

فصلنامه علمی-پژوهشی تحقیقات مرتع و بیابان ایران
جلد ۱۸، شماره ۴، صفحه ۵۴۶-۵۳۷ (۱۳۹۰)

بررسی اثر تنش شوری بر برخی شاخصهای فیزیولوژیکی گونه مرتعی *Kochia prostrata*

قادر کریمی^{۱*} و محمدحسن عصاره^۲

*- نویسنده مسئول، استادیار پژوهش، بخش تحقیقات مرتع، مؤسسه تحقیقات جنگلها و مراتع کشور

پست الکترونیک: ghkarimi-58@hotmail.com

۲- دانشیار پژوهش، مؤسسه تحقیقات جنگلها و مراتع کشور

تاریخ پذیرش: ۸۹/۱۰/۱۴

تاریخ دریافت: ۸۸/۱۲/۰۲

چکیده

در این تحقیق تغییرات برخی شاخصهای فیزیولوژیکی گونه مرتعی *Kochia prostrata* که بومی ایران و دارای ارزش غذایی بالایی برای دامهاست، در هنگام مواجهه با تنش شوری مورد بررسی قرار گرفت. بذرهای این گیاه در اتاق رشد و در دمای $25 \pm$ درجه سانتیگراد و تناوب نوری ۱۶ ساعت روشنایی و ۸ ساعت تاریکی کشت شدند. برای انجام تحقیق تیمارهای ۰، ۵۰، ۱۰۰، ۱۵۰ و ۲۰۰ میلی مولار NaCl اعمال گردید. طرح مورد استفاده در این آزمایش طرح کاملاً تصادفی با ۵ تیمار و ۴ تکرار بود. برای جلوگیری از شوک اسمزی، تیمارها به تدریج اعمال گردیدند، بعد از گذشت ۲۱ روز از زمان اعمال آخرین تیمار شوری، گیاهان برداشت شدند و شاخصهای پرولین، گلیسین بتائین، قندهای محلول، پتانسیل آبی و محتوای نسبی آب مورد بررسی قرار گرفتند. نتایج نشان داد با افزایش غلظت شوری تا ۲۰۰ میلی مولار NaCl غلظت پرولین، گلیسین بتائین و قندهای محلول افزایش یافت. البته این گیاه با سنتز ترکیبهای سازگار نظیر پرولین و قندهای محلول به عنوان ساز و کارهای مقاومت به شوری جهت تنظیم اسمزی و سازش با محیطهای شور استفاده می نماید. همچنین بالا بودن محتوای نسبی آب برگ (RWC) تا ۱۵۰ میلی مولار و کاهش قابل ملاحظه پتانسیل آبی موجب افزایش کارایی مصرف آب می شود و در نتیجه گیاه آب کمتری از طریق تبخیر و تعرق از برگهای خود خارج می کند و پتانسیل آبی نشان دهنده حفظ و نگهداری آماس و در نتیجه افزایش رشد و تولید در سطوح شوری تا ۱۵۰ میلی مولار نمک بود.

واژه های کلیدی: شوری، *Kochia prostrata*، پتانسیل آبی، محتوای نسبی آب، پرولین، گلیسین بتائین و قندهای محلول.

مقدمه

کمبود تغذیه ای موجب آسیب رساندن به گیاه می شود (Ghorham, 1993). سطح بالای پرولین گیاه را قادر می سازد که پدیده اسمزی را حفظ کند، وقتی که در پتانسیل های آبی پایین رشد می کند. پرولین به عنوان ذخیره انرژی و نیتروژن برای استفاده در طول تنش شوری بکار

تنش شوری یکی از مهمترین عواملی است که سبب کاهش و گاهی اوقات نابودی رستنیهای مناطق خشک و نیمه خشک می گردد. نمک از طریق افزایش فشار اسمزی محلول خاک، سمیت یونها و بهم زدن تعادل یونها یا

عدد بذر در عمق ۲ سانتی متری کاشته شد. پس از اتمام کاشت، کلیه گلدانها با آب مقطر آبیاری شدند. سپس گلدانها به اتاق رشد و در دمای 25 ± 2 درجه سانتی گراد و تناوب نوری ۱۶ ساعت روشنایی و ۸ ساعت تاریکی انتقال یافتند. پس از گذشت ۱۰ روز دانه رستهها سر از خاک بیرون آوردند. با ظهور اولین برگ اصلی در بیش از ۵۰٪ گلدانها آبیاری گیاهان با محلول غذایی هوگلند با ترکیب عناصر ماکرو و میکرو شروع شد (Heidari, 1994). محلول هوگلند هفته‌ای دوبار و به مدت دو ماه مورد استفاده قرار گرفت.

روش تیماردهی

تیمارهای NaCl به غلظت‌های صفر، ۵۰، ۱۰۰، ۱۵۰ و ۲۰۰ میلی مولار برای *Kochia prostrata* در نظر گرفته شد. برای جلوگیری از شوک اسمزی، تیمارهای شوری به صورت تدریجی اعمال شدند، به طوری که بعد از ۱۴ روز به تیمار انتهایی شوری رسیدیم. زمان تیماردهی به مدت یک ماه پس از رسیدن به غلظت نهایی شوری در نظر گرفته شد.

