Archive of SID

در
منابع طبیعی شماره ۷۳، زمستان ۱۳۸۵
پژوهش و سازندگی

# بررسی مکانیسم‌های مقاومت به شوری در گونه مرتعی *Atriplex verrucifera* (M.B)

• **قادر کریمی**، عضو هیأت علمی موسسه تحقیقات جنگل‌ها و مراتع
• **مه لقا قربانلی**، عضو هیأت علمی دانشگاه تربیت معلم تهران
• **حسین حیدری شریف‌آباد**، عضو هیأت علمی موسسه تحقیقات جنگل‌ها و مراتع
• **محمدحسن عصاره**، عضو هیأت علمی مؤسسه تحقیقات جنگل‌ها و مراتع

تاریخ دریافت: بهمن ماه ۱۳۸۳ تاریخ پذیرش: مرداد ماه ۱۳۸۴
e-mail: ghkarimi_58@hotmail.com

## چکیده

در ایـن تحقیق مکانیسـم های مقاومت به شـوری در گونهٔ مرتعی *Atriplex verrucifera* که بومی ایـران و دارای ارزش غذایی بالایی برای دام‌ها اسـت در مرحله رشـد رویشی مورد بررسی قرار گرفت. بذرهای این گیاه در اتاق رشـد و در دمای ۲± ۲۵ درجه سانتی گراد و تناوب نوری ۱۶ ساعت روشنایی و ۸ ساعت تاریکی کشت شد. برای تعیین مکانیسم های مقاومت به شوری در مرحله رشد تیمارهای ۰، ۱۰۰، ۲۰۰، ۳۰۰ و ۴۰۰ میلی مولار NaCl اعمال گردید. طرح مورد استفاده در این آزمایش طرح کاملاً تصادفی با ۵ تیمار و ۴ تکـرار بود. برای جلوگیری از شـوک اسـمزی، تیمارها به تدریج اعمال گردیدند، بعد از گذشـت ۲۱ روز از زمـان اعمال آخرین تیمار شـوری، گیاهان برداشـت شدند. نتایج نشان داد با افزایش شوری تا غلظت ۲۰۰ میلی مولار NaCl، محتوای نسبی آب بافت‌ها (RWC) و کارایی مصرف آب ( WUE) افزایش و در مقابل پتانسـیل آب برگ کاهش یافت. این گیاه با سـنتز ترکیب های سـازگار نظیر گلیسـین بتایین، پرولین، قندهای محلول، و دفع نمک از کرک های سـطح برگ[۲] به عنوان مکانیسـم های مقاومت به شـوری جهت تنظیم اسمزی استفاده می‌نماید، هر چند در سطوح شوری تا ۲۰۰ میلی مولار نمک، نیازی به تولید محلول‌های سازگار نبود. همچنین بیشـترین رشـد و تولید در سطوح شوری تا ۲۰۰ میلی مولار NaCl بدسـت آمد که بیانگر نیاز این گیاه به محیط های شور می‌باشد. احتمالاً بتوان آن را یک هالوفیت اجباری[۲] به شمار آورد.

**کلمات کلیدی:** تنش شوری، مکانیسم، *Atriplex verrucifera*، گلیسین بتایین، پرولین، قندهای محلول، روابط آبی

www.SID.ir

Archive of SID



Pajouhesh & Sazandegi No 73 pp: 42-48

**Investigation of salt Tolerance mechanisms in range species of *Atriplex verrucifera* (M.B)**

*By: G. Karimi, H. Heidari and M. Assareh, Members of Scientific Board of Research Institute for Forestes and Rangelands. M. Ghorbanli. Member of Scientific Board of Tarbiat Moalem University.*

Current research focuses on the mechanisms of salt tolerance in *Atriplex verrucifera*. This species is native to Iran, and could be used as a forage for livestocks. Plants were grown in 20 cm diameter pots in a growth chamber at 25 ± 2 °C, and a 16 hour photoperiod. To determine salinity tolerance in growth phase, plants were exposed to 0 (control), 100, 200, 300 and 400 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 last salinity treatment, the plants were harvested. Result showed that in *Atriplex verrucifera*, treatments from 100 to 200 mM NaCl increased fresh and dry mass, relative water content (RWC), water use efficiency (WUE) of *Atriplex verrucifera* increased at 100 to 200 mM NaCl salinity condition compared to the control, but they significantly decreased at high concentration of NaCl. Optimal fresh and dry mass production occurred at a salinity of 200 mM NaCl. The mechanisms of salt tolerance in the plant may be balance among ion accumulation, production of glycinebetaine, proline, soluble sugars and salt excertion for maintenance of pressure potential.

