

اثر شوری روی جوانه‌زنی، وزن تر و خشک، محتوای یونی، پرولین، قند محلول و نشاسته گیاه *Suaeda fruticosa*

معصومه پوراسماعیل^۱، مه لقا قربانلی^۲، رمضانعلی خاوری نژاد^۲

۱- عضو هیات علمی گروه پژوهشی میکروبیولوژی کاربردی، جهاد دانشگاهی دانشگاه تهران، ۲- عضو هیات علمی گروه زیست‌شناسی، دانشگاه تربیت معلم تهران

تاریخ وصول: ۸۲/۸/۲۵

چکیده

شوری یک مشکل درحال توسعه در خاکهای کشاورزی است که رشد و نمو گیاه را تحت تاثیر قرار می‌دهد. شوری پتانسیل آبی سوبسترا را کاهش داده و جذب آب و مواد غذایی توسط گیاه را محدود می‌کند. در این پژوهش اثر غلظتهای ۰، ۱۰۰، ۲۰۰، ۳۰۰، ۴۰۰ و ۵۰۰ میلی مولار NaCl بر روی جوانه‌زنی، وزن تر و وزن خشک، محتوای یون‌های Na^+ ، K^+ ، Cl^- ، پرولین، قندهای محلول و نشاسته، هالوفیت *Suaeda fruticosa* مورد بررسی قرار گرفته است. نتایج به دست آمده نشان می‌دهد که با افزایش شوری درصد جوانه زنی بذرهای این گیاه کاهش یافته و در تیمار ۵۰۰ میلی مولار NaCl تقریباً بازداشته می‌شود. مقایسه گیاهان رشد یافته در شوری با نمونه شاهد نشان می‌دهد وزن تر و وزن خشک گیاهان تاشوری ۲۰۰ میلی مولار افزایش و پس از آن کاهش می‌یابد. از اثرات دیگر شوری بر روی این گیاه می‌توان به افزایش محتوای پرولین، قندهای محلول، یونهای Na^+ و Cl^- و کاهش محتوای یون K^+ اشاره نمود. میزان نشاسته نیز تا تیمار ۳۰۰ میلی مولار افزایش و پس از آن کاهش می‌یابد.

واژه‌های کلیدی: شوری، هالوفیت، کلوروسدیم، سوادا فروتیکوزا.

مقدمه

شوری یکی از اصلی ترین تنش های اسمزی است که به صورت برجسته رشد و تولید گیاه را محدود می کند (۱۰). شوری آشفته گیاهی زیاده را در سطح سلولی و کل گیاه القاء می نماید. تنش شوری در نتیجه برخی فرآیندهای زیان آور شامل عمل سمی یونهای Na^+ و Cl^- ، تغییر در وضعیت آب بافتهای گیاه و تنشهای ثانویه نظیر تنش اکسیداتیو حاصل می شود. از آنجائیکه بردباری به شوری یک خصوصیت پیچیده است، علاقه زیادی در مطالعه رفتار فیزیولوژیکی گونه های هالوفیت به منظور تعیین مکانیسم های بردباری به شوری وجود دارد (۳).

بررسی ویژگیهای فیزیولوژیکی گونه های مختلف در ارتباط با بردباری به شوری دو هدف را دنبال می کند: اولاً) به تعیین و طبقه بندی دامنه وسیعی از پاسخها منجر می شود که گیاهان در ارتباط با افزایش شوری نشان می دهند. ثانیاً) باعث انتخاب ویژگیهای سازشی گیاه نسبت به تنش شوری می شوند (۷).

هالوفیتها گیاهانی هستند که قادرند در خاکهای شور رشد نموده و در اغلب موارد رشد آنها با حضور نمک افزایش می یابد (۶). هالوفیتها مختلف مکانیسم های متفاوتی از تنظیم و جذب نمک را نشان می دهند به طوری که نه تنها در شرایط شوری بالا زنده می مانند بلکه در این شرایط رشد نیز می نمایند. مطالعه بر روی چنین گونه های گیاهی علاوه بر اینکه بررسی مکانیسم های تحمل نمک در این گیاهان را ممکن می سازد، موجب فراهم سازی

اطلاعاتی می شود که می تواند از طریق مهندسی ژنتیک برای افزایش میزان تولید و تحمل نسبت به شوری در دیگرگونه های گیاهی به کار رود (۶).

