نشریه مرتعداری
سال اول، شماره سوم، ۱۳۹۳
http://jrm.gau.ac.ir

بررسی برخی صفات رشد و فیزیولوژیکی گیاه *Chrysopogon zizanioides* در خاک‌های شور (در شرایط گلخانه ای)

طیبه ملکی[۲]، *بهناز عطائیان[۱]، بهروز محمدپرست [۳]، داود اخضری[۱]

[۱]استادیار، گروه مرتع و آبخیزداری، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه ملایر، [۲]دانشجوی کارشناسی‌ارشد مرتعداری، گروه مرتع و آبخیزداری، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه ملایر، [۳]استادیار، گروه زیست شناسی، دانشکده علوم پایه، دانشگاه ملایر

تاریخ دریافت: ۱۳۹۳/۰۱/۳۱ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۳/۱۲/۲۶

چکیده

یکی از معضلات زیست محیطی در مناطق خشک و نیمه خشک تقابل اکوسیستم‌های طبیعی با تنش شوری است. در حقیقت، تنش شوری از جمله عوامل محیطی بازدارنده مراتع است که بقا و پایداری این اکوسیستم‌ها را به شدت تهدید می‌کند و به همین دلیل مطالعه راهکارهای احیا و اصلاح مراتع شور یکی از تصمیمات مهم مدیریتی است. این آزمایش با هدف بررسی تاثیر شوری (NaCl) بر صفات فیزیولوژیکی (کلروفیل a و b، رطوبت نسبی برگ (RWC)، کاروتنوئید) و مورفولوژیکی (ارتفاع و تعداد پایه) گونه گیاهی *Vetiver zizanioides* در قالب طرح بلوککامل تصادفی با سه تکرار در گلخانه آموزشی تحقیقاتی دانشکده منابع‌طبیعی و محیط زیست، دانشگاه ملایر انجام شد. تیمار آزمایشی شامل شوری در شش سطح مختلف با هدایت‌الکتریکی (EC) صفر (شاهد)، ٤، ٨، ١٦، ٣٢ و ٤٤ دسی زیمنس بر متر بود. نتایج این تحقیق نشان داد که هرچند در پارامترهای مورفولوژیکی مورد مطالعه تفاوت معنی‌دار مشاهده نشد، پارامترهای فیزیولوژیکی به شدت تحت تاثیر تیمار شوری قرار گرفتند. غلظت کاروتنوئید و هر دو کلروفیل a و b با افزایش شوری افزایش معنی‌دار یافته و حداکثر و حداقل مقدار به‌ترتیب، برای سطوح ١٦ و ٣٢ dS / m به‌دست آمده است. تنش شوری تغییرات معنی‌دار در میزان محتوای رطوبت نسبی برگ ایجاد کرد به‌طوری‌که، میزان آن در سطوح شوری کمتر

*نویسنده مسئول: attaeian@malayeru.ac.ir

از dS/m ۳۲ کاهش قابل توجهی دارد و با افزایش شوری در سطح dS/m ٤٠ مقدار آن به ۷۳/۲۳ رسید. هم چنین تیمار شوری بر تعداد پایه و ارتفاع گونه گیاهی در سطوح مختلف تاثیر معنی‌دار نداشته است. به‌طورکلی، نتایج حاصله از این تحقیق بیانگر تحمل بالای گیاه وتیور گراس در سطوح شوری ٤ تا ١٦ دسی زیمنس بر متر، اثر کاهشی سطح شوری ۳۲ دسی زیمنس بر متر و سازگاری مجدد و سریع این گونه در سطح شوری ٤٤ دسی زیمنس بر متر بود. به همین دلیل استفاده از این گونه در پروژه‌های اصلاحی مراتع شور پیشنهاد می شود.

واژه‌های کلیدی: وتیور گراس (*Vetiverzizanioides*)، مراتع شور، تنش شوری، *Chrysopogon zizanioides*

مقدمه

اکوسیستم‌های مرتعی همواره با فشارهای محیطی و غیر محیطی مانند چرای مفرط، خشکی و شوری در تقابل هستند. وضعیت امروز مراتع نتیجه تلاش‌های این اکوسیستم جهت بقا و پایداری در رویارویی با این فشارها است. یکی از معضلات عمده در اکوسیستم طبیعی و بویژه مراتع وجود خاک‌های شور و شور شدن خاک‌های غیر شور است (ایزدی آباده و همکاران،۲۰۱۱). این خاک‌ها دارای مقادیر زیاد نمک محلول خنثی (کلرید و سولفات‌های سدیم، کلسیم و منیزیم) هستند. نمک‌های محلول در خاک سبب تنش اسمزی، و از بین رفتن تعادل یونی می شود (مانوس[1]، ۲۰۰۳) که غلظت بالای این نمک‌های محلول در ناحیه ریزوسفر می‌تواند محدودیت‌هایی را برای رشد گیاه ایجاد نماید (خاکساران و همکاران، ۲۰۱۱) و عملکرد گیاه را کاهش دهد (جعفری، ۲۰۰٦). شوری اثرات منفی بسیاری بر بهره وری گیاهان دارد (لاوچلی و اپستاین[2]، ۱۹۹۰) و به شدت بر رشد و توسعه گیاهان تاثیر گذار است. به‌طوری‌که می‌تواند منجر به کاهش تولید گیاه و حتی مرگ گیاه شود (روت و شاو[3]، ۲۰۰۱). اشرف[4] و همکاران (۲۰۰٤)، نشان داده‌اند که افزایش غلظت نمک زیست توده تر و خشک گیاهان را به‌طور معنی‌داری کاهش می‌دهد. حسینی و جعفری (۲۰۰۲)، با بررسی اثر تنش شوری روی سه گونه گندمی بلند بومی ایران بیان کردند که طول ساقه‌چه، ریشه‌چه، سرعت و درصد جوانه زنی با

1- Munns
2- Lauchli & Epstein
3- Rout & Shaw
4- Ashraf

افزایش غلظت شوری کاهش می یابد. در حقیقت، شوری از جمله تنش‌های محیطی است که در میزان رشد گیاه، جذب مواد مغذی (شارپ و دیـویس[1]، ۱۹۷۹؛ شـارپ و دیـویس، ۱۹۸۵؛ نتینـگ[2]، ۲۰۰۰؛ بروس[3] و همکاران، ۲۰۰۲)، جوانه زدن گیاه و پایداری بانک بذر گیاهـان تاثیرگـذار اسـت (قـادری و همکاران، ۲۰۱۲).