برای اندازه‌گیری میزان محتوای نسبی آب برگها (RWC) با استفاده از روش (Weatherley 1950)، مقدار ۰/۵ گرم از نمونه‌های برگگی ترجیحاً برگهای سوم از انتهای هر گیاه جدا شدند. بلافاصله برگهای جدا شده جهت تعیین وزن تر با استفاده از ترازوی دقیق یک‌هزارم گرم توزین شدند. سپس نمونه‌های برگگی در داخل لوله‌های آزمایش دربار محتوی ۱۰۰ میلی لیتر آب مقطر غوطه‌ور شدند و به مدت ۶ ساعت در محیط نسبتاً خنک و بدون نور نگهداری شدند. پس از گذشت این مدت برگها را از داخل لوله‌های آزمایش در آورده و به سرعت با کاغذ

می‌رود (Sudhakar et al., 1993). تجمع کربوهیدراتهای محلول (به ویژه ساکارز) در گیاهان، اغلب به عنوان پاسخی به تنش شوری گزارش شده است، ولو اینکه تثبیت CO₂ فتوسنتزی کاهش یابد (Kerepesi, 1998). واضح است که احیا و اصلاح مراتع مناطق شور با کمک گونه‌هایی که تحمل به شوری بالایی دارند و از نظر تولید علوفه دارای ارزش غذایی بالا برای دامها می‌باشند حائز اهمیت فراوانی است. استفاده از گونه‌های بومی برای احیاء مناطق شور نه تنها می‌تواند منفعت اقتصادی داشته باشد، بلکه از نظر اکولوژیکی می‌تواند مورد توجه قرار گیرد. بهره‌برداری اقتصادی از گونه‌های مقاوم به شوری در خاکهای شور به عنوان علوفه دام و تولیدات غذایی یکی از راه‌حلهای اقتصادی قابل دسترس در شرایط فعلی می‌باشد (Yeo & Flowers, 1986).

Kochia prostrata گیاهیست بوت‌ه‌ای از خانواده Chenopodiaceae، معمولاً شکل نیم‌بوت‌ه‌ای به خود می‌گیرد. این گونه دارای واریته‌های مختلف می‌باشد (Davis, 1979). در تحقیق حاضر چگونگی تغییرات برخی شاخصهای فیزیولوژیکی در هنگام مواجهه با تنش شوری به منظور شناخت ساز و کارهای مقابله با شوری مورد بررسی قرار گرفته است.

مواد و روشها

نحوه کاشت و نگهداری گیاهان

بذرهای این گونه پس از ضد عفونی با محلول هیپوکلریت سدیم ۰/۵٪ به مدت ۱۵ دقیقه با آب جاری و آب مقطر شستشو داده شد و برای کاشت در گلدان آماده شدند. تعداد ۳۵ گلدان به ارتفاع ۲۵ سانتی متر و قطر دهانه ۲۰ سانتی متر انتخاب و تا نزدیک دهانه از کوارتز دوبار شسته شده و استریل پر شدند، در هر گلدان تعداد ۴۰

دمای ۴ درجه سانتی‌گراد نگهداری می‌کنیم تا معرف بخوبی تثبیت شود.

ب- سپس ۰/۰۵ گرم ماده‌تر را در ۵ میلی‌لیتر محلول اسیدسولفوسالیسیک (۰/۳٪) سائیده و محلول را با کاغذ واتمن شماره ۲ صاف می‌کنیم و حجم عصاره صاف شده را یادداشت می‌نماییم.

پ- ۲ میلی‌لیتر از عصاره صاف شده را با ۲ میلی‌لیتر محلول اسید نین‌هیدرین و ۲ میلی‌لیتر اسیداستیک مخلوط نموده و ۳۰ دقیقه در دمای ۱۰۰ درجه قرار می‌دهیم، سپس از لایه فوقانی که حاوی تولوئن و مدت زمان می‌باشد، لوله‌های آزمایش را به حمام یخ منتقل می‌کنیم تا سرد شوند.

ت- به لوله‌های آزمایش ۶ میلی‌لیتر تولوئن اضافه نموده و لوله‌ها را بخوبی تکان می‌دهیم. با ثابت نگه داشتن لوله‌ها به مدت ۲۰-۱۵ ثانیه ۲ لایه مجزا پرولین تشکیل می‌شود برای اندازه‌گیری میزان پرولین در طول موج ۵۲۰ نانومتر از شاهد تولوئن خالص استفاده می‌کنیم.

ث- مقدار پرولین موجود از هر نمونه را با استفاده از منحنی استاندارد محاسبه می‌کنیم، سپس برای رسم منحنی استاندارد محلولهایی با غلظت ۵، ۱۰، ۲۰، ۳۰، ۴۰ و ۵۰ میلی‌گرم بر لیتر پرولین خالص تهیه نموده و کلیه مراحل فوق را بر روی ۲ میلی‌لیتر از هر کدام از نمونه‌ها انجام می‌دهیم.

