DOI: http://dx.doi.org/10.22092/ijrdr.2014.8087

فصلنامه علمی-پژوهشی تحقیقات مرتع و بیابان ایران

جلد ۲۱، شماره ۱، صفحه ۱۶۴-۱۵۴ (۱۳۹۳)

ارزیابی فیزیولوژیک رفتار هالوفیت *Aeluropus littoralis* در واکنش به شوری

معصومه رضایی مشایی[۱*]، قربانعلی نعمت زاده[۲]، حسین عسکری[۳] و احسان شکری[۴]

۱*-نویسنده مسئول، کارشناس ارشد، رشته بیوتکنولوژی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری

پست‌الکترونیک: masumeh.rezaii@yahoo.com

۲-استاد و محقق ارشد پژوهشکده برنج و مرکبات، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری

۳-استادیار، گروه بیوتکنولوژی، دانشکده مهندسی انرژی و فناوری‌های نوین دانشگاه شهید بهشتی، تهران

۴-مربی، پژوهشکده ژنتیک، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری

تاریخ دریافت: ۹۰/۸/۲۳ تاریخ پذیرش: ۹۱/۷/۲

چکیده

هالوفیت تک لپه *Aeluropus littoralis* از نظر تأمین پوشش مرتعی در اراضی شور و حاشیه‌ای می‌تواند نقش مؤثری در حفاظت ذخایر آب و خاک و فراهمی نیاز علوفه‌ای دام‌ها داشته باشد. در تحقیق حاضر ارزیابی برخی پارامترهای فیزیولوژیک این گیاه در پاسخ به سطوح مختلف شوری انجام شد. بذرهای گیاه آلوروپوس لیتورالیس پس از ضدعفونی در ماسه شسته شده با اسید کلریدریک و در اتاق رشد با شرایط کنترل شده، دمای روز ۲۵ و شب ۱۶ درجه سانتی‌گراد و تناوب نوری ۱۴ ساعت روشنایی و ۱۰ ساعت تاریکی کشت شد. پس از ۴۵ روز از آغاز کشت، تیمارهای شوری صفر، ۱۰۰، ۲۰۰، ۳۰۰ و ۴۰۰ میلی مولار نمک کلرید سدیم اعمال شد. طرح مورد استفاده در این آزمایش، طرح کاملاً تصادفی با ۵ تیمار و ۳ تکرار بود. مواد گیاهی پس از گذشت ۱۴ روز از زمان اعمال آخرین تیمار شوری برداشت شدند. نتایج بدست‌آمده نشان داد که گیاهان تیمار شده با ۲۰۰ میلی‌مولار سدیم کلراید، بیشترین میزان وزن خشک و خاکستر را در مقایسه با شاهد به خود اختصاص دادند. بر پایه اطلاعات بدست آمده محتوای پتاسیم بافت شاخساره‌ای بر خلاف سدیم با افزایش شوری کاهش یافت. این در حالیست که سدیم و پتاسیم ترشحی از بافت‌های شاخساره‌ای در پاسخ به شوری افزایش نشان داد. نسبت کلروفیل a/b و محتوای کربوهیدارتی ریشه در واکنش به شوری افزایش داشت و میزان نشاسته و کل قندهای محلول در بافت‌های شاخساره‌ای در بالاترین سطح شوری رابطه معنی‌داری با افزایش نسبت کلروفیل نداشت. نتایج بدست‌آمده از تحقیق حاضر پیشنهاد می‌کند که مدیریت یون‌های مضر همراه با تنظیم اسیمیلاسیون گیاهی در نحوه عمل گیاهان هالوفیت برای اجتناب از اثرات بازدارنده شوری مؤثر بوده است.

واژه‌های کلیدی: *Aeluropus littoralis*، تنش شوری، پارامترهای فیزیولوژیک، تعادل یونی

مقدمه

تنش شوری به‌عنوان یکی از مهمترین تنش‌های محیطی بطور جدی امنیت و پایداری تولید در اراضی مرتعی و حاشیه‌ای را تهدید می‌کند. توجه به ذخایر ژنتیک گیاهان مرتعی، اصلاح و توسعه قابلیت تولید این گیاهان برای تأمین تولید پایدار در اراضی مرتعی تحت تأثیر سطوح مختلف شوری و قلیایی حائز اهمیت خواهد بود. تنش شوری بواسطه جنبه‌های مختلف سمیت یونی، تنش اسمزی، کمبود عناصر ضروری، تنش اکسیداتیو و یا ترکیبی از این تنش‌ها می‌تواند بازده اراضی مرتعی موجود را تحت تأثیر قرار دهد (Munns, 1993; Munns,2002; Hasegawa *et al.*,2000; Oritz-Dorda *et al.*,2005

هالوفیت‌ها گیاهانی هستند که می‌توانند چرخه زندگی خود را در زیستگاه‌هایی با غلظت بالای نمک خاک کامل کنند (Flowers *et al.*, 1986.; Greenway & Munns, 1980). گیاهان هالوفیت بر پایه سازوکارهای سلولی و مولکولی امکان رقیق کردن یون‌های سمی، مهار ورود نمک به گیاه، تراکم نمک در سلول‌هایی با حساسیت کمتر، دفع نمک از بافت‌های مختلف، تولید تنظیم کننده‌های اسمزی سازگار امکان تحمل به شوری و در عین حال حفظ رشد را بدست آورده‌اند (Larcher, 1995). قابلیت این گیاهان باعث شده است که گونه‌های غالب در اراضی مرتعی شور و قلیا به تنوعی از گیاهان هالوفیت اختصاص داده شود. هالوفیت‌های دو لپه‌ای رشد بهینه‌ای را در غلظت‌های ۲۵۰-۵۰ میلی‌مولار بدست می‌آورند، در حالی‌که هالوفیت‌های تک‌لپه‌ای عموما در غیاب نمک دارای رشد بهینه هستند و اگر هم رشدشان بواسطه نمک تحریک شود در غلظت‌های پایین‌تر از ۵۰ میلی‌مولار سدیم کلراید است (Greenway & Munns, 1980) گراس‌ها و دیگر هالوفیت‌های تک‌لپه همانند هالوفیت‌های دولپه از جذب Na^+ در برگ‌ها برای تنظیم اسمزی استفاده می‌کنند اما به دلیل حجم واکوئل و محتوای آب پایین‌تر در برگ‌ها، این گیاهان نیاز به جذب مقادیر زیاد Na^+ به ازای هر واحد رشد ندارند، بنابراین آنها تحت شرایط شور نسبت‌های $K^+:Na^+$ بالاتری را حفظ می‌نمایند. قابلیت‌های فیزیولوژیک و پتانسیل ژنتیک گیاهان هالوفیت می‌تواند زمینه مناسبی را برای اهلی سازی و ارتقا رشد و خوشخوراکی این گیاهان بوجود آورد. از طرف دیگر این گیاهان می‌توانند با فراهم آوردن منابع ژنتیک ارزشمند امکان ارتقا تحمل به شوری در گیاهان گلیکوفیت مرتعی را از طریق اصلاح کلاسیک و مولکولی تأمین نمایند.