**Key words**: Salt stress, Mechanisms, Glycinebetaine, Proline, Soloble Sugars, Water relation.

## مقدمه

تنش شوری یکی از مهمترین عواملی است که سبب کاهش و گاهی اوقات نابودی رستنی‌های مناطق خشک و نیمه خشک می‌گردد (۱۶). دانش مکانیسم‌های مقاومت به شوری در گیاهان مختلف ممکن است در مدیریت مناطق شور و لب شور مورد استفاده قرار گیرد. گیاهان برای کاهش اثرات منفی شوری از مکانیسم‌های متنوعی استفاده می‌کنند، چنین مکانیسم هایی دامنه وسیعی از سطح سلولی تا واکنش کلی گیاه را شامل می‌شوند. مکانیسم‌های عمده بردباری به شوری عبارتند از:

### کنار زنی نمک[۳]

در این مکانیسم ورود نمک به گیاه از طریق سیستم ریشه ای محدود شده و یا از رسیدن نمک به اندام‌های حساس جلوگیری به عمل می‌آید (۲۳). جذب محدود شده در ریشه ها مکانیسم خیلی موثری نبوده و اغلب با مکانیسم های کنار زنی داخلی همراه می‌باشد. مکانیسم‌های کنار زنی داخلی شامل فرایندهایی است که یون‌های نمک را از سیستم انتقال برداشت و در بافت‌های خاصی مجزا می‌کند (۱۷).

### برون ریزی نمک[۴]

بعضی از گیاهان می‌توانند نمک را از طریق ریشه ها، بخش هوایی و برگ‌ها بیرون بریزند. بعضی دیگر از گیاهان می‌توانند نمک را به نواحی ذخیره ای انتقال داده و در آنجا انباشته کنند که این نمکها بعداً ریزش می‌یابند (۱۲). در اپیدرم بعضی از گونه های گیاهی، ساختمان‌های اختصاصی برای بیرون ریزی نمک وجود دارد. ساختمان‌های اختصاصی در این گیاهان شامل غده های نمکی انتقال یون به خارج از گیاه به طور مستقیم و از طریق ریشه ها و برگ‌ها می‌باشد. در تارهای بادکنکی که از چندین سلول پایه و یک سلول بادکنکی تشکیل یافته است و بر روی سطوح برگ قرار دارند سلول های پایه، یون‌ها را به واکوئل سلول بادکنکی انتقال داده و سرانجام می‌میرد و از گیاه می‌افتد.

سطح برگ، شاخه ها و ساقه برخی از گونه های Atriplex توسط کرک پوشیده شده است. این کرک ها اغلب در هم ریخته و یک لایه پودری سفید و شور تشکیل می‌دهند. به طور معمول کرک با تمایز و تقسیم یک سلول از بشره حاصل می‌شود. در مناطق نیمه خشک در گونه های آتریپلکس لایه‌های متعدد کرک دیده می‌شود، سطح برگ‌ها اغلب رسوبات کریستالی کلرورسدیم و واکس‌های غیر قابل حل در آب را نشان می‌دهد. فلس‌های بشره ای در عملکرد دفع نمک و تعادل انرژی برگ و انعکاس نور به برگ نقش مهمی‌دارند (۱۲).

### گوشتی شدن[۵]

رقیق کردن غلظت یونها یکی از مکانیسم‌های دفاعی در برابر شوری در بافت‌های گیاهی می‌باشد. گیاهان این عمل را به وسیله افزایش حجم ذخیره ای شان به وسیله توسعه ساختمان‌های گوشتی، آبدار و ضخیم انجام می‌دهند (۱۷).

### تعدیل اسمزی[۶]

یکی از معمول ترین واکنش هایی که گیاهان در برابر تنش‌های محیطی به خصوص تغییرات اسمزی محیط (در اثر خشکی و شوری) از خود بروز می‌دهند پدیده ای موسوم به تنظیم یا تعدیل اسمزی است. تنظیم اسمزی به عنوان یک واکنش سازگاری در گیاهان آوندی و غیر آوندی و حتی در جلبک‌ها، باکتری‌ها و قارچ‌ها در پاسخ به تنش‌های محیطی به ویژه تغییرات اسمزی محیط بروز می‌کند. محافظت کننده های اسمزی نظیر گلایسین بتایین، پرولین و قندهای محلول اکثراً به سیتوپلاسم محدود می‌شوند و تقریباً در واکوئل حضور ندارند (۶).

*Atriplex verrucifera* گیاهی است پایا از خانواده Chenopodiaceae (۱) که جزو گیاهان علوفه ای زمستانه بوده و به دلیل داشتن کلسیم، فسفر و پروتئین به میزان ۱۶/۷درصد دارای ارزش زیادی برای تغذیه دام‌ها است



www.SID.ir

Archive of SID



(۱۱). *Atriplex verrucifera* گیاهی است نمک دوست و با ارزش برای کشت در اراضی بایر و شور خصوصاً در مناطقی که سفره های آب زیرزمینی نسبتاً بالا است (۲).

در پژوهش حاضر تعیین دامنه بردباری به شوری در مرحله رشد، اثرات شوری روی روابط آبی، ترکیبات سازگار و دفع نمک از طریق کرکهای نمکی روی سطح برگ *Atriplex verrucifera* قرار گرفته اند.