Suaeda fruticosa یک هالوفیت چندساله برگ گوشتی از خانواده اسفناج است که در نواحی خوزستان، آبادان، هرمزگان، بلوچستان و سواحل و جزایر خلیج فارس پراکنش دارد (۲).

هدف این بررسی از یک طرف تعیین اختلاف در پاسخ این گیاه به شوری در مرحله جوانه زنی و رشد و از طرف دیگر بررسی برخی خصوصیات فیزیولوژیکی دخیل در مقاومت به شوری این گیاه از جمله وزن تر و وزن خشک، تجمع یونهای Na^+ ، K^+ ، Cl^- ، غلظت پرولین، قندهای محلول و نشاسته در سطوح مختلف شوری می باشد.

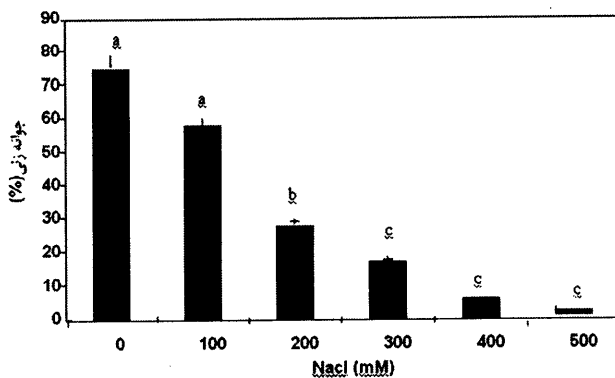
مواد و روشها

برای بررسی اثر شوری روی جوانه زنی، دانه ها در پتری دیشهای ۸ سانتیمتری در تاریکی و دمای ۳۰ درجه سانتیگراد قرار داده شدند، آزمایشات اولیه آشکار نموده بود که این شرایط برای جوانه زنی این گیاه مناسب می باشد (۱،۹). چهار تکرار (چهار پتری دیش) ۲۵ دانه ای برای هر ۶ تیمار $NaCl$ (۰، ۱۰۰، ۲۰۰، ۳۰۰، ۴۰۰ و ۵۰۰ میلی مولار) به کار برده شد و به هر پتری دیش ۸ میلی لیتر از محلول نمکی مورد نظر افزوده شد (لازم به ذکر است که $NaCl$ مورد استفاده در کلیه مراحل این پژوهش ساخت شرکت شیمیایی باران با درجه خلوص

فواصل تغذیه گیاهان با محلول غذایی هوگلند گلدان ها از زیرتوسط آب مقطر آبیاری می شدند. پس از ۲۱ روز بخش هوایی گیاهان از ناحیه یقه از سطح گلدانها جدا شده و بلافاصله وزن تر آنها اندازه گیری شد، بخش زیرزمینی نیز به صورت جداگانه از گلدانها خارج شده و نگهداری شد. سپس وزن خشک، محتوای پرولین (۴)، محتوای فندهای محلول و نشاسته (۱۱) بخش هوایی و محتوای یونهای Na^+ ، K^+ و Cl^- در دو بخش هوایی و زیرزمینی مورد بررسی قرار گرفت. نتایج بدست آمده با استفاده از نرم افزار SPSS، آزمون دانکن و آنالیز واریانس یک عاملی تجزیه و تحلیل شد.

نتایج

آنالیز واریانس یک عاملی نتایج به دست آمده از این پژوهش نشان داد که: جوانه زنی دانه های *Suaeda fruticosa* به صورت معنی داری با افزایش شوری بازداشته می شود (شکل ۱).