گونه *Aeluropus littoralis* از هالوفیت‌های مناطق بیابانی و شوره‌زار محسوب می‌شود و می‌تواند بیش از ۱٪ نمک را تحمل کند (Wei *et al.*, 2001). این گونه از خویشاوندان وحشی و از تیره گندم می‌باشد که از مدت‌ها پیش به دلیل ارزش مرتعی و ویژگی‌های فیزیولوژیک مورد توجه بوده است. تحقیقاتGulzar و همکاران (۲۰۰۳) نشان داد که در گونه *Aeluropus lagopoides* بیشترین رشد و تولید در سطوح شوری تا ۲۰۰ میلی‌مولار بدست آمد که بیانگر نیاز این گیاه به محیط‌های شور است. Barhoumi و همکاران (۲۰۰۶) افزایش محتوای درونی سدیم و کاهش پتاسیم را تحت تنش شوری در گونه *Aeluropus littoralis* نشان دادند. محققان دیگر مانند Azooz و همکاران (۲۰۰۴)، Dagar و همکاران (۲۰۰۴)، Pzrida و همکاران (۲۰۰۴) کاهش محتوای کلروفیل تحت تیمار شوری را در مطالعات گوناگون به‌عنوان یک پدیده معمول گزارش کرده‌اند. این گیاه بواسطه قابلیت‌های فیزیولوژیک و آناتومیک خود واکنش بسیار مؤثری را در برابر تنش شوری ارائه داده است. تحقیق حاضر به‌منظور ارزیابی تنوع واکنش بافت به تیمارهای شوری طراحی گردیده است.

مواد و روش‌ها

الف) تهیه مواد گیاهی و شرایط رشد

تحقیق حاضر در محل پژوهشکده ژنتیک و زیست فناوری طبرستان واقع در دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری در زمستان سال ۱۳۸۹ انجام شد.

بذرهای گیاه *A.littoralis* از منطقه رودشت استان اصفهان جمع‌آوری و پس از ضدعفونی با محلول هیپوکلریت سدیم ۱/۵٪ به مدت ۱۵دقیقه و بعد شستشو با آب مقطر (در ماسه شسته شده با آب و اسید کلریدریک ۱۰ درصد) کشت گردیدند. پس از استقرار گیاهچه اولیه، آبیاری با استفاده از محلول غذایی کامل هوگلند به‌منظور تأمین نیاز غذایی گیاه انجام شد. آزمایش فوق در ۵ سطح شوری (صفر (شاهد)، ۱۰۰، ۲۰۰، ۳۰۰ و ۴۰۰ میلی‌مولار نمک کلرید سدیم) و با ۳ تکرار مورد بررسی قرار گرفت. برای جلوگیری از شوک اسمزی، پس از ۴۵ روز از آغاز کشت تیمارهای شوری صفر، ۱۰۰، ۲۰۰، ۳۰۰ و ۴۰۰ میلی‌مولار نمک کلرید سدیم به صورت تدریجی (افزایش روزانه ۱۰۰ میلی‌مولار) تا رسیدن به سطح تنش مورد مطالعه اعمال

گردید. گیاهچه‌ها به مدت دو هفته پس از رسیدن به غلظت نهایی نمک در سطح تیمار مورد نظر نگهداری شدند. در کل دوره آزمایش شرایط محیطی اتاق کشت بصورت دمای روز ۲۵ و شب ۱۶ درجه سانتی‌گراد، رطوبت نسبی ۶۵-۴۵٪، روشنایی ۱۴ و تاریکی ۱۰ ساعت با نور کافی تنظیم گردید. در پایان این مدت (۶۴ روز) مواد گیاهی برداشت و در دو قسمت شاخساره و ریشه مورد اندازه‌گیری قرار گرفت.

ب) سنجش میزان دفع سدیم و پتاسیم از اندام هوایی

برای تعیین میزان دفع نمک از اندام هوایی، از هر گلدان تعداد ۲۰ گیاه انتخاب و به مدت چند دقیقه با آب مقطر سرد شسته شد، سپس هدایت الکتریکی هر یک از محلول‌ها اندازه‌گیری و ثبت شد. میزان غلظت سدیم و پتاسیم دفع‌شده با استفاده از روش شعله‌سنجی با دستگاه Flame photometer Model CORNING.EEL اندازه‌گیری شد.

پ) سنجش غلظت سدیم و پتاسیم در اندام هوایی و ریشه

ابتدا نمونه‌های گیاهی (۱۵ نمونه اندام هوایی و ۱۵ نمونه ریشه) در آون و در دمای ۶۰ درجه سانتی‌گراد خشک شدند، سپس با استفاده از ازت مایع به‌صورت پودر درآورده شدند.

اندازه‌گیری مقادیر سدیم و پتاسیم بافت گیاهی، به روش هضم خشک و شعله‌سنجی انجام شد (Williams & Twine, 1960). در این روش، نیم گرم از نمونه‌های پودر شده در کروزه‌های چینی ریخته شده و به مدت ۱۸ ساعت در دمای ۵۴۰ درجه سانتی‌گراد قرار داده شد. پس از آن نمونه‌ها با کمی آب مقطر مرطوب شد و ۲/۵ میلی لیتر HCl به نمونه‌ها افزوده و با آب مقطر به حجم ۵۰ میلی‌لیتر رسانده شد. پس از صاف کردن مخلوط حاصل مقدار یون با استفاده از روش شعله‌سنجی اندازه‌گیری گردید.

ت) سنجش رنگیزه‌های فتوسنتزی

غلظت کلروفیل a و b با استفاده از روش Hiscox و Israestam (۱۹۷۹) اندازه‌گیری گردید. مقدار ۲۰ میلی‌گرم از نمونه‌های برگی خشک‌شده در آون ۶۰ درجه سانتی‌گراد، در تیوب‌های حاوی ۲ میلی‌لیتر DMSO قرار داده شد. پس از نگهداری نمونه‌ها در دمای ۷۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۶۰ دقیقه، عصاره سردشده جهت قرائت در طول موج‌های ۶۴۶ و ۶۶۳ نانومتر مورد استفاده قرار گرفت.

