نشریه پژوهشهای زراعی ایران
جلد ۱۲، شماره ۲ ، تابستان ۱۳۹۳، ص. ۲۰۶-۱۹۶

Iranian Journal of Field Crops Research
Vol. 12, No. 2, Summer. 2014, p. 196-206

اثر سطوح مختلف کود اوره و سوپر فسفات تریپل بر خصوصیات فیزیولوژیکی کوشیا (*Kochia scoparia*) در شرایط تنش شوری

سعید خانی‌نژاد[۱*]- محمد کافی[۲]- جعفر نباتی[۳]

تاریخ دریافت:۱۳۹۰/۶/۲۷
تاریخ پذیرش:۱۳۹۲/۱۱/۵

چکیده

یکی از مشکلات تولید گیاهان علوفه‌ای در مناطق شور کاهش عملکرد و کیفیت علوفه در شرایط آبیاری با آب شور است. در این راستا استفاده از کودهای شیمیایی می‌تواند به عنوان یک راهکار مفید مورد توجه باشد. به همین منظور مطالعه‌ای به منظور بررسی سطوح مختلف کود اوره و فسفر در شرایط آبیاری با آب شور بر خصوصیات فیزیولوژیکی کوشیا با استفاده از آزمایش طرح های خرد شده به صورت فاکتوریل با سه تکرار انجام شد. کرت‌های اصلی شامل سطوح شوری ۵/۲ و ۱۶/۵ دسی‌زیمنس بر متر از آب آبیاری و کرت‌های فرعی شامل سه سطح اوره با نیتروژن ۴۶ درصد (صفر، ۱۰۰، ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار) و سه سطح فسفر از نوع سوپر فسفات تریپل (صفر، ۷۵، ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار) بودند که با آرایش فاکتوریل در کرت های آزمایشی مرتب شدند. نتایج نشان داد که تاثیر شوری بر خصوصیات فیزیولوژیکی مورد مطالعه در این آزمایش، معنی‌داری دار نبود. شاخص سطح سبز و شاخص پایداری غشاء با کاربرد کود نیتروژنه در شوری ۵/۲ دسی زیمنس بر متر افزایش معنی‌داری نسبت به تیمار شاهد پیدا کرد در حالیکه فسفر تاثیر چندانی بر آنها نداشت. در تمامی صفات کاربرد کودها در شوری ۱۶/۵ دسی زیمنس بر متر نه تنها تاثیر چندانی بر بهبود تحمل به تنش نداشت بلکه سبب افزایش اثرات سوء تنش شوری نیز شد. از نظر همبستگی بین صفات مورد مطالعه با عملکرد علوفه خشک، تنها شاخص سطح سبز همبستگی بالایی ($r=۰/۷۱^{**}$) نشان داد. به طور کلی استفاده از مقادیر ۱۰۰ کیلوگرم کود اوره و ۷۵ کیلوگرم کود سوپر فسفات تریپل توانست بدون اثرات منفی، سبب بهبود خصوصیات فیزیولوژیکی بررسی شده در این آزمایش شود.

واژه‌های کلیدی: فلورسانس کلروفیل، محتوای نسبی آب برگ و عدد کلروفیل متر

مقدمه

شوری از مهمترین عوامل محیطی محدود کننده تولید محصولات زراعی در بسیاری از نقاط دنیا است. تخمین زده شده است که حدود یک سوم از زمین‌های زراعی دنیا تحت تاثیر شوری قرار دارند (۲۹). در تمام مناطقی که برای تولید محصولات زراعی آبیاری با آب شور اجباری می‌باشد، شور شدن خاک نیز امری غیرقابل اجتناب است (۱۱). پدیده شور شدن خاک به تدریج به یک مشکل عمده در مناطق خشک و نیمه خشک ایران تبدیل شده است.

شوری می‌تواند بر رشد و عملکرد اکثر گیاهان زراعی تاثیرگذار باشد (۱۵). بنابراین استفاده از گیاهانی که کمتر تحت تاثیر شوری قرار گیرند می‌تواند در کاهش خسارت شوری با موثر باشد. تولید هالوفیت‌ها با استفاده از آب و خاک شور برای تغذیه حیوانات اهلی یکی از پایدارترین روش‌های حفاظت از اکوسیستم‌های بیابانی در جهت تولید غذا برای ساکنین این مناطق است (۱۸). کوشیا (*Kochia scoparia*) یکی از گیاهانی است که می‌تواند گزینه ارزشمندی برای تولید علوفه در این نواحی باشد. با توجه به اینکه میزان پروتئین خام و قابلیت هضم کوشیا قابل مقایسه با یونجه (*Medicago sativa*) بوده و تحمل بالاتری نسبت به شوری در مقایسه با یونجه دارد (۴۴) در شرایط شوری که یونجه امکان رشد ندارد، کوشیا می‌تواند جایگزین مناسبی باشد. در شرایط عدم محدودیت آب، عملکرد علوفه سالیانه‌ی کوشیا معادل ۱۱ تن در هکتار اندازه‌گیری شده‌است، هرچند کاهش آب قابل دسترس، تولید را به بین ۴ تا ۷ تن در هکتار محدود می‌سازد (۱۹). به نحوی که شوری می‌تواند در مراحل مختلف متابولیسم نیتروژن، مانند جذب، احیاء و ساخت

۱، ۲ و ۳- به ترتیب دانشجوی دکتری، استاد و دانش‌آموخته دکتری گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد
(*- نویسنده مسئول: Email: skhaninejad@yahoo.com)

پروتئین تاثیرگذار باشد. گزارش شده است که شوری فعالیت آنزیم‌های احیاکننده آمونیوم و نیترات را کاهش می‌دهد (۸). کوشیا به افزایش سطح نیتروژن خاک واکنش زیادی نشان می‌دهد و به دلیل میزان پروتئین بالای خود، نیازمند مقادیر نسبتاً زیادی نیتروژن است (۲۸). مصرف عناصر غذایی بویژه نیتروژن در شرایط تنش شوری، عملکرد و تحمل به شوری گیاه را افزایش می‌دهد. شوری و نیتروژن با تاثیر بر فعالیت آنزیم نیترات ریداکتاز، فرآیند جذب نیتروژن را کنترل می‌کند (۴۸). کاربرد فسفر نیز در سطوح بالای تنش شوری ممکن است سبب کاهش کمتر میزان عملکرد شود (۳۹).

شاخص اسپد بطور گسترده برای مطالعه تخمین کلروفیل برگ گیاهان در شرایط تنش شوری استفاده شده است (۱۲). تخمین مقدار کلروفیل با دستگاه کلروفیل متر یک روش سریع، قابل اعتماد و غیر تخریبی برای پیش بینی وضعیت نیتروژن گیاه است. می‌توان از قرائت‌های عدد کلروفیل متر به منظور تعیین حد آستانه نیاز محصول به نیتروژن استفاده کرد و از این طریق به عملکرد و کیفیت مطلوب‌تر محصول دست یافت (۱۲). مارکارد و تیپتون (۳۱) گزارش کردند که یک رابطه قوی بین محتوای کلروفیل با سطح برگ در مقایسه با وزن برگ وجود دارد. امروزه تغییرات کلروفیل فلورسانس نیز بعنوان شاخصی مهم برای کمی کردن واکنش ارقام و لاین‌های مختلف به تنش‌های محیطی توسط بهنژادگران مورد استفاده قرار می‌گیرد (۴۹). با توجه به محدودیت منابع آب شیرین جهت کشاورزی و همچنین کاهش روز افزون کیفیت این منابع در کشور و ضرورت تعیین سطح بهینه کودهای نیتروژنه و فسفره در شرایط شور، این مطالعه به منظور بررسی اثر سطوح مختلف کود اوره و سوپر فسفات تریپل در شرایط آبیاری با آب شور بر برخی از خصوصیات فیزیولوژیکی کوشیا در شرایط مزرعه انجام شد.