معضل شوری در کشورهایی که مانند ایران بر کمربند خشکی جهان واقع‌شده‌اند، غیرقابل اغماض است. حدود ۱۲/۵ درصد از مساحت کشورمان، که بخش عمده‌ای از آن متعلق به اکوسیستم‌های مرتعی است، بر روی خاک‌های شور واقع‌شده است. کشور ما به‌دلیل قرار گرفتن در منطقه خشک و نیمه‌خشک، به‌طور طبیعی با مشکلات شوری و قلیائی در خاک‌ها دست و پنجه نرم می‌کند (رفیعی و همکاران، ۲۰۱۱). هرچند که آمار، اندک اختلافی را در برآورد سطح خاک‌های شور در کشورمان نشان می‌دهد، اما به‌طور متوسط مساحت خاک‌های شور و خاک‌های وابسته به آن در ایران بیش از ۲۵ میلیون هکتار گزارش شده است. به همین دلیل مدیریت، بهره‌برداری اصولی، اصلاح و احیاء اکوسیستم‌های مرتعی شور از جمله مسائل مدیریتی کشور است که متأسفانه به دلیل عدم وجود مطالعات پایه و منطقه‌ای همیشه با مشکل مواجه بوده است. شناخت گونه‌های مناسب، آگاهی از روش‌های کشت و تکثیر این گیاهان جهت معرفی در مراتع شور و هم‌چنین مطالعه نحوه استقرار آن‌ها به‌ویژه در مراحل ابتدایی رشد در موفقیت پروژه‌های اصلاح و احیاء مراتع بسیار تأثیرگذار است.

از اواخر دهه ۱۹۸۰، گونه مرتعی وتیور، که امروزه به‌نام علمی *Vetiver zizanioides* شناخته‌شده است، جهت حفاظت آب و خاک توسط بانک جهانی معرفی شد. و امروزه جایگاه ویژه‌ای در اصلاح و احیاء مراتع و اراضی شور دارد (ترانگ[4] و همکاران،۲۰۰۹؛ شوشتریان و همکاران، ۲۰۱۲). تحت تنش‌های شدید شوری و خشکی و در شرایطی که دیگر گیاهان قادر به تولید و بقا نیستند، گیاه وتیور پوشش گیاهی مناسبی ایجاد می‌کند (لوچ[5]، ۲۰۰۶). وتیور، گیاهی دائمی و برافراشته متعلق به خانواده گندمیان (Graminaceae) و قبیله Andropogoneae (شوشتریان و همکاران،۲۰۱۲؛ آوند،۲۰۱۲) با ارتفاع ۵۰ تا ۱۵۰ سانتی‌متر و به گستردگی ۳۰ سانتی‌متر است که دارای ریشه‌های افشان، بسیار

1- Sharp & Davies
2- Netting
3- Bruce
4- *Truong*
5- Loch

منشعب و حجیم بوده و تا عمق ٤-٢ متر در خاک نفوذ می‌کنند (شوشتریان و همکاران، ۲۰۱۲؛ حیاتی و شاکری، ۲۰۰۸؛ شاه بندری قوچانی و همکاران، ۲۰۱۰). گیاه وتیور با هر شرایط اقلیمی و آب و هوایی خود را وفق می‌دهد و دامنه تحـــمل آن نـسبت به تغییرات اقلیمی شدید، خشکسالی‌های دراز مدت، سیل، شرایط ماندابی و تنش‌های محیطی شامل دما و شوری بالا است (ترانگ و همکاران، ۲۰۰۹؛ حیاتی و شاکری، ۲۰۰۸؛ جلالی‌پور و همکاران، ۲۰۱۲). تحقیقات انجام شده در بررسی مقاومت این گونه گیاهی نسبت به تنش شوری بیانگر عملکرد مناسب این گونه در خاک‌های شور است. به‌طور مثال گیاه وتیور در خاک‌های شور با هدایت الکتریکی (EC) بین ٤ تا ۲۰ دسی زیمنس بر متر رشد مناسبی داشته است (اخضری و دهقانی بیدگلی، ۲۰۱۳). در برخی مطالعات تحمل این گیاه به شوری معادل ۸ دسی زیمنس بر متر گزارش شده است (ترونگ و همکاران، ۲۰۰۲). به همین دلیل می‌تواند در احیاء اراضی و مراتع تخریب‌شده و شور نقشی کلیدی ایفا کند (محمدی و همکاران، ۲۰۱۲؛ شارپ و دیویس، ۱۹۷۹).

مطالعات در زمینه کاشت و استقرار گیاه وتیور در اراضی شور در حال توسعه است و تا کنون استقرار این گیاه در اراضی شور موفقیت آمیز گزارش شده است (لوچ، ۲۰۰٦؛ ترانگ و همکاران، ۲۰۰۹). در کشور ما مطالعات انجام شده جهت بررسی اثرات تنش شوری بر عملکرد این گونه گیاهی محدود می باشد و این در حالی است که، مطالعات پایه در زمینه عملکرد این گونه گیاهی در اراضی شور پیش نیاز هر گونه تصمیم مدیریتی صحیح در زمینه اصلاح اکوسیستم‌های مرتعی و شور است. به همین دلیل، مطالعه رفتارهای فیزیولوژیکی و مورفولوژیکی این گیاه تحت تنش شوری امری ضروری در استفاده از این گیاه در پروژه‌های اصلاحی مراتع می باشد. در مطالعه حاضر به بررسی تاثیر شوری بر رشد و صفات فیزیولوژیکی گیاه وتیور ***Vetiver zizanioides***، شامل؛ کلروفیل a، کلروفیل b، رطوبت نسبی برگ (RWC)، ارتفاع و تعداد پایه‌های گیاهی وتیور پرداخته شد.

مواد و روش‌ها

این تحقیق با هدف بررسی تاثیر شوری بر صفات فیزیولوژیکی و مورفولوژیکی شامل کلروفیل، رطوبت نسبی برگ (RWC)، ارتفاع و تعداد پایه‌های گیاهی در قالب طرح بلوک‌های کاملاً تصادفی با سه تکرار در گلخانه آموزشی تحقیقاتی دانشکده منابع طبیعی و محیط زیست دانشگاه ملایر (طول جغرافیایی ٤٨درجه و ٤٩دقیقه، عرض جغرافیایی ٣٤ درجه و ١٧ دقیقه، ارتفاع از سطح دریا ١٧٨٠ و

متوسط بارندگی سالانه ۲٤۲ میلی‌متر) در سال ۹٤-۱۳۹۳ انجام شد. تیمار آزمایشی شامل شش سطح مختلف شوری با هدایت الکتریکی (EC) صفر (شاهد)، ٤، ۸، ۱٦، ۳۲ و ٤٤ dS/m) بود. برای اعمال سطوح مختلف شوری از کلرید سدیم با غلظت‌های مختلف ۲/٥٦، ٥/۱۲، ۱۰/۲٤، ۲۰/٤۸، ۲۸/۱٦ گرم بر لیتر استفاده گردید. در زمان کاشت (۱۲آذر ماه) در هر گلدان با مخلوطی از خاک، ماسه و کود دامی (۱:۱:۳)، ٥ پایه گیاهی وتیور کشت شد. بعد از استقرار گیاهچه‌ها، جهت اعمال تیمار شوری ۲٥۰ سی سی آب با تیمار مورد نظر به هر گلدان داده شد. آبیاری‌های بعدی هر چهار روز یک‌بار تا دهه اول دی ماه (۳ دی) انجام شد. برای جلوگیری از شوک اسمزی، افزایش غلظت‌های نمک به صورت تدریجی صورت گرفت، سه هفته پس از آغاز تنش شوری برداشت پایه گیاهی انجام و آزمایش‌های زیر انجام شد.