ث) سنجش میزان قندهای محلول و نشاسته

قندهای محلول و نشاسته، با استفاده از فنل و اسید سولفوریک (Kochert, 1978) و بوسیله اسپکتروفتومتر اندازه‌گیری شدند. مقدار ۱/۵ میلی‌لیتر اتانول ۸۰٪ به ۳۰ میلی‌گرم از نمونه‌های برگی خشک‌شده در آون ۶۰ درجه سانتی‌گراد اضافه نموده و بعد از سانتریفیوژ، فاز رویی و رسوبات باقی‌مانده جدا شدند؛ و به‌منظور تبخیر کامل الکل به مدت دو روز در دمای اتاق قرار گرفت. با سانتریفیوژ مخلوط حاصل از افزودن ۰/۴۷ میلی‌لیتر هیدروکسید باریوم ۰/۳ نرمال و ۰/۵ میلی‌لیتر سولفات روی ۵٪ ، فاز رویی جدا شد. به ۱ میلی‌لیتر از فاز رویی، ۰/۵ میلی‌لیتر فنل ۵٪ و ۲/۵ میلی‌لیتر اسید سولفوریک ۹۸٪ افزوده و پس از ۴۵ دقیقه میزان جذب در طول موج ۴۸۵ نانومتر قرائت شد. برای سنجش غلظت نشاسته، مقدار ۴/۵ میلی‌لیتر آب مقطر و ۶ میلی‌لیتر پرکلریک اسید ۵۲٪ به رسوبات خشک‌شده اضافه و نمونه‌ها یک شب در اتاق سرد قرار داده شدند. بعد از صاف‌کردن مخلوط حاصل، فاز رویی جدا و با آب مقطر به حجم ۳۰ میلی‌لیتر رسانده شد. به ۱ میلی‌لیتر از محلول حاصل، ۰/۵ میلی‌لیتر فنل ۵٪ و ۲/۵ میلی‌لیتر اسید سولفوریک ۹۸٪ افزوده و پس از ۴۵ دقیقه مقدار جذب در طول موج ۴۸۵ نانومتر قرائت شد.

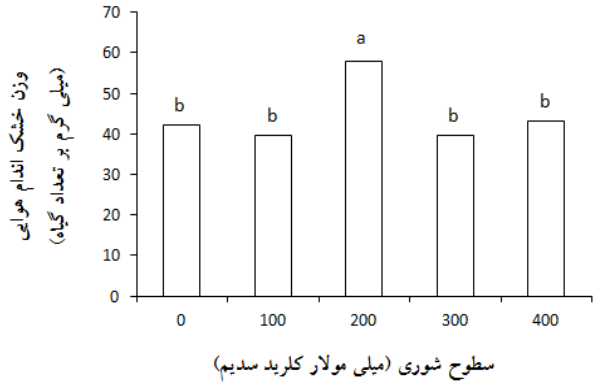
ج) تجزیه و تحلیل‌های آماری

تحقیق حاضر در قالب طرح کاملاً تصادفی در پنج سطح تیماری و با سه تکرار آزمایشی انجام شد. رسم نمودارها در محیط Excel و محاسبات آماری با استفاده از نرم‌افزار SPSS انجام شد.

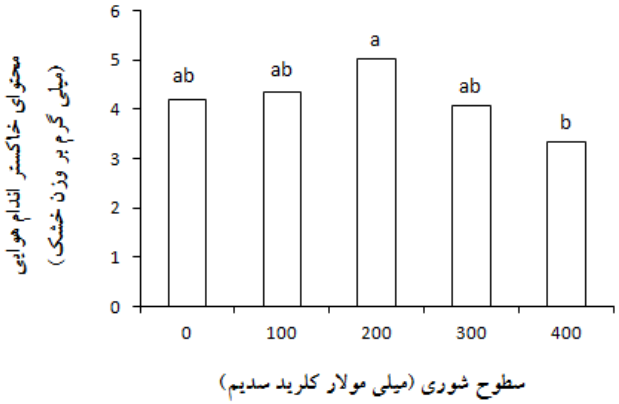
نتایج

الگوی تغییرات وزن خشک اندام هوایی در پاسخ به غلظت‌های مختلف نمک نشان داد که اعمال تیمار ۲۰۰ میلی‌مولار سدیم کلراید منجر به افزایش وزن خشک اندام هوایی شد. این در حالیست که سطوح دیگر شوری تأثیر

معنی‌داری بر میزان ماده خشک شاخساره نداشت. تعیین محتوای خاکستر اندام هوایی در غلظت‌های مختلف شوری نشان داد که محتوای خاکستر از تیمار ۰ تا ۲۰۰ میلی‌مولار روند افزایشی و از تیمار ۲۰۰ میلی‌مولار به بعد الگوی کاهشی داشت، بطوری‌که تیمار ۲۰۰ و ۴۰۰ میلی‌مولار نمک به‌ترتیب بیشترین و کمترین میزان خاکستر را در مقایسه با شاهد به خود اختصاص داده و در سایر تیمارها نسبت به شاهد اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد (شکل‌های ۱ و ۲).

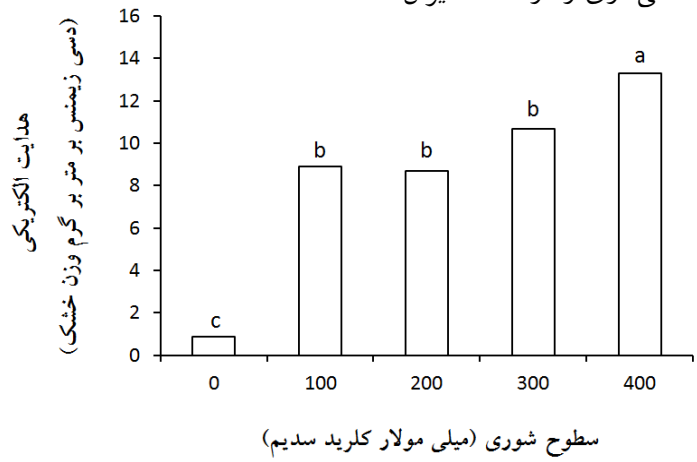


شکل۱- نمودار اثر تنش شوری بر میانگین وزن خشک اندام هوایی در تیمارهای مختلف شوری نسبت به تیمار شاهد



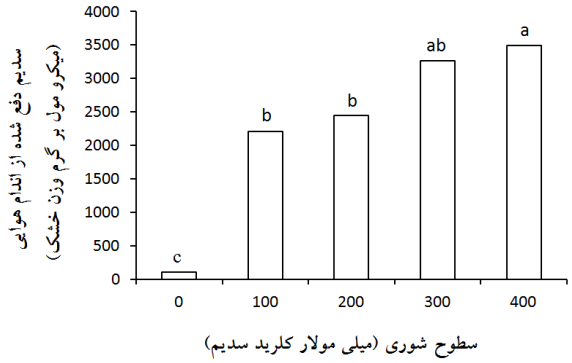
شکل۲- نمودار اثر تنش شوری بر محتوای خاکستر اندام هوایی در تیمارهای مختلف شوری نسبت به تیمار شاهد

با افزایش شوری تا ۴۰۰ میلی‌مولار میزان دفع نمک از اندام هوایی افزایش یافت، به طوری‌که ۱۴ روز پس از تنش، تمامی تیمارها با شاهد اختلاف معنی‌داری را از لحاظ میزان کل نمک دفع‌شده نشان دادند و در تیمارهای ۱۰۰، ۲۰۰ و ۳۰۰ میلی‌مولار تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد (شکل۳).

