بررسی اثرات تنش شوری بر روی پارامترهای رشد و کارایی مقاومت به شوری در گیاه قره‌داغ (*Nitraria schoberi*)

مجید قربانی*[1]، ابوالفضل رنجبر فردویی[2]، فاطمه پناهی[3] و جواد عطارها[4]

چکیده

شوری، یکی از مهم‌ترین عواملی است که سبب کاهش و گاهی اوقات نابودی رستنی‌های مناطق خشک و نیمه‌خشک می‌گردد. این تحقیق، به منظور بررسی اثرات تنش شوری بر وزن خشک و تر اندام‌ها و زیست‌توده‌ی کل گیاهی و کارایی مقاومت به شوری گونه‌ی گیاهی قره‌داغ (*Nitaria schoberi*) اجرا گردید. به منظور انجام این پژوهش، مجموعاً ۲۰ گلدان آزمایشی در قالب طرح کاملاً تصادفی و در ۴ تکرار مورد استفاده قرار گرفت که تیمارهای آزمایش عبارت بودند از: یک تیمار کنترل و چهار تیمار با سطوح شوری مختلف که به آنها نمک NaCl با غلظت‌های ۰، ۸۶، ۱۶۰، ۲۰۴ و ۲۴۶mMNaCl اضافه گردید. با توجه به نتایج به‌دست آمده می‌توان گفت که گیاه قره‌داغ، رشد بهینه‌ی خود را در شوری ۸۶ mMNaCl کسب کرده و توانایی تحمل غلظت‌های بالای شوری آب آبیاری را تا ۲۰۴ mMNaCl دارا می‌باشد؛ هرچند که با افزایش میزان غلظت شوری، عملکرد گیاه کاهش می‌یابد. همچنین غلظت‌های بالاتر (تیمار ۴، ۲۴۶ mMNaCl)، از تحمل گیاه خارج بوده و گیاه پس از مدتی خشک شده و به مرور از بین خواهد رفت.

واژه‌های کلیدی: پارامترهای رشد، تنش شوری، قره‌داغ، زیست‌توده.

۱. **نویسنده مسئول؛** دانشجوی کارشناسی ارشد رشته بیابان‌زدایی دانشگاه کاشان؛ siroco1987@yahoo.com

۲. دانشیار دانشکده منابع طبیعی و علوم زمین دانشگاه کاشان

۳. استادیار دانشکده منابع طبیعی و علوم زمین دانشگاه کاشان

۴. دانشجوی کارشناسی ارشد رشته بیابان‌زدایی دانشگاه کاشان

۱. مقدمه

یکی از فرآیندهای مهم و تعیین‌کننده در تخریب اراضی و بیابان‌زایی، شور شدن خاک است که سبب کاهش ظرفیت تولید اراضی، اختلال در فعالیت‌های بیولوژیکی میکروارگانیسم‌ها، نامطلوب شدن کیفیت آب، ظاهر شدن گونه‌های شورپسند و سرانجام از بین رفتن کامل پوشش گیاهی می‌گردد (ویلیامز[۱]، ۲۰۰۲). شوری، یکی از مهم‌ترین عواملی است که سبب کاهش و گاهی اوقات نابودی رستنی‌های مناطق خشک و نیمه‌خشک می‌گردد. نمک، از طریق افزایش فشار اسمزی محلول خاک، سمیّت یون‌ها، برهم زدن تعادل یون‌ها و یا کمبود تغذیه‌ای، موجب آسیب رساندن به گیاه می‌شود (گورهام[۲]، ۱۹۹۳).