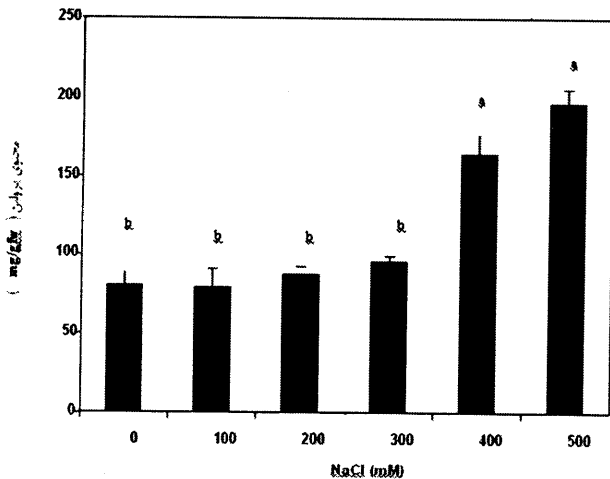


شکل ۱: درصد جوانه زنی بذرهاي *Suaeda fruticosa* در غلظتهای مختلف شوری. حروف مشابه نشاندهنده عدم وجود اختلاف معنی دار در سطح ($P < 0/05$) می باشد.

۱۰۰/۵ - ۹۹/۵ بود). مطالعات جوانه زنی ۱۴ روز دنبال شد و تعداد دانه های جوانه زده هر هفته یکبار یادداشت شد. اساس جوانه زنی خروج ریشه اولیه از بذرها بود.

برای بررسی اثر شوری بر روی دانه رسته های این گیاه، ۳۰ گلدان حاوی ماسه در نظر گرفته شد و در هر گلدان ۱۰ بذر کاشته شد، گلدانها در اتاق رشد با فتوپریود ۱۲ ساعته و دمای ۳۵ درجه سانتیگراد در روز و ۲۵ درجه سانتیگراد در شب نگهداری شدند. پس از گذشت ۵ روز دانه رست ها سراز خاک بیرون آوردند، در این زمان برای یکنواخت شدن شرایط گلدانها در هر گلدان ۵ گیاه نگه داشته شد. گلدانها با محلول هوگلند ۱/۲ هفته ای دوبار (هر بار به میزان ۵۰ میلی لیتر) و به مدت ۳ ماه تغذیه شده و پس از این زمان تیماردهی آغاز شد. تیمارهای NaCl به غلظتهای ۰، ۱۰۰، ۲۰۰، ۳۰۰، ۴۰۰ و ۵۰۰ میلی مولار تهیه و برای هر تیمار ۵ گلدان در نظر گرفته شد. برای جلوگیری از شوک اسمزی در آغاز آزمایشات تیمارهای شوری به صورت تدریجی داده شد. به این شکل که غلظت تیمارهای شوری مورد استفاده به صورت دو روز در میان افزایش یافت و زمان تیماردهی ۲۱ روز پس از رسیدن به غلظت نهایی شوری در نظر گرفته شد. در این مدت به گلدان ها هفته ای دوبار محلول هوگلند خاص هر تیمار داده می شد و هر بار، محلول غذایی جدید به اندازه ای اضافه می شد که یونهای باقی مانده کاملاً شسته شده و از گلدان خارج شود تا عناصر اضافی احتمالی موجود در ماسه از محیط خارج گردد. در

افزایش در تیمارهای ۴۰۰ و ۵۰۰ میلی مولار NaCl از لحاظ آماری ($p < 0/001$) معنی دار بود (شکل ۳).



شکل ۳: میزان پروتئین بخش هوایی گیاه

Suaeda fruticosa در غلظت‌های مختلف شوری،

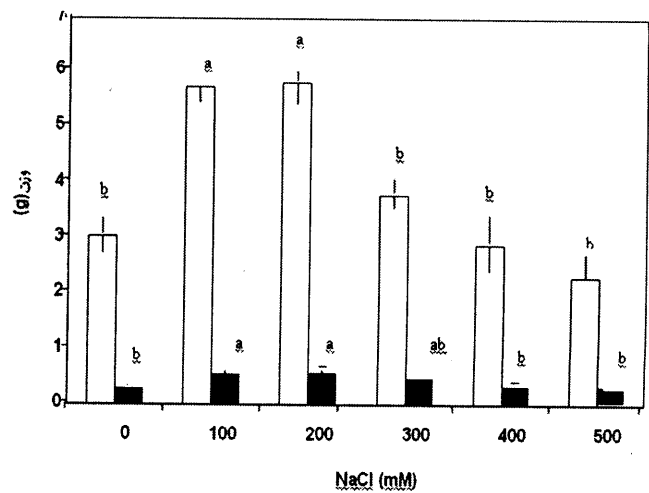
حروف مشابه نشان دهنده عدم وجود اختلاف معنی دار در سطح ($P < 0/05$) می باشد.