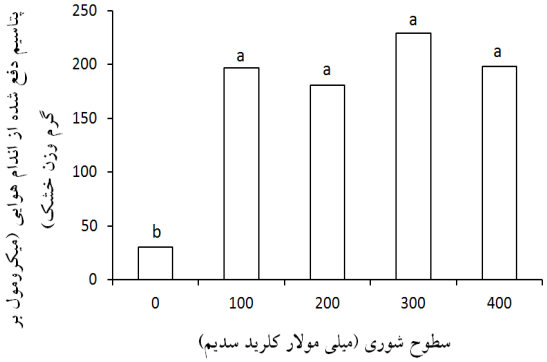


شکل۳- اثر شوری بر میزان دفع نمک از اندام هوایی در تیمارهای مختلف شوری نسبت به تیمار شاهد

بررسی میزان یون‌های سدیم و پتاسیم در نمک دفع‌شده نشان داد که محتوای یون سدیم دفع‌شده از اندام هوایی با افزایش سطوح شوری تا ۴۰۰ میلی‌مولار افزایش یافت، بطوری‌که تمامی تیمارها نسبت به شاهد اختلاف معنی‌داری را از لحاظ میزان دفع سدیم نشان دادند. محتوای سدیم دفع‌شده از اندام هوایی در تیمار ۴۰۰ میلی‌مولار نسبت به شاهد حدود ۳۲ برابر افزایش یافت. البته با بالاتر رفتن سطوح شوری، یون پتاسیم برخلاف سدیم دفعی، بصورت پلکانی افزایش پیدا نکرد، در حالی‌که بصورت ناگهانی افزایش معنی‌داری نسبت به شاهد یافت و این افزایش مستقل از شدت تنش بود، بطوری‌که اگرچه تمامی تیمارها نسبت به شاهد تفاوت چشمگیری را از لحاظ میزان دفع پتاسیم دارند ولی با یکدیگر اختلاف معنی‌داری نشان ندادند (شکل‌های ۴ و ۵).

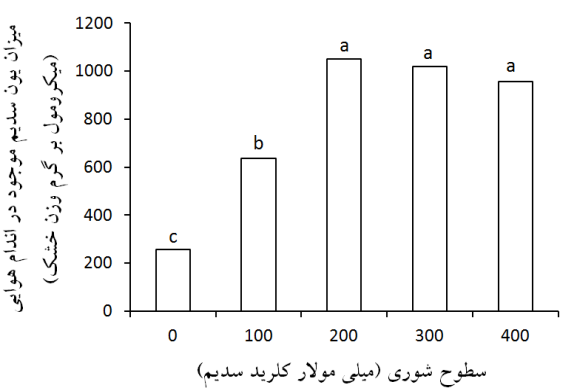


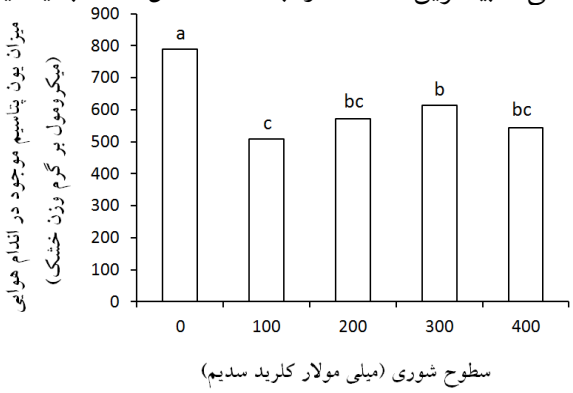
شکل۴- اثر شوری بر محتوای سدیم دفع شده از اندام هوایی در تیمارهای مختلف شوری نسبت به تیمار شاهد



شکل۵- اثر شوری بر محتوای پتاسیم دفع شده از اندام هوایی در تیمارهای مختلف شوری نسبت به تیمار شاهد

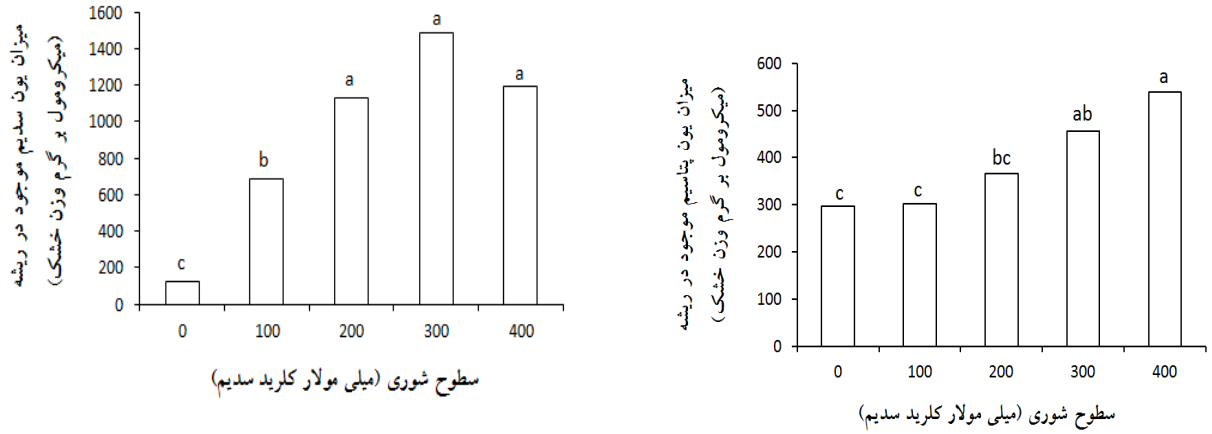
محتوی درونی یون سدیم در اندام هوایی با افزایش سطح شوری تا ۴۰۰ میلی‌مولار نسبت به شاهد افزایش داشت و تیمارهای ۲۰۰، ۳۰۰ و ۴۰۰ میلی‌مولار در حالی‌که بیشترین اختلاف را با شاهد نشان دادند با یکدیگر تفاوت معنی‌داری نداشتند. محتوای پتاسیم درونی برخلاف سدیم در تمامی تیمارها نسبت به شاهد کاهش یافت (شکل۶).