مواد و روش‌ها

این مطالعه در سال زراعی ۱۳۸۸ در قالب آزمایش کرت‌های خرد شده به صورت فاکتوریل بر پایه طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در مزرعه تحقیقات شوری (قطب علمی گیاهان زراعی ویژه)، دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد به اجرا درآمد. دو سطح شوری شامل آب آبیاری با هدایت الکتریکی ۵/۲ و ۱۶/۵ دسی‌زیمنس بر متر به عنوان کرت‌های اصلی و کرت‌های فرعی نیز شامل سه سطح اوره با نیتروژن ۴۶ درصد (صفر،۱۰۰ و ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار) و سه سطح فسفر از نوع سوپر فسفات تریپل (صفر، ۷۵ و ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار) بودند که به صورت فاکتوریل در داخل کرت‌های اصلی قرار گرفتند. کاشت در دهه اول خرداد صورت گرفت و جهت شستشوی املاح اولیه موجود در لایه‌های سطحی خاک تا استقرار کامل گیاهچه‌ها، آبیاری با آب ۵/۲ دسی‌زیمنس بر متر انجام شد. فاصله بین ردیف‌ها ۵۰ سانتی‌متر و تراکم نهایی ۱۳/۳ بوته در متر مربع بود. همچنین فاصله بین کرت‌های فرعی یک متر و بین کرت‌های اصلی ۲/۵ متر جهت جلوگیری از نفوذ آب به کرت های مجاور در نظر گرفته شد. عملیات داشت شامل وجین و تنک کردن در دو نوبت (در مرحله ارتفاع پنج سانتی‌متری پس از وجین و ۱۰ سانتی‌متری) انجام گرفت. سپس تیمار آبیاری با آب ۱۶/۵ دسی‌زیمنس بر متر اعمال شد. آبیاری به صورت هفتگی و به میزان تقریبا ۳۰ لیتر در متر مربع زمین زراعی و توسط کنتور حجمی انجام شد (در مجموع تا آخر فصل رشد ۱۳ مرتبه آبیاری صورت گرفت). تمامی کود سوپرفسفات تریپل و یک سوم کود اوره همزمان با کاشت و یک سوم بعدی کود اوره در مرحله آغاز انشعابات شاخه و یک سوم باقی مانده در مرحله رشد سریع خطی به صورت سرک داده شد.

اندازه‌گیری شاخص سطح سبز، فلورسانس کلروفیل و محتوای نسبی آب برگ در مرحله گرده‌افشانی، که گیاه دارای نسبت مناسبی از برگ و ساقه است و هنوز ساقه خشبی نشده بود، انجام شد. در این مرحله در هر کرت بعد از حذف حاشیه‌ها، از سطح یک متر مربع برداشت صورت گرفت و عملکرد علوفه تر ثبت شد. پس از برداشت جهت تعیین درصد ماده خشک و شاخص سطح سبز چهار بوته به روش ربعی نمونه‌گیری انتخاب شد. دو نمونه اول در آون و در دمای ۸۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۷۲ ساعت قرار داده شد سپس وزن تر دو نمونه بعدی تعیین و شاخص سطح سبز آن با استفاده از دستگاه اندازه‌گیری سطح برگ (مدل LI-COR) تعیین شد (از آنجایی که اندام زایشی کوشیا کوچک، سبز رنگ و نسبتا نامشهود بوده و نیز می‌توانند در فتوسنتز و تولید ماده خشک نقش داشته باشند، در این آزمایش به جای شاخص سطح برگ از شاخص سطح سبز استفاده شد). عدد کلروفیل متر نیز، یک ماه پس از کاشت و هر ده روز یکبار بر اساس قرائت SPAD انجام شد و از هر کرت، سه برگ همسان (جوان‌ترین برگ کاملا توسعه یافته) بر روی سه بوته انتخاب و عدد اسپد آنها توسط دستگاه کلروفیل متر (SPAD-502,Mintola Japan) قرائت شد. اندازه‌گیری فلورسانس کلروفیل نیز، بر روی برگ‌های جوان کاملا توسعه یافته با دستگاه فلورومتر (PAM-101- 103.H. Waltz. Effeltrich, Germany) انجام شد. محتوای نسبی آب برگ (RWC) و شاخص پایداری غشاء نیز در برگ‌های جوان کاملا توسعه یافته که به مدت ۲۴ ساعت در آب مقطر قرار داده شده بودند و از طریق معادله‌های ۱ و ۲ محاسبه شد.

(۱): RWC = ۱۰۰× ((وزن خشک – وزن آماس)/(وزن خشک – وزن تر)) (۴۷)

(۲): شاخص پایداری غشاء = ۱۰۰× ((نشت ثانویه/ نشت اولیه)-۱) (۴۷)

جهت محاسبات آماری در این مطالعه از نرم افزارهای Mstatc و Jmp 4.0 و برای رسم نمودارها از نرم افزار Excel استفاده شد.

مقایسه میانگین‌ها به روش آزمون LSD انجام گرفت و سطح اطمینان بکار رفته در کلیه تجزیه تحلیل‌ها ۹۵٪ در نظر گرفته شد.

نتایج و بحث

سطح سبز

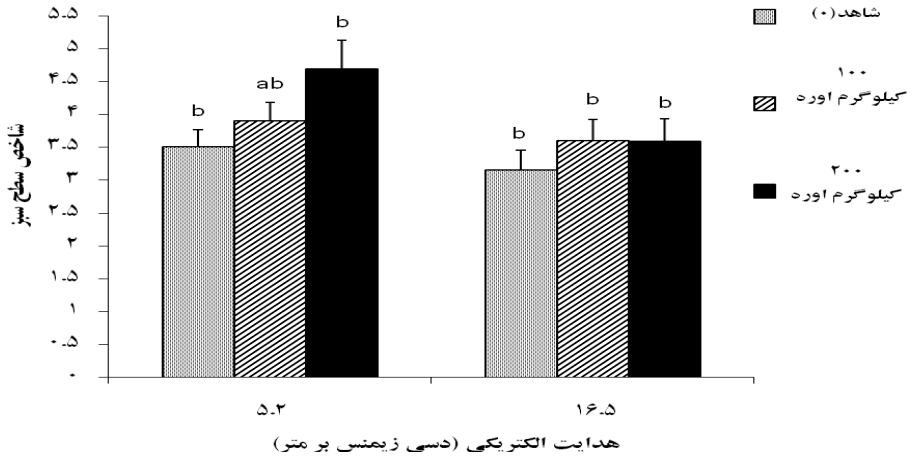
نتایج نشان داد که با افزایش شوری از ۵/۲ به ۱۶/۵ دسی زیمنس بر متر شاخص سطح سبز ۱۷ درصد کاهش یافت، اما این کاهش معنی‌دار نبود (جدول ۱). معنی‌دار نبودن شاخص سطح سبز در اثر افزایش تنش شوری ممکن است نشان دهنده این باشد که کوشیا توانایی بالایی برای حفظ برگ‌های خود دارد. همبستگی مثبت و معنی‌داری ($r=۰/۷۱^{**}$) نیز بین شاخص سطح سبز و عملکرد علوفه خشک وجود داشت (جدول ۲). با افزایش میزان فسفر، شاخص سطح سبز به میزان ۱۲ درصد افزایش یافت، و بیشترین شاخص سطح سبز در سطح سوم کود فسفر معادل ۳/۹۱ مشاهده شد، اما بین سطوح تفاوت معنی‌داری وجود نداشت (جدول ۱).