خاک‌های شور و سدیمی، بخش وسیعی از سرزمین ایران را تشکیل می‌دهند. برخی گزارشات، اراضی تحت تأثیر شوری در ایران را ۲۷ـ۲۵ میلیون هکتار برآورد نموده‌اند که معادل ۱۵ تا ۱۷ درصد از کل مساحت کشور است (لو اوقو[۳]، ۱۹۹۳ و سیاری و محمودی[۴]، ۲۰۰۲). علی‌رغم شرایط اکولوژیکی سخت و شکننده‌ی حاکم بر این مناطق، گیاهانی وجود دارند که می‌توانند این شرایط به‌شدت محدودکننده را تحمل نمایند. این گیاهان، به علت ویژگی‌های فیزیولوژیکی و مورفولوژیکی سازگار با این شرایط به‌ویژه شوری و خشکی ناشی از آن، کاربردهای اقتصادی فراوانی از قبیل چرا به‌عنوان ذخایر علوفه، تأمین سوخت، تثبیت ماسه‌های روان، کنترل فرسایش، اهداف صنعتی، دارویی و یا به‌عنوان مواد پاک‌کننده دارند. بنابراین توسعه‌ی گیاهان مقاوم به شوری زیاد (هالوفیت‌ها) که سبب حفاظت از خاک، تولید علوفه و تأمین غذا با کم‌ترین هزینه است، از گسترش بیابان‌ها و اراضی شور جلوگیری کرده و به‌عنوان یک گزینه‌ی مناسب به‌لحاظ اقتصادی برای بهره‌برداری از اراضی شور و حفظ آب در نظر گرفته می‌شود (اجمل خان[۵] و کایسر[۶]، ۲۰۰۶). قره‌داغ، علاوه بر این‌که دارای ارزش مرتعی می‌باشد، به‌علت استقرار مناسب ساقه‌هایش می‌تواند به‌عنوان گیاه ایجادکننده‌ی پوشش مناسب در اراضی شور استفاده شود (جعفری،۱۳۷۹؛ حکیمی میبدی و صادقی‌نیا، ۱۳۸۸). این گیاه، در کویرها و دشت‌های سیلابی با خاک‌های عمیق و رسوبی شور که دارای بافت متغیر است و بر روی مواد آهکی و گچی که دارای محدودیت زهکشی بوده، رشد می‌کند (جوری و مهدوی، ۱۳۸۹).

دبز[۷] و همکاران (۲۰۰۴) در بررسی تأثیر شوری بر گونه‌ی *Cakile maritima* بیان می‌کنند که سطوح کم شوری، برای گیاه مناسب بوده و رشد در ۱۰۰mMNaCl بهبود یافته است. پناهی (۱۳۹۱) در بررسی تأثیر تنش شوری بر سه گونه‌ی *Salsola arbuscula*، *Salsola orientalis* و *Salsola tomentosa* نتیجه گرفت که در شوری کم، پارامترهای رشد افزایش معناداری نسبت به شاهد داشته‌اند؛ اما افزایش شوری، موجب کاهش بارز پارامترهای رشد گردیده است. عطار[۸] (۲۰۱۳) در بررسی تولید آتریپلکس تحت خاک شور و آبیاری با آب شور در مصر و مراکش نتیجه گرفت که آتریپلکس می‌تواند در محیط شور که گیاهان معمولی نمی‌توانند رشد کنند، رشد خوبی داشته باشد. داوود[۹] و همکاران (۲۰۱۳) در بررسی پاسخ هالوفیت‌ها به شوری نتیجه گرفتند که گونه‌های مقاوم به نمک، تحت تمامی تیمارهای شوری باقی ماندند و حداکثر رشد در شوری‌های کم و متوسط (۲۵ و ۵۰ درصد آب دریا) مشاهده شد و برای اجتناب از سمیّت تجمع یونی بیش از حد، گیاهان هالوفیت، سازگاری‌های مورفولوژیکی و آناتومیکی را در مقیاس کل گیاه توسعه می‌دهند. تافیک[۱۰] و همکاران (۲۰۱۳) در مطالعه‌ی تأثیر شوری خاک بر روی رشد و تولید زیست‌توده در دو گونه‌ی *Leptochloa fusca* و *Sporobolus virginicus* نتیجه گرفتند که توسعه‌ی خصوصیات رشد و تولید زیست‌توده‌ی هر دوگونه، به علت شوری اولیه خاک است. آذرپناه و آذرپناه (۱۳۹۲) در تحقیقی برای ارزیابی رشد در گیاه دارویی «پریوش» تحت شرایط تنش شوری با اِعمال ۳ تیمار ۰، ۵۰ و ۱۰۰ mMNaCl نتیجه گرفتند که تنش شوری، به‌طور معناداری بر پارامترهای مورفولوژیکی تأثیرگذار بود و باعث کاهش کارایی رشد گردید.

---

[1] - Williams
[2] - Gorham
[3] - Le Houerou
[4] - Sayyari & Mahmoodi
[5] - Ajmal Khan
[6] - Qaiser
[7] - Debez
[8] - Attar
[9] - Daoud
[10] - Tawfik

علی‌رغم اهمیت مطالعات صورت‌گرفته بر روی گونه‌های هالوفیت در ایران، مطالعات تخصصی و متدولوژیک بیشتری در این زمینه مورد نیاز است. لازم به ذکر است شناسایی و اصلاح گونه‌های مقاوم به شوری، از تخریب هرچه بیشتر اراضی جلوگیری کرده و می‌تواند نقش مهمی را در عدم افزایش تولید مناطق خشک و نیمه‌خشک ایفا کند (پناهی، ۱۳۹۱). معرفی گونه‌های مقاوم به شوری، بررسی میزان تحمل‌پذیری آنها و نحوه‌ی عکس‌العمل‌شان نسبت به تنش شوری با توجه به نقش ویژه‌ای که این گونه‌ها [از جمله قره‌داغ] در احیای اراضی شور و تأمین علوفه‌ی مورد نیاز دام در این مناطق دارند، در مدیریت پایدار اراضی شور مناطق خشک و نیمه‌خشک، امری ضروری است. هدف از تحقیق حاضر، بررسی اثر شوری آب بر روی گیاه قره‌داغ و تعیین حالت بهینه برای رشد گیاه می‌باشد.