شکل۶- اثر شوری بر محتوای یون سدیم و پتاسیم موجود در اندام هوایی در تیمارهای مختلف شوری نسبت به تیمار شاهد

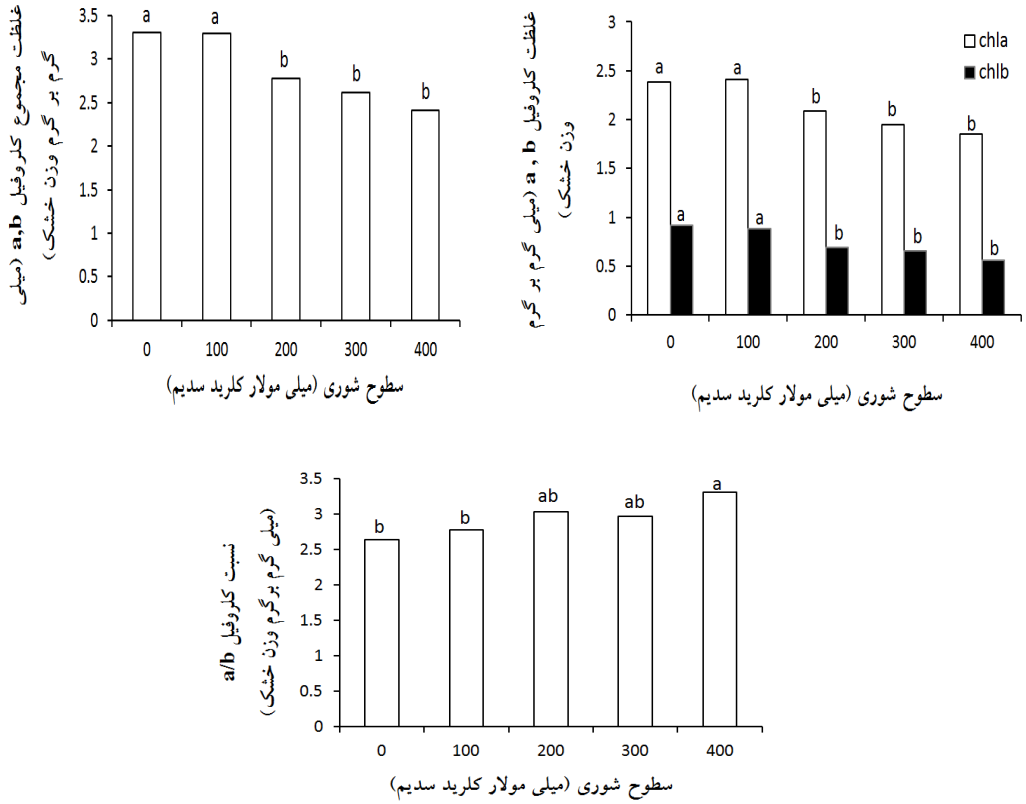
مقدار یون سدیم و پتاسیم ریشه با اعمال غلظت‌های بالاتر نمک افزایش یافت، به طوری‌که تمامی تیمارها نسبت به شاهد اختلاف معنی‌داری را نشان دادند. محتوای یون سدیم موجود در ریشه حدود ۹/۵ برابر و محتوای یون پتاسیم حدود ۲ برابر نسبت به شاهد افزایش یافت (شکل۷).



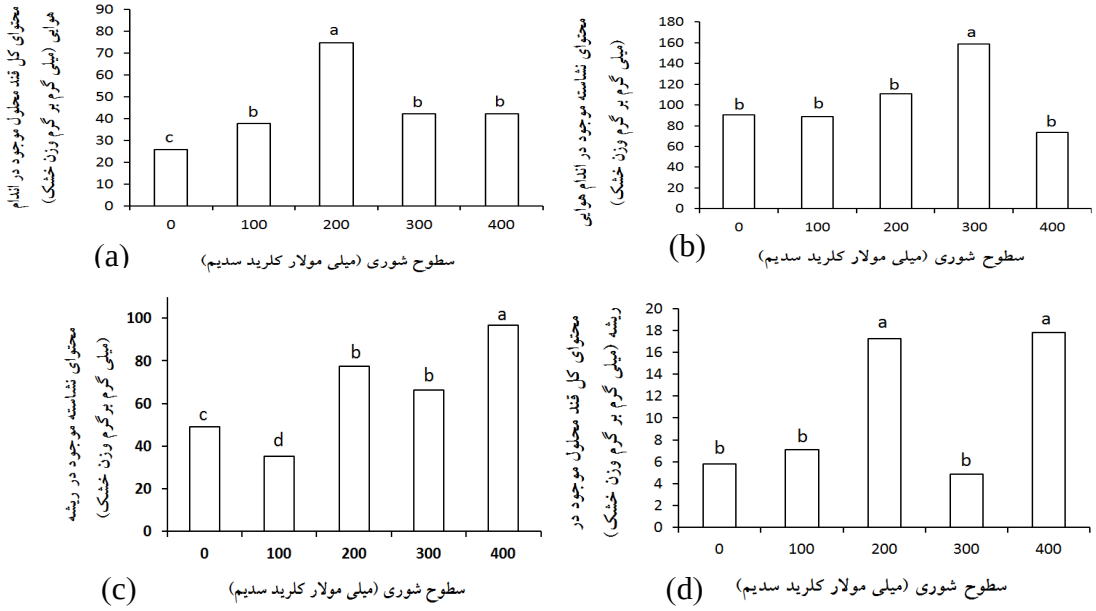
شکل۷– اثر شوری بر محتوای یون سدیم و پتاسیم موجود در ریشه در تیمارهای مختلف شوری نسبت به تیمار شاهد

بررسی غلظت کلروفیل a و b موجود در برگ نشان داد با اعمال غلظت‌های بالاتر شوری، میزان کلروفیل a و b روند کاهشی داشت، بطوری‌که تمامی تیمارها نسبت به شاهد اختلاف معنی‌داری را نشان دادند. میزان کلروفیل a و b در تیمار ۴۰۰ میلی‌مولار نسبت به شاهد به‌ترتیب حدود ۱/۳ و ۱/۶ برابر کاهش یافت. غلظت مجموع کلروفیل a و b موجود در برگ نیز با افزایش سطوح شوری روند کاهشی داشت، بطوری‌که تیمار ۴۰۰ میلی‌مولار کمترین میزان کلروفیل کل را نسبت به شاهد به خود اختصاص داد. بیشترین میزان کلروفیل کل مربوط به تیمار ۰ و ۱۰۰ میلی‌مولار بود. نسبت کلروفیل a/b موجود در برگ نیز با افزایش سطوح شوری تا ۴۰۰ میلی‌مولار افزایش نشان داد (شکل۸).