اندازه‌گیری کربوهیدراتهای محلول با استفاده از روش Kochert (1978) بشرح زیر انجام شد. درون یک بالن، ۰/۵ گرم ماده خشک گیاهی ریخته و به آن ۱۰ میلی‌لیتر اتانول ۸۰٪ اضافه شد. سپس بالن محتوی ماده و اتانول را به مدت ۱۵ دقیقه در بن‌ماری حاوی آب جوش قرار داده

خشک‌کن، آب برگ‌ها خشک گردید و با ترازوی یک‌هزارم گرم وزن آماس آنها تعیین شد. سپس نمونه‌های برگ‌ی بداخل آون الکتریکی با دمای ۷۰ درجه سانتی‌گراد منتقل شدند و بعد از ۷۲ ساعت وزن خشک برگ‌ها تعیین گردید، بدین ترتیب مقدار رطوبت نسبی برگ‌ها با استفاده از رابطه زیر محاسبه شد:

$$RWC = \frac{wf - wd}{wt - wd} \times 100$$

(در این رابطه wf: وزن تر برگ‌ها، wd: وزن خشک برگ‌ها و wt: وزن آماس برگ‌ها می‌باشد).

پتانسیل آب برگ با استفاده از روش Mckell & Richardson (1980) بشرح زیر اندازه‌گیری شد. برگ سوم سه بوته در پایان مرحله رشد برگ‌ی بطور تصادفی از گیاه جدا شده، سپس بخش جداشده دمبرگ بوسیله تیغ مخصوص دستگاه قطع و پس از گذشت ۱۵ دقیقه در داخل محفظه تجمع گاز با درپوش پلاستیکی مناسب مستقر شده، به‌طوری‌که برگ در داخل محفظه و دمبرگ خارج از محفظه قرار می‌گرفت. پس از اعمال فشار گاز و ظهور جوشش اولین قطره شیره برگ از انتهای دمبرگ دستگاه را ثابت کرده و جریان گاز قطع گردید و میزان پتانسیل آب برگ بر حسب مگاپاسکال (Mpa) ثبت گردید.

اندازه‌گیری میزان پرولین با استفاده از روش Bates et al., (1973) بشرح زیر انجام شد.

الف- ابتدا ۰/۱۲۵ گرم نین‌هیدرین را به ۲ میلی‌لیتر اسیداستیک گلاسیال اضافه می‌کنیم، بعد محلول را گرم می‌کنیم تا نین‌هیدرین کاملاً در اسید حل شود، سپس ۲ میلی‌لیتر اسید فسفریک ۶ مولار به محلول اضافه نموده و محلول بدست‌آمده را به مدت ۲۴ ساعت در یخچال با

مخلوط شد. محلول حاصل پس از تکان دادن (شیکر) به مدت ۴۸ ساعت در دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد نگهداری شد.

ب- در مرحله بعد نمونه‌ها را از کاغذ صافی عبور داده و تا زمان شروع آنالیز بعدی در فریزر قرار دادیم.

پ- سپس لوله‌های آزمایش را از فریزر خارج نموده و پس از مدتی عصاره آب شده با اسیدسولفوریک ۲ نرمال به نسبت ۱:۱ رقیق گردید.

ت- ۰/۵ میلی‌لیتر از محلول رقیق شده را در لوله‌های آزمایش ریخته و به مدت یک ساعت در آب یخ قرار دادیم، سپس معرف یدید- یدین پتاسیم خنک به میزان ۰/۲ میلی‌لیتر به آن اضافه شد و به آهستگی توسط ورتکس مخلوط شد.

ث- در مرحله بعد محلولها به مدت ۱۶ ساعت در دمای ۰-۴ درجه سانتی‌گراد (یخچال) قرار گرفتند. پس از سپری شدن این مدت زمان، نمونه‌ها را به لوله‌های ساتریفوژ منتقل نموده و در ۱۰۰۰۰ دور برای ۱۵ دقیقه و در دمای صفر درجه سانتی‌گراد ساتریفوژ شدند.

د- سپس فاز بالایی محلول را با میکروپیپت جدا نموده و مقدار ۹ میلی‌لیتر ۱، ۲- دی کلرواتان به آن اضافه گردید و به مدت یک دقیقه ورتکس شد و بعد از ۲ تا ۲/۵ ساعت میزان جذب در طول موج ۳۶۵ نانومتر قرائت گردید.

ه- مقدار گلیسین بتائین موجود در هر نمونه را با استفاده از منحنی استاندارد محاسبه می‌کنیم، سپس برای رسم منحنی استاندارد محلولهایی با غلظت صفر، ۵۰، ۱۰۰، ۱۵۰ و ۲۰۰ میکروگرم بر میلی‌لیتر گلیسین بتائین خالص تهیه نموده و کلیه مراحل فوق را بر روی هر کدام از نمونه انجام دادیم. تجزیه و تحلیل آماری تمام داده‌های