## مواد و روش‌ها

این تحقیق در محل موسسه تحقیقات جنگل‌ها و مراتع انجام گرفت. بذرهای این گیاه پس از جمع آوری از منطقهٔ کویر میغان اراک به مدت ۴۸ ساعت در آب خیسانده شدند و برای اعمال پیش تیمار سرمادهی به مدت یک هفته در دمای ۴ درجه سانتیگراد قرار گرفتند (۳)، سپس با محلول هیپوکلریت سدیم ۵٪ به مدت ۱۵ دقیقه ضد عفونی شدند و بلافاصله با آب مقطر شسته شدند و برای کاشت در گلدان آماده گشتند. به این منظور تعداد ۹۰ گلدان پلی اتیلن 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 ۳۰ عدد بذر در عمق ۲ سانتی متری کاشته شدند. پس از اتمام کاشت همهٔ گلدان ها با آب مقطر آبیاری گردیدند. سپس گلدان ها به اتاق رشد با دمای ۲±۲۵ درجه سانتیگراد با ۱۶ ساعت روشنایی و ۸ ساعت تاریکی انتقال یافتند. پس از گذشت یک هفته دانه رست ها سر از خاک بیرون آوردند، با ظهور اولین برگ اصلی در بیش از ۵۰٪ گلدان ها از محلول غذایی هوگلند۱ به منظور تامین نیاز غذایی گیاه استفاده شد. محلول غذایی هوگلند هفته ای دو بار و به مدت دو ماه مورد استفاده قرار گرفت. تیمارهای شوری صفر (شاهد)، ۱۰۰، ۲۰۰، ۳۰۰ و ۴۰۰ میلی مولار NaCl در نظر گرفته شد.

برای جلوگیری از شوک اسمزی، تیمارهای شوری به صورت تدریجی اعمال شدند، به طوری که بعد از ۱۴ روز تیمار انتهایی شوری اعمال گردید. زمان تیمار دهی به مدت یک ماه پس از رسیدن به غلظت نهایی شوری در نظر گرفته شد. در پایان مرحله رشد برگی، صفات ریختی شامل وزن تر و وزن خشک اندام هوایی و ریشه و دیگر صفات نظیر محتوای نسبی آب برگ RWC[۸]، کارایی مصرف آب WUE[۹]، میزان گلایسین بتایین، پرولین، قندهای محلول، نشاسته و دفع نمک از کرکهای نمکی اندازه گیری و ثبت شدند.

اندازه گیری محتوای نسبی آب بافت‌ها با استفاده از روش Weatherley (۲۸) و بر اساس رابطه -۱ انجام شد.

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

رابطه ۱

در این رابطهwf: وزن تر برگ ها، wd: وزن خشک برگ ها و wt: وزن تورگر برگ ها می‌باشد.

پتانسیل آب برگ (Mpa) با نمونه گیری تصادفی از برگ سوم سه بوته در پایان مرحله رشد برگی با استفاده از روش Richardson و Mckell (۲)، اندازه گیری شد. برای این کار از دستگاه محفظهٔ فشار Pressure chamber مدل ۱۹۰۰ Sky Instrument England استفاده گردید.

کارایی مصرف آب با استفاده از روش(۹) Claussen و بر اساس رابطه -۲ اندازه گیری شد. کارایی مصرف آب از نسبت مادهٔ خشک تولید شده (تفاضل وزن اولیه و ثانویه) به میزان آب مصرف شده با استفاده از رابطه -۲ بدست آمد.

$$WUE = \frac{DW}{uw}$$

رابطه ۲

در این رابطه DW وزن خشک ماده تولید شده است و UW میزان تبخیر و تعرق است.

اندازه‌گیری میزان پرولین با نیم گرم بافت تر برگی و با استفاده از روش Bates و همکاران ( ۸) انجام گرفت.

کربوهیدرات‌های محلول با نیم گرم ماده خشک برگی و با استفاده از روش فنل – اسید سولفوریک Kochert (۲۱) اندازه گیری شدند.

اندازه‌گیری گلیسین بتایین با استفاده از معرف یدید- یدین پتاسیم و محلول ۱ - ۲ دی کلرو اتان در طول موج ۳۶۵ نانومتر و با روش Greive (۱۵)، انجام گرفت :

برای تعیین میزان دفع نمک از سطح برگ با استفاده از روش Freitas و همکاران (۱۲)، تعدادی از برگ‌های تر گیاه به مدت ۳۰ دقیقه در آب مقطر غوطه ور گردید، سپس هر یک از محلولها با Ec سنج اندازه گیری شده و میزان Ec آنها ثبت گردید.

تجزیه و تحلیل آماری تمام داده های حاصل از آزمایشهای مختلف در نرم افزار COSTAT با استفاده از تجزیه واریانس یک طرفه انجام شد. برای مقایسه میانگین ها آزمون چند دامنه ای دانکن مورد استفاده قرار گرفت.