محتوای قندهای محلول با افزایش شوری افزایش یافت که این افزایش فقط در شوری ۵۰۰ میلی مولار از لحاظ آماری ($p < 0/001$) معنی دار بود. محتوای نشاسته در تیمارهای ۱۰۰، ۲۰۰ و ۳۰۰ میلی مولار NaCl در مقایسه با شاهد افزایش یافت که این افزایش از لحاظ آماری معنی دار نبود، سپس با افزایش غلظت شوری میزان نشاسته کاهش یافت که این کاهش نیز از لحاظ آماری معنی دار نبود (شکل ۴).

نتایج این بررسی ها آشکار کرد که شوری به صورت معنی داری محتوای Na^+ ، K^+ ، Cl^- گیاه را تحت تاثیر قرار می دهد. محتوای Na^+ ، Cl^- در بخش هوایی و ریشه در غلظت‌های مختلف شوری در مقایسه با شاهد

کاهش میزان جوانه زنی به جز تیمار ۱۰۰mM NaCl در بقیه تیمارهای به کاررفته از لحاظ آماری ($p < 0/001$) معنی دار بود.

وزن تر و خشک بخش هوایی در تیمارهای ۱۰۰ و ۲۰۰ میلی مولار NaCl نسبت به شاهد افزایش یافت، سپس با افزایش میزان شوری وزن تر و خشک کاهش یافت که فقط اختلاف بین میانگین‌های نمونه شاهد با تیمارهای ۱۰۰ و ۲۰۰ میلی مولار NaCl از لحاظ آماری ($p < 0/05$) معنی دار بود (شکل ۲).



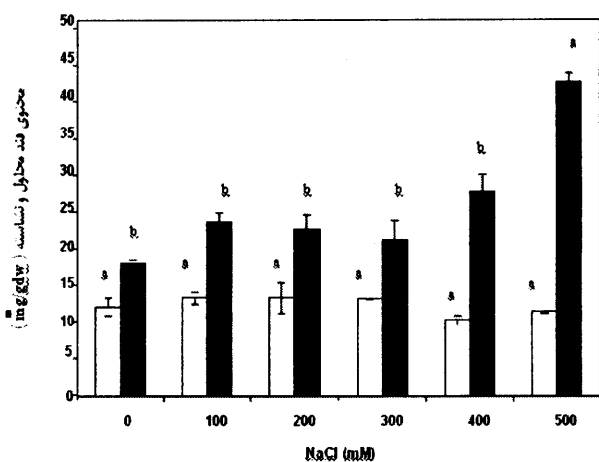
شکل ۲: وزن تر و خشک بخش هوایی گیاه

Suaeda fruticosa در غلظت‌های مختلف شوری،

حروف مشابه نشان دهنده عدم وجود اختلاف معنی دار در سطح ($P < 0/05$) می باشد.

□ وزن تر ■ وزن خشک

محتوای پروتئین در تیمارهای ۱۰۰ و ۲۰۰ میلی مولار NaCl مقداری کاهش یافت که این کاهش از لحاظ آماری معنی دار نبود سپس از شوری ۳۰۰ میلی مولار به بعد میزان پروتئین افزایش یافت که این



شکل ۴: میزان قندهای محلول و نشاسته بخش هوایی گیاه *Suaeda fruticosa* در غلظتهای مختلف شوری، حروف مشابه نشان دهنده عدم وجود اختلاف معنی دار در سطح ($P < 0/05$) می باشد.