و به حالت عمودی به مبرد وصل شد. پس از جدا نمودن بالن از مبرد و سرد کردن آن، محلول را از کاغذ صافی عبور داده و جهت حذف رنگیزه‌های فتوستتزی و سایر ترکیبهای جانبی به محلول صاف شده ۵ میلی‌لیتر سولفات روی ۰/۵٪ و ۵ میلی‌لیتر هیدروکسید باریم ۰/۳ نرمال اضافه نموده و به مدت ۳۰ دقیقه با دور ۲۰۰۰ ساتریفوژ شد. بخش رویی را که حاوی قندهای محلول می‌باشد در بالن ژوژه ۱۰۰ میلی‌لیتری با آب مقطر به حجم ۱۰۰ رسانده و مواد باقیمانده بر روی کاغذ صافی می‌ماند. برای سنجش میزان نشاسته، کاغذ صافی را در آن ۱۰۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۳۰ دقیقه قرار دادیم. سپس مواد موجود روی کاغذ صافی را به مدت ۱۵ دقیقه در آب مقطر جوشانده و پس از صاف کردن عصاره حجم آن را با آب مقطر به ۱۰۰ میلی‌لیتر رساندیم. به این ترتیب عصاره قندهای محلول بدست می‌آید. دو میلی‌لیتر از عصاره را در لوله آزمایش ریخته و به آن یک میلی‌لیتر فنل ۰/۵٪ و بعد ۵ میلی‌لیتر اسید سولفوریک خالص اضافه شد. پس از ۳۰ دقیقه جذب نمونه‌ها در طول موج ۴۸۵ نانومتر قرائت شد. شاهد دستگاه حاوی دو میلی‌لیتر آب مقطر و ۱ میلی‌لیتر فنل ۰/۵٪ و ۵ میلی‌لیتر اسید سولفوریک بود. مقدار قندهای محلول موجود با استفاده از منحنی استاندارد محاسبه شد. برای رسم منحنی استاندارد محلولهای با غلظت ۱۰، ۱۵، ۲۵، ۳۵، ۴۰، ۵۰ و ۱۰۰ میلی‌گرم بر لیتر گلوکز خالص تهیه نموده و کلیه مراحل کاربردی ۲ میلی‌لیتر از هر کدام از آنها تکرار گردید.

اندازه‌گیری گلیسین بتائین با استفاده از روش Greive (1983)، بشرح زیر انجام شد.

الف- نیم گرم از برگهای خشک شده گیاه را آسیاب نموده، پودر حاصل با ۲۰ میلی‌لیتر آب دو بار تقطیر،

نتایج

نتایج داده‌های تجزیه واریانس شاخصهای فیزیولوژیکی مقاومت به شوری *Kochia prostrata* بیانگر معنی‌دار بودن تغییرات این شاخصها در سطح احتمال ۱٪ در اثر افزایش غلظت‌های مختلف شوری بوده است (جدول ۱).

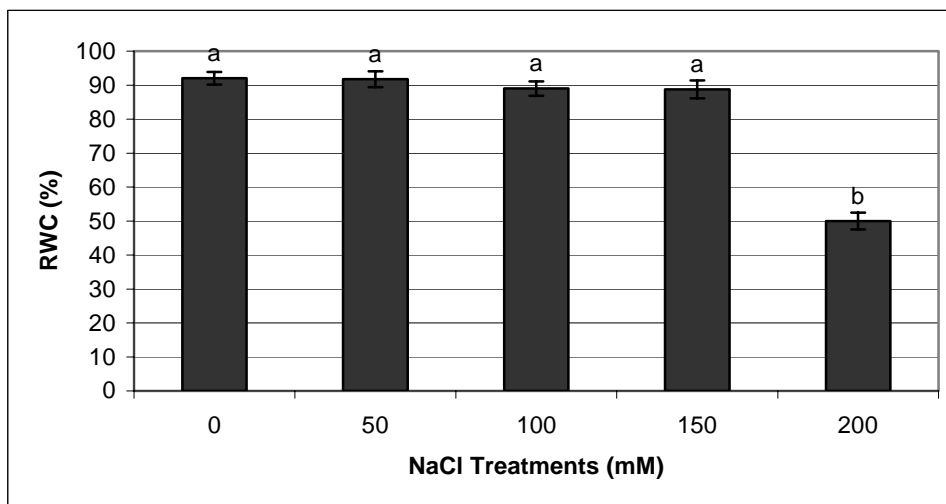
حاصل از آزمایشهای مختلف در نرم‌افزار SPSS با استفاده از تجزیه واریانس یکطرفه انجام شد. طرح مورد استفاده در این آزمایش طرح کاملاً تصادفی با ۵ تیمار و ۴ تکرار بود. برای مقایسه میانگین‌ها آزمون چند دامنه‌ای دانکن مورد استفاده قرار گرفت.

جدول ۱- تجزیه واریانس شاخصهای مقاومت به شوری *Kochia prostrata*

منابع تغییرات	df	گلیسین بتاین		پرولین		قندهای محلول		محتوای نسبی آب برگ (RWC)		پتانسیل آب برگ	
		MS	F	MS	F	MS	F	MS	F	MS	F
تیمار	۴	2×10^6	***	۳۶۳۹۶	***	۹۲۳۵/۱	***	۱۳۱۳/۱	***	۱/۲۴	***
اشتباه	۱۵	/۰۰۲	۱۸۴۶/۱	۵۹۵/۳	۶۱/۱۳	۲۱۶/۸	۴۲/۵	۲۴/۶	۵۳/۳	/۰۴۳	۲۸/۸