## نتایج

وزن تر و خشک اندام هوایی و ریشه *Atriplex verrucifera* با افزایش شوری محیط تا ۲۰۰ میلی مولار به طور معنی‌داری افزایش یافت، در عین حال بین سطوح شوری ۱۰۰ و ۲۰۰ میلی مولار تفاوت معنی‌دار نبود. با افزایش شوری در سطوح بالاتر، وزن تر و خشک ریشه و اندام هوایی به طور معنی‌داری کاهش یافت (شکل های ۱ و۲).

با افزایش غلظت شوری به میزان ۲۰۰ میلی مولار، محتوای نسبی آب برگ (RWC) و کارایی مصرف آب (WUE) به طور معنی‌داری افزایش یافت. سپس با افزایش شوری میزان آن کاهش یافت، در عین حال بین سطوح شوری ۱۰۰ و۲۰۰ میلی مولار تفاوت معنی‌دار نبود (شکل های ۳ و ۴)، در مقابل با افزایش شوری پتانسیل آب برگ بطور معنی‌داری کاهش یافت بطوری که در شوری‌های بالا پتانسیل آب برگ منفی تر شد (شکل ۵).

افزایش سطوح شوری موجب افزایش معنی‌دار پرولین، گلایسین بتایین و قندهای محلول در گیاه گردید. در سطوح شوری تا ۲۰۰ میلی مولار NaCl، افزایش آنها از نظر آماری معنی‌دار نبود ولی در سطوح شوری بیشتر به طور معنی‌داری افزایش یافتند (شکل های ۶، ۷ و ۸).

محتوای نشاستهٔ بافت‌های برگی با افزایش غلظت شوری تا ۲۰۰ میلی مولار افزایش معنی‌داری یافت ولی از آن به بعد کاهش یافت که این کاهش معنی‌دار نبود ( شکل ۹).

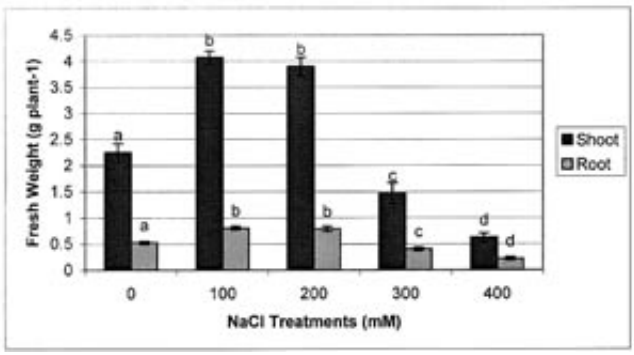
شوری محیط به طور معنی‌داری موجب افزایش دفع نمک از سطح برگ‌ها گردید. در عین حال بین سطوح شوری ۱۰۰ و ۲۰۰ میلی مولار تفاوت معنی‌دار نبود. بیشترین میزان دفع نمک از سطوح برگی مربوط به غلظت شوری ۴۰۰ میلی مولار در مقایسه با شاهد بود (شکل ۱۰).