□ نشاسته ■ قند محلول

افزایش یافت و این افزایش در بخش هوایی در مقایسه با ریشه بیشتر بود (جدول ۱) به طوریکه افزایش غلظت Na^+ در کلیه سطوح شوری در اندام هوایی در مقایسه با شاهد در سطح ($p < 0/001$) معنی دار بود ولی در ریشه این افزایش فقط در غلظتهای ۳۰۰، ۴۰۰ و ۵۰۰ میلی مولار NaCl در سطح ($p < 0/05$) معنی دار بود. در مورد یون Cl^- نیز افزایش غلظت این یون در کلیه سطوح شوری در اندام هوایی در مقایسه با شاهد در سطح ($p < 0/05$) معنی دار بود در حالیکه در ریشه این افزایش از لحاظ آماری معنی دار نبود. محتوای K^+ گیاه با افزایش شوری در بخش هوایی کاهش یافت ($p < 0/001$)، در ریشه نیز میزان یون K^+ با افزایش شوری کاهش یافت که این کاهش فقط در شوری ۵۰۰ میلی مولار ($p < 0/05$) معنی دار بود.

جدول ۱: مقادیر مربوط به میزان یونهای Na^+ و K^+ و Cl^- در غلظت های مختلف شوری، حروف یکسان نشان دهنده عدم وجود اختلاف معنی دار در سطح ($P < 0/05$) می باشد.

پارامتر NaCl(mM)	Na^+ (mgg ⁻¹ dw)		K^+ (mgg ⁻¹ dw)		Cl^- (mgg ⁻¹ dw)	
	اندام هوایی	ریشه	اندام هوایی	ریشه	اندام هوایی	ریشه
شاهد	۵۷/۸۱۵ ± ۲/۱۳b	۸۳۲۵ ± ۱/۰۹b	۶۲/۸۷ ± ۲/۰۱a	۳۷/۱۵۶ ± ۲/۹۴a	۲۸۳۹۷ ± ۰/۹۸b	۱۴/۳۳ ± ۱/۳a
۱۰۰	۲۲۰/۸۳۱ ± ۵/۹۲a	۲۴/۲۳۷ ± ۳/۷۶ ab	۲۹/۷۷۵ ± ۲/۳b	۳۵/۹۶ ± ۲/۹۳a	۶۶/۲۹۵ ± ۳ a	۲۳/۶۴ ± ۰/۴a
۲۰۰	۲۳۹/۸۹ ± ۱۲/۷۴a	۲۱/۴۶۶ ± ۳/۷۷ab	۲۳/۴۰۶ ± ۱/۵۲b	۳۲/۱۱۳ ± ۱/۵۶ab	۸۶/۵۸ ± ۱۰/۷a	۳۰/۲۹ ± ۰/۹a
۳۰۰	۲۳۵/۷۸ ± ۴/۶۸ a	۳۵/۸۶۳ ± ۱/۹۷a	۲۰/۴۱۳ ± ۴/۳۹b	۳۱/۸۳۵ ± ۳/۳ab	۹۹/۱۷۷ ± ۸/۹a	۲۵/۶۱۸ ± ۲/۵۴a
۴۰۰	۲۳۱/۲۹۶ ± ۱۰/۱ a	۳۶/۱۸ ± ۶/۷۴a	۲۷/۶۷۵ ± ۳/۶۲b	۲۸/۲۳ ± ۲/۴۴ab	۱۰۲/۵۶۷ ± ۴/۷۶a	۳۵/۸۸۹ ± ۰/۵۳a
۵۰۰	۲۳۹/۸۹ ± ۵/۴۳ a	۳۶/۵۴۸ ± ۴/۹۳a	۲۷/۲۹۷ ± ۵/۴۸b	۲۱/۶۳ ± ۳/۱۸b	۱۰۰/۲۹۸ ± ۴/۸a	۳۵/۳۷ ± ۷/۵۷A