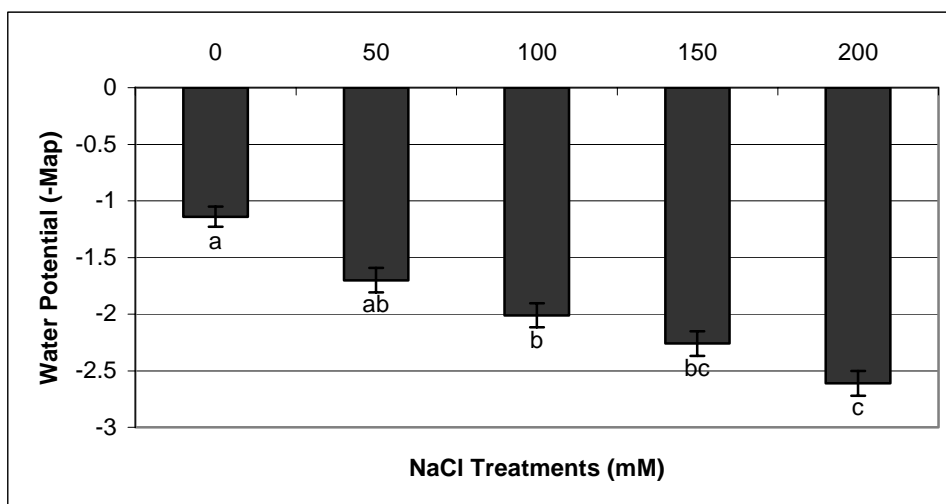
میلی مولار NaCl محتوای نسبی آب برگ تا ۵۰٪ کاهش یافت (حروف a و b به ترتیب نشانگر معنی‌دار و عدم معنی‌دار بودن تیمارهای مختلف می‌باشد) (شکل ۱).

با افزایش شوری محیط تا ۱۵۰ میلی مولار محتوای نسبی آب برگها (RWC) تغییر معنی‌داری نکرد، ولی در شوری بیشتر از آن محتوای نسبی آب برگها کاهش معنی‌داری را نشان داد؛ به طوری که در تیمار ۲۰۰

شکل ۱- اثر شوری بر محتوای نسبی آب برگ *Kochia prostrata* (RWC)

شوری بالاتر از آن پتانسیل آب برگ گیاه منفی تر شد و کاهش قابل ملاحظه‌ای را نشان داد (حروف a و b عدم تغییرات معنی دار و c تغییرات معنی دار را نشان می‌دهد) (شکل ۲).

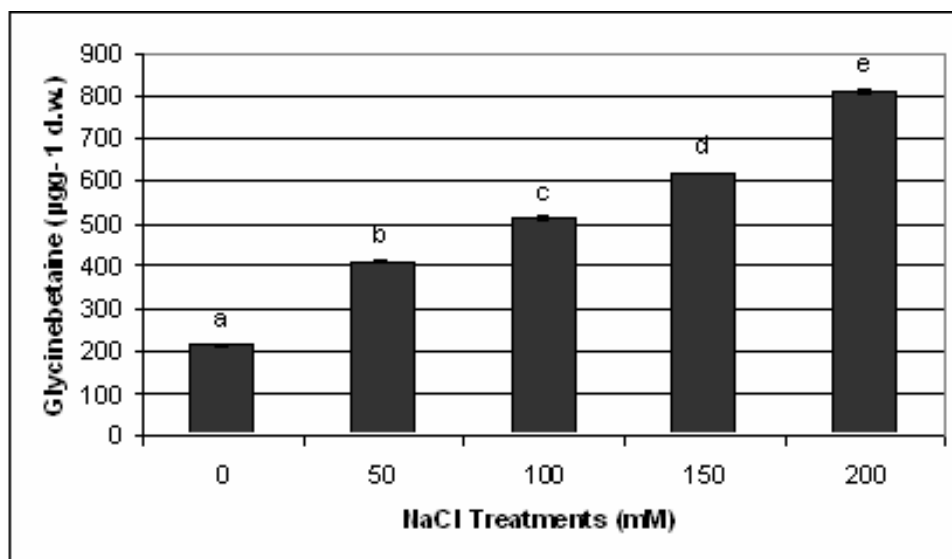
افزایش شوری موجب کاهش معنی دار پتانسیل آب (Ψ_w) برگها گردید، ولی در عین حال این کاهش بین دو سطح شوری ۱۰۰ و ۱۵۰ میلی مولار معنی دار نبود. البته در سطوح