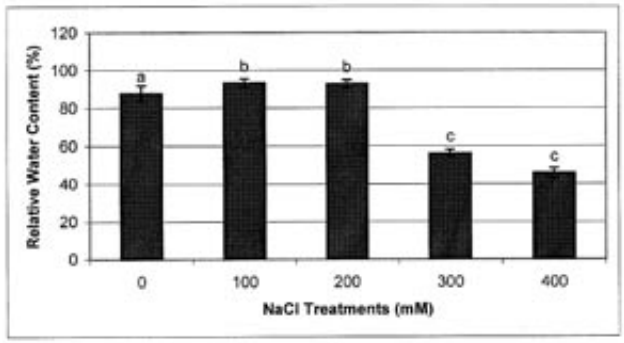
www.SID.ir

Archive of SID

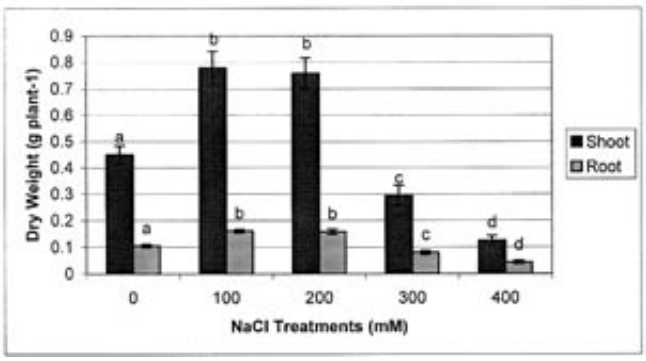




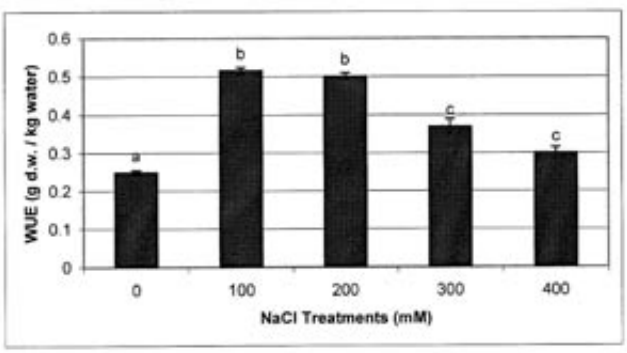

شکل ۱- اثر شوری بر میزان وزن تر
اندام هوایی و ریشه گونه *A. verrucifera*




شکل ۳- اثر شوری بر محتوای
نسبی آب برگ (RWC) گونهٔ *A. verrucifera*




شکل ۲- اثر شوری بر میزان وزن خشک
اندام هوایی و ریشه گونه *A. verrucifera*




شکل۴ - اثر شوری بر کارایی
مصرف آب گونهٔ *A. verrucifera*

## بحث

نتایج بدســت آمده حاکی از آن اســت که وزن تر و خشک اندام هوایی و ریشــه، با افزایش شوری تا ۲۰۰ میلی مولار افزایش یافته و پس از آن به طور معنی‌داری کاهش یافت. این نتیجه با نتایج حاصل از پژوهش Khan و همــکاران (۱۹) در مورد *Suaeda fruticosa* ,Bajji و همکاران (۶) درباره *Atriplex halimus* مطابقت دارد.

Clipson و همــکاران (۱۰) نیز در ســال ۱۹۸۵ دریافتند که برخی از گیاهان شــور روی مانند *Suaeda maritima* در محدوده ۲۰۰ میلی مولار نمک رشد مطلوبی دارند.

افزایش رشــد و تولید گیاهی در بخش هوایی و ریشه در شوری‌های تا ۲۰۰ میلی مولار ضرورت و اهمیت داشــتن یک ســطح جذب مناسب برای آب و مواد معدنی در شــرایط تنش را بازگو می‌کند که با تولید ریشــه های جانبی بیشتر همراه است(۲۶).

شــوری‌های بیشــتر از ۲۰۰ میلی مولار اثر دوگانه ای روی گیاه دارد، بدین ترتیب که حضور نمک در محیط ریشــه آثار معینی در خارج از گیاه و همچنیــن آثــار دیگری درون آن بر جــا می‌گذارد. آثار خارج ریشــه ای (آثار اســمزی) شــوری به کمبود آب در گیاه و تغییرات در تعادل هورمونی منجر می‌گردد که نتیجه تغییرات هورمونی کاهش رشد اندام‌ها خواهد بود (۲۵).

نتایج بدست آمده ارتباط مستقیم بین افزایش شوری و کاهش پتانسیل آبی ($\Psi w$) را نشان داد، به طوری که با افزایش غلظت شوری پتانسیل آبی منفی‌تر شــده است. با افزایش سطوح شــوری تا ۲۰۰ میلی مولار محتوای آب بافت‌هــا (RWC) و کارایــی مصــرف آب (WUE) افزایــش یافت، ولی شــوری‌های بیشــتر آنها را تحت تاثیر قرار داد و هر دو مؤلفه فوق کاهش یافتند. نتایج مشــابهی روی *Atriplex griffithii* توســط Khan و همکاران (۲۰) گزارش شده است .

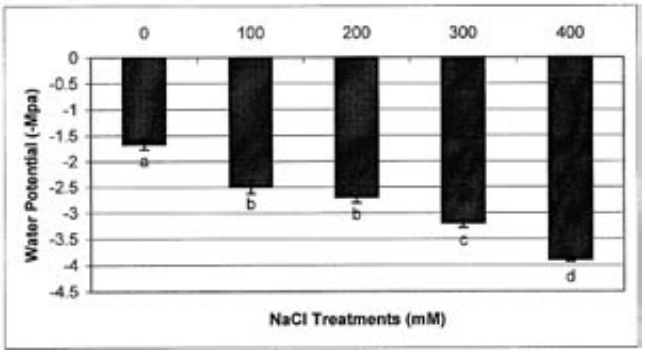
اثر کاهش آب در گیاه می‌تواند از کاهش ســاده فشــار تورگر سلول در نتیجه کاهش قابل برگشــت توســعه برگ‌ها و ریشه تا خسارت شدید حتی پلاســمولیز ســلولی که به کریســتالیزه شــدن پروتئین ها منجر می‌شود، باشد(۱۸). این واکنش ها به طور کامل به همدیگر مرتبط بوده و نمی‌توان تقدم و تأخر آنها را تشــخیص داد(۴). بخشــی از کاهش در $\Psi\pi$ می‌تواند نتیجه کاهش در RWC، با وجود کاهش تعرق در شرایط شوری (۲۴) باشد، زیــرا هر چقدر مقــدار آب بافت‌ها کاهش حاصل کند با افزایش غلظت مواد محلول، $\Psi\pi$ رو به کاهش می‌گذارد. کاهش RWC که موجب بروز شرایط