بحث

بررسی های گذشته هالوفیتها مشخص نموده بود، در صورتیکه توانایی دانه های هالوفیت برای جوانه زنی در شرایط شور به عنوان مبنایی برای تحمل شوری در نظر گرفته شود، دانه ها در مقایسه با گیاهان در حال رشد مقاومت کمتری نسبت به شوری دارند (۱۷) جوانه زنی دانه های *Suaeda fruticosa* با افزایش شوری کاهش یافت و در شوری ۵۰۰ میلی مولار تقریباً مهار شد. کاهش مشابهی در جوانه زنی دانه با افزایش شوری برای دیگر گونه های هالوفیت مشخص شده است (۱۷ و ۵). دو فرآیند این کاهش را موجب می شوند: اثرات اسمزی به واسطه کاهش پتانسیل محلول خاک که استرس آبی را برای گیاه ایجاد می کند و اثرات یونی به واسطه جذب و یا تجمع یون (۵). مقاومت به شوری دانه ها ممکن است به صورت توانایی دانه های جوانه زده برای تحمل شوری بالا بدون کاهش توان رویش و یا توانایی دانه ها برای جوانه زنی در شوریهای بالا بیان شود (۱۷). بنابراین اگر از توانایی جوانه زنی در غلظت های مختلف شوری به عنوان معیاری برای مقاومت دانه ها استفاده شود. میتوان عنوان نمود که دانه های این گیاه در خلال مرحله جوانه زنی تحمل کمی نسبت به شوری دارند و در این گیاه جوانه زنی در مقایسه با مراحل رشد بعدی نسبت به شوری حساس تر می باشد.

مقایسه وزن تر و خشک گیاهان رشد یافته در شوری با نمونه شاهد نشان می دهد که وزن تر و خشک بخش هوایی با افزایش شوری تا ۲۰۰ میلی مولار

افزایش یافته و پس از آن کاهش می یابد و بهینه رشد برای این گیاه در غلظت ۲۰۰ میلی مولار NaCl بدست آمد.

کاهش رشد در محیط فاقد نمک نشان می دهد که این محیط فاقد ماده غذایی لازم برای رشد این گونه می باشد به این معنی که این گیاه برای رشد بهینه نیاز به مقداری نمک دارد. بررسی های متعددی به رشد بهینه گونه های هالوفیت در محیطهای شور اشاره داشته اند (۳، ۱۲، ۱۸).

افزایش وزن با افزایش شوری نشان می دهد که این گیاه به میزان زیادی مقاوم به شوری بوده به طوریکه با افزایش شوری رشد آن توسعه می یابد. افزایش وزن تر تا ۲۰۰ میلی مولار NaCl به دلیل افزایش جذب یون، افزایش محتوای آب و در نتیجه افزایش تورژسانس و القای رشد می باشد و پس از آن در غلظتهای شوری بالاتر اگرچه جذب یون وجود داشته است ولی این افزایش یون به اثرات یونی خاص از جمله کاهش غلظت K^+ منجر شده که احتمالاً باعث محدود نمودن رشد در شوریهای بالاتر می شود.

با بررسی محتوای یونهای Na^+ ، K^+ ، Cl^- در این گیاه مشخص شد که میزان یونهای Na^+ ، Cl^- در هر دو بخش هوایی و زیرزمینی با افزایش شوری افزایش می یابد. چنین نتیجه ای برای گونه های دیگر گیاه *Suaeda* نیز گزارش شده است (۸، ۱۸)، همچنین نتایج این بررسی نشان می دهد که این گیاه با افزایش شوری محیط بیشتر یون های Na^+ و Cl^- را در بخش هوایی ذخیره می کند که این مسئله به پاسخ

تجمع کننده نمک می باشد که احتمالا می تواند به صورت موفقیت آمیزی برای احیاء نواحی با شوری بالا به کار برود.