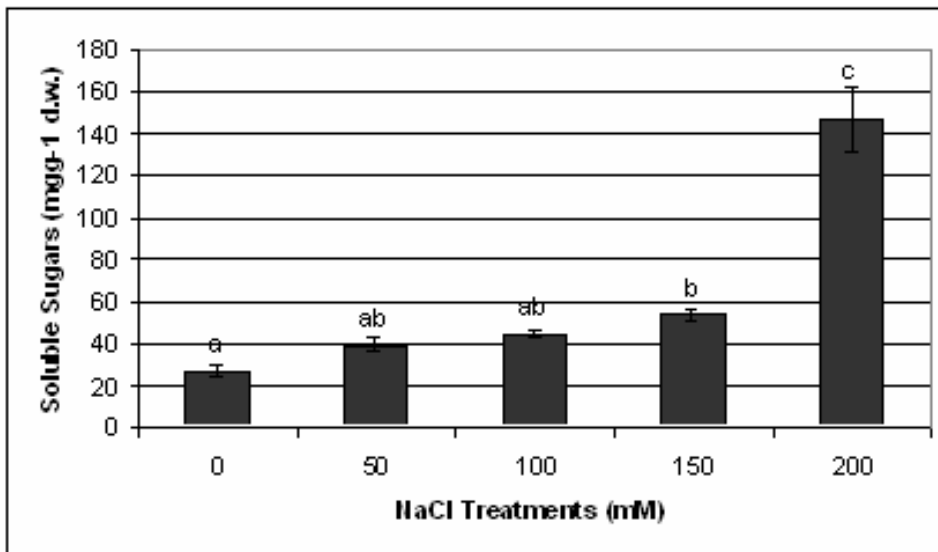
شکل ۲ - اثر شوری بر پتانسیل آبی *Kochia prostrata*

شاهد رسید (حروف a, b, c, d و e نشانگر تغییرات معنی دار تیمارهای مختلف می‌باشد) (شکل ۳).

میزان گلیسین بتایین در اثر شوری و متناسب با میزان شوری بطور معنی داری افزایش یافت، به طوری که در سطح شوری ۲۰۰ میلی مولار این میزان به ۲/۵ برابر تیمار



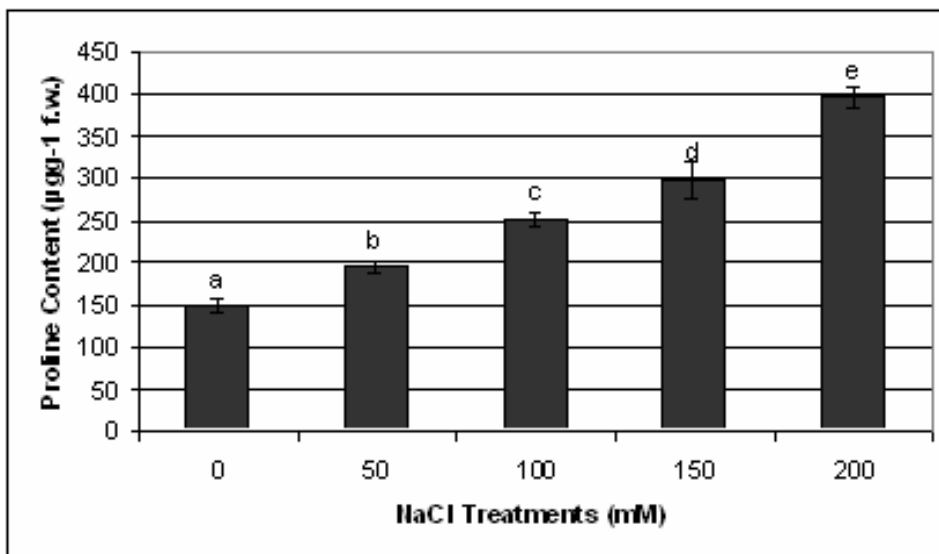
شکل ۳ - اثر شوری بر محتوای گلیسین بتایین *Kochia prostrata*



شکل ۴- اثر شوری بر محتوای قندهای محلول *Kochia prostrata*

محتوای پرولین در اثر عامل شوری بدون توجه به سطح شوری افزایش معنی داری یافت. این افزایش در غلظت‌های شوری بالا، به چند برابر تیمار شاهد رسید (حروف a, b, c, d, e نشانگر تغییرات معنی دار تیمارهای مختلف غلظت نمک می‌باشد) (شکل ۵).

افزایش شوری موجب افزایش معنی دار محتوای قندهای محلول در گیاه گردید، به طوری که در تیمار ۲۰۰ میلی مولار NaCl این میزان به ۵ برابر تیمار شاهد رسید. در عین حال این افزایش در سطوح شوری ۵۰ و ۱۰۰ میلی مولار معنی دار نبود، (حروف a و b عدم تغییرات معنی دار و c تغییرات معنی دار را نشان می‌دهد) (شکل ۴).



شکل ۵- اثر شوری بر محتوای پرولین *Kochia prostrata*

بحث

نتایج بدست آمده ارتباط مستقیم بین افزایش شوری و کاهش پتانسیل آبی (Ψ_w) در گیاه مورد مطالعه را نشان داد، به طوری که با افزایش غلظت شوری پتانسیل آبی منفی تر شده است. نتایج مشابهی روی *Suaeda fruticosa* (L) Forssk (Khan et al., 2000) و *Atriplex griffithii* (Khan et al., 2000) گزارش شده است. کاهش پتانسیل آب در محیط اطراف ریشه *Kochia prostrata* در اثر افزایش غلظت شوری به کاهش پتانسیل آب منجر می شود و در نتیجه گیاه با کاهش پتانسیل آبی (منفی تر شدن پتانسیل آبی)، کارایی مصرف آب را در پاسخ به تنش های شوری افزایش می دهد و آب کمتری را از طریق تبخیر و تعرق از برگ های خود خارج می کند که با نظر Kramer (1994) منطبق است.

