اثرات تنش شوری بر جوانه‌زنی، استقرار گیاهچه و محتوای پرولین در گونهٔ مرتعی *Atriplex verrucifera*

قادر کریمی[1]، حسین حیدری شریف آباد[1] و محمد حسن عصاره[1]

چکیده

Atriplex verrucifera بومی ایران و دارای ارزش غذایی بالایی برای دامها است. در این تحقیق اثرات تنش شوری در مرحله جوانه‌زنی، استقرار گیاهچه و محتوای پرولین در این گونهٔ مرتعی مورد بررسی قرار گرفت. بذرهای این گیاه در اتاق رشد و در دمای ۲ ± ۲۵ درجه سانتیگراد و تناوب نوری ۱٦ ساعت روشنایی و ۸ ساعت تاریکی کشت شدند.

تیمارهای ۰، ۱۰۰، ۲۰۰، ۳۰۰ و ٤۰۰ میلی مولار NaCl در قالب طرح کاملاً تصادفی با ٤ تکرار مورد استفاده قرار گرفت. نتایج نشان داد که با افزایش غلظت شوری جوانه‌زنی کاهش یافت. افزایش شوری تا غلظت ۲۰۰ میلی مولار NaCl موجب افزایش طول ساقه چه و کاهش طول ریشه چه گردید. در این گونه وزن تر و خشک گیاهچه در سطوح شوری تا ۳۰۰ میلی مولار NaCl بالاتر از شاهد بود. همچنین آثار اسمزی و سمیت یونی شوری در مرحلهٔ جوانه‌زنی مشهود بود، هر چند پس از جوانه‌زنی و در مرحله دانه رست نیاز به مقداری نمک داشت.

دستاوردهای این تحقیق بیانگر نیاز این گیاه به محیط‌های شور است که از نشانه‌های یک هالوفیت اجباری بشمار می‌آید. همچنین این گونه با سنتز ترکیبهای سازگار نظیر پرولین در تیمارهای شوری بیشتر از ۲۰۰ میلی مولار برای تنظیم اسمزی استفاده می‌نماید.

واژه‌های کلیدی: *Atriplex verrucifera*، تنش شوری، جوانه‌زنی و پرولین.

۱- عضو هیأت علمی مؤسسه تحقیقات جنگلها و مراتع – صندوق پستی ۱۱٦ – ۱۳۱۸۵.

E-mail: ghkarimi_58@hotmail.com

مقدمه

جوانه‌زنی مرحله‌ای اساسی و مهم در تاریخ زندگی تعداد زیادی از گیاهان می‌باشد و برای استقرار[1] گیاهانی که در خاک شور به سر می‌برند تحمل شوری در خلال مرحله جوانه‌زنی بحرانی است (Khan و Rizvi، ۱۹۹٤).

مطالعات متعدد آشکار کرده است که دانه‌های هالوفیتها و گلیکوفیتها به افزایش تنش شوری به یک شکل پاسخ می‌دهند. در هر دو مورد، کاهش در تعداد کل دانه‌های جوانه زده و تاخیر در آغاز فرایند جوانه‌زنی مشاهده می‌شود، همچنین دانه‌های تعداد زیادی از هالوفیتها به واسطه توان آبی پایین خاک خفته باقی می‌مانند. پاسخ خفتگی تحمیل شده برای دانه‌های هالوفیت در شرایط شور از مزیت‌های انتخابی برای گیاهانی می‌باشد که در زیستگاههای شور رشد می‌کنند، زیرا دانه‌ها شوری بالا را تحمل می‌کنند و در طول دوره‌هایی که محیط برای جوانه‌زنی مساعد نیست یک بانک بذر در خاک تشکیل می‌دهند و جوانه‌زنی دانه به دوره‌هایی که سطوح شوری خاک در حد مقاومت گونه می‌باشد محدود می‌شود (Keiffer و Ungar، ۱۹۹۷).

در مناطق دارای خاکهای شور از آنجایی که میزان تبخیر در طول ماههای تابستان بیشتر است، سطح خاکها به ظاهر شوری بیشتری دارند و توان آبی خاک در تابستان نسبت به بهار منفی‌تر می‌باشد. بنابراین در این مناطق دانه‌ها به ویژه در بهار جوانه می‌زنند که سطوح شوری خاک به واسطه ریزش بارانهای موسمی کاهش می‌یابد و این مسأله استقرار دانه رست را قبل از دوره بالاترین تنش شوری تشویق می‌کند (Keiffer و Ungar، ۱۹۹۷).