۱) سنجش محتوای کلروفیل a و b و کاروتنوئید با استفاده از روش لیتچر[1] (۱۹۸۷) انجام شد. بدین منظور، ابتدا ۰/۱ وزن تر برگ (ترازو با دقت ده هزارم) توزین شده را درهاون چینی حاوی ۱۰ میلی‌لیتر استون ۸۰٪ سائیده تا محلول یکنواختی حاصل گردد. سپس، محلول بدست آمده با استفاده از کاغذ واتمن شماره یک صاف شد. برای سنجش میزان رنگدانه‌ها شدت جذب نوری با دستگاه اسپکتروفتومتری[2] مدل JENUS UV-1200 در طول موج‌های ٦٦۳/۲، ٦٤٦/۸ و ٤۷۰ نانومتر خوانده شد.

۲) به منظور بررسی رطوبت نسبی برگ[3] (RWC)، ۰/٥ گرم از بافت اولین برگ توسعه یافته جدا شده و پس از وزن نمودن برگ (وزن تر)، نمونه‌ها به‌مدت ۲٤ ساعت در یک طرف دربسته در آب مقطر شناور شده و وزن آن‌ها مجدداً اندازه گیری شد (وزن اشباع). سپس، برگ‌ها به آون با دمای ۷۰ درجه سانتی‌گراد به‌مدت ۲٤ ساعت منتقل شدند و وزن خشک آنها اندازه‌گیری شد. درصد محتوی نسبی آب برگ بر اساس رابطه ۱ محاسبه شد (کایسم[4] و همکاران، ۲۰۰۳).

$$RWC= F_w - D_w / S_w - D_w \times 100$$ رابطه ۱

۳) برای اندازه‌گیری ارتفاع، پایین ترین حد رشد سال جاری در تاج پوشش گیاه تا حد بالایی آن در نظر گرفته شد. در مواردی که تاج پوشش گیاه نامتقارن یا غیر هم سطح بود ارتفاع متوسط، یعنی حدفاصل

1- Lichtenthaler
2- Spectrophotometry
3- Relative Water Content
4- Qaism

قسمت‌های بالا و پایین، اندازه گیری شد. هم چنین اگر در پایه ای، یک یا چند ساقه منفرد، از مجموع بقیه ساقه‌ها که در یک سطح قرار دارند، بلندتر بود، همان ارتفاع متوسط در نظر گرفته شد (گلرنگ و همکاران، ۲۰۰۸).

تجزیه وتحلیل واریانس (ANOVA) و مقایسه میانگین‌ها با استفاده از روش LSD با استفاده از نرم‌افزار SAS v.9.1 انجام شد.

نتایج

غلظت کلروفیل a: سطوح مختلف شوری بر غلظت کلروفیل a در گونه گیاهی *Vetiver zizanioides* تاثیر معنی‌داری داشته است (P< ۰/۰۰۱) (جدول ۱). هم چنین مقایسه میانگین غلظت کلروفیل a گیاه وتیور در سطوح مختلف شوری بر اساس آزمون LSD (P≤۰/۰۵) بیانگر اختلاف معنی‌دار این پارامتر تحت تیمارهای شوری متفاوت است (شکل ۱). بیش ترین غلظت کلروفیل a در سطح شوری ۱٦ دسی زیمنس بر متر و کم ترین آن در سطح شوری ۳۲ دسی زیمنس بر متر مشاهده شد (شکل ۱). به‌طورکلی، اثر افزایش سطح شوری بر میزان تجمع کلروفیلa یک رابطه یکنواخت خطی نبوده است. افزایش سطح شوری از صفر به ٤ دسی زیمنس بر متر موجب کاهش معنی‌دار غلظت کلروفیل a و سپس منجر به افزایش معنی‌دار آن در سطوح شوری ۸ (T2) و ۱٦ (T3) دسی‌زیمنس بر متر گشت. افزایش شوری به سطح ۳۲ دسی زیمنس بر متر (T4) به‌طور معنی‌داری غلظت کلروفیل a را نسبت به سطح شوری سوم و تیمار شاهد به ترتیب به میزان ٦۰ و ۵۰ درصد کاهش داشته است (شکل ۱). افزایش تنش شوری به سطح ٤٤ دسی زیمنس بر متر (T5) منجر به افزایش ۷۰ درصدی تجمع کلروفیل a نسبت به سطح T4 شده است (شکل ۱).

شکل ۱- تغییرات میزان تجمع کلروفیل a تحت تاثیر سطوح مختلف شوری در گیاه *Vetiver zizanioides*. حروف لاتین بیانگر تغییرات معنی‌دار می‌باشند.

جدول ۱- خلاصه نتایج تجزیه واریانس ANOVA جهت مطالعه اثر سطوح مختلف شوری بر میزان تجمع کلروفیل a، b، کاروتنوئید، رطوبت نسبی برگ (RWC) و پارامترهای رویشی تعداد پایه و ارتفاع بوته در گونه گیاهی *Vetiver zizanioides*. داده‌ها به صورت میانگین±خطای استاندارد نمایش داده شده‌اند. اعداد پررنگ شده بیانگر اختلاف معنی‌دار می‌باشند.