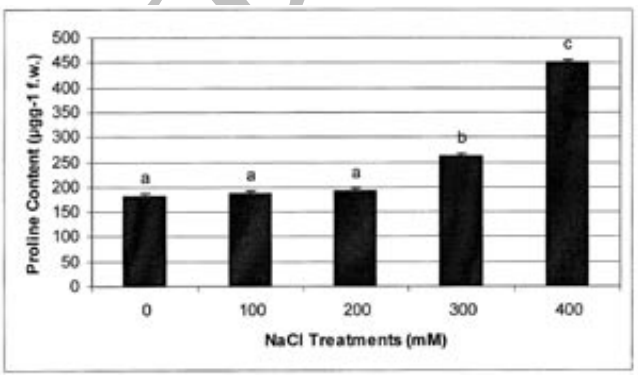
www.SID.ir

Archive of SID






شکل ۵- اثر شوری بر پتانسیل آبی گونهٔ *A. verrucifera*




شکل ۶- اثر شوری بر محتوای پرولین گونهٔ *A. verrucifera*

کمبود آب در بافت برگی می‌شود، ممکن است در نتیجه هدایت هیدرولیکی در ریشه (۵) و یا کاهش جریان آب از ریشه به بخش هوایی باشد.

کنترل محتوای آب در شرایط شور قسمتی از فرایند مقاومت به شمار می‌آید ، چرا که محتوای آب و املاح با کمک هم میزان فشار تورگر را مشخص می‌کنند و هم اینکه هر دو با درجه شوری دقیقاً مطابقت نشان می‌دهند (۱۳).

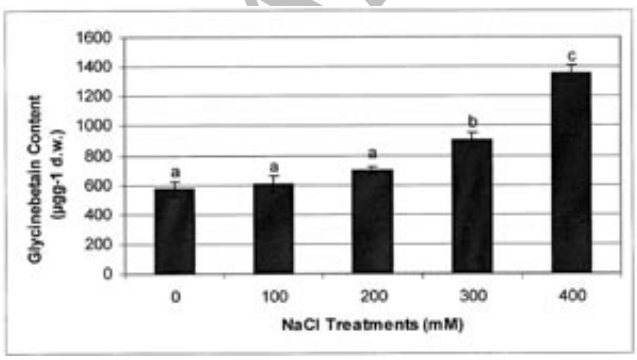
بدین ترتیب، کاهش پتانسیل آب در محیط اطراف ریشهٔ گیاه مورد بررسی به کاهش پتانسیل آب منجر می‌شود و در نتیجه گیاه با کاهش پتانسیل آبی، کارایی مصرف آب و محتوای نسبی آب بافت‌ها را در پاسخ به تنش های شوری افزایش می‌دهد و آب کمتری را از طریق تبخیر و تعرق از برگ‌های خود خارج می‌کند که با نظر Kramer (۲۲) منطبق است.

در این مطالعه با افزایش شوری میزان گلیسین بتائین، پرولین و قندهای محلول در گیاه افزایش یافت، هرچند در سطوح شوری تا ۲۰۰ میلی مولار میزان آن چندان محسوس نبود. نتایج مشابهی توسط Wyn Jones و Storey (۲۹) در مورد *Atriplex spongiosa* و *Atriplex halimus* گزارش شده است.

در این مطالعه تنش شوری موجب تولید محلول های سازگار (گلیسین بتائین، پرولین و قند های محلول) در گیاه گردید. این مسئله احتمالا به نقش گلیسین بتائین، پرولین وتعدیل اسمزی در هنگام مواجه گیاه با تنش محیطی که با تجمع قندهای محلول از طریق پلی ساکاریدها و الیگوساکاریدها صورت می‌گیرد (۹)، زیرا با افزایش شوری جذب یونهای $Na^+$ و $Cl^-$ وجود دارد و این یون ها در واکوئل کده بندی می‌شوند، در این شرایط واکوئل پتانسیل آبی پایینی دارد و آب را از سیتوپلاسم جذب می‌کند (۷). برای رفع این مشکل گیاه محلول های آلی را تولید می‌کند. تولید هریک از محلول های فوق در گیاه *Atriplex verrucifera* در سطوح شوری بیشتر از ۲۰۰ میلی مولار افزایش چشمگیری داشت. به طوری که میزان هر یک از آن ها چندین برابر شاهد بود. در مقابل در سطوح شوری تا ۲۰۰ میلی مولار درست است که تولید آنها افزایش نشان داد ولی این افزایش معنی‌دار نبود.