۲. مواد و روش‌ها

برای انجام این تحقیق، از گونه‌ی گیاهی قره‌داغ (*Nitraria schoberi*) استفاده شد. این گونه، متعلق به تیره‌ی اسپند (Zygophyllaceae) و جزء گیاهان پساموهالوفیت است (عصری، ۱۳۷۷).

این آزمایش، به منظور بررسی اثرات تنش شوری بر وزن خشک و تر اندام‌ها و زیست‌توده‌ی کل گیاهی و کارایی مقاومت به شوری در محیط گلخانه‌ی تحقیقاتی دانشکده‌ی منابع طبیعی و علوم زمین دانشگاه کاشان، واقع در شهرستان آران و بیدگل اجرا گردید. ارتفاع متوسط این شهرستان از سطح دریا ۹۱۲ متر و در مختصات ۵۱ درجه و ۲۹ دقیقه‌ی طول جغرافیایی و ۳۴ درجه و ۱۴ دقیقه‌ی عرض جغرافیایی می‌باشد. بارش متوسط سالانه در این منطقه ۱۱۰ میلیمتر بوده و دمای میانگین آن ۱۹/۷ درجه‌ی سانتیگراد می‌باشد (بخردی،۱۳۹۲). لازم به ذکر است گیاه قره‌داغ استفاده‌شده در این آزمایش، در بهار سال ۱۳۹۱ کشت شده و در زمان اِعمال تنش، سال دوم رشد خود را می‌گذرانده است. از این‌رو تمام تیمارها از نظر اندازه‌ی گیاهان استفاده‌شده، با یکدیگر برابر نبوده‌اند. برای برطرف کردن این مشکل، مشاهده و ثبت تغییرات روزانه‌ی گیاهان انجام پذیرفت.

به منظور انجام این تحقیق، مجموعاً ۲۰ گلدان آزمایشی در قالب طرح کاملاً تصادفی و در ۴ تکرار مورد استفاده قرار گرفت که تیمارهای آزمایش عبارت بودند از یک تیمار کنترل و چهار تیمار با سطوح شوری مختلف که به ترتیب ۰/۱، ۰/۲، ۰/۳ و ۰/۳۵ درصد وزن خاک خشک گلدان‌ها به آنها نمک NaCl، با غلظت‌های ۰، ۸۶، ۱۶۰، ۲۰۴ و ۲۴۶ mMNaCl اضافه گردید (ناتال[1] و همکاران،۲۰۱۰؛ اجمل خان[2] و همکاران، ۲۰۰۰). تنش شوری از ۱۵ اردیبهشت ۱۳۹۱ تا ۲۰ خرداد ۱۳۹۱ بر روی گیاهان اِعمال شد و از ۲۱ تا ۲۵ خرداد، مراحل قطع و توزین انجام پذیرفت.

بستر کاشت، حاوی ۳۰ درصد کود، ۴۰ درصد ماسه بادی و ۳۰ درصد رس بود. به‌منظور جلوگیری از زهکش شدن تیمارهای شوری، از زیرگلدانی استفاده شد. آبیاری گلدان‌ها با غلظت‌های یاد شده، در طول مدت زمان اِعمال اثرات تنش ادامه پیدا کرد. مراقبت کامل از نهال‌ها، آبیاری منظم و بازدید روزانه در تمام مدت آزمایش انجام شد. در این مرحله، تمامی بوته‌ها در هر گلدان برداشت شده و به دقت ریشه، ساقه و برگ هریک از آنها جدا شده و در پاکت‌های کاغذی جداگانه و مخصوص به خود قرار گرفتند؛ سپس پاکت‌های حاوی نمونه به مدت ۴۸ ساعت در آون تحت دمای ۷۵ درجه‌ی سانتیگراد قرار داده شد تا نمونه‌ها خشک گردیدند. پس از خشک شدن، وزن خشک برگ، ساقه و ریشه به‌وسیله‌ی ترازوی دیجیتالی (AND مدل FX-۳۰۰GD، ژاپن) با دقت ۰/۰۰۱ گرم تعیین شد. مجموع وزن خشک ریشه و وزن خشک برگ و ساقه (اندام هوائی) به‌عنوان وزن بیوماس (زیست‌توده) محاسبه گردید.