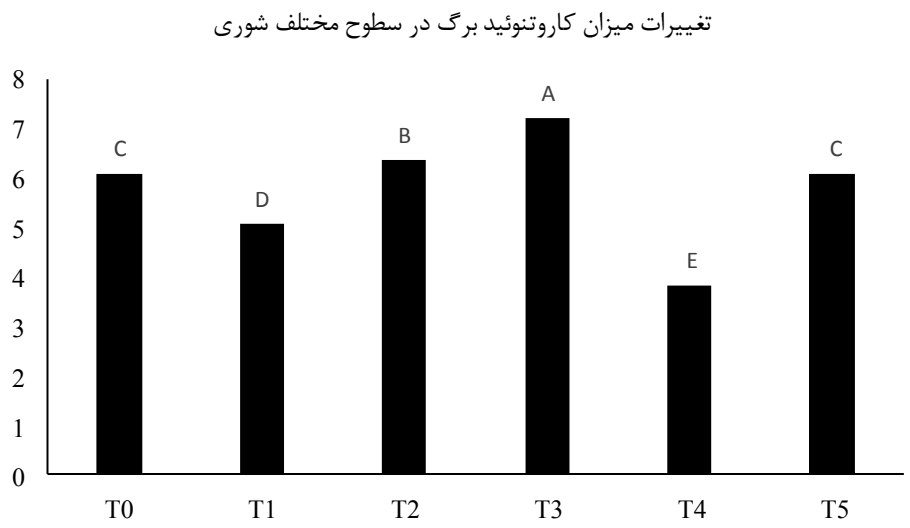
متغییرها	Pr > F	تیمارها					
		شاهد	٤ ds/m	٨ ds/m	١٦ ds/m	٣٢ ds/m	٤٤ ds/m
کلروفیل **a**	<۰/۰۰۰۱	۱/٦۳±۰/۰۰۹	۱/٤۰±۰/۰۰۱	۱/۸۵±۰/۰۰۷	۲/۰۳±۰/۰۰۱	۰/۸۵±۰/۰۰۲	۱/٤۵±۰/۰۲
کلروفیل **b**	<۰/۰۰۰۱	۰/۷۲±۰/۰۰٦	۰/۵۸±۰/۰۰٦	۰/۸۱±۰/۰۰۲	۰/۹٤±۰/۰۰۳	۰/٤۱±۰/۰۰۳	۰/۸٤±۰/۰۰۷
کلروفیل کل	<۰/۰۰۰۱	۲/۳۵±۰/۰۱	۱/۹۸±۰/۰۰۷	۲/٦۷±۰/۰۰۵	۲/۹۷±۰/۰۰٤	۱/۲۷±۰/۰۰٤	۲/۳۰±۰/۰۳
کاروتنوئید	<۰/۰۰۰۱	٦/۰۸±۰/۰۲	۵/۰٦±۰/۰۲	٦/۳۵±۰/۰۰۸	۷/۱۹±۰/۰۰۵	۳/۸۳±۰/۰۰٦	٦/۰۷±۰/۰۰۷
RWC	<۰/۰۰۰۱	۷۵/۰۳±۰/۲	٦٤±۰/۱۷	۵۷/۳٦±۰/۲۱	۵۲/۵٦±۰/۰۸	۵۹/۵٦±۰/۱۲	۷۳/۲۳±۰/۱٤۵
تعداد پایه	۰/۹٤	۹/۰۰±۲/٦٤	۱۰/٦٦±۳/۱۷	۹/٦٦±۲/۹	۱۰/۳۳±۳/۱۷	۸±۱/۷۳	۷/٦٦±۱/٤۵
ارتفاع‌بوته	۰/۸۰	۲۵/٤٦±۳/۲۸	۲٦/۵٦±۳/۱۸	۲۷/۵٦±۳/۱٦	۲۸/۷۳±۳/۲	۲۵±۱/۲۷	۲۳/۵±۲/۲٦

غلظت کلروفیل b: به‌طورکلی در این آزمایش، غلظت کلروفیل b گونه *Vetiver zizanioides* در سطح پایین تری نسبت به میزان کلروفیل a قرار داشت. نتایج حاصله از آنالیز واریانس داده‌ها نیز نشان داد که غلظت کلروفیل b تحت تاثیر تیمار شوری تغییرات معنی‌دار داشته است (P< ۰/۰۰۱) (جدول ۱). نتایج آزمون LSD (P≤۰/۰۵) نشان داد که میانگین‌های غلظت کلروفیل b در سطوح مختلف

شوری با یکدیگر تفاوت معنی‌دار داشته‌اند (شکل ۲). بیش ترین غلظت کلروفیل b در سطح شوری ۱٦ دسی زیمنس بر متر و کم ترین آن در سطح شوری ۳۲ دسی زیمنس بر متر مشاهده شد (شکل ۲). افزایش سطح شوری از صفر به ٤ دسی زیمنس بر متر موجب کاهش معنی‌دار غلظت کلروفیل b و سپس منجر به افزایش معنی‌دار آن در سطوح شوری ۸ (T2) و ۱٦ (T3) دسی زیمنس بر متر شد. هرچند که افزایش تنش شوری در سطح ۳۲ دسی زیمنس بر متر (T4) منجر به کاهش ۵۷ درصدی غلظت کلروفیل b نسبت به غلظت این کلروفیل در سطح شوری ۱٦ دسی زیمنس بر متر شد (شکل ۲). در تیمار ٤٤ دسی زیمنس بر متر (T5) یک افزایش ۱۰٤ درصدی در غلظت این کلروفیل نسبت به سطح T4 مشاهده شد (شکل ۲).

شکل ۲- تغییرات میزان تجمع کلروفیل b تحت تاثیر سطوح مختلف شوری در گیاه *Vetiver zizanioides*. حروف لاتین بیانگر تغییرات معنی‌دار می باشند.

میزان کاروتنوئید: تنش شوری بر میزان کاروتنوئید در برگ گونه *Vetiver zizanioides* تاثیر معنی‌داری داشت (جدول ۱). تنش شوری در سطح ٤ دسی زیمنس بر متر منجر به کاهش معنی‌دار میزان کاروتنوئید برگ شد، هرچند که با افزایش تنش شوری به سطح ۸ و سپس ۱٦ دسی زیمنس بر متر، میزان کاروتنوئید برگ نسبت به سطح شاهد به‌ترتیب حدود ٤ و ۱۸ درصد افزایش یافت (شکل ۳).



شکل ۳- تغییرات میزان کاروتنوئید برگ تحت تاثیر سطوح مختلف شوری در گیاه *Vetiver zizanioides*. حروف لاتین بیانگر تغییرات معنی‌دار می باشند.