1-Establishment

در غلظت‌های کم، افزایش شوری باعث کاهش تدریجی جوانه‌زنی می‌شود و در غلظت‌های بالاتر توانایی جوانه‌زنی کاهش می‌یابد. بعضی از یونها ممکن است دارای اثر سمی باشند که باعث کاهش جوانه‌زنی یا ایجاد حالت غیر طبیعی در بذر می‌شود. در ضمن، همیشه بین مقاومت نسبی گیاهان به شوری در مرحلهٔ جوانه‌زنی نسبت به مراحل بعدی نمو، همبستگی وجود ندارد. اکثر گیاهان در مرحله دانه رستی نسبت به شوری حساسیت بیشتری دارند. چغندر قند در مرحله جوانه‌زنی نسبت به شوری حساس است و از شوری ٥-٤ دسی زیمنس بر سانتیمتر آسیب می‌بیند، ولی در مراحل بعدی نمو یکی از متحمل‌ترین گیاهان نسبت به شوری است و شوری ۱٥-۱۲ دسی زیمنس بر سانتیمتر را تحمل می‌کند (Gale، ۱۹۷۰).

تعداد زیادی از هالوفیتها، حداکثر جوانه‌زنی را تحت شرایط آب شیرین دارند و فقط با گلیکوفیتهای فاقد تحمل نمک از این جهت تفاوت دارند که آنها اغلب در سطوح بالاتر شوری می‌توانند جوانه بزنند (Keiffer و Ungar، ۱۹۹۷).

Khan و Ungar (۱۹۹۷) با بررسی اثر شوری روی گیاه مرتعی *Suaeda dorreyana* جوانه‌زنی این گیاه را تحت ۱۰۰۰ میلی مولار NaCl ٤۰ درصد گزارش کرده‌اند. Zid و Boukhris (۱۹۹۷) نشان داده‌اند که غلظت ۱۰ گرم در لیتر کلرور سدیم، جوانه‌زنی گونهٔ *Atritplex halimus* را به تأخیر انداخته، ولی مقدار ۲۰ گرم در لیتر کلرور سدیم، آن را در کل متوقف می‌کند. Gul و Weber (۱۹۹۹) با بررسی اثر شوری بر جوانه‌زنی هیبریدهایی از دو گونهٔ *Carpabratus* گزارش کرده‌اند که در شوری ٥۰ درصد آب دریا جوانه‌زنی بذرها متوقف شد، ولی پس از قرار دادن آنها در آب معمولی دوباره جوانه‌زنی آنها ادامه یافت. Ayers (۱۹٥۲) اظهار داشته است که نمک موجب کاهش جذب آب توسط گیاه شده و تسهیلاتی را برای جذب یونها تا سرحد مسمومیت فراهم می‌سازد و این عمل باعث کاهش جوانه‌زنی و ظهور جوانه‌ها از خاک می‌شود.

به طور کلی از تحقیقات انجام شده چنین استنباط می‌شود که برای بیشتر هالوفیتها و گلیکوفیتها بیشترین جوانه‌زنی در محیطهای با حداقل شوری صورت می‌پذیرد و جوانه‌زنی بهینه در محیط‌های شور فقط برای تعداد کمی از هالوفیتها تشخیص داده شده است. همچنین در اکثر گونه‌های هالوفیت و گلیکوفیت افزایش غلظت نمک موجب کاهش جوانه‌زنی می‌شود. اثرات بازدارندگی نمک در این گونه‌ها بیشتر به دلیل افزایش فشار اسمزی و در نتیجه آن جلوگیری از جذب آب از طریق بذر می‌شود. همچنین باعث به‌هم خوردن تعادل یونی می‌شود که روی فعل و انفعالات بذر اثر می‌گذارد و باعث جلوگیری از جوانه‌زنی بذر می‌شود.