سطح سبز کوشیا به عنوان شاخصی از توان تولید زیست توده در این گیاه است. نتایج تحقیقات، حاکی از کاهش شاخص سطح سبز کوشیا در اثر افزایش میزان شوری آب آبیاری است (۱۸ و ۴۱). کافی و همکاران (۱۸) گزارش کردند که بیشترین میزان شاخص سطح سبز کوشیا در مقادیر متوسط شوری حاصل می‌شود و شوری سبب کند شدن روند افزایش سطح برگ گیاه می‌شود. صالحی و همکاران (۴۱) بیان کردند که بیشترین شاخص سطح سبز در شوری هفت دسی زیمنس بر متر بدست آمد و پس از آن تا شوری ۳۵ دسی زیمنس بر متر کاهش یافت. کافی و همکاران (۱۸) دلیل اختلاف بین شاخص سطح سبز در تیمارهای مختلف شوری را اختلاف در تعداد برگ بوته‌های کوشیا عنوان کردند. علاوه بر سطح برگ، تعداد برگ نیز تحت شرایط تنش شوری کاهش می‌یابد. علت این پدیده را می‌توان کاهش و تاخیر در سبز شدن برگ‌های جدید و همچنین پیر شدن سریع‌تر برگ‌ها نسبت به شاهد ذکر کرد (۵۲).

جدول ۱- مقایسه میانگین صفت‌های مورد مطالعه درکوشیا تحت تاثیر سطوح مختلف کوداوره، فسفر و شوری

	هدایت الکتریکی (دسی‌زیمنس بر متر)		سطوح کود اوره (کیلوگرم در هکتار)			سطوح کود سوپر فسفات (کیلوگرم در هکتار)		
صفت‌ها	۵/۲	۱۶/۵	۰	۱۰۰	۲۰۰	۰	۷۵	۱۵۰
شاخص سطح سبز	۴/۰۳$_a$	۳/۴۵$_a$	۳/۳۴$_b$	۳/۷۶$_b$	۴/۱۴$_a$	۳/۴۷$_a$	۳/۸۵$_a$	۳/۹۱$_a$
فلورسانس کلروفیل	۰/۵۹۵$_a$	۰/۵۸۱$_a$	۰/۵۹۷$_b$	۰/۶۲۹$_a$	۰/۵۳۸$_c$	۰/۵۹۲$_a$	۰/۵۹۴$_a$	۰/۵۷۶$_a$
محتوای نسبی آب برگ (٪)	۷۵/۷$_a$	۷۳/۷$_a$	۷۲/۸$_a$	۷۴/۹$_a$	۷۶/۰$_a$	۷۴/۵$_a$	۷۴/۶$_a$	۷۴/۷$_a$
شاخص پایداری غشاء(٪)	۷۵/۹$_a$	۷۴/۴$_a$	۷۱/۴$_b$	۷۳/۴$_b$	۸۰/۶$_a$	۶۷/۵$_b$	۷۸/۲$_a$	۷۹/۷$_a$

- در هر ردیف میانگین های دارای حداقل یک حرف مشترک بر مبنای آزمون LSD در سطح ۵٪ دارای تفاوت معنی داری نمی باشند.



شکل۱- اثر متقابل شوری و کود اوره بر شاخص سطح سبز کوشیا در مرحله گلدهی

عکس‌العمل گیاه به مقادیر فسفر نیز در شرایط تنش شوری بستگی زیادی به نوع گیاه، میزان تنش شوری و سطح فسفر دارد. گیاهانی که تحت فسفر زیاد رویش می‌یابند، اندازه سلول بزرگتر و واکوئل‌های مشخص و مجزا دارند که نشان دهنده توسعه سلول، دیواره بزرگ‌تر و افزایش در ظرفیت ذخیره آب و مواد محلول مورد نیاز برای توسعه و رشد سلول است (۴۷).

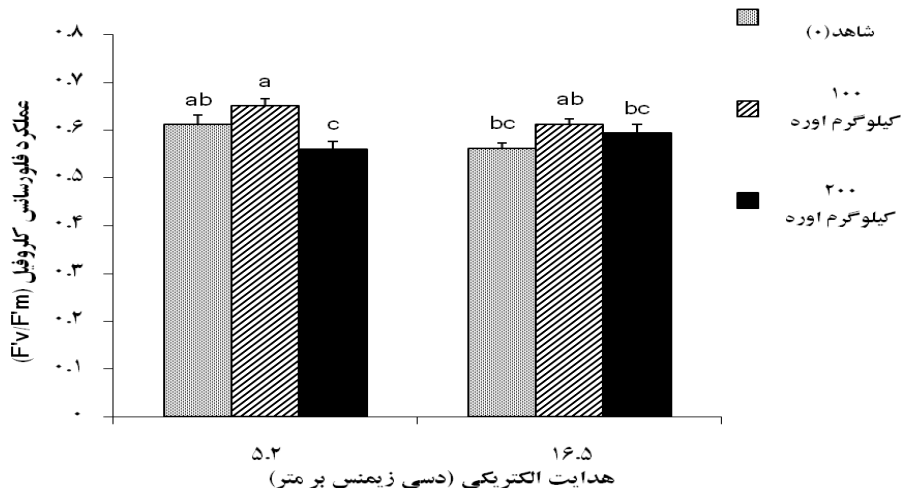
اثر متقابل شوری و کود نیتروژنه نشان داد که بیشترین شاخص سطح سبز با ۴/۶۹ در سطح ۲۰۰ کیلوگرم کود اوره و شوری ۵/۲ دسی زیمنس بر متر بدست آمد که نسبت به تیمار عدم کاربرد کود و شوری ۱۶/۵ دسی زیمنس بر متر دارای تفاوت معنی‌داری بود. اما در شوری بالاتر، نه تنها سطوح مختلف کود اوره اختلاف معنی‌داری باهم نداشتند، بلکه در سطح سوم این کود کاهش مختصری نیز مشاهده شد (شکل ۱). کمترین شاخص سطح سبز نیز با (۳/۱۶) مربوط به تیمار عدم مصرف کود اوره و شوری ۱۶/۵ دسی زیمنس بر متر بود. گیو و همکاران (۱۳) نیز بیان کردند که کاربرد زیاد کودهای نیتروژنه سبب افزایش پتانسل اسمزی خاک شده و تاثیر منفی بر رشد دارد. بنظر می‌رسد که مصرف زیاد کود اوره (در این آزمایش، ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار) در سطوح بالای شوری، بدلیل افزایش پتانسیل اسمزی تاثیر چندانی بر شاخص سطح سبز کوشیا نداشته و هرچه میزان شوری کمتر باشد واکنش گیاه به کود اوره و تولید برگ‌های بیشتر افزایش خواهد یافت.

نیتروژن می‌تواند توسعه سطح برگ را از طریق افزایش چرخه‌های تقسیم سلولی و یا افزایش جریان مواد به سلول‌ها در نواحی رشدی تحت تاثیر قرار دهد. انعطاف پذیری دیواره سلولی در اثر افزایش عرضه نیتروژن ممکن است در اثر تاثیر نیتروژن بر آنزیم‌هایی باشد که باعث کاهش استحکام دیواره سلولی می‌شوند (۹). شواهد موجود بر این نکته تاکید دارند که نیتروژن بصورت غیرمستقیم بر فرآیندهایی که مسئول توسعه برگ هستند تاثیر می‌گذارد. کمبود نیتروژن بطور بالقوه می‌تواند از طریق کاهش فتواسیمیلات‌ها، به طور غیرمستقیم بر توسعه برگ تاثیر گذار باشد زیرا ساخته شدن این مواد به میزان نیتروژن برگ بستگی دارد (۹). سیلبربوش و لیپس (۴۵) در مطالعه‌ای بر روی اثرات متقابل شوری و نیتروژن در یونجه گزارش کردند که اثر متقابل شوری و نیتروژن به عواملی از قبیل مرحله رشدی گیاه، میزان تنش و سطح نیتروژن بستگی دارد و شوری سبب کاهش سطح برگ شده و نیتروژن بطور قابل ملاحظه‌ای سبب جلوگیری از اثرات سوء شوری می‌گردد.