این موضوع نمایانگر این است که تا غلظت شوری ۲۰۰ میلی مولار که رشد و تولید گیاه بهتر از شاهد می‌باشد، تنش شوری برای آن مشکلی ایجاد نمی‌کند، زیرا این گیاه برای رشد بهینه نیاز به مقداری نمک دارد و مواد آلی حاصل از فتوسنتز را صرف رشد و تولید می‌کند، اما از این غلظت شوری بیشتر، این مواد بیشتر صرف متابولیسم محلول‌های سازگار نظیر گلیسین بتایین، پرولین و قندهای محلول می‌شود. از سوی دیگر کاهش نشاسته در سطوح شوری بیشتر از ۲۰۰ میلی مولار نیز دلیلی بر این ادعا است که نشاسته تجزیه شده و قند های محلول را ایجاد می‌کند تا پتانسیل اسمزی را حفظ کرده و خطر دهیدراتاسیون را کاهش دهد. بنابراین در این گیاه بخشی از تنظیم اسمزی در هنگام تنش شوری با محلول‌های سازگار حاصل می‌شود، هر چند این نوع سازگاری در مقایسه با سازگاری اسمزی با عناصر غذایی به طور عمده ($Na^+$ و $Cl^-$) نوع پر هزینه ای است. برای مثال تعداد مول ATP لازم برای استفاده از یک مول NaCl به عنوان یک سازگار کننده حدود ۴ در سلول‌های ریشه و ۷ در سلول‌های برگ است، در صورتی که این هزینه برای ترکیبهای آلی بسیار بالا است (۳۴ برای مانیتول، ۴۱ برای پرولین، ۵۰ برای گلیسین بتایین و ۵۲ برای ساکارز) (۱۴).

در این مطالعه گیاه *Atriplex verrucifera* مقداری از محلول های نمکی را از طریق کرک های نمکی که بر روی سطوح برگی قرار دارند به بیرون دفع نمود، که این میزان با افزایش غلظت شوری روبه فزونی گذاشت،




شکل ۷- اثر شوری بر محتوای گلیسین بتایین گونهٔ *A. verrucifera*



www.SID.ir

Archive of SID



به طوری که در آخرین سطح شوری بیشترین غلظت مشاهده شد.

به طور کلی می‌توان گفت در گونه *Atriplex verrucifera* بیشترین رشد و تولید در سطوح شوری تا ۲۰۰ میلی مولار به دست آمد که بیانگر نیاز این گیاه به محیط های شور است و احتمالاً می‌توان آن را یک هالوفیت اجباری به شمار آورد. بالا بودن محتوای نسبی آب برگ (RWC)، کارایی مصرف آب (WUE) و پتانسیل آبی در گیاه نشان دهنده حفظ و نگهداری تورگر و در نتیجه افزایش رشد و تولید در سطوح شوری تا ۲۰۰ میلی مولار بود.

این گیاه با سنتز ترکیب های سازگارکننده اسمزی مانند گلیسین بتاییین، پرولین و کربوهیدرات‌های محلول و دفع نمک از طریق کرکهای نمکی در سطح برگ به عنوان مکانیسم‌هایی جهت تنظیم اسمزی استفاده می‌نماید.

## سپاسگزاری

بدین وسیله از حمایت‌های مؤسسه تحقیقات جنگل‌ها و مراتع و بخش تحقیقات ژنتیک و فیزیولوژی گیاهی تشکر و قدردانی می‌نمایم.

## پاورقی‌ها

1 - Bladder hairs
2 - Obligate halophyte
3- Salt exclusion
4- Salt excretion
5- Succulence
6- osmotic adjustment
7- Hogland
8- Relateive water content
9 -Water use efficiency

## منابع مورد استفاده

۱ - اسدی، م. ۱۳۸۰؛ فلور ایران. تیره اسفناج، چغندر (Chenopodiaceae) شماره ۳۸ از انتشارات مؤسسه تحقیقات جنگل ها و مراتع.

۲ - پیمانی فرد، ب، ب، ملک پور و مهدی فائزی پور، ۱۳۶۳؛ معرفی گیاهان مهم مرتعی و راهنمای کشت آنها برای مناطق مختلف ایران. از انتشارات مؤسسهٔ تحقیقات جنگل‌ها و مراتع، شماره ۲۴.

۳ - کریمی، ق، ۱۳۷۵؛ بررسی مناسبترین زمان برداشت بذر مهمترین گونه های مرتعی در استان مرکزی، پایان نامه کارشناسی ارشد مرتعداری، دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تهران.

4- 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.

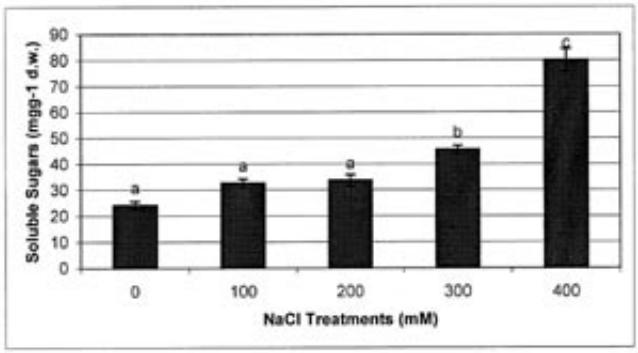
5- Azaiza H, Guns B. and Steudle. E. 1992; Effects of Nacl and $CaCl_2$ on water transport across root cells of maize (Zea mays) seedlings. Plant Physiol. 99: 886 - 894