نتایج بدست آمده نشان داد شوری منجر به افزایش محتوای کربوهیدارتی (نشاسته و کل قندهای محلول) در بافت ریشه گردید. این در حالیست که در شاخساره بالاترین مقدار محتوای کل قند محلول در تیمار ۲۰۰ میلی‌مولار سدیم کلراید و بالاترین مقدار نشاسته در تیمار۳۰۰ میلی‌مولار سدیم کلراید بدست آمد (شکل۹).



شکل۸– اثر شوری بر میزان کلروفیل **a** و **b** (**a**)، مجموع کلروفیل **b** و **a** (**b**) و نسبت کلروفیل **a/b** (**c**) موجود در برگ در تیمارهای مختلف شوری نسبت به شاهد



شکل۹– اثر شوری بر محتوای کل قندهای محلول و نشاسته موجود در اندام هوایی (**a,b**) و ریشه (**c,d**) در تیمارهای مختلف شوری نسبت به تیمار شاهد

بحث

نتایج نشان داد که افزایش شوری تا سطح ۲۰۰ میلی‌مولار منجر به افزایش در تولید ماده خشک گردید. افزایش معنی‌دار تولید ماده خشک در سطح ۲۰۰ میلی‌مولار ممکن است ناشی از جذب یون باشد (Khan *et al.*, 2001)، زیرا رشد و زنده ماندن هالوفیت‌ها به سطوح بالای تراکم یون برای نگهداری تنظیم اسمزی و فشار تورژسانس نیاز دارد (Flowers *et al.*, 1977) بر پایه اطلاعات بدست‌آمده به‌رغم عدم کاهش وزن خشک گیاه، پس از ۱۴روز تیمار شوری ارتفاع و سطح برگ گیاهان تحت تنش کاهش یافت. گزارش‌های ارائه شده توسط Bajji و همکاران (۱۹۹۸) در مورد *Atriplex halimus*، Clipson و همکاران(۱۹۸۵) در مورد *Suaeda maritima*، Khan و همکاران (۲۰۰۰) در مورد *Suaeda* fruticosa، Khan و همکاران (۲۰۰۱) در مورد *Salicornia rubra*، Gulzar و همکاران (۲۰۰۳) در مورد*Aeluropus lagopoides* واکنش ارائه شده در این مطالعه را تأیید می‌کنند. شوری ۴۰۰ میلی‌مولار باعث بالاترین مقدار خروج نمک از اندام‌های هوایی نسبت به تیمار شاهد گردید. اطلاعات ارائه شده پیشنهاد می‌کند که مقدار خروج نمک از بافت بطور پیچیده‌ای درگیر در روابط جذب نمک و سطح رشد گیاه است. محتوای یون سدیم دفع‌شده از اندام هوایی تقریباً منطبق بر هدایت الکتریکی نمک ترشحی در سطح برگ بود. به عبارت دیگر به نظر می‌رسد این یون سدیم است که تعیین‌کننده مقدار خروجی یون از بافت‌های برگی است. از طرف دیگر پتاسیم در همه حالات وضعیت پایداری را نشان داد اما تیمار شوری فرایند خروج پتاسیم از برگ را القاء کرده است. این پدیده جایگاه مهم تولید غدد نمکی و نقش آنها در دفع مقادیر اضافی نمک بدون از بین بردن عناصر ضروری را نشان می‌دهد (Barhoumi *et al.*,2007).

تعیین محتوای درونی یون سدیم و پتاسیم در اندام هوایی نشان داد که شوری منجر به افزایش محتوای درونی سدیم و کاهش پتاسیم گردید. این نتایج با نتایج حاصل از پژوهش Maggio و همکاران (۲۰۰۰) در مورد *Salvadora persica*، Khan و همکاران (۲۰۰۱) در مورد *Salicornia rubra*، Barhomi و همکاران (۲۰۰۶) در مورد *Aeluropus littoralis*، Mala و همکاران (۲۰۱۰) در مورد *Salicornia brachia* و Glenn (۱۹۸۷) در مورد ۱۴ نوع گراس مشابهت دارد. به نظر می‌رسد گیاه در تنظیم فرایند رشد مقداری از پتاسیم موجود در برگ را با یون سدیم (به‌منظور تنظیم بخشی از فعالیت‌های غیر تخصصی خود) جایگزین خواهد کرد؛ همچنین گیاه از تراکم مقادیر بالای یون سدیم برای رسیدن به تعادل اسمزی استفاده می‌کند (Khan *et al.*, 2001) تعیین محتوای یون سدیم و پتاسیم در ریشه نشان داد که شوری منجر به افزایش غلظت درونی یون‌های سدیم و پتاسیم شد. به عبارت دیگر در پاسخ به تنش شوری ریشه به طور معنی‌داری محتوای سدیم را افزایش داد، در حالی‌که مقدار پتاسیم در برگ به حداقل رسید ولی ریشه افزایش شدیدی را نشان داد. وجود چنین پاسخی می‌تواند تابع افزایش جذب پتاسیم و یا کاهش انتقال و افزایش تجمع ریشه‌ای باشد. شاید به همین دلیل نسبت یون سدیم و پتاسیم اندام هوایی به ریشه با افزایش شوری کاهش یافته است. این پدیده می‌تواند عامل افزایش غلظت یون‌های سدیم و پتاسیم در ریشه باشد (Gulzar *et al.*, 2003). کاهش معنی‌دار محتوای کلروفیل با پژوهش‌های انجام شده توسط Azooz و همکاران (۲۰۰۴) در مورد سورگوم، Dagar و همکاران (۲۰۰۴) در مورد *Salvadora persica* و Parida و همکاران (۲۰۰۴) در مورد *Aegiceras corniculatum* مطابقت داشت. اطلاعات بدست‌آمده نشان داد که محتوای کلروفیل b حساسیت بیشتری نسبت به کلروفیل a در واکنش به تنش شوری داشت. کاهش محتوای کلروفیل تحت تیمار شوری، در مطالعات گوناگون به‌عنوان یک پدیده معمول گزارش شده است که تابع دلایل متفاوتی از قبیل آسیب غشایی، تخریب کلروفیل، ناپایداری کمپلکس پروتئین-رنگدانه، تداخل یون‌های نمک با سنتز مجدد پروتئین‌ها و تأثیر منفی بر ترکیب ساختمانی پروتئین، جلوگیری از سنتز کلروفیل یا تسریع تخریب و از هم‌پاشیدگی آن و افزایش فعالیت