تغییر محتوای پرولین یکی از غالبترین پدیده‌های گزارش شده می‌باشد که به وسیله تنشهای شوری و آب در گیاهان القاء می‌شود و اغلب پذیرفته شده است که در سازوکارهای بردباری به تنش دخیل می‌باشد. اگرچه نقش دقیق آن هنوز یک موضوع بحث انگیز باقی مانده است (Lutts و همکاران، ۱۹۹۹).

تجمع زیاد پرولین، گیاه را قادر می‌سازد که پدیده اسمزی را حفظ کند. وقتی که گیاه در توانهای آبی پایین رشد می‌کند، پرولین به عنوان ذخیره انرژی و نیتروژن برای استفاده در خلال تنش شوری بکار می‌رود (Sudhakar و همکاران، ۱۹۹۳).

Atriplex verrucifera گیاهی پایا و از خانواده Chenopodiaceae می‌باشد (اسدی، ۱۳۸۰). این گیاه جزو گیاهان علوفه‌ای زمستانه بوده و به دلیل داشتن کلسیم، فسفر و ۱۶/۷درصد پروتئین دارای ارزش فوق‌العاده‌ای برای دامها است (Davis، ۱۹۷۹). گیاهی است نمک دوست و با ارزش برای کشت در اراضی بایر و شور به‌ویژه در مناطقی که سفره‌های آب زیرزمینی نسبتاً بالا است. تعیین دامنه بردباری به شوری در مرحله جوانه‌زنی، مطالعه اثرات شوری روی استفرار گیاهچه و محتوای پرولین از جمله اهداف این پژوهش می‌باشند.

مواد و روشها

بذرهای جمع آوری شده از منطقه اراک در بهار سال ۸۲ در محل آزمایشگاه فیزیولوژی گیاهی مؤسسهٔ تحقیقات جنگلها و مراتع مورد مطالعه قرار گرفتند.

بذرها پس از بوجاری دستی و جداسازی بذرهای پوک و شکسته برای کاشت آماده شدند. بذرهای این گونه به دلیل داشتن ماده کلراید در پوستهٔ بذر به مدت ٤۸ ساعت در آب خیسانده شدند. سپس تحت پیش تیمار سرمادهی[1] همراه با رطوبت به مدت یک هفته در دمای ٤ درجه سانتیگراد قرار گرفتند. کاشت بذرها پس از ضد عفونی سطحی با محلول هیپوکلریت سدیم یک درصد به مدت ۱۵ دقیقه آمادهٔ کشت شدند. بدین ترتیب در داخل پتری دیش‌های سترون شده حاوی دو لایه کاغذ صافی ۳۰ عدد بذر به طور تصادفی به صورت Top paper قرار گرفت و مقدار ۵ میلی‌لیتر محلول نمکی NaCl به داخل ظرفها ریخته شد. منبع بوجود آورنده شوری کلرور سدیم خالص بود که در پنج سطح صفر، ۱۰۰، ۲۰۰، ۳۰۰ و ٤۰۰ میلی مولار مورد استفاده قرار گرفت. pH محلولها توسط pH متر الکتریکی و EC به وسیلهٔ دستگاه اندازه‌گیری هدایت الکتریکی[2] در دمای ۱٤ درجهٔ سانتیگراد اندازه‌گیری شد. سپس پتریهای حاوی بذرهای کاشته شده علامت‌گذاری شدند و در اتاق رشد با دمای ۲ ± ۲۵ درجه سانتیگراد و تناوب نوری ۱٦ ساعت روشنایی و ۸ ساعت تاریکی قرار گرفتند. شمارش بذر های جوانه زده، چهار روز پس از کاشت و یک روز در میان انجام گرفت. آخرین

1- Stratification
2- Conductometer

شمارش جوانه‌ها ده روز بعد خاتمه یافت. طرح مورد استفاده در این آزمایش طرح کاملاً تصادفی با چهار تکرار بود.

اندازه‌گیری پرولین

اندازه‌گیری میزان پرولین با استفاده از روش Bates و همکاران (۱۹۷۳) به شرح زیر انجام گرفت:

الف- ابتدا ۰/۱۲۵ گرم نین‌هیدرین را به ۲ میلی‌لیتر اسید استیک گلاسیال اضافه می‌کنیم. محلول را گرم می‌کنیم تانین هیدرین کاملاً در اسید حل شود. سپس ۲ میلی‌لیتر اسید فسفریک ٦ مولار به محلول اضافه نموده و محلول بدست آمده را به مدت ٢٤ ساعت در یخچال با دمای ٤ درجه سانتیگراد نگهداری می‌کنیم تا معرف به‌خوبی تثبیت شود.