داشتن توان جذب آب بالا به هنگام شوری به عنوان یک مزیت در بردباری گیاه محسوب می گردد (Rus et al., 1999). داشتن آماس مثبت از نظر فیزیولوژیکی می تواند یک ساز و کار سازشی بسیار مهم برای اجتناب از کمبود آب در برگها تلقی می شود (Meneguzzo et al., 2000). ساز و کار دیگری که این گیاه برای حفظ آماس و نگهداری میزان آب در بافت های خود در هنگام تنش شوری اعمال می کند تأثیرگذاری بر ساختار درونی است، بدین ترتیب که با تحلیل منطقه آوندی، قطر و تعداد آوندها در مسیر جریان آب مقاومت می کند. همچنین با افزایش پارانسیم بدون حفره و پر از آب یا با افزایش ضخامت در کوتیکول و تشکیل کرکها از میزان تبخیر و تعرق کاسته می شود.

بررسی های ما ارتباط مستقیم بین افزایش شوری و افزایش میزان پرولین، گلیسین بتائین و قندهای محلول را در گیاه مورد مطالعه نشان داد. در این گونه، تولید محلول های سازگار در سطوح شوری بالا افزایش قابل ملاحظه ای نشان داد، ولی

در سطوح شوری پایین (تا ۱۵۰ mM) بعضی ترکیبها مانند پرولین و قندهای محلول هم تا اندازه ای افزایش یافت، به طوری که پرولین در تمام سطوح شوری و قندهای محلول هم در غلظت ۱۵۰ میلی مولار NaCl افزایش نشان داد. این مسئله بیانگر این است که گیاه در سطوح شوری تا ۱۵۰ میلی مولار، برای تعدیل اسمزی از بعضی ترکیبها مانند پرولین و قندهای محلول نیز استفاده می کند. گلیسین بتائین با بحران تنش در گیاه ظاهر و به عنوان یک محلول تنظیم اسمزی مؤثر در گیاهان محسوب می شود و با رشد گیاهان در محیط های خشک و شور همبستگی بالایی دارد (Hanson 2007). Khan et al., (2004) گزارش نمودند که با افزایش غلظت شوری، غلظت گلیسین بتائین در *Atriplex griffithii* نیز افزایش یافت. همچنین غلظت گلیسین بتائین در گونه های *Atriplex spongiosa* و *Atriplex halimus* با افزایش شوری افزایش یافت (Wyn Jones et al., 1984).

کاهش رشد و تولید به ویژه در سطوح شوری بالا مؤید این مطلب است که گیاه برای تولید محلول های سازگار بخشی از منابع کربن را به جای تخصیص به رشد و تولید به مصرف این ترکیبها می رساند. بنابراین در گونه مورد مطالعه بخشی از تنظیم اسمزی در هنگام تنش شوری با محلول های سازگار حاصل می شود، هر چند این نوع سازگاری در مقایسه با سازگاری اسمزی با عناصر غذایی به طور عمده (Na^+ و Cl^-) نوع پرهزینه ای است. در یک نگاه کلی می توان گفت که بالابودن محتوای نسبی آب برگ (RWC) و پتانسیل آبی در *Kochia prostrata* نشان دهنده این مطلب است که این گیاه در هنگام تنش شوری تا حد معینی (۱۵۰ میلی مولار) و در مواقعی که فشار اسمزی افزایش می یابد، قادر است آب جذب نموده و به رشد خود ادامه دهد.

- 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., Ungar, I.A. and Showalters, A.M., 2000. Effects of salinity on growth, water relations and ion accumulation of the subtropical perennial halophyte, *Atriplex griffithii* Var. Stocksii. Annals of Botany. 85: 225-232.
- Kochert, G., 1978. Carbohydrate determination by the phenol sulfuric acid method. handbook of physiological methods. Johan, A. Hellebust, and g. s. craigie. Cambridge university press first published P. 96-97.
- Krammer, D., 1994. Cytological aspects of salt tolerance in higher plants. In: salinity tolerance in Plants: strategies for crop Improvement. Pp. 3-15.
- Meneguzzo, S., Navari-Izzo, F. and Izzo, R., 2000. NaCl effect on water relations and accumulation of mineral nutrients in shoots, roots and cell sap of wheat seedling. J Plant Physiol 156: 711-716.
- Munns, R., Cramer, G.R. and Ball, M.C., 1999. Interactions between rising CO₂, soil salinity, and plant growth. In: Luo, Y. and Mooney, H.A. (eds.) Carbon Dioxide and Environmental Stress. Academic Press, New York, pp:139-167.
- Munns, R., 2002. Comparative physiology of salt and water stress. Plant Cell Environ. 25: 239-250.
- Richardson, S.G. and McKell, C.M., 1980: water relations of *Atriplex canescens* as affected by the salinity and moisture percentages of processed oil shale. Agronomy Journal. 72: 946-95.
- Rus. A.M., Panoff, M., Perez-Alfocea, F. and Bolarin, M.C., 1999. NaCl responses in tomato calli and whole plants. J Plant Physiol 155: 727-733.
- Saneoka, H., Nagasaka, C., Hahn, D.T., Yang, G.S., Premachandra, R.J. and Joly, D.R., 1999. Salt tolerance of glycinebetaine deficient and containing maize lines. Plant. Physiology. 107: 631-638.
- Sudhakar, P.R., Reddy, M.P. and Veeranjanyulu, K., 1993. Effect of salt stress on the enzymes of proline synthesis and oxidation in Green gram seedling. J. Plant. Physiol. 141: 621-623.
- Weatherley, P.E., 1950. Studies in water relation of cotton plants, the field measurement of water deficit in leaves. New Phytol. 49: 81-87.
- Wyn Jones, R.G., 1984. Phytochemical aspects of osmotic adaptation. In: Timmerman BN, Steelink C, Loewus FA, eds. Recent advances in phytochemistry, Vol 3, Phytochemical adaptation to stress. New York: Plenum Press, 55-78.
- Yeo, A. and Flowers, T., 1986. Ion transport in *suaeda maritima*: its relation to growth and implications for the path way of radial transport of ions across the root. J. EXP. Bot. 37: 143-159.
- همچنین این گیاه با سنتز ترکیب‌های سازگارکننده اسمزی مانند گلیسین بتائین، پرولین و کربوهیدرات‌های محلول به‌عنوان ساز و کاری جهت تنظیم اسمزی و سازش با محیط‌های شور استفاده می‌کند.