اندازه گیری محتوای پرولین و قندهای محلول افزایش میزان این مواد را با شوری نشان داد که این افزایش فقط در تیمارهای ۴۰۰ و ۵۰۰ میلی مولار ($p < 0/05$) معنی دار بود. این مسئله تایید می کند که تا غلظت ۳۰۰ میلی مولار NaCl تنش اسمزی به این گیاه وارد نشده است و پس از آن تنش شوری برای این گیاه معنی پیدا می کند. بنابراین تا این غلظت شوری (۳۰۰ میلی مولار)، منابع کربن صرف ساخت و حتی ذخیره قند می گردد که این مواد صرف رشد گیاه می شود، اما از این غلظت بالاتر نسبت های یونی به هم خورده و کاهش شدید در یون K^+ حاصل می شود که در این مرحله حفظ سلول و تعدیل اسمزی برای حفظ بقای گیاه در شرایط شور اهمیت پیدا می کند و افزایش میزان پرولین و قندهای محلول از این مرحله به بعد به عنوان نوعی از مکانیسم مقاومت به شوری وارد عمل می شود (۱۵، ۱۶)، کاهش نشاسته نیز از غلظت ۴۰۰ میلی مولار NaCl به بعد دلیلی بر این ادعاست که نشاسته تجزیه شده و قندهای محلول را ایجاد می کند تا پتانسیل اسمزی سیتوپلاسم حفظ شده و خطر دهیدراتاسیون کاهش پیدا کند.

هالوفیتهای دیگر در خانواده اسفناج شباهت دارد (۱۸، ۱۳، ۳).

ریمن و برکل (۱۴) عنوان نمودند که علت انتقال بیشتر سدیم به برگ ها در گونه های هالوفیت خانواده اسفناج به واسطه ترجیح انتقال سدیم از راه آوند چوبی می باشد. زائو و همکاران (۱۸) ذکر نمودند که گیاهان با جذب یون، پتانسیل آبی خود را در سطح پایین تری حفظ می نمایند که این عمل به سازش، افزایش رشد و افزایش محتوای آب گیاهان کمک می کند. میزان یون K^+ در این گیاه با افزایش شوری در بخش هوایی و ریشه کاهش یافت که این کاهش در بخش هوایی چشمگیرتر از ریشه بود، به طوریکه کاهش میزان یون K^+ در بخش هوایی در تمامی غلظتهای شوری در مقایسه با شاهد در سطح ($p < 0/001$) معنی دار بود، در حالیکه در ریشه این کاهش فقط در تیمار ۵۰۰ میلی مولار NaCl در سطح ($p < 0/05$) معنی دار بود. چنین نتیجه ای را باجی و همکاران (۳) در گیاه *Atriplex lentiformis* مشاهده نموده و عنوان کردند که غلظت K^+ در پاسخ به شوری در برگهای این گیاه کاهش می یابد اما در ریشه ها به صورت جزئی تحت تاثیر قرار می گیرد. بنابراین با توجه به نتایج حاصل از این مطالعه می توان گفت که *Suaeda fruticosa* یک هالوفیت

منابع

۱. پوراسماعیل، م. ۱۳۸۰، بررسی مکانیسم مقاومت به شوری در دو گیاه هالوفیت در دو مرحله جوانه زنی و رشد اولیه، پایان نامه کارشناسی ارشد رشته فیزیولوژی گیاهی، دانشگاه تربیت معلم تهران.
۲. قهرمان، ا. ۱۳۷۵. فلور رنگی ایران، جلد ۱۰، شماره ۱۲۳۸، انتشارات مؤسسه جنگلها و مراتع.