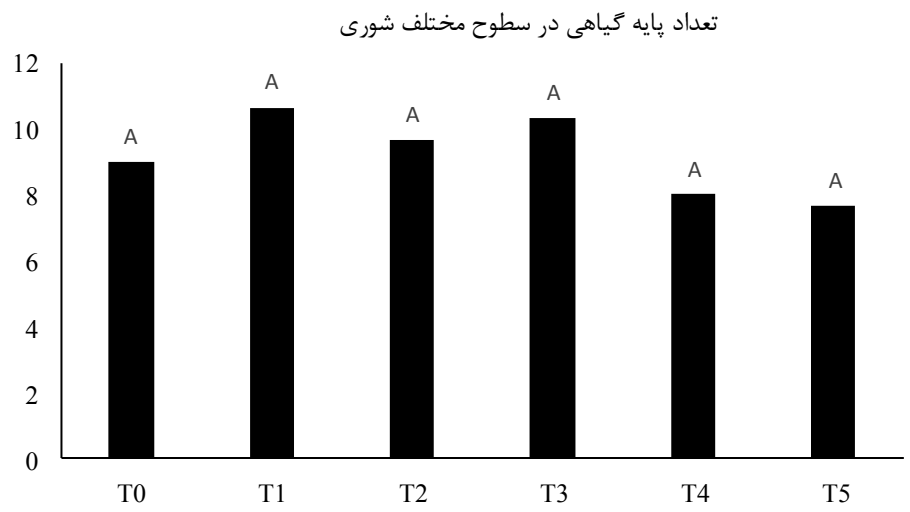
همانند غلظت کلروفیل برگ، حداقل و حداکثر میزان کاروتنوئید برگ بترتیب در سطوح شوری ۳۲ و ۱٦ دسی زیمنس بر متر مشاهده شد (شکل ۳). در مقایسه با حداقل میزان مشاهده شده در سطح ۳۲ دسی زیمنس بر متر، افزایش تنش شوری به سطح ٤٤ دسی زیمنس بر متر منجر به افزایش ۵۸ درصدی میزان کاروتنوئید برگ شد که این میزان تقریباً برابر میزان مشاهده شده در تیمار شاهد (صفر دسی زیمنس بر متر) بود (شکل ۳). به عبارت دیگر تفاوت معنی‌داری در میزان کاروتنوئید برگ در سطح شوری صفر و ٤٤ دسی زیمنس بر متر مشاهده نشد.

میزان رطوبت نسبی برگ (RWC): رطوبت نسبی برگ به شدت تحت تاثیر تنش شوری قرار گرفت (جدول ۱). به‌طوری‌که، افزایش تنش شوری منجر به کاهش رطوبت نسبی برگ تا سطح ۱٦ دسی زیمنس بر متر شد. هرچند که این روند افزایش در سطوح بالاتر شوری منجر به افزایش رطوبت نسبی برگ شد. حداقل و حداکثر RWC، در سطوح شاهد و ۱٦ دسی زیمنس بر متر مشاهده شد (شکل ٤)، که میزان رطوبت نسبی در سطح شوری ۱٦ دسی زیمنس حدود ۳۰ درصد کم تر از میزان مشاهده

شده در تیمار شاهد بود. و این در حالیست که رطوبت نسبی برگ در سطح شوری ٤٤ دسی زیمنس بر متر تنها ۳ درصد کم تر از میزان مشاهده شده در تیمار شاهد بود.

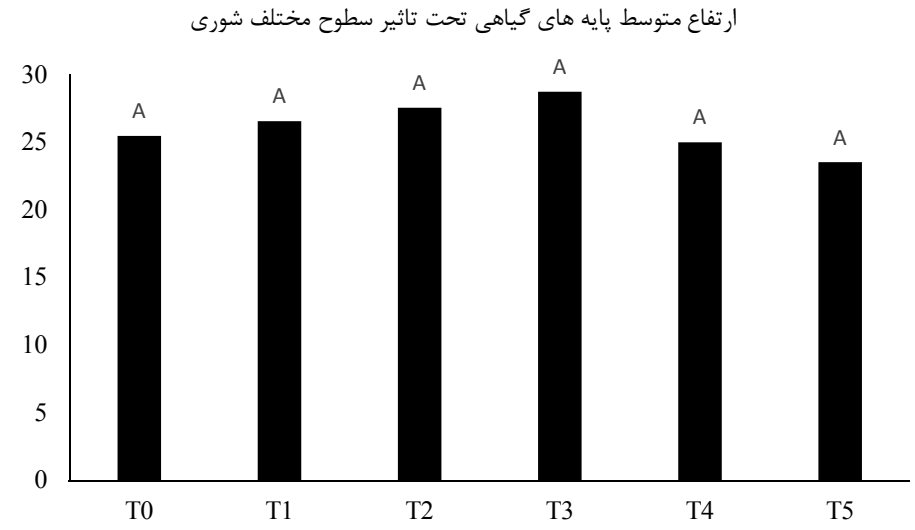
شکل ٤- تغییرات میزان رطوبت نسبی برگ تحت تاثیر سطوح مختلف شوری در گیاه *Vetiver zizanioides*. حروف لاتین بیانگر تغییرات معنی‌دار می‌باشند.

تعداد پایه‌های گیاهی*Vetiver zizanioides* : تعداد پایه گیاهی در هر گلدان (با سطح حدود ۹ سانتی متر مربع) تغییرات معنی‌داری نسبت به تنش شوری نشان نداد. هرچند در سطوح شوری ٤ و ٤٤ دسی‌زیمنس بر متر به‌ترتیب حداکثر و حداقل تعداد پایه گیاهی در سطح مشاهده شد، اما این تغییرات نسبت به تیمار شاهد معنی‌دار نبوده و از لحاظ آماری تفاوت معنی‌داری بین آن‌ها مشاهده نشد (شکل ۵) (جدول ۱).



شکل ۵- تغییرات تعداد پایه گیاهی تحت تاثیر سطوح مختلف شوری در گیاه *Vetiver zizanioides*. حروف لاتین بیانگر تغییرات معنی‌دار می باشند.

حداکثر ارتفاع گونه گیاهی *Vetiver zizanioides*: همانند دیگر خصوصیت مورفولوژیکی این گونه گیاهی، تنش شوری تغییرات معنی‌داری در ارتفاع متوسط پایه‌های گیاهی در گلدان‌های مورد مطالعه ایجاد نکرد (جدول ۱). هرچند حداکثر ارتفاع گونه گیاهی در سطوح شوری ١٦ و ٤٤ دسی‌زیمنس بر متر، بیشترین و کمترین ارتفاع را به‌ترتیب برابر ۲۸/۷۳ و ۲۳/۵ سانتی‌متر شامل بودند، اما این تغییرات نسبت به تیمار شاهد معنی‌دار نبوده و از لحاظ آماری تفاوت معنی‌داری بین آن‌ها مشاهده نشد (شکل ٦) (جدول ۱). به‌طور متوسط ارتفاع این گونه گیاهی حدود ۲۵ تا ۲۸ سانتی‌متر بود که پراکندگی آن در تیمارهای شوری تقریباً یکنواخت بود (شکل ٦).



شکل ٦- تغییرات حداکثر ارتفاع پایه‌های گیاهی *Vetiver zizanioides* تحت تاثیر سطوح مختلف شوری. حروف لاتین بیانگر تغییرات معنی‌دار می باشند.