کارایی تحمل شوری (STE) با استفاده از روش فیشر و وود[3] (۱۹۸۱) و با استفاده از رابطه‌ی زیر محاسبه گردید:

$$\%STE = \frac{\text{وزن تحت تنش}}{\text{وزن کنترل}} \times 100$$

که در آن می‌توان وزن را فقط برای اندام‌های هوایی و یا برای تمام گیاه محاسبه کرد. شاخص برگ (LI) که نسبت وزن خشک برگ به وزن خشک اندام هوایی گیاه است، برای تیمارهای مختلف محاسبه گردید (بوسلاما و شاپاف[1]، ۱۹۸۴). در هنگام قطع

[1] - Natale
[2] - Ajmal Khan
[3] - Fischer & Wood

و توزین نمونه‌ها، ضخامت و طول ساقه و ریشه نیز اندازه‌گیری شد. لازم به ذکر است که در خلال مشاهدات روزانه در زمان اِعمال تنش، میزان رشد جدید گیاهان در قسمت ساقه، اندازه‌گیری و ثبت شد. برای انجام آنالیز آماری داده‌های به‌دست آمده، در طی تحقیق از نرم‌افزار SPSS نسخه‌ی ۱۶/۰ استفاده شد. در این نرم‌افزار با مقایسه‌ی میانگین به روش چنددامنه‌ای دانکن، آنالیز آماری داده‌ها صورت گرفت.

۳. نتایج

نتایج تجزیه‌ی واریانس، گویای کاهش معنادار ($P<$۰/۰۵) وزن تر اندام‌های گیاه قره‌داغ است (جدول ۱) و حاکی از آن است که وزن تر ریشه، برگ و کل گیاه به‌طور معناداری ($P<$۰/۰۵) تحت تأثیر قرار گرفته است و در تیمار ۱ (۸۶ mM NaCl) بیشترین مقادیر را به دست می‌آورد (شکل ۱-۱). وزن تر ساقه نیز بیشترین مقادیر (به ترتیب ۵/۹۹ و ۸/۵۴ گرم) را در تیمار ۱ به دست آورده است؛ اما بین تیمارهای مختلف، تفاوت بارزی وجود ندارد ($P<$۰/۰۵) (جدول ۱). وزن خشک گیاه نیز روند مشابهی را طی می‌کند (شکل ۱-۲). گیاه قره‌داغ، تفاوت معناداری را در میان تیمارهای مختلف از نظر اندازه‌ی قطر ساقه و ریشه نشان نداد (جدول ۲)؛ اما تیمار ۱ بیشترین مقدار را به دست آورده است (شکل ۱-۶). از نظر طول ریشه و ساقه نیز تیمار ۱ بیشترین رشد را از خود نشان داده است (شکل ۱-۵) و به‌طرز بارزی بیشتر از سایر تیمارها بوده است.

نتایج تجزیه‌ی واریانس نشان داد که تیمارهای مختلف شوری، اثر معناداری بر شاخص برگ ایجاد کرده‌اند (جدول ۲). بیشترین مقدار شاخص برگ به ترتیب توسط تیمار ۴، تیمار ۱، تیمار ۲، تیمار ۳ و کنترل به‌دست آمده است (شکل ۱-۴).

در نتایج به‌دست‌آمده از آزمون دانکن مشاهده می‌گردد که اثر تیمارهای مختلف شوری، بر کارایی تحمل شوری در تمام گیاه معنادار ($P<$۰/۰۵) بوده است و تیمار ۱ (۸۶ mM NaCl) بیشترین میزان تحمل (۲۲۸/۷ درصد) را به دست آورده است (شکل ۱-۳). در کارایی تحمل شوری در اندام هوایی نیز تیمار ۱ با ۱۷۴/۶ درصد، بیشترین مقدار را کسب کرده است و بین تیمارهای دیگر، تفاوت معناداری مشاهده نمی‌گردد (شکل ۱-۳). کارایی تحمل شوری در تیمار کنترل، کمترین مقادیر را نشان داده است.