کلروفیلاز باشد (Iyengar *et al*., 1996., Jaleel *et al*., 2007., Levit, 1980., Reddy *et al*., 1986., Sudhakar *et al*., 1991) عدم تعادل در حساسیت کلروفیل a و b به شوری منجر به افزایش نسبت کلروفیل a/b شد. افزایش این نسبت نتوانست افزایش محتوای کربوهیدارتی شاخساره را توجیه کند. زیرا بالاترین مقدار نسبت کلروفیلی در ۴۰۰ میلی‌مولار شوری بدست آمد که کاهش محتوای کروبوهیدراتی را نشان می‌دهد. تیمارهای شوری بطور معنی‌داری تجمع کربوهیدراتی را در بافت‌های ریشه القا می‌کنند، بجز تأثیر تیمار ۳۰۰ بر تجمع قندهای محلول بالاترین مقدار تجمع در بالاترین تیمار شوری بدست آمد که به نظر می‌رسد در سطوح بالاتر شوری نقش ریشه در مقاومت به شوری مؤثرتر باشد. تنظیم اسمزی تقریباً در همه انواع گیاهان سنتز و تراکم محلول‌های آلی را درگیر می‌کند که پتانسیل اسمزی سلول را کاهش می‌دهد تا پتانسیل تورژسانس بالایی را برای حفظ رشد فراهم نمایند (Ashraf & Harris, 2004., Cha-um *et al*., 2004., Lacerda *et al*., 2003) تجمع کربوهیدرات‌ها به‌عنوان یک عامل تنظیم اسمزی آلی در پاسخ به شوری در تعداد زیادی از گیاهان گزارش شده است که نقش عمده‌ای را در حفاظت و تنظیم اسمزی و ذخیره کربن ایفاء می‌کند (Stivesev *et al*., 1973; Dubey, 1999) و به‌رغم کاهش مشخص میزان CO_2 این شاخص به‌عنوان یک پاسخ نسبت به تنش شوری و خشکی گزارش شده است (Strogonove *et al*., 1970). تراکم بالای محتوای نشاسته در اندام هوایی و ریشه می‌تواند منبعی برای سنتز قندهای محلول در شرایط شور باشد. کاهش محتوای قند شاخساره در تیمارهای ۲۰۰ و ۳۰۰ میلی‌مولار می‌تواند به دلیل تنفس بالا و یا کاهش در فعالیت فتوسنتزی همراه با کاهش در نسبت رشد باشد (Sivasankaramoorthy *et al*., 2011) البته ارزیابی‌های ارائه شده دخالت مؤثر تغییر در الگوی اسیمیلاسیون کربن و تغییر در توزیع و تجمع یون‌های سمی را در القا رشد و تحمل به شوری گیاه آلروپوس نشان می‌دهد.

منابع مورد استفاده

-Ashraf, M. and Harris, P.J.C., 2004. Potential biochemical indicators of salinity tolerance in plants. Plant Sci, 166:3-16.

-Azooz, M.M., Shadded, M.A. and Abdel-Latef, A.A.,2004. The accumulation and compartmentation ofproline in relation to salt tolerance of three sorghum cultivars. Indian J. Plant Physiol, 9: 1-8.

-Barhoumi, Z., Djebali, W., Smaoui, A., Chaïbi, W. and Abdelly, C., 2007. Contribution of NaCl excretion to salt resistance of Aeluropus littoralis (Willd) Parl. J. Plant Physiol, 164:842-850.

-Bajji, M., Kinet, J.M. and Lutts, S., 1998. Salt stress effects on roots and leaves of Atriplex halimus and their corresponding callus cultures. Plant science, 137:131-142.

-Cha-um, S., Kirdmanee, C. and Supaibulwatana, K., 2004. Biochemical and physiological responses of thai jasmine rice (Oryza sativa L. ssp. indicacv.KDML105) to salt stress. Sci.Asia, 30: 247-253.

-Clipson, N.J.W., Tomos, A.D., Flowers, T.J. and Wynjones, R.G., 1985. Salt tolerance in the halophyte Suaeda maritime L.Dum. Planta, 165: 392-396.

-Congming, L., Nianwei, Q., Qingtao, L., Baoshan, W. and Tingyum., 2002. Does salt stress lead to increased susceptibility of photosystem II to photoinhibition and changes in photosynthetic pigment composition in halophyte Suaeda salsa grown outdoors. Plant Science, 163: 1063-1068.

-Dagar, J.C., Bhagwan, H. and Kumar, Y., 2004. Effect on growth performance and biochemical contents of Salvadora persica when irrigated with water of different salinity. Indian J Plant Physiol, 9: 234-238.

-Dubey, R.S., 1999. Protein synthesis by plants under stressful conditions. In M. Pressarakli (ed). Handbeek of plant and crop stress. Marcel Decker press Inc. New York, pp: 365-397.

-Flowers, T.J., Troke, P.F. and Yeo, A.R., 1977. The mechanism of salt tolerance in halophytes. Annual Review of Plant Physiology, 28: 89–121.

-Flowers, T.J., Hajibagheri, M.A. and Clipson, N.J.W., 1986. Halophytes. The Quarterly Review of Biology, 61: 313–337.

-Greenway, H. and Munns, R., 1980. Mechanisms of salt tolerance in nonhalophytes. Ann. Rev. Plant physiol, 31:149-190.

-Glenn, E. P., 1987. Relationship between cation accumulation and water content of salt-tolerant grasses and a sedge. Plant, Cell, and Environment, 10: 205–212.

-Gulzar, S., Khan, M.A. and Ungar, I.A., 2003. Effects of salinity on growth, ionic content, and plant–water status of Aeluropus lagopoides. Commun Soil Sci Plant Anal, 34:1657–68.