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

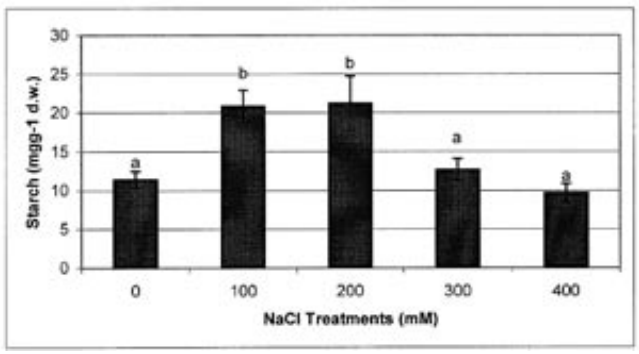
7- Basra, A.S. and K.R., Basra. 1997; Mechanism of environmental stress responses in plants. Harwood Academic Publisher.

8- Bates, L.S., Waldran, R. P., Tear, I. D. 1973; Rapid determination of free proline for water studies. Plant and Siol. 39: 205-208

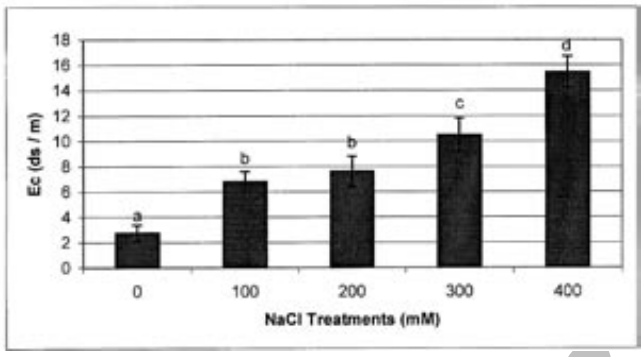
9- Claussen W. 2002; Growth, water use efficiency, and proline content of hydroponically grown tomato plants as affected by




شکل ۸ - اثر شوری بر محتوای قندهای محلول گونهٔ *A. verrucifera*




شکل ۹- اثر شوری بر محتوای نشاستهٔ بافت‌های برگی گونهٔ *A. verrucifera*




شکل ۱۰- اثر شوری بر دفع نمک از سطوح برگی گونهٔ *A. verrucifera*



www.SID.ir

Archive of SID



nitrogen source and nutrient concentration. Plant and soil. 257: 199-209

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

11- Davis, A. M.1979; Forage quality of *Kochia prostrata* compared with three browse species. Agron. J. 71: 822-824

12- Freitas H. and Breckle S. W. 1992; Importance of bladder hairs for salt tolerance of field-grown *Atriplex species* from a Portuguese salt marsh. Gustav Fischer Verlag Jena, 187: 283-297

13- Glenn, E. P., Brown, J. and Jamal-khan, M. 1997; Mechanisms of salt tolerance in higher plants. The university of Arizona, PP: 83-110

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

15- Greive, C.M. and Grattans. R. 1983; Rapid assay for determination of water soluble quaternary-amino compounds. Plant Soil. 70: 303-307.

16- Huang C.X. and Van Steveninck R.F.M., 1998; Maintenance of low Cl- concentrations in mesophyll cells of leafblades of barley seedlings exposed to salt stress. Plant physiol., 90: 1440-1443.

17- Humaira M., shoaib Is., Farkhunda A., and Rafiq A., and Rafiq A. 1995; Studies on growth and salt regulation in some halophytes as influenced by edaphic and climatic conditions. Pak. J. Bot. 27 (1): 151-163

18- Kasier, M. W. 1992; Effect of water deficit on photosynthetic capacity. Plant Physiol. 71: 142-149

19- Khan, M. A., Ungar, I. A., 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

20- Khan, M. A., Ungar, I. A, 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

21- 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.

22- Krammer, D. 1984; Cytological aspects of salt tolerance in higher plants. In: salinity tolerance in Plants: Stratgies for crop Improvement. Pp. 3-15

23- Larcher, W. 1995; Physiological plant ecology (3 rd). pp:390. Springer Publishing.

24- Munns, R., Cramer, G.R. and Ball, M.C. 1999; Interactions between rising CO, 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.

25- Munns, R. 2002; Comparative physiology of salt and water stress. Plant Cell Environ. 25: 239-250.

26- Poljakoff, M.A. and Lerner, H.R. 1994; Plants in saline envirooments. Pp: 65-96. In: M. Pessarakli (ed). Handbook of plant and crop stress. Marcel Dekker. Inc.

27- Richardson, S. G., 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

28- Weatherley, P. E.1950; Studies in water relation of cotton plants, the field measurement of water deficit in leaves. New Phytol. 49: 81-87

29- Wyn Jones, R.G. and Storey, R. 1981; Betaines. In: Paleg LG, Aspinall D, eds. Physiology and biochemistry of drought resistance in plants. Sydney: Academic Press, 171-204.



www.SID.ir