فلورسانس کلروفیل

نتایج نشان داد که با افزایش شوری از ۵/۲ به ۱۶/۵ دسی زیمنس برمتر عملکرد فلورسانس کلروفیل (F'v/F'm) دو درصد کاهش یافت، که این کاهش معنی دار نبود (جدول ۱). سطوح مختلف کود فسفره نیز اثر معنی‌داری بر روی این پارامتر نداشت و بیشترین مقدار آن در سطح دوم این کود مشاهده شد (جدول ۱). همبستگی معنی‌داری نیز بین عملکرد کلروفیل فلورسانس و عملکرد علوفه خشک وجود نداشت (جدول۲). بنظر می‌رسد بدلیل ماهیت لحظه‌ای این پدیده و پروسه اندازه‌گیری آن در بازه‌های زمانی کوتاه، همبستگی پایینی را با عملکرد علوفه خشک شاهد بودیم. F'm نشانگر زمانی است که مراکز PSII بسته هستند و بالا بودن این پارامتر بیانگر تحمل بیشتر شرایط نامساعد محیطی است، F'm همبستگی (۰/۹۳ و ۰/۸۵) مثبت و معنی داری را به ترتیب با F'v (نشان دهنده ظرفیت PSII در راه اندازی ابتدای مسیر فتوشیمیایی است) و F'v/F'm داشت (جدول۲). مطالعات زیادی درباره اثر تنش شوری بر روی فتوسیستم II وجود دارد. بعضی از گزارشات مبتنی بر جلوگیری فعالیت فتوسیستم II در اثر شوری است (۴) برخی نیز بیان کردند که شوری اثر مهمی بر روی این پارامتر ندارد (۲). خان و همکاران (۲۲) نیز در آزمایشی بر روی سالیکورنیا گزارش کردند که نسبت Fv/Fm با افزایش شوری در این گیاه کاهش یافت. هنوز به طور واضح مشخص نشده است که اثر سوء شوری بر روی فتوسنتز و عملکرد ناشی از تاثیر مستقیم آن بر روی فتوسیستم II بوده یا بسته شدن روزنه‌ها به عنوان عامل اصلی این کاهش است (۳۴). تنش شوری سبب کاهش رسیدن انرژی به مرکز واکنش و جلوگیری از انتقال الکترون در گیاه *Porphyra perforate* می‌شود و الکترون اضافی سبب تنش اکسیداتیو شده و سبب تخریب فتوسیستم II می‌گردد (۴۲). ژو و همکاران (۵۰) گزارش کردند که محدودیت فسفر سبب کاهش اسیمیلاسیون CO_2 در برنج شد، اما کمبود فسفر اثر معنی‌داری بر مرکز واکنش فتوسیستم II نداشت و عملکرد کلروفیل فلورسانس با کاهش بسیار کمی مواجه شد. البته اگر گیاه مدت زمان زیادی با کمبود فسفر مواجه باشد، تجمع انرژی اضافی، بیشتر از ظرفیت سیستم محافظتی نوری خواهد بود و در نتیجه منجر به بازدارندگی نوری و صدمه به فتوسیستم II می‌شود (۵۰).

اثر متقابل شوری و کود نیتروژنه نشان داد که کود اوره سبب افزایش عملکرد کوانتومی فتوسیستم II در هر دو سطوح شوری نسبت به تیمار عدم مصرف کود شده است. در تیمار ۱۰۰ کیلوگرم اوره در هکتار نیز میزان عملکرد فلورسانس کلروفیل در هر دو سطح شوری در بالاترین مقدار خود قرار داشت (شکل ۲). در هر دو سطح شوری کاربرد ۲۰۰ کیلوگرم اوره در هکتار سبب کاهش عملکرد فلورسانس کلروفیل نسبت به تیمار ۱۰۰ کیلوگرم شد (شکل ۲). گزارش شده است که کودهای شیمیایی سبب افزایش (منفی شدن) پتانسیل اسمزی خاک می شوند این افزایش پتانسیل اسمزی به عنوان مشکل بزرگی در جوانه زنی ابتدایی بذر ها و در نهایت رشد گیاه خواهد بود (۱۳ و ۳۸) بنظر می‌رسد افزایش پتانسیل اسمزی خاک در اثر کاربرد مقادیر بیشتر کود در این آزمایش سبب این کاهش شده است.

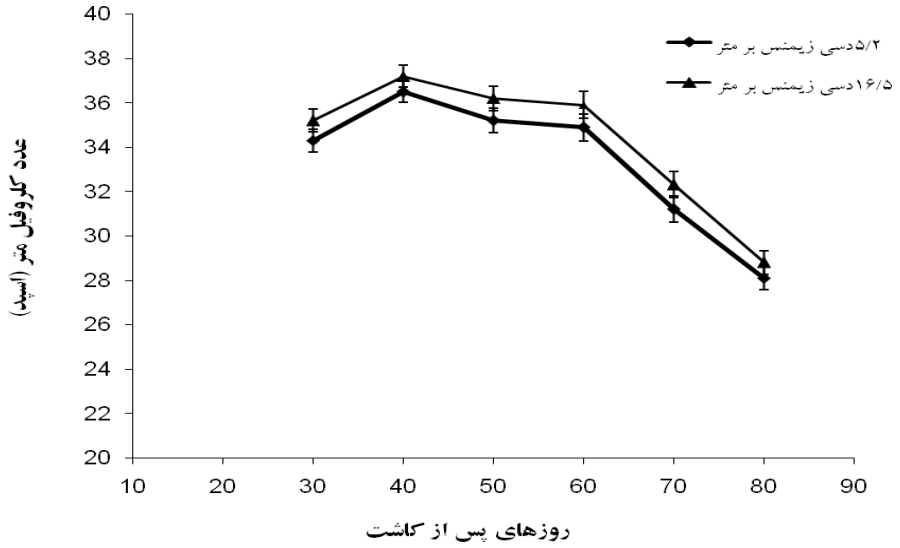


شکل ۲- اثر متقابل شوری و کود اوره بر عملکرد فلورسانس کلروفیل کوشیا در مرحله گلدهی

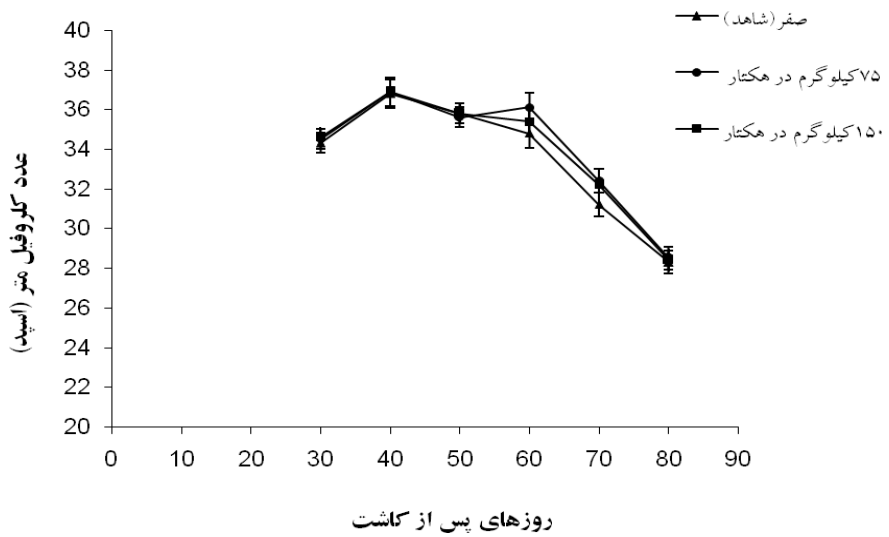
هیموس و همکاران (۱۶) گزارش کردند که با افزایش نیتروژن میزان عملکرد کلروفیل فلورسانس افزایش می‌یابد و گیاهانی که با سطوح پایین نیتروژن تیمار شوند زمان بیشتری برای بهبود عملکرد کلروفیل فلورسانس خود نیاز خواهند داشت. گیو و همکاران (۱۳) نیز بیان کردند که عملکرد کلروفیل فلورسانس در تنباکو با تیمارهای NO_3 و NH_4 افزایش یافت. آمونیوم سبب افزایش انتقال الکترون و در نتیجه بالا رفتن این پارامتر در مدت زمان کوتاهی گردید، این کود سنتز کلروپلاست را نیز افزایش داد اما افزایش زیاد آمونیوم سبب کاهش عملکرد کلروفیل فلورسانس شد.