ب- ۰/۰۵ گرم مادهٔ تر را در ۵ میلی‌لیتر محلول اسید سولفوسالیسلیک (۳٪) ساییده و محلول را با کاغذ واتمن شمارهٔ ۲ صاف می‌کنیم و حجم عصاره صاف شده را یادداشت می‌نماییم.

پ- ۲ میلی‌لیتر از عصارهٔ صاف شده را با ۲ میلی‌لیتر محلول اسید نین هیدرین و ۲ میلی‌لیتر اسید استیک مخلوط نموده و ۳۰ دقیقه در دمای ۱۰۰ درجه قرار می‌دهیم. پس از سپری شدن این مدت زمان، لوله‌های آزمایش را به حمام یخ منتقل می‌کنیم تا سرد شوند.

ت- به لوله‌های آزمایش ٦ میلی‌لیتر تولوئن اضافه نموده و لوله‌ها را به‌خوبی تکان می‌دهیم. با ثابت نگه داشتن لوله‌ها به مدت ۲۰-۱۵ ثانیه ۲ لایه مجزا تشکیل می‌گردد. از لایهٔ فوقانی که حاوی تولوئن و پرولین است برای اندازه‌گیری میزان پرولین در طول موج ۵۲۰ نانومتر و با شاهد تولوئن خالص استفاده می‌کنیم.

ث- مقدار پرولین موجود از هر نمونه را با استفاده از منحنی استاندارد محاسبه می‌کنیم. برای رسم منحنی استاندارد محلولهایی با غلظت ۵، ۱۰، ۲۰، ۳۰، ٤۰ و ۵۰ میلی‌گرم در لیتر پرولین خالص تهیه نموده و کلیهٔ مراحل فوق بر روی ۲ میلی‌لیتر از هر کدام از نمونه‌ها انجام می‌گیرد.

نتایج

در بررسی اثر تیمارهای مختلف شوری روی جوانه‌زنی مشاهده شد که در هر چهار سطح شوری بکار رفته جوانه‌زنی نسبت به شاهد کاهش یافت، بیشترین درصد جوانه‌زنی مربوط به تیمار شاهد و به میزان ۷۵ درصد و کمترین آن مربوط به تیمار ٤۰۰ میلی مولار و به میزان ۲۰ درصد بود (شکل شمارهٔ ۱).

حروف متفاوت نشان دهنده اختلاف معنی‌دار بین میانگین‌ها در سطح ۵ درصد می‌باشد. با افزایش شوری محیط تا ۲۰۰ میلی مولار، طول ساقه چه به طور معنی‌داری افزایش یافت. در عین حال بین سطوح ۱۰۰ و ۲۰۰ میلی مولار تفاوت معنی‌دار وجود نداشت. افزایش شوری بیشتر موجب کاهش معنی‌دار طول ساقه چه گردید. همچنین با افزایش شوری طول ریشه چه به طور معنی‌داری کاهش یافت. این کاهش تنها در سطوح شوری بالا اتفاق افتاد و در سطوح شوری پایین در مقایسه با شاهد کمی افزایش یافت ولی معنی‌دار نبود (شکل شمارهٔ ۲). با افزایش شوری محیط تا ۲۰۰ میلی‌مولار وزن تر و خشک دانه رست به طور معنی‌داری افزایش یافت، ولی در سطوح شوری بالاتر از آن کاهش یافت (شکل شمارهٔ ۳). محتوای پرولین دانه رست در سطوح شوری تا ۲۰۰ میلی مولار کمی افزایش یافت که از لحاظ آماری معنی‌دار نبود. این افزایش در سطوح بالاتر معنی‌دار بود، به طوری که میزان آن در تیمار ٤۰۰ میلی مولار به ۳/۵ برابر شاهد رسید (شکل شمارهٔ ٤).