بحث و نتیجه‌گیری

به‌طورکلی واکنش‌های فیزیولوژیکی و مورفولوژیکی گیاه وتیور نسبت به تنش شوری، بیانگر تحمل بالای این گیاه به تنش شوری و سازگاری رفتارهای فیزیولوژیکی آن در تنش‌های بالاتر از ۳۲ دسی زیمنس بر متر بود. به نحوی‌که می‌توان این گونه گیاهی را جهت احیاء مراتع شور و تخریب‌شده پیشنهاد نمود که البته مستلزم بررسی‌های بیش‌تر در منطقه مورد نظر می باشد.

تغییرات غلظت کلروفیل و کاروتنوئید: نتایج این آزمایش نشان داد که تنش شوری می‌تواند تغییرات افزایشی و معنی‌داری در میزان کلروفیلa, b و کاروتنوئید به‌عنوان پارامترهای فیزیولوژیک تحمل نمک در گونه گیاهی *Vetiver zizanioides* ایجاد کند که البته روند افزایشی مشاهده شده یک رابطه غیرخطی بوده و افزایش میزان این رنگیزه‌ها در سطوح بالاتر شوری با شیب کم‌تری مشاهده شد. از طرفی، افزایش شوری تا سطح ٤٤ دسی زیمنس بر متر غلظت کلروفیل (a,b) و کاروتنوئید را به میزان قابل توجه ای افزایش داد هرچند که این روند در سطح۳۲ دسی زیمنس بر متر مشاهده نشد و تنش شوری در این سطح منجر به کاهش محتوای کلروفیل و کارتنوئید گشت. در اغلب پژوهش‌ها کاهش

محتوای کلروفیل و میزان فتوسنتز به هنگام شوری گزارش شده است (جامپتونگ و بریکس[1]،۲۰۰۹). یکی از مهم‌ترین دلایل کاهش کلروفیل‌ها، تخریب آن‌ها به وسیله اکسیژن فعال است. از طرف دیگر رقابت و پیشی گرفتن آنزیم گلوتامین کیناز (آنزیم کاتالیز کننده پرولین) به هنگام تنش شوری از آنزیم گلوتامات لیگاز (اولین آنزیم مسیر بیوسنتز کلروفیل) باعث می‌شود تا پیش ساز گلوتامات (پیش ساز مسیر سنتز کلروفیل و پرولین) بیشتر به مصرف پرولین برسد و بنابراین بیوسنتز کلروفیل با محدودیت مواجه می‌شود (بایبوردی[2]،۲۰۱۰). هم چنین محتوای کلروفیل برگ می‌تواند به‌دلیل کمبود یون‌های منیزیم و پتاسیم (به‌عنوان عناصر اصلی در سنتز کلروفیل) و کاهش نسبت پتاسیم به سدیم و نیز تخریب ساختمان کلروفیل کاهش یابد (اورایی[3] و همکاران، ۲۰۰۹). زاوو[4] و همکاران (۲۰۰۷)، نیز با بررسی ارقام یولاف گزارش دادند که تنش شوری به دلیل افزایش غلظت یون سدیم در محیط برگ، سبب کاهش معنی‌دار کلروفیل و فتوسنتز گیاه می شود. هرچند که در این آزمایش واکنش گیاه وتیور نسبت به تنش شوری تنها در سطح ۳۲ دسی‌زیمنس بر متر کاهشی بود و در تنش‌های کم تر و حتی در تنش ٤٤ دسی زیمنس بر متر رفتاری کاملاً متفاوت و افزایشی در این گیاه مشاهده شد. این روند افزایشی می‌تواند ناشی از مکانیسم‌های سازگاری در گیاه وتیور باشد که تحمل گیاه به شوری را با افزایش میزان تنظیم کننده اسمزی (پرولین) افزایش می‌دهد و در نتیجه سبب تحمل گیاه به محیط تنش شود (گزیک[5]، ۱۹۹٦). در نتیجه، تنش شوری در سطح ۳۲ دسی زیمنس بر متر منجر به کاهش عملکرد و سازگاری گیاه نسبت به تنش شوری می شود. هرچند که به نظر می رسد این گیاه با سرعت سازگاری بالا به سرعت می‌تواند عملکرد خود را بهبود ببخشد و همان طور که مشاهده شد حتی در سطح شوری بسیار بالا، چیزی حدود شوری آب دریا، مجددا سازگار شود و با تنش شوری مقابله کند. هر چند که مطالعات انجام شده داخلی و خارجی در زمینه سازگاری گیاه *Vetiver zizanioides* تحت تنش شوری انگشت شمار است اما همین تعداد محدود نیز برقدرت سازگاری بالا در این گونه گیاهی تاکید دارند. مان[6] و همکاران (۲۰۱۱)، اثر تنش شوری را بر رشد و فیزیولوژی این گونه گیاهی

1- Jampeetong & Brix
2- Bybordi
3- Oraei
4- Zhao
5- Gzik
6- *Mane*

مطالعه نمودند و مقادیر پلی فنل و کلروفیل‌ها را جهت بررسی رفتارهای فتوسنتزی این گونه مورد ارزیابی قرار دادند. با افزایش غلظت نمک، نسبت رشد ساقه به ریشه در غلظت‌های بالا حدود ۳۰۰ میلی‌مولار شوری افزایش معنی‌داری داشته است. هم چنین، رنگدانه‌های فتوسنتزی مانند کلروفیل‌ها و کاروتنوئید برگ یک روند افزایشی را در سطوح پائین تر شوری نشان دادند. در کل نتایج این تحقیق بیانگر سازگاری گونه گیاهی وتیور به شرایط شوری در حدود ۲۰۰ میلی مولار می باشد. این نتایج با یافته‌های تحقیق حاضر هماهنگ بوده هرچند که در تحقیق حاضر، سازگاری مجدد و بازسازی عملکرد گیاه در سطح شوری ds/mٔٔ، چیزی معادل شوری آب دریا، مشاهده شد. در این تحقیق، فعالیت فتوسنتزی گیاه صرفا در ۳۲ ds/m مختل شد که بلافاصله در سطح بالاتر شوری (ds/mٔٔ) به سطح فعالیت اولیه بازگشت. در حالی که مشاهدات اخضری ودهقانی بیدگلی(۲۰۱۳) بیانگر روند کاهشی عملکرد فتوسنتزی با افزایش تنش شوری تا سطح ۲۰ ds/m بود. تفاوت شرایط گلخانه ای، خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک مانند ظرفیت نگهداری آب، نفوذپذیری، اسیدیته و عوامل محیطی دیگر میتواند بر این نتایج تاثیر گذار باشد. به‌طورکلی، نتایج این تحقیق با یافته‌های این روند سازگاری در گونه گیاهی وتیور و سایر گونه‌های مرتعی و زراعی مانند؛ کلزا، سالیکورنیا (درویشی و همکاران، ۲۰۱۳) و گونه‌های تیره اسفناجیان (جعفری، ۲۰۰۵) که تحت شرایط شوری قرار گرفته اند مشاهده شده است، هرچند که سطح شوری قابل تحمل در گیاهان مختلف متفاوت است.