منابع مورد استفاده

- Aspinall, D., 1989. Metabolic effects of water of leaf surface. In plant growth. drought and salinity, Turner, N.C. and Passioura, J.B(eds). Pp: 59-74.
- Azaiza, H., Guns, B. and Steudle, E., 1992. Effects of Nacl and CaCl₂ on water transport across root cells of maize (*Zea mays*) seedlings. Plant Physiol 99: 886894.
- Bates, L.S., Waldran, R.P. and Tear, I.D., 1973. Rapid determination of free proline for water studies. Plant siol. 39: 205-208.
- Davis, A.M., 1979. Forage quality of *Kochia prostrata* compared with three browse species. Agron. J. 71: 822-824.
- Glenn, E.P., Brown, J. and Jamal-khan, M., 1997. Mechanisms of salt tolerance in higher plants. The university of Arizona, PP: 83-110.
- Gorham, J., 1993. Genetics and physiology of enhanced K/Na discrimination. Pp. 151-159. In P. Randall (ed) Genetic aspects of plant mineral nutrition. Kluwer Academ. Pub. The Netherlands.
- Greenway, H. and Munns, R., 1980. Mechanisms of salt tolerance in nonhalophytes. *Ann. Rev. Plant Physiol.* 31: 149-190.
- Greive, C.M. and Grattans, R., 1983. Rapid assay for determination of water soluble quaternary-amino compounds. Plant Soil. 70: 303-307.
- Hanson, A.D., May, A.M., Grumet, R., Bode, J., Jamieson, G.C. and Rhodes, D., 2007. Betaine synthesis in chenopods: Localization in chloroplasts. Proceedings of the National Academy of Science, USA. 82: 3678-3682.
- Heidari, S.A.H., 1994. Variation in the sensivity of hodulation and nitrogen fixation to nitrate in annual *Medicago* species. Ph.D. Thesis. Adelide Univ. Australia. P. 179.
- Karimi, Sh. and Ungar, I.A., 1984. The effect of salinity on the ion content and water relations of *Atriplex triangularis*. USDA Forest Service, 124-132.
- Kasier, M.W., 1992. Effect of water deficit on photosynthetic capacity. Plant Physiol. 71: 142-149
- Kerepesi, I., 1998. Osmotic and salt stresses induced differential alteration in water-soluble carbohydrate content in wheat seedling. J. Agric. Food. Chen??: 5347-5354.

Effects of salinity stress on some physiological characteristics of *Kochia prostrata*

Karimi, Gh^{1*} and Assareh, M.H.²

1*- Corresponding Author, Assistant Professor, Research Institute of Forests and Rangelands, Tehran, Iran,
Email: ghkarimi-58@hotmail.com

2- Professor, Research Institute of Forests and Rangelands, Tehran, Iran.

Received: 21.02.2010

Accepted: 04.01.2011

Abstract

In the current study, some physiological responses of *Kochia Prostrata* to salinity stress were investigated. This species is native to Iran and could be used as forage for livestock. Plants were exposed to 0 (control), 50, 100, 150, and 200 mM NaCl. The experimental design was completely randomized design with 4 replications and 5 treatments. To prevent osmotic shock, the treatments were done gradually. After 21 days of the last salinity treatment, the plants were harvested and proline, glycinebetaine, soluble sugars, water potential and relative water content were measured. The result showed that in *Kochia Prostrata*, with an increase of salinity concentration up to 200 mM NaCl, proline, glycinebetaine and soluble sugars increased. According to the results, this plant tolerates the salinity through the synthesis of proline, soluble sugars and glycinebetaine as the mechanisms of salt tolerance. The high relative water content of the leaf (RWC) up to 150 mM and significant decrease of water potential also caused an increase of water use efficiency with low evaporation and transpiration from the leaves.

Key words: Salinity, *Kochia Prostrata*, water potential, relative water content, proline, glycinebetaine, soluble sugars.