نتایج تجزیه همبستگی دوگانه میان صفات درصد جوانه‌زنی، طول ریشه چه، طول ساقه چه، وزن تر دانه رست و محتوای پرولین در جدول شمارهٔ ۱ ارائه شده است. نتایج این تجزیه نشان داد که درصد جوانه‌زنی با طول ریشه چه و طول ساقه چه ارتباط مستقیم و با محتوای پرولین ارتباط معکوس دارد، ولی با وزن تر دانه رست ارتباطی ندارد. همچنین طول ریشه چه با طول ساقه چه و محتوای پرولین به ترتیب در سطح ۵ و ۱ درصد همبستگی نشان می‌دهد.

بحث

موفقیت جوامع گیاهی شورروی به مقدار زیادی به پاسخهای جوانه‌زنی آنها بستگی دارد. جوانه‌زنی معمولاً در فصل رشد و در طی یک دوره که سطوح شوری خاک در اثر بارندگی کاهش می‌یابد، صورت می‌گیرد.

در این بررسی نشان داده شده است که بذر گونهٔ *Atriplex verrucifera* تا غلظت ٤٠٠ میلی مولار (٢٠٪) NaCl درصد جوانه‌زنی داشته است. غلظت نهایی نمک در این گونه توانسته است که محیطی نامناسب جهت جوانه‌زنی دانه‌ها فراهم کند، به طوری‌که مشاهده شد با افزایش شوری، جوانه‌زنی کاهش نشان داد. نتایج ما با نتایج Khan وRizvi (١٩٩٤) برروی گونهٔ *Atriplex griffithii* و Ungar (١٩٩٦) برروی *Atriplex patula* همسویی دارد.

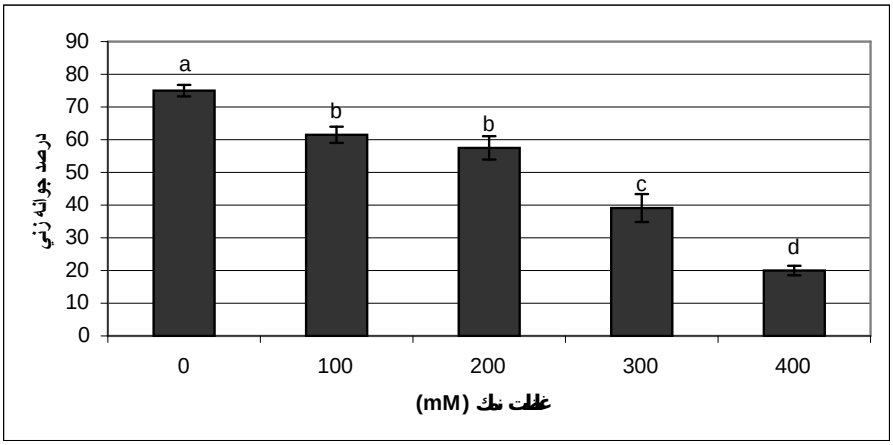
تأثیر غلظتهای مشخصی از کلرید سدیم برروی جوانه‌زنی بذر *Atriplex verrucifera* نشان داد که در این گونه میزان و سرعت جوانه‌زنی با دمای ثابت در محیط فاقد نمک (شاهد) بیشتر از تیمارهای دیگر می‌باشد، تنش شوری به عنوان عامل محیطی مؤثر بر سرعت جوانه‌زنی به علاوه مسمومیتی که می‌تواند در گیاه ایجاد کند، جذب آب را توسط بذر با اشکال روبرو می‌کند. عوامل کاهش دهندهٔ توان آب نظیر

نمکهای محلول در آب نیز می‌توانند تأثیر قابل ملاحظه‌ای در این امر داشته باشند. کاهش درصد جوانه‌زنی در اثر شوری می‌تواند مربوط به افزایش فشار اسمزی محلول و در نتیجه عدم جذب آب کافی به منظور جوانه‌زنی باشد. از طرف دیگر نفوذ Na^+ و Cl^- به داخل بافت بذری باعث اختلال در متابولیسم سلولها به‌ویژه فعالیت غشاهای سلولی و در نتیجه افزایش میزان نشت مواد درون سلولی به خارج می‌شود (Keiffer و Ungar، ۱۹۹۷). هر قدر غلظت نمک در محیط بیشتر باشد خسارت وارده سریعتر و به میزان بیشتری اعمال می‌شود.