میزان رطوبت نسبی برگ (RWC): نتایج حاصله از این آزمایش بر اثر معنی‌دار تنش شوری بر محتوی نسبی آب برگ تاکید دارند. محتوای نسبی آب برگ‌ها با افزایش تنش شوری کاهش می‌یابد. به‌طوری که در گونه گیاهی *Vetiver zizanioides* با افزایش شوری از شاهد به سطح ۳۲ دسی زیمنس بر متر میزان محتوی نسبی آب برگ کاهش یافته است. پوستینی و سیوسمارده (۲۰۰٤) و کایسم[1] و همکاران (۲۰۰۳) روند کاهشی در محتوی نسبی آب برگ را در ارقام زراعی گندم و کلزا تحت تأثیر تنش شوری مشاهده نمودند. همچنین مطالعات انجام شده توسط آقاله و همکاران (۲۰۰۹) بر روی گونه *Salicornia persica* و *Salicornia europe* نشان داد که محتوای نسبی آب برگ‌ها با افزایش تنش شوری کاهش می یابد. کاهش پتانسیل آبی، پتانسیل اسمزی و محتوای نسبی آب تحت تنش شوری‌های بالا نیز در مطالعات انجام شده بر گونه‌های گیاهی *S.europaea* و *S.maritima* گزارش

1- Qaism

شده است (موقیب[1] و همکاران، ۲۰۰٤؛ آقاله[2] و همکاران، ۲۰۰۹). بنابراین کاهش RWC در اثر تنش رطوبتی تأثیراتی منفی، در فتوسنتز به دنبال دارد (سیدیکیو[3] و همکاران، ۲۰۰۰؛ اخضری و دهقانی بیدگلی، ۲۰۱۳). هرچند که یافته‌های تحقیق حاضر نشان داد میزان رطوبت نسبی برگ در سطح ٤٤ دسی زیمنس بر متر تقریبا به سطح اولیه در تیمار شاهد می‌رسد و قدرت سازگاری بالایی در این سطح دارد. به‌طورکلی، روند کاهشی در میزان رطوبت نسبی برگ در گیاه وتیور با دیگر یافته‌ها در گیاهان زراعی و مرتعی تحت تنش شوری هماهنگ بود. که این روند کاهشی ناشی از افزایش فشار اسمزی در اثر افزایش غلظت نمک‌های محلول می‌باشد.

تعداد پایه و ارتفاع گونه گیاهی: در این تحقیق بر خلاف دیگر مطالعات انجام شده شوری بر پارامترهای مورفولوژیکی وتیور گراس تاثیر معنی‌داری نداشته است. در اکثر مطالعات انجام شده بر روی گیاه وتیور و دیگر گیاهان شورپسند روند کاهشی عملکرد گیاهان در برخی سطوح شوری گزارش شده است. کاهش رشد گیاهان تحت تنش شوری می تواند به دلیل کاهش انرژی گیاه باشد که در نتیجه کاهش و اختلال فعالیت‌های زیستی و متابولیسمی در گیاه ایجاد می شود (هو[4] و همکاران، ۲۰۰۷). گیاهان‌هالوفیت تیره اسفناجیان مانند *Salicornia spp.* و *Chenopodium album* حداکثر رشد را در شوری ۱۰۰ تا ۳۰۰ میلی مولار نشان دادند که میزان رشد گیاه در سطوح شوری کمتر و حتی آبهای غیر شور کاهش می یابد (آمور[5] و همکاران، ۲۰۰۵). یکی از دلایل عدم مشاهده کاهش عملکرد وتیور در این تحقیق بر خلاف دیگر تحقیقات (مانند اخضری ودهقانی بیدگلی،۲۰۱۳) می‌تواند کوتاه مدت بودن این آزمایش تلقی شود. بطورکلی، عدم تغییرات معنی‌دار تعداد پایه و ارتفاع وتیور گراس در این تحقیق یکی از دلایل سازگاری این گیاه به شرایط شوری حداقل در کوتاه مدت می‌باشد. بهمین دلیل، پیشنهاد می شود سازگاری وتیور گراس به تنش شوری در بلندمدت و در شرایط عرصه مورد بررسی قرار گیرد که در صورت مشاهده عملکرد مناسب و تحمل تنش شوری گیاه وتیور یکی از گزینه‌های مناسب در پروژه‌های اصلاحی مراتع بشمار خواهد رفت.

1- Moghaieb
2- Aghaleh
3- Siddique
4- Hu
5- Amor

منابع

1. Akhzari, D. and Bidgoli Dehghani, R. 2013. Effect of Salinity on the Seedling Growth and Physiological Traits of Vetiver grass (*Vetiveria zizanioides* Stapf). Journal of Rang Land Science, 3(3):191-199.
2. Avand, M.T., Salimi, J. and Niknam jo, M. 2012. Vetiver grass Vetiveria Zizanioides role in reducing soil erosion protection. The first national conference on desertification. June 27-28, Tehran.
3. Ashraf, M., Mukhtar, N., Rehman, S. and Rha, E.S. 2004. Salt-induced changes in photosynthetic activity and growth in a potential plant Bishop's weed (*Ammolei majus* L.), Jour. Photosynthetica, 42: 543–50
4. Amor, N.B., Hamed, K.B. and Debez, A. 2005. Physiological and antioxidant response of the perennial halophyte *Crithmum maritimum* to salinity. Plant Sci. 168: 889-899.
5. Aghaleh, M., Niknam, V., Ebrahimzadeh, H. and Razavi, K. 2009. Salt stress effects on growth, pigments, proteins and lipid peroxidation in *Salicornia persica* and *S. europaea*. J. *Biologia Plantarum*. 53(2): 243-248.
6. Bruce, B.W., Gregory, O.E. and Barker, T.C. 2002. Molecular and physiological approaches to maize improvement for drought tolerance, Jour. Botany, 53: 13-25.
7. Bybordi, A., Tabatabaei, S.J. and Ahmadev, A. 2010. Effect of salinity on the growth and peroxidase and IAA oxidase activities in canola. Journal of Food Agricultural & Environmental. 8(1):109-112.
8. Darvishie, E. 2013. Study the physiological effects of abscisic acid under salinity and drought Salicornia persica AKHANI. Biology MSc thesis (Disposition of Plant Physiology). 42-50.
9. GHolrang, B., Gzanchyan, Gh., Ramezani, R., Falahatie, H., Rohanie, H. and Mashayekhie, M. 2008. Estimated weight of several forage species by measuring plant height and diameter, Quarterly scientific-research studies of grassland and desert, 15(2):178 -158.
10. Gzik, A. 1996. Accumulation of proline and pattern of amino acids in sugar beet plants in response to osmotic, water and salt stress. Environment Experiment Botany, 36(1): 29–38.
11. Hayatie, B. and Shakeri, A. 2008 .Murphy Vetiver gras application in improving water quality.
12. Hoseini, S.Z. and Jafari, M. 2002. Investigation on effect of salinity stress on germination of three accessions of tall wheat grass (*Agropyron elongatum*). Symposium: 33: 2289-2296.
13. Hu, Y., Burucs, Z., Von., Tucher, S. and Schmidhalter, U. 2007. Short-term effects of drought and salinity on mineral nutrient distribution along growing leaves of maize seedlings. Environ. Exp. Bot. 60:268–75.