عدد کلروفیل متر (اسپد)

نتایج نشان داد که به طور کلی با افزایش سن گیاه، مقدار عدد کلروفیل متر کاهش یافت (شکل های۳، ۴ و۵). این کاهش بخصوص پس از ورود گیاه به مرحله گلدهی (۶۰ روز پس از کاشت) بیشتر مشهود بود. شوری ۱۶/۵ دسی زیمنس بر متر در تمامی نمونه برداری‌ها دارای عدد کلروفیل متر بیشتری در مقایسه با شوری ۵/۲ دسی زیمنس بر متر بود اما این تفاوت معنی‌دار نبود (شکل۳). همبستگی معنی‌داری نیز بین عدد قرائت شده اسپد و عملکرد علوفه خشک مشاهده شد (جدول ۲).

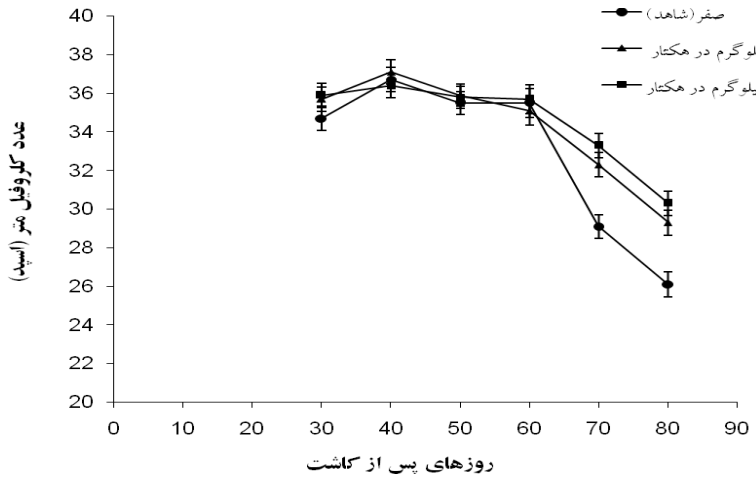


شکل۳- تاثیر سطوح مختلف شوری بر عدد کلروفیل متر در طول فصل رشد کوشیا



شکل٤- تاثیر سطوح مختلف فسفر بر عدد کلروفیل متر در طول فصل رشد کوشیا

سطوح مختلف فسفر نیز در مراحل مختلف رشد کوشیا اختلاف معنی‌داری با یکدیگر نشان نداد، با این وجود تیمار شاهد فسفر در مراحل آخر اندازه‌گیری به مقدار کمی کاهش یافت (شکل ۴). شوری سبب کاهش محتوای نسبی کلروفیل در گیاهان حساس به شوری مثل سیب زمینی (۲۶) و نخودفرنگی (۱۴) شده، در حالی که در گیاهان مقاوم به شوری مثل خردل (۴۶) این مقدار افزایش یافته است. پاپ و همکاران (۳۵) گزارش کردند که شوری ضخامت برگ‌ها را در چغندرقند افزایش داده و این تغییر در ضخامت برگ‌ها موجب افزایش میزان عدد کلروفیل می‌شود. کویرو (۲۵) دریافت که با افزایش شوری تا غلظت ۴۰۰ میلی مول، میزان منیزیم در برگ کاهش می‌یابد. با توجه به اینکه منیزیم یک عنصر ضروری برای ساخت کلروفیل است این موضوع می‌تواند کاهش کلروفیل را توجیه کند. برخی از پژوهشگران گزارش کردند که تجمع نمک در کلروپلاست سبب افزایش محتوای کلروفیل می‌شود این افزایش ممکن است در اثر افزایش تعداد کلروپلاست‌های برگ در مواجهه با تنش شوری باشد (۲۳). بنظر می‌رسد که هر نوع تنشی مانند شوری که باعث کاهش گسترش سلولی شده و سبب شود که برگ‌ها کوچکتر و ضخیم‌تر شوند، که سبب تغلیظ کلروپلاست‌ها در درون سلول‌های گیاهی را در پی دارد (۱). پنگ و همکاران (۳۶) در آزمایشی بر روی برنج گزارش کردند که بر خلاف نیتروژن، کمبود فسفر تاثیر چندانی بر روی محتوای نسبی کلروفیل نداشت و عدد کلروفیل متر تنها ۱ تا ۲ واحد در تیمار شاهد بیشتر ازتیمار فسفر بود.



شکل ٥- اثر سطوح مختلف کود اوره بر عدد کلروفیل متر در طول فصل رشد کوشیا

تاثیر سطوح مختلف کود نیتروژنه نشان داد که تا ۶۰ روز پس از کاشت اختلاف معنی‌داری در بین سطوح کود اوره از نظر مقدار عدد کلروفیل متر مشاهده نشد، اما با نزدیک شدن به مرحله گلدهی (۶۰ روز پس از کاشت)، تیمار شاهد کود اوره با کاهش شدیدی در عدد اسپد مواجه شد که با دو سطح دیگر این کود دارای اختلاف معنی‌داری بود (شکل ۵). افزایش سبز مانی[1] در اثر کاربرد کود اوره سبب تداوم و افزایش بیشتر فعالیت‌های فتوسنتزی نسبت به تیمار شاهد در فاصله زمانی ۲۰ روز تا مرحله برداشت علوفه شد.

گزارش شده است که کاهش محتوی نیتروژن گیاه تحت تأثیر تنش شوری می‌تواند بدلیل کاهش فعالیت آنزیم نیترات ریداکتاز و در نتیجه کاهش اسیمیلاسیون نیترات باشد. در واقع شوری با ممانعت از جذب نیترات (سوبسترای نیترات ریداکتاز) فعالیت این آنزیم را در گیاه کاهش می‌دهد (۲۱). کاهش محتوای کلروفیل در سطوح بالای نیتروژن و تحت شرایط تنش شوری ممکن است بدلیل سمیت ناشی از سطوح بالای نیتروژن نیز باشد (۴۳). پنگ و همکاران (۳۶) در آزمایشی بر روی برنج گزارش کردند که با افزایش سن گیاه و گسترش برگ‌ها تا مرحله‌ای که به حداکثر توسعه یافتگی برسند، محتوای نسبی کلروفیل افزایش می‌یابد آن ها گزارش کردند که محتوای نسبی کلروفیل در اثر کاربرد نیتروژن نیز افزایش یافت و شاخص اسپد همبستگی بالایی را با غلظت نیتروژن برگ نشان داد. همچنین افزایش محتوای کلروفیل سبب کاهش وقوع فتواکسیداسیون نوری یا نوعی خود تنظیمی در فتوسیستم II با افزایش ظرفیت فتوسنتزی در شرایط نور شدید شد (۲۷).

محتوای نسبی آب برگ

نتایج نشان داد که با افزایش شوری محتوای نسبی آب برگ ۲درصد کاهش یافت (جدول ۱). بنظر می‌رسد که کوشیا دارای مکانیسم مناسبی برای حفظ وضعیت آب سلولی خود است. سطوح مختلف کود نیتروژنه و فسفر نیز بر روی این ویژگی تغییر معنی‌داری ایجاد نکرد (جدول ۱). البته کاربرد کود نیتروژنه وضعیت آب سلولی را به میزان کمی بهبود بخشیده است به طوریکه با افزایش آن تا سطح ۲۰۰ کیلوگرم اوره در هکتار در حدود سه درصد مقدار نسبی آب برگ را افزایش داده است (جدول ۱). همبستگی معنی‌داری ($P\leq ۰/۰۵$) نیز بین مقدار آب نسبی برگ و عملکرد علوفه خشک وجود داشت ($r=۰/۴۱$) (جدول۲).