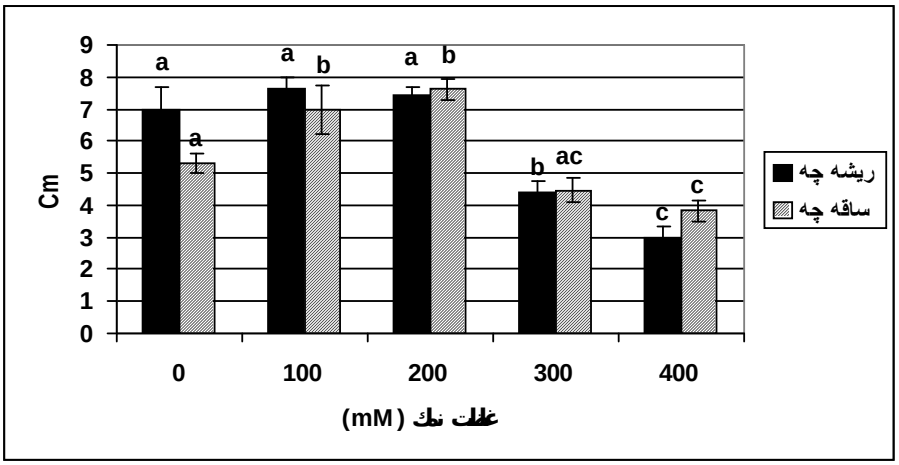
براساس نتایج حاصل طول ریشه چه با افزایش غلظت شوری کاهش یافت. طول ریشه چه در سطوح شوری تا ۲۰۰ میلی مولار NaCl کمی افزایش یافت (از نظر آماری معنی‌دار نبود) که این افزایش احتمالاً به دلیل تحریک رشد ریشه چه توسط نمک می‌باشد.

Poljakoff و Lerner (۱۹۹٤) اعلام نموده‌اند که بعضی از غلظت‌های نمک می‌توانند رشد ریشه چه را تحریک کنند. افزایش طول ساقه چه در سطوح شوری پایین ممکن است به دلیل تحریک سرعت رشد محورهای جنینی توسط نمک باشد. احتمالاً این تحریک به دلیل نفوذ پذیر شدن غشاء سلولی در اثر جایگزینی Ca^{2+} توسط Na^+ باشد. بدین معنی که افزایش غلظت نمک تا حدی که بر متابولیسم سلولی تأثیر سوء زیادی نداشته باشد و با نفوذ پذیر کردن غشاء سلولی امکان تبادل بیشتر آب و مواد را فراهم نماید می‌تواند به افزایش طول ساقه چه منجر شود. اما افزایش شوری به بیش از این میزان اثر معنی‌داری برروی افزایش طول ساقه چه نداشت. بیشترین همبستگی بین طول ساقه چه با طول ریشه چه در سطوح شوری پایین مشاهده می‌شود که با افزایش شوری این همبستگی کاهش یافته است. این موضوع نشان دهندهٔ کاهش سهم ریشه‌چه و به بیان دیگر کاهش نسبت R/S می‌باشد که به مفهوم اثرات شدید بازدارندگی غلظت‌های بالای نمک به ویژه در محیط ریشه می‌باشد.

Dale (۱۹۸۸) افزایش وزن تر گیاه را نشانه‌ای برای توسعهٔ سلول، افزایش آماس و توسعهٔ دیواره سلولی در اثر جذب آب دانست. براساس نتایج ما وزن تر و خشک دانه رست در سطوح شوری پایین افزایش یافت که با یافته‌های Flowers و همکاران (۱۹۷۷) در *Suaeda maritima* ؛ Bajji و همکاران (۱۹۹۸) در *Atriplex halimus* مطابقت دارد. افزایش وزن تر و خشک دانه رست درسطوح شوری تا ۲۰۰ میلی مولار NaCl احتمالاً به دلیل افزایش محتوای آب در گیاه و به تبع آن حفظ تورگر و افزایش رشد می‌باشد. اما در سطوح شوری بیشتر احتمالاً افزایش جذب غیر متعارف یون، روندهای طبیعی متابولیسمی را مختل نموده و از این رو گیاه بخشی از انرژی حاصل از فتوسنتز مواد آلی را به جای تخصیص به رشد به تولید محلولهای سازگار به منظور تعدیل اسمزی و حفظ سلول اختصاص می‌دهد که افزایش میزان پرولین دانه رست در سطوح شوری بالا خود دلیلی بر این ادعا است. بنابراین اگر از توانایی جوانه زدن در غلظت‌های مختلف شوری به عنوان معیاری برای مقاومت دانه‌ها استفاده شود، می‌توان عنوان کرد که گونهٔ مورد مطالعه تحمل کمی نسبت به شوری در خلال مرحله جوانه‌زنی دارد، ولی برای رشد بهینه و استقرار دانه رست نیاز به مقداری نمک دارد و در غلظت‌های شوری بیشتر احتمالاً با تجمع محلولهای سازگار در سیتوپلاسم جهت تنظیم اسمزی استفاده می‌کند.