-Hasegawa, P.M., Bressan, R.A., Zhu, J.K. and Bohnert, H.J., 2000. Plant cellular and molecular responses

to high salinity. Annu. Rev. Plant Physiol. Mol. Biol, 51: 463-499.
-Hiscox, J. D. and Israelstam, G. F., 1979. A method for the extraction of chlorophyll from leaf tissue without maceration. Canadian Journal of Botany, 57:1332-1334.
-Iyengar, E. R. R. and Reddy, M. P., 1996. Photosynthesis in high salt tolerant plants. In: Pesserkali, M. (Ed.). Hand Book of Photosynthesis. Marshal Deker. Baten Rose, USA, pp. 56-65.
-Jaleel, C.A., Manivannan, P. and Lakshmanan, G.M.A., 2007. NaCl as a physiological modulator of proline metabolism and antioxidant potential in Phyllanthus amarus. C R Biologies, 330:806-813.
-Kochert, G., 1978. Carbohydrate determination by the phenol sulfuric acid method. Handbook of physiological methods, Cambridge university press first published, P.96-97.
-Khan, M.A., ungar, I.A. and showalters, A.M., 2000. The effect of salinity on the growth, water status and ion content of a leaf succulent perennial halophyte, Suaeda fruticosa(L.).Forssk. Journal of Arid Environments, 45:73-84.
-Khan, M.A., Gul, B. and Weber, D.J., 2001. Effect of salinity growth and ion content of Salicornia Rubra. Commun. Soil Sci. Plant Anal, 2965–2977.
-Larcher, w., 1995. Physiological plant ecology(3 rd). Springer publishing, pp:390.
-Lacerda, C.F., Cambraia, J., Oliva, M.A., Ruiz, H.A. and Prisco, J.T., 2003. Solute accumulation and distribution during shoot and leaf development in two sorghum genotypes under salt stress. Environ. Exp. Bot, 49: 107-120.
-Levit, J., 1980. Responses of Plants to Environmental Stresses, Academic Press, Vol. II, New York.
Munns, R., 1993. Physiological processes limiting plant growth in saline soils: some dogmas and hypotheses. Plant Cell and Environment, 16: 15-24.
-Munns, R., 2002. Comparative physiology of salt and water stress. Plant Cell Environ, 25: 239-250.
-Mala, P., Umamaheswari, M., Jayakumari, M., Maheswari, K., Subashree, M., Sevanthi, T. and Manikandan, T., 2010. Growth and salt balance of the halophyte Salicornia brachiatain relation to salinity. International Journal of Current Research, 1:12-15.
-Maggio, A., Reddy, M.P. and Joly, R.J., 2000. Leaf gas exchange and solute accumulation in the halophyte Salvadora persica grown at moderate salinity. Environtment Expexperimental Botany, 44: 31-42
-Ortiz-Dorda, J., Martinez-Mora, C., Correal, E., Simon, B. and Cenis, J.L., 2005. Genetic structure of Atriplex halimus populations in the mediterranean basin. Ann. Bot, 95: 827-834.
-Prabhjot, K.G., Arun, D.S., Prabhjeet, S. and Singh, B., 2001. Effects of various abiotic stress on the growth, soluble sugars and water relations of sorghum seedling grown in light and darkness. Blug. J. Plant physiol, 27:72-84.
-Parida, A. K., Das, A.B. and Mittra, B., 2004. Effect of salinity on biochemical components of the mangrove, Aegiceras corniculatum. AquaticBotany, 80: 77-87.
-Reddy, M.P. and Vora, A.B.,1986. Changes in pigment composition, Hill reaction activity and saccharides metabolism in Bajra (Pennisetumtyphoides S & H) leaves under NaCl salinity. Photosynthetica, 20: 50-55.
-Sudhakar, G., Jyothi, B. and Venkateswarlu, V., 1991. Metal pollution and its impact on algae in flowing waters in India. Archives of Environmental Contamination and Toxicology, 21:556-566.
-Stivesev, M.V., Ponnamoreva, S.A. and Kuzenstova, E.A., 1973. Effect of stabilization and herbicides on chlorophyll activity in tomato leaves. FiziolRast, 20: 62-65.
-Strogonove, B.P., Kabanaw, V.V., Lapina, L.P. and Prykhodko, L.S., 1970. Structure and function of plant cells under salinity conditions. 1 Edi. Nauka publishing House., Moscow.
-Sivasankaramoorthy, S., Balasubramanian, T., Amuthavalli, P. and Sivaraman, P., 2011. Studies on the effect of salt stress in Rhizophora Apiculata BL. Journal of Phytology, 3(1): 13–17.
-Wei, Y., Guangmin, X., Daying, Z. and Huimin, C.,2001. Transfer of salt tolerance from Aeluropus littoralissinensis to wheat (Triticumaestivum L.) via asymmetric somatic hybridization. Plant Sci, 161: 259-266.
-Williams, S. and Twine, N., 1960. Flam photometric method for sodium, potassium and calcium in modern methods of plant analysis by K. peach and M V Tracey, VolV, Springer, Verlag, Berline.

Physiological behavior of halophyte *Aeluropus littoralis* in response to salinity

M. Rezaei Moshaei[1*],Gh. Nematzadeh [2], H. Askari [3]and E Shokri [4].

1*-Corresponding Author, MSc. in Biotechnology, Sari Agricultural Sciences and Natural Resources University, Sari, Iran, Email: *masumeh.rezaii@yahoo.com*

2- Professor in Plant Genetics, Genetics and Agricultural Biotechnology Institute of Tabarestan (GABIT), Sari Agricultural Sciences and Natural Resources University, Sari, Iran.

3- Assistant Professor, Department of Biotechnology, Faculty of Energy and New Technologies, University of Shahid Beheshti

4- Research Instructor, Sari Agricultural Sciences and Natural Resources University, Sari, Iran.

Received: 14/11/2011 Accepted:23/9/2012

Abstract

Aeluropus littoralis, a *monocot* halophyte, plays an effective role in the conservation of water and soil resources and the production of forage for livestock in saline lands. In the current study, physiological characteristics of *Aeluropus littoralis* was investigated in response to different salinity levels. After disinfection, the seeds of *Aeluropus littoralis* were cultured in acid-washed sand in a growth chamber under controlled condition, temperature of 25/16 °C and photoperiod of 14/10 h for day/night. After 45 days of start culture, salinity treatments (0,100,200,300,400mM NaCl) were applied. The experimental design was completely randomized design with five treatments and three replications. After 14 days of last salinity treatment, plant materials were harvested. Results showed that the highest amount of shoot dry weight and ash content was observed in 200 mM NaCl. According to the results, potassium content of the shoot unlike sodium decreased with increasing salinity, while secreted sodium and potassium from plant aerial parts increased. Root carbohydrate content and the ratio of chlorophyll a to b increased in response to salinity. The concentration of starch and total soluble sugars of shoot demonstrated no significant relationship with the ratio of chlorophyll a/b at the highest salinity level. Our results suggested that the management of detrimental ions along with the regulation of plant assimilations effectively involved in the performance of *Aeluropus littoralis* to avoid the inhibitory effect of saline condition.

Keywords: *Aeluropus littoralis*, salinity stress, physiological parameters, ion homeostasis