یکی از مهمترین عوامل حفظ بقاء در شرایط تنش قدرت بالای گیاه در حفظ آب سلولی است (۳۲). هر عامل فیزیولوژیکی و بیوشیمیایی در گیاهان که در حفظ آب گیاه نقش داشته باشد، می‌تواند یکی از عوامل موثر در معرفی رقم متحمل باشد و ارقام مقاوم نیز دارای محتوای آب نسبی بالاتری نسبت به ارقام حساس هستند (۳۲). یانگ و همکاران (۵۱) با مطالعه روی *Populus cathayana* گزارش کردند مطالعه محتوای نسبی آب برگ تحت شرایط تنش شوری کاهش پیدا می‌کند که با نتایج این مطالعه نیز مطابقت دارد. تغییرات سریع در غلظت نمک در محیط رشد و در نهایت برگ موجب کاهش پتانسیل آب برگ می‌گردد (۳۳). مانوهر و همکاران (۳۰) در آزمایشی با کاربرد سطوح مختلف کود نیتروژن بر روی گندم گزارش کردند که بالاترین مقدار کود مصرف شده سبب بیشترین درصد محتوای آب نسبی برگ شد. آنها همچنین توسعه بیشتر ریشه و توانایی جذب آب بیشتر از خاک را دلیل این پدیده دانستند. باساک و دراوید (۶) نیز گزارش کردند که کاربرد فسفر در شرایط تنش سبب افزایش RWC در گندم شد. کاربرد محدود نیتروژن در شرایط تنش ممکن است سبب تحریک انتقال یون کلسیم و پتاسیم به داخل سلولهای نگهبان روزنه شده و سبب افزایش پتانسیل اسمزی و فشار تورگر گردد (۳).

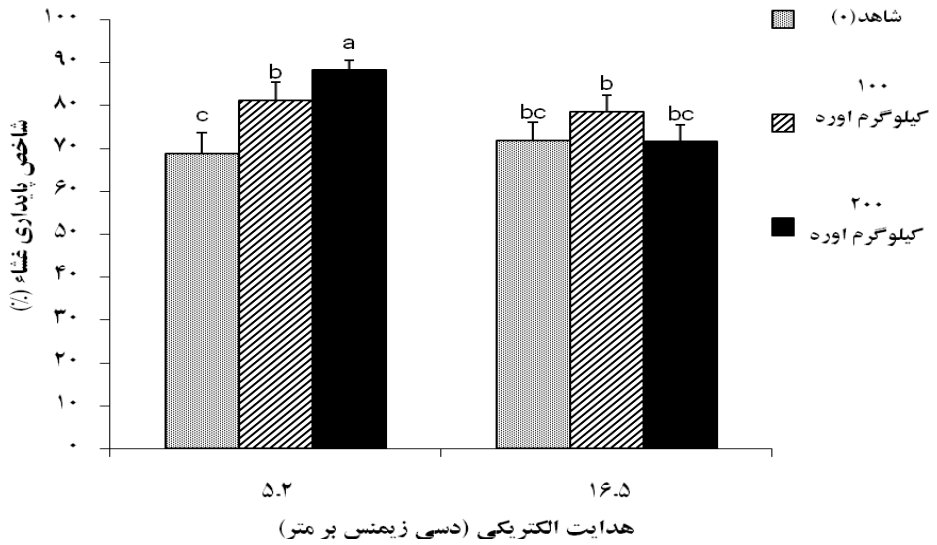
شاخص پایداری غشاء

شاخص پایداری غشاء با افزایش شوری دو درصد کاهش یافت (جدول ۱) و این خصوصیت فیزیولوژیکی همانند محتوای آب نسبی در شوری‌های بکار برده شده در این آزمایش تغییر چندانی نکرد. بنظر می‌رسد کوشیا با حفظ تمامیت غشاء سلولی خود در تنش شوری می‌تواند وضعیت آب سلولی خود را به شکل مطلوبی حفظ کند.

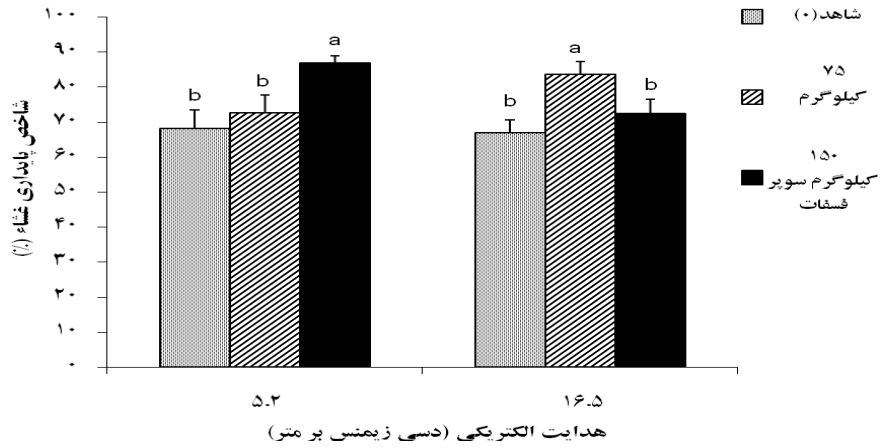
شاخص پایداری غشاء نشان دهنده شاخصی از خسارت به غشاء در اثر پراکسیداسیون لیپیدهای غشاء توسط گونه‌های فعال اکسیژن است و از طریق تراوش نسبی یون محاسبه می‌شود. افزایش نفوذ پذیری غشاء و کاهش شاخص پایداری غشاء منجر به افزایش نشت الکترولیت ها می‌گردد (۴۰). کاهش شاخص پایداری غشا در اثر شوری توسط محققان مختلف گزارش شده است (۷ و ۱۰). افزایش تجمع رادیکال‌های اکسیژن فعال و پراکسیداسیون لیپیدها در اثر شوری موجب کاهش پایداری غشا در گیاهان می‌گردد (۷). با این وجود در این مطالعه، وضعیت غشای سلول‌ها در تیمارهای شوری نسبتا پایدار بود.

اثر متقابل شوری و کود نیتروژنه و همچنین شوری و فسفر نشان داد که در شوری ۵/۲ دسی زیمنس بر متر با افزایش این دو کود به شکل معنی‌داری شاخص پایداری غشا افزایش می‌یابد اما در شوری ۱۶/۵ دسی زیمنس بر متر تنها تا سطح دوم کود شاهد بهبود وضعیت غشا سلولی هستیم و در سطح سوم کود مجددا کاهش می‌یابد (شکل۶ و ۷).

1- Stay Green



شکل٦- اثر متقابل شوری و کود اوره بر شاخص پایداری غشا کوشیا در مرحله گلدهی



شکل۷- اثر متقابل شوری و فسفر بر شاخص پایداری غشا کوشیا در مرحله گلدهی

کود اوره وزن مولکولی بسیار پایینی داشته و قابلیت حل آن در آب بسیار بالاست و با توجه به میزان مصرف توانایی کم تا زیادی را در ایجاد پتانسیل اسمزی در خاک و آب دارد (۳۷). مصرف کودهای شیمیایی بدلیل ماهیت نمکی بودن آن در آب آبیاری ایجاد پتانسیل اسمزی کرده و ممکن است سبب جلوگیری از جوانه زنی شود (۳۸). پونتشو و همکاران (۳۷) گزارش کردند که استفاده از کودهای شیمیایی می تواند پتانسیل اسمزی حتی بیشتر از آب دریا را ایجاد کند. بنظر می رسد که در شوری بالا استفاده از مقادیر زیاد کود سبب افزایش پتانسیل اسمزی در خاک شده و اثر سوء شوری را تشدید می‌کند. همچنین شاخص پایداری غشا با شاخص سطح سبز نیز دارای همبستگی مثبت و معنی‌داری (r=۰/۶۱) بود.