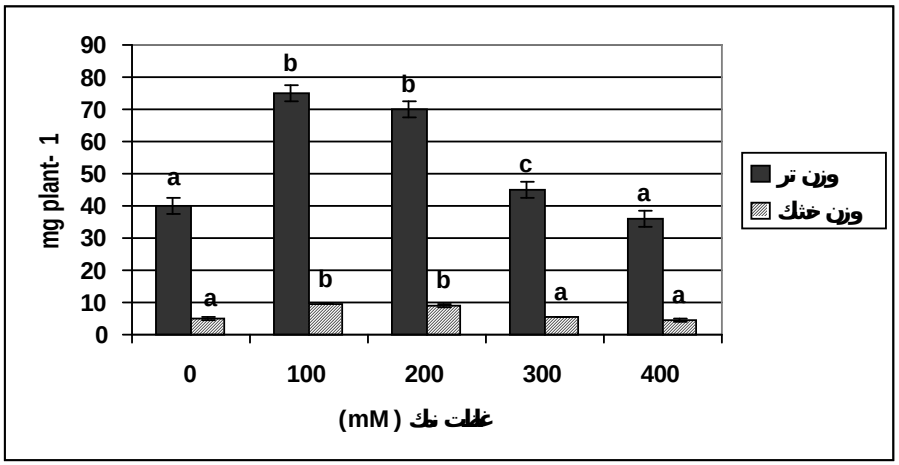


شکل شمارهٔ ۱- اثر شوری روی درصد جوانه‌زنی گونهٔ *Atriplex verrucifera*



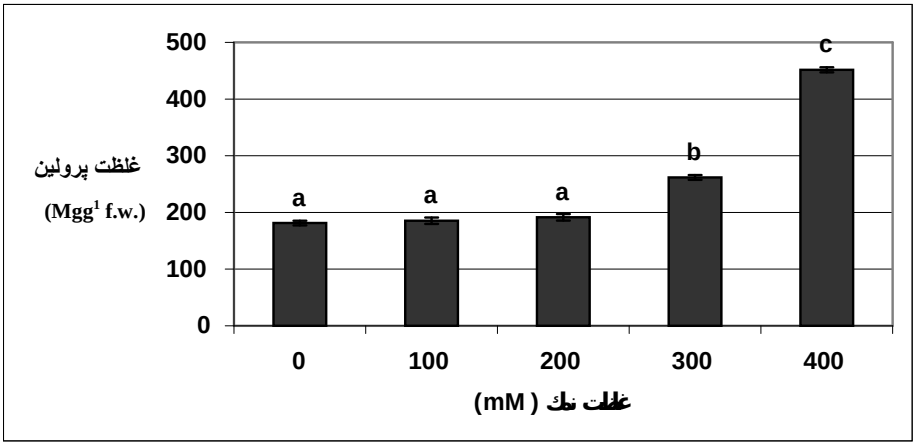
شکل شمارهٔ ۲- اثر شوری روی طول ریشه چه و ساقه چه گونهٔ

Atriplex verrucifera



شکل شمارهٔ ۳- اثر شوری روی میزان وزن تر و خشک دانه رست

Atriplex verrucifera



شکل شمارهٔ ٤- اثر شوری روی محتوای پرولین در دانه رست *Atriplex verrucifera*

جدول شمارهٔ ۱- ضرایب همبستگی دوگانه بین صفات مورد مطالعه در گونه *Atriplex verrucifera*

