. Improving growth and chemical composition of *Myrtus communis* grown under soil salinity conditions by polyamines foliar application. Proceedings of the Minia 1st Conference Agriculture Environment Science Minia, March 25-28, 2002, Egypt, pp: 1697-1720.
23. Helal, M.H., A. Upenor and G.J. Issa. 1999. Growth and uptake of Ed and Zn by *Leucaen* in reclaimed soils as affected by NaCl salinity. Journal of Plant Nutrition and Soil Science 162: 589- 592.
24. Huang, Y., G.P. Zhang, F. Wu., J. Chen and Y. Xiao. 2011. Interaction of salinity and cadmium stress on antioxidant enzyme, sodium, and cadmium accumulation in four barley genotypes. Journal of Plant Nutrition 29: 2215- 2225.
25. Kumar Parida, A. and A. Bandhu Das. 2005. Salt tolerance and salinity effects on plants: A review. Ecotoxicology and Environmental Safety 60(3): 324-349.
26. Kumar, V., V Shriram, T.D. Nikam, N. Jawali, and M.G. Shitole. 2011. Sodium chloride-induced changes in mineral nutrients and proline accumulation in indica rice cultivars differing in salt tolerance. Journal of Plant Nutrition 31: 999–2017.
27. Li, G., S. Wanb, J. Zhoua, Z. Yanga and P. Qin. 2009. Leaf chlorophyll fluorescence, hyperspectral reflectance, pigments content, malondialdehyde and proline accumulation responses of castor bean (*Ricinus communis* L.) seedlings to salt stress levels. Industrial Crops and Products 31(1): 13-19.
28. Maksimović, I., M. Putnik-Delić, I. Gani, J. Marić and Z. Ilin. 2010. Growth, ion composition and stomatal conductance of peas exposed to salinity. Central European Journal of Biology 5: 682- 691.

29. Marschner, H., 1995. Mineral Nutrition of Higher Plants. 2nd Edition. Academic Press. San Diego, USA, 869p.
30. Matsuo, T., K. Kurnazawa, R. Ishii, K. Ishihara, and H. Hirata.1995. Science of the Rice Plant. 2. Physiology. Tokyo: Food and Agriculture Policy Research Center.
31. Nacir Khan, M., Manzeer Siddiqui, H., Firoz, M., Massror, M., Khan, A. and Naeem, M. 2007. Salinity induced changes in growth, enzymes activities, photosynthesis, proline accumulation and yield in linseed genotypes. World Journal of Agricultural Science 3: 685-695.
32. Naheed, G., M. Shahbaz and N.A. Akram. 2008. Interactive effect of rooting medium application of phosphorus and NaCl on plant biomass and mineral nutrients of rice (*Oryza sativa* L.). Pakistan Journal of Botany 40: 1601-1608.
33. Orcutt, D.M. and E.T. Nilsen. 2000. The physiology of plants under stress, soil and biotic factors. John Wiley and Sons, Inc. New York.
34. Parmar, D.K. and T. R. Sharma. 1998. Integrated nutrient supply system for DPPG8, vegetable pea (*Pisum sativum Var aravense*) in dry temperate zone of Himachal Pradesh. Indian Journal of Agriculture Sciences 68: 247-253.
35. Rivelli, A.R., S. De Maria, M. Puschenreiter and P. Gherbin. 2010. Growth and physiological response of hydroponically-grown sunflower as affected by salinity and magnesium levels. Journal of Plant. Nutrition 33: 1307–1323.
36. Roe, N.E., J. Stoffella and D. Greatz. 1997. Compost from various municipal solid wastes feedstocks affect vegetable crops. II. Growth, yield and fruit quality. Journal of the American Society for Horticultural Science 122: 433- 437.
37. Sairam, R.K. and G.C. Srivastava. 2002. Changes in antioxidant activity in sub cellular fractions of tolerant and susceptible wheat genotypes in response to long term salt stress. Plant Science 162: 897-904.
38. Samy, J., M. Sugumaran, K.L.W. Lee and K.M. Wong. 2005. Herbs of Malaysia: An Introduction to the medicinal, culinary, aromatic and cosmetic use of herbs. Shah Alam, Selangor: Times Editions, 244 p.
39. Swalem, A. 2000. Saline irrigation management and salt tolerance of chickpea varieties. MSc. Thesis No. 207, Mediterranean Agronomic Institution (IAM) Bari.171 p.
40. Tuna, A.L., C. Kaya., M. Dikilitas and D. Higgs. 2008. The combined effects of gibberellic acid and salinity on some antioxidant enzyme activities, plant growth parameters and nutritional status in maize plants. Environmental and Experimental Botany 62: 1-9.