فراهمی نیتروژن سبب افزایش برخی اسیدهای آمینه در شرایط تنش در گیاه می‌شود (۲۴). اسلام و همکاران (۱۷) در آزمایشی با کاربرد سطوح مختلف نیتروژن در تنش سرما بیان کرد که با افزایش مقدار نیتروژن بکار برده شده، میزان نشت الکترولیت‌ها کاهش یافت و بالاترین مقدار نشت در تیمار شاهد مشاهده شد. کاربرد نیتروژن در شرایط شور سبب قرارگیری NO_3^- بجای یون کلر در محیط ریزوسفر شده و اثرات سمی تنش یونی ناشی از شوری را کاهش می‌دهد (۵). کایا و همکاران (۲۰) نیز بیان داشتند که شوری سبب کمبود میزان فسفر در برگ‌ها می‌شود و استفاده از فسفر خارجی سبب حفظ تمامیت غشا و محتوای سلول می‌گردد. در این آزمایش نیز در تیمار کود فسفر محتوای آب سلول دچار تغییرات کمی شده است.

جدول۲- ضرایب همبستگی صفات اندازه‌گیری شده در کوشیا

		۱	۲	۳	٤	٥	٦	۷	۸	۹
۱	شاخص سطح سبز	۱	۰/۶۱**	۰/۲۹	-۰/۱۲	-۰/۱۸	-۰/۲۱	۰/۳۸*	۰/۴۴*	۰/۷۱**
۲	عدد کلروفیل متر		۱	۰/۳۸	۰/۳۱	۰/۲۴	۰/۲۱	۰/۲۲	۰/۲۸	۰/۳۹*
۳	F'0			۱	۰/۵۳**	۰/۳۵	-۰/۱۳	۰/۱۱	۰/۳۴	۰/۱۳
۴	F'm				۱	۰/۹۳**	۰/۸۵**	۰/۲۵	۰/۲۴	۰/۲۸
۵	F'v					۱	۰/۹۵**	۰/۲۷	۰/۱۴	۰/۲۴
۶	F'v/F'm						۱	۰/۲۶	-۰/۳۵*	۰/۲۱
۷	محتوای آب نسبی							۱	۰/۲۶	۰/۴۱*
۸	شاخص پایداری غشاء								۱	۰/۳۱
۹	عملکرد ماده خشک علوفه									۱

*- معنی دار در سطح احتمال ۰/۰۵ و **- معنی‌دار در سطح احتمال ۰/۰۱

F'0: فلورسانس حداقل در نور- F'm: فلورسانس حداکثر در نور- F'v:تغییرات فلورسانس - F'v/F'm: عملکرد کوانتومی PSII

ضرائب همبستگی بین صفات نشان داد که شاخص سطح سبز، عدد کلروفیل متر و محتوای نسبی آب برگ همبستگی مثبت و معنی‌داری را با عملکرد علوفه خشک داشت (جدول۱). شاخص سطح سبز نیز با عدد کلروفیل متر، شاخص پایداری غشاء و محتوای نسبی آب برگ همبستگی معنی‌داری داشت. عملکرد کلروفیل فلورسانس با سایر پارامترهای فیزیولوژیکی و عملکرد علوفه خشک چندان همبستگی نداشت (جدول۱).

نتیجه‌گیری

بطور کلی نتایج این آزمایش نشان داد که کوشیا به سطوح شوری بکار برده شده در این آزمایش مقاومت خوبی نشان داد و در تمامی صفات فیزیولوژیکی اندازه‌گیری شده با وجود کاهش تفاوت معنی‌داری بین سطوح شوری وجود نداشت که نشان دهنده تحمل خوب این گیاه به شرایط تنش است. افزایش سطح کودهای بکار برده شده در این آزمایش و بخصوص کود نیتروژنه در شوری ۵/۲ دسی زیمنس بر متر نشان داد که کاربرد کود از اثرات سوء شوری بر روی کوشیا کاسته و در برخی موارد سبب بهبود تحمل به تنش شده است اما در شوری ۱۶/۵ دسی زیمنس بر متر افزایش کاربرد کود سبب کاهش تحمل و مقاومت گیاه شده است. همچنین شاخص سطح سبز بهترین همبستگی را با عملکرد علوفه خشک دارا بود. در نتیجه در سطوح بالای تنش شوری باید مقدار مصرف کودها با دقت بالاتری مورد توجه قرار گیرد.

منابع

۱- کافی، م. و ع. مهدوی دامغانی. ۱۳۷۹. مکانیسم های مقاومت گیاهان به تنش های محیطی (ترجمه). انتشارات دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد.

2- Abadia, A., R. Belkohodja, F. Morales, and J. Abadia. 1999. Effects of salinity on the photosynthetic pigment composition of barley (*Hordeum vulgare* L.) growth under a triple line- source sprinkler system in the field. J. Plant Physiology. 154: 392-400.

3- Ali-Dinar, H.M., G. Ebert, and P. Ludders. 1999. Growth, chlorophyll content, photosynthesis and water relations in Guava (*Psidium guajava L.*) under salinity and different nitrogen supply. Gartenbauwissenschaft. 64 (2): 54–59.

4- Ashraf, M. 2004. Some important physiological selection criteria for salt tolerance in plants. Flora, 199: 361-376.

5- Bar, Y., A. Apelbaum, U. Kafkaki and R. Goren. 1996. Polyamines in chloride stressed citrus plants: Alleviation of stress by nitrate supplementation via irrigation water. J. Amerivan Society Hortculture Science. 121: 507–513.

6- Basak, U.K., and M.S. Dravid. 1997. Phosphorus, magnesium and moisture interrelationship in relation to dry matter, yield, chlorophyll content, relative water content and nutrients uptake by wheat. Environmental Ecology. 15: 889-895.

7- Battacharjee S., and A.K. Mukherjee. 1996. Ethylene evolution and membrane lipid peroxidation as indicators of salt injury in leaf tissues of *Amaranthus* seedlings. Indian Journal Experimental Biology, 34: 279–281.

8- Desai, R.M., and C.R. Bhatia. 1978. Nitrogen uptake and nitrogen harvest index in durum wheat cultivars varying in their grain protein concentration. Euphytica, 27: 561-566.

9- Evans, J. 1989. Photosynthetic and nitrogen relationships in leave of C_3 plants. Oecologia, 78: 9-19.

10- Farooq S., and F, Azam. 2006. The use of cell membrane stability (CMS) technique to screen for salt tolerant