صفات	درصد جوانه‌زنی	طول ساقه‌چه (cm)	طول ریشه‌چه (cm)	محتوای پرولین (μgg^{-1})	وزن تر (mg g-1)	وزن خشک (mg g-1)
درصدجوانه‌زنی	۱	۰/٦۱۱**	۰/۸۷۳**	-۰/۸۹۷**	۰/٤۳۱ns	۰/٤٤٤*
طول ساقه‌چه	۰/٦۱۱**	۱	۰/۸۷۲**	-۰/٦۷۸**	۰/۸۸۹**	۰/۸٤۱**
طول ریشه‌چه	۰/۸۷۳**	۰/۸۷۲**	۱	-۰/۸٦۱**	۰/۷۵۵**	۰/۷۳۵**
محتوای پرولین	-۰/۸۹۷**	۰/٦۷۸**	-۰/۸٦۱**	۱	-۰/٦۰۵**	-۰/۵۹۸**
وزن تر	۰/٤۳۱ns	۰/۸۸۹**	۰/۷۵۵**	-۰/٦۰۵**	۱	۰/۹٦۵**
وزن خشک	۰/٤٤٤*	۰/۸٤۱**	۰/۷۳۵**	-۰/۵۹۸**	۰/۹۵۵**	۱

*- معنی‌دار در سطح ۵٪ **- معنی‌دار در سطح ۱٪ ns -عدم معنی‌داری

سپاسگزاری

از همکاری بخش تحقیقات ژنتیک و فیزیولوژی به ویژه آقای دکتر قمری زارع، سرکار خانم مهندس شریعت و سرکار خانم مهندس آبروش صمیمانه قدردانی می‌نماییم.

منابع

۱- اسدی، م.، ۱۳۸۰. فلور ایران. تیره اسفناج، چغندر (Chenopodiaceae) شمارهٔ ۳۸. انتشارات مؤسسه تحقیقات جنگلها و مراتع کشور.

2- Ayers, A.D. 1952. Seed germination as affected by soil moisture and salinity. Agron. 44: 82-84.

3- 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.

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

5- Dale, J.E. 1988. The control of leaf expansion. Annu. Rev. Plant. Physiol. 39: 267-295.

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

7- Flowers, T.S., Torke, P.F. and Yeo, A.R. 1977. The mechanism of salt tolerance in halophytes. Plant physol. 28: 89-121.

8- Gale. J. 1970. Growth of *Atriplex halimus* L. in sodium chloride salinated cultured solution as effected by the relative humidity of the air. Aust. J.Biol.Sci. 23: 947-952.

9- Gul, B. and Weber, D.J. 1999. Effect of salinity, light and temperature on germination in *Allenrolfeae occidentalis*. Can. J. 77: 240-246.

10- Keiffer C. H., and Ungar I. A. 1997. The effect of extended exposure to hypersaline conditions on the germination of five inland halophyte species. Am: J. Botany. 84(1): 104-111

11- Khan, M.A., and Rizvi, Y. 1994. Effect of salinity, temperature and growth regulation and early seedling growth of *Atriplex griffithii*. Can. J. Bot. 72: 475-479

12- Khan, M.A. and Ungar, I.A. 1997. Effect of light, salinity and thermoperiod on the seed germination of halophytes. Can. J. Bot. 75: 835-841.

13- Lutts S., Majerus V., and Kinet J. M. 1999. NaCl effect on proline metabolism in rice seedlings. Physiol. Plant. 105: 450-458
14- Poljakoff, M.A. and Lerner, H.R. 1994. Plants in saline enviroments. pp: 65-96.
15- In: M. Pessarakli (ed). Handbook of Plant and Crop Stress. Marcel Dekker. Inc.
16- Sudhakar, P.R., Reddy, M.P. and Veeranjaneyulu, K. 1993. Effect of salt stress on the enzymes of proline synthesis and oxidation in Green gram seedling. J. Plant. Physiol. 141: 621-623
17- Ungar, I.A. 1996. Effect of salinity on seed germination, growth and ion accumulation of *Atriplex patula*. Am: J. Botany. 83(5): 604-607.
18- Zid, E. and Boukhris, M. 1997. Some aspects of the tolerance of *Atriplex halimus* (L.) to sodium chloride reproduction, growth and mineral composting. Ecologia planta. 12(4): 351-392.