14. Izadi Abadeh, M. Mohamadinejad, G. Shamsi Mahmoodabadi, H. and Khahdeh Ali, D. 2011. Evaluation of salt tolerance of durum and bread wheat and triticale genotypes with tolerance parameters in Khak Hay common passion. National Conference of Agriculture.
15. Jafari, M. 2005. Restoration of arid regions. Tehran University Press. Printing. 139-74.
16. Jalalpoor, H., and Ghaemie, A.A. 2010. Vetiver grass practice in remediation of soil contaminated leachate KHay municipal waste-Shiraz plain. Fourth International Conference on Environmental Engineering. 10-11 November, Tehran.
17. Jampeetong, A. and Brix, H.2 009. Effect of NaCl salinity on growth, morphology, photosynthesis and proline accumulation of Salvinia natans. Aquatic Botany. 91:181-186.
18. Lauchli, A. and Epstein, E. 1990. Plant responses to saline and sodic conditions and agricultural salinity assessment and management, pp113–37, ASCE, New York.
19. Lichtenthaler, H. and Wellburm, A.R. 1983. Determination of total carotenoids and chlorophyll a and b of leaf extracts in different solvents. Biochem. Soc. Trans. 603: 591-593.
20. Loch, R. 2006. Vetiver grass. Landloch University Publication. 1-2.
21. Mane, A.V., Saratale, G.D., Karadg, B.A. amd Samant, J.S. 2011. Studies on the effects of salinity on growth, polyphenol content and photosynthetic response in *Vetiveria zizanioides* (L.) Nash**.** Emir. J. Food Agric. 23(1):59-70.
22. Mohammadi, F., Shahsavand, H., Hashemi, H. and Fahime Ghavamie, M.S. 2011. Corn bread and initial evaluation of the new line-Tritipyrum to drought and salinity priming technique. Eleventh Seminar irrigation and reduce evaporation. 18-20 February, Kerman.
23. Moghaieb, R.E.A., Saneoka, H. and Fujita, K. 2004. Effect of salinity on osmotic adjustment, glycinebetaine accumulation and the betaine aldehyde dehydrogenase gene expression in two halophytic plants, *Salicornia europaea* and *Suaeda maritime*. Plant Sci. 166:1345-1349.
24. Netting, A.G. 2000. pH, abscisic acid and integration of metabolism in plants under stressed and non-stressed conditions: cellular response to stress and their implication for plant relations, Jour. botany, 343:147-158.
25. Munns, R. 2003. Comparative physiology of salt and water stress, Jour. Plant Cell Environment, 25: 239-50.
26. Oraei, M, Tabatabaei, S.J., Fallahi, E. and Imani, A. 2009. The effects of salinity stress and rootstock on the growth, photosynthetic rate, nutrient and sodium concentrations of almond (*Prunus dulcis* Mill.). Journal. Hort. Science. 23(2):131-140.

27. Poustini, K. and Siosemardeh, A. 2004. Ion distribution in wheat cultivars in response to salinity stress. Field Crops Research, 55: 125-133.
28. Qadiri, S.H., Jafarian, J.Z. and Shokri, M. 2012. Evaluate the effect of soil properties on soil seed bank using multivariate Azanalyz. Third National Conference on combating desertification and sustainable development of desert wetlands. 25-26 September, Arak.
29. Qasim, M., Ashraf, M.M., Jamil, A.M., Rehman, Y.S.U. and Rha, E.S. 2003. Water relations and gas exchange properties in some elite canola (*Brassica napus* L.) lines under salt stress. Annual Application of Biology, 142: 307-316.
30. Rafyie, M., Nykvdl, M.R. and Khamechian, M. 2011. Dynamic cone penetrometer DCP used to characterize the surface density saline soils in Playa (playa case study of the estuary and Jandagh). Seventh Conference of Engineering Geology and the Environment. 15-17 September, anymore.
31. Rout, N.P. and Shaw, B.P. 2001. Salt tolerance in aquatic macrophytes: Ionic relation and interaction, Biology of Plant Jour, 55: 91–5.
32. Sharp, R. E., Davies, W. J. 1979. Solute regulation and growth by roots and shoots of water-stressed plants, Jour. Planta, 147: 43-49.
33. Sharp, R. E., Davies, W. J. 1985. Root growth and water uptake by plants in drying soil, Jour. Botany, 36: 1441-1456.
34. Shah Bandary Ghouchani, R., Mohseni Saravi, M., Tjmlyan, M., Dadfar, S. 2010. Vetiver plant Vetiveria zizanioide introduced to soil conservation, biodiversity and water drainage Namtarf.svmyn National Conference of irrigation and drainage networks. 1-2 December, Ahwaz.
35. Siddique, M.R.B., A. Hamid, and M.S. Islam. 2000. Drought stress effects on water relations of wheat. Bat. Bull. Acad. Sin. 41: 35-39.
36. Truong, P. N., Mason, F., Waters, D. and Moody, P. 2000. Application of Vetiver Grass Technology in off-site pollution control, Proceedings of Second International Conference of Vetiver, Fremantle, Australia, Abstracts of Poster Presentations, 48.
37. Trung, P., Tong Wen, T., Peters, E. 2011. Introduction to the theory of the plant and its unique properties. Shooshtarian translation, Salman Tehran oven, Ali. Publication of agricultural science. First edition, first printing.
38. Zhao, G.Q., Ma, B.L. and Ren, C.Z. 2007. Growth, Gas exchange, chlorophyll fluorescence and ion content of Nakota Oat in response to salinity. Crop Science 47: 123-131.