wheat varieties. J, Plant Physiology, 163: 629-637.
11- Flowers T.J., and S.A. Flowers. 2005. Why does salinity pose such a different problem for plant breeders? Agric Water Manage, 78: 15-24.
12- Gianquinto, G., Sambo, P., and F. Pimpini. 2000. The use of SPAD-502 chlorophyll meter for dynamically optimizing the nitrogen supply in potato crop. International symposium on timing of field production in vegetable crops. University of Podova, Legnaro, Italy.
13- Guo, H.X., Liu, W.Q., and Y.C. Shi. 2006. Effects of different nitrogen forms on photosynthetic rate and the chlorophyll fluorescence induction kinetics of flue-cured tobacco. Photosynthetica, 44 (1): 140-142.
14- Hamada, A.M., and A.E. El-Enany. 1994. Effect of NaCl salinity on growth, pigment and mineral element contents, and gas exchange of broad bean and pea plants. Biology Plant, 36: 75-81.
15- Hasegawa P. M., Bressan R.A., Zhu J.K., and H.J. Bohnert. 2000. Plant cellular and molecular responses to high salinity. Annu Rev Plant Physiol Plant Mol Biology, 51: 463–499.
16- Hymus, G.J., Baker, N.R., and S.P. Long, 2001. Growth in elevated CO_2 can both increase and decrease photochemistry and photo inhibition of photosynthesis in a predictable manner. *Dactylis glomerat*a grown in two levels of nitrogen nutrition. Plant Physiology, 127: 1204-1211.
17- Islam, M.A., Apostol, K.G., Jacobs, D.F., and R.K. Dumroese. 2009. Fall fertilization of *Pinus resinosa* seedlings: nutrient uptake, cold hardiness, and morphological development. Annual Forest Science. 66: 704p1-704p9.
18- Kafi M., Asadi H., and A. Ganjeali. 2010. Possible utilization of high salinity waters and application of low amounts of water for production of the halophyte *Kochia scoparia* as alternative fodder in saline agroecosystems. Agriculture Water Manage, 97: 139-147.
19- Kafi, M., and A.M. Khan. 2008. Crop and forage production using saline waters. Daya publishing house.P 180-191.
20- Kaya, C., Kirnak, H. and D. Higgs, 2001. Enhancement of growth and normal growth parameters by foliar application of potassium and phosphorus on tomato cultivars grown at high (NaCl) salinity. J. Plant Nutrition., 24 (2), 357–367.
21- Khan, A.N., Qurashi, R.H., Ahmad, N., and A. Rashid. 1995. Response of cotton cultivars to salinity at various growth development stages. J. Agriculture, 11: 729-31.
22- Khan, M.A, Gul, B., and J. Weber. 2001. Effect of salinity on the growth and ion content of Salicornia rubra. Soil sci. Plant analizer, 32: 2965-2977.
23- Kirst, G.O. 1989. Salinity tolerance of eukaryotic marine algae. Annu. Rev. Plant Physiology. Plant Mol. Biology, 40: 21-53.
24- Kontunen-Soppela S., 2001. Dehydrins in Scots pine tissues: responses to annual rhythm, low temperature and nitrogen, Oulu university press, Oulu, Finland, 44 p., URL: http://herkules.oulu.fi/isbn9514259114/.
25- Koyro, H.W. 2000. Effect of high NaCl-salinity on plant growth, leaf morphology and ion composition in leaf tissues of *Beta vulgaris* ssp. Maritima. J. Applied Botany, 74: 67-73.
26- Lapina, L.P., and B.A. Popov. 1970. Effect of sodium chloride on photosynthetic apparatus of tomatoes. Fiziologia Rastenii, 17: 580-584.
27- Loh, F.C.W., Grabosky, J.C., and N.L. Bassuk. 2002. Using the SPAD-502 meter to assess chlorophyll and nitrogen content of Benjamin Fig and Cottonwood leaves. Horticulture Technology, 12: 682-686.
28- Lugg, D.G., Cuesta, P.A, and G.Y. Norcross. 1983. Effect of N and P fertilization on yield and quality of kochia grown in the greenhouse. J. Crop and Soil Sciences, 14. 859-875.
29- Madrid, J.F. Hernandez. M.A. Pulgar., and J.M. Cid. 1996. Nutritive value of (*Kochia scoparia L*) and ammoniated barley straw for goats. Small Rumani. Research. 19: 213-218.
30- Manohar, R.S., Balai, R.C., and P. Sharma., 2005. Effect of compaction, irrigation and nitrogen on Water Relation parameters, N-use efficiency and yield of wheat grown under nitrogen and water stress condition. ICID 21st European Regional Conference.
31- Marquard, R.D., and J.L. Tipton. 1987. Relationship between extractable chlorophyll and an in situ method to estimate leaf greenness. Horticulture Science, 22(6): 1327.
32- Masoumi, A., Kafi, M., Khazaei, H.M., and K. Davari. 2010. Effect of drought stress on water status, electrolyte leakage and enzymatic antioxidants of Kochia (*Kochia scoparia*) under saline condition. Pakistan Journal Botany. 42 (5): 3517-3524.
33- Munns, R., and M, Tester. 2008. Mechanisms of salinity tolerance. Annul. Rev. J. Plant Biology, 59: 651-681.
34- Netondo, G.W., Onyango, J.C., and E. Beck. 2004. Sorghum and Salinity: II. Gas Exchange and Chlorophyll Fluorescence of Sorghum under Salt Stress. Crop Science, 44: 806-811.
35- Papp, J.C., Ball, M.C., and N. Terry. 1983. A comparative of the effects of NaCl salinity on respiration, Photosynthesis and leaf extention in *Beta vulgaris* L. (Sugar beet). Plant Cell and Environment, 6: 675-677.
36- Peng, S., Sanico, A.L., Grrcia, F.V., Laza, R.C., Visperas, R.M., Descalsota, J.P., and K.G. Cassman. 1999. Effect of leaf phosphorus and potassium concentration on chlorophyll meter reading in rice. Plant Production. Science, 2: 227-231.

37- Phuntsho, S. Kyong Shon, H, Hong, S, Lee, S, Vigneswaran, S. 2011. A novel low energy fertilizer driven forward osmosis desalination for direct fertigation: Evaluating the performance of fertilizer draw solutions. Journal of Membrane Science 375: 172–181.
38- Pier, J. Salt Index of Fertilizers, 1986, Pm-1274d, Iowa State University Fertilizer Application and Technology, 1999, Meister Publishing Western Fertilizer Handbook, 1985.
39- Rida A. Shibli1, J. Sawwan, I. Swaidat, and M. Tahat. 2001 Increased phosphorus mitigates the adverse effects of salinity in tissue culture. Soil Science, 32: 429-440.
40- 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.
41- Salehi, M., Kafi, M., and A. Kiani. 2009. Growth analysis of kochia (*Kochia scoparia* (L.) schrad) irrigated with saline water in summer cropping. Pakistan Journal Botany, 41: 1861-1870.
42- Satoh, K., Smith, C.M., and D.C. Fork. 1983. Effects of salinity on primary processes of photosynthesis in the red *Porphyra perforata*. Plant Physiology, 73: 643-647.
43- Selsasie, T.G., and R.J. Wagene. 1981: Interactive effects of soil salinity, fertility and irrigation on field corn. Irrigation Science, 2: 67-78.
44- Sherrod, L.B. 1971. Nutritive value of *Kochia scoparia*. yield and chemical composition at three stages of maturity. Agron. Journal, 63: 343-344.
45- Silberbush, M., and S.H. Lips. 1994. Physiological studies on salinity and nitrogen interaction in alfalfa. II. Photosynthesis and transpiration. J. Plant Nutrition, 17: 669-682.
46- Singh, M.P., Pandey, S.K., Singh, M., Ram, P.C., and B.B. Singh. 1990. Photosynthesis, transpiration, stomatal conductance and leaf chlorophyll content in mustard genotypes grown under sodic conditions. Photosynthetica, 24: 623-627.
47- Smart R.E., and Bingham G.E. 1974. Rapid estimates of relative water content. Plant Physiology, 53: 258–260.
48- Soliman, M.S., Shalabi, H.G., and W.F. Campbell. 1994. Interaction of salinity, nitrogen and phosphorus fertilization of wheat. J. Plant Nutrition. 17: 1163-1173.
49- Wilson, J.M., and J.A. Greaves. 1993. Development of fluorescence-based screening programs for temperature and water stress in crop plants. Pp. 389-398. In: Adaptation of food crops to temperature and water stress. AVADC, Shanhua, Taiwan. pp. 468.
50- Xu , H.X., Weng , X.Y., and Y. Yang. 2007. Effect of Phosphorus Deficiency on the Photosynthetic Characteristics of Rice Plants. Russian Journal of Plant Physiology, 54: (6). 741-748.
51- Yang F., Xiao X., Zhang S., Korpelainen H., and Li C. 2009. Salt stress responses in *Populus cathayana* Rehder. Plant Science, 176: 669-677.
52- Yang, Y.W., Newton, R.J., and F.R. Miller. 1990. Salinity tolerance in sorghum. I. whole plant response to sodium chloride in S. bicolor an S. halepense. Crop science, 30: 775-781.