3. Bajji , M., J.M. Kinet & S. Lutts. 1998. Salt stress effects on roots and leaves of *Atriplex halimus* and their corresponding callus cultures. *Plant Science*. 137 :131-142.
4. Bates , L. 1973. Rapid determination of free proline for water stress studies . *Plant and Soil* . 39 : 205-207.
5. Dodd , G. L. & L. A. Donovan. 1999 . Water potential and ionic effects on germination and seedling growth of two cold desert shrubs. *American Journal of Botany* . 86(8): 1146-1153.
6. Humaira , M., IS. Shoaib , A. Farkhunda & A. Rafiq . 1995 . Studies on growth and salt regulation in some halophytes as influenced by edafic and climatic condition. *Pakistan Journal of Botany* . 27 (1): 151-163.
7. Jefferies , R. L. & T. Rudmilk .1984 . The responses of halophytes to salinity : an ecological perspective. In: R. C. Staples (ed.). *Salinity tolerance in plants: Strategies for crop improvement*. John Wiley and Sons.
8. Joshi , A. J . & E. R. Iyengar . 1987 . Effects of seawater salinity on free amino acids and mineral ions in *Suaeda nudiflora* . *Plant Science* . 97(4):309-314.
9. Khan, M. A. & I. A. Ungar.1997. Effects of light, salinity and thermoperiod on the seed germination of halophytes. *Canadian Journal of Botany*. 75: 835-841.
10. Khavi Kishor , P. B. , H. Zonglie , M. Guo-Hua , A. Hu. Chein-An & S. V. Desh Pal .1995. Overexpression of Δ^1 -pyrroline-5 carboxylate synthetase increases proline production and confers osmotolerance in transgenic plants. *Plant Physiology*. 108 : 1387-1394.
11. Kochert ,G. 1978.Carbohydrate determination by the phenol-sulfuric acid method, in J.A. Hellebust and J.S. Craigie (eds.), *Handbook of Phycological Methods: Physiological and Biochemical Methods* (Cambridge University Press, England) 95-97.
12. Naido , G. & R. Rughunan . 1990 .Salt tolerance in succulent coastal halophyte *Sarcocornia nathalensis* . *Journal of Experimental Botany* . 41 (225) : 497-502.
13. Reimann , C. 1992. Sodium exclusion by *Chenopodium* species. *Journal of Experimental Botany* . 43 (249) : 503-510.
14. Reimann , C. & S. W. Breckle . 1993 . Sodium relations in chenopodiaceae : a comparative approach. *Plant , Cell and Environment*. 16 : 323-328.
15. Sudhakar , C., P.S. Reddy & K. Veeranjanyulu .1993. Effect of salt stress on the enzymes of proline synthesis and oxidation in Green gram seedling . *Journal of Plant Physiology* . 141 : 621-623.
16. Tattini , M. , R. Gucci , A. Romani , A. Baldi & J. D. Everard . 1996 . Changes in non-structural carbohydrates in olive leaves during root zone salinity stress. *Physiologia plantarum* . 98 : 117-124.
17. Ungar , I. A.1996. Effects of salinity on seed germination , growth , and ion accumulation of *Atriplex patula*. *American Journal of Botany* . 83 (5) : 604-607.
18. Zhao , K. F. & P. J. Harris . 1992. The effects of iso-osmotic salt and water stresses on the growth of halophyte and non-halophyte . *Journal of Plant Physiology* . 139 : 761- 763

EFFECT OF SALINITY ON GERMINATION, FRESH AND DRY MASS, ION CONTENT, PROLINE, SOLUBLE SUGAR AND STARCH CONTENT IN *SUAEDA FRUTICOSA*

M. Poursmaeil¹, M. Ghorbanli², R. Khavarinejad³

1- Staff of Applied Microbiology Group, Jihad Daneshgahi, University of Tehran, 2,3- Staff of Tarbiat Moallem University, Tehran

Received : 19/11/2003

ABSTRACT

Salinity is a growing problem in agricultural soils that affects plants growth and development . Salinity reduces substrate water potential, thereby restricting water and nutrient uptake by plants. In this research, the effects of salinity on germination , fresh and dry mass accumulation , starch , soluble sugars , proline and ion content of the halophyte *Suaeda fruticosa* were investigated. To determine the effects of salinity , seeds and seedlings of this plant were exposed to 0, 100, 200 , 300, 400 and 500 mM NaCl. The results showed that by increasing the salt levels, the germination rate decreased , and in 500 mM NaCl it was blocked . Treatments from 100 to 200 mM NaCl increased fresh and dry mass compared to control , higher salinity levels declined fresh and dry mass accumulation . Increases in soluble sugars, proline, Na⁺ and Cl⁻ content and decrease in K⁺ content were resulted from salt increases. Also, salinity did not affect starch content of this plant significantly.

Key words : salinity , halophyte , NaCl , *Suaeda fruticosa*.