۴. بحث و نتیجه‌گیری

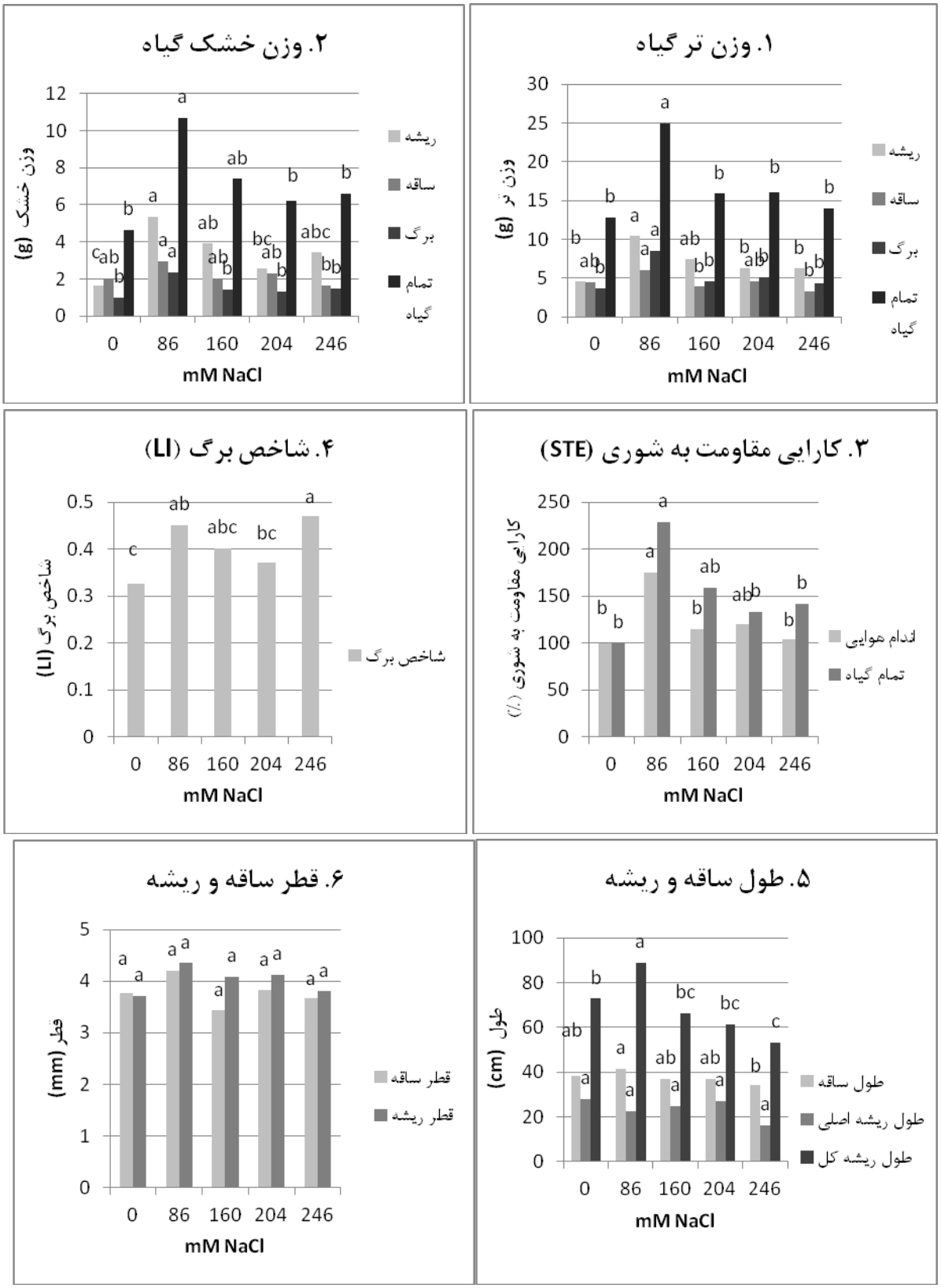
رشد گیاه

تأثیر تنش شوری بر رشد، پدیده‌ی ساده‌ای نیست که در همه‌ی گیاهان به طور مشابه عمل کند و ممکن است کاهش در وزن خشک ریشه، اندام هوایی و بیوماس کل در اثر اختلال در جذب مواد غذایی لازم برای رشد باشد. کاهش وزن خشک ریشه همانند سایر اندام‌های گیاهی در نتیجه‌ی اثرات منفی تنش شوری روی می‌دهد که ریشه‌ها و ساقه‌های کم‌وزن‌تری توسط گیاه تولید می‌شود. سمیّت یونی، عدم تعادل عناصر غذایی و برهم خوردن تنظیم اسمزی، از اثرات تنش شوری است. ریشه، اندامی است که وظیفه‌ی جذب آب و املاح معدنی را بر عهده دارد؛ لذا تنش شوری، بیشتر از ناحیه‌ی ریشه به گیاه وارد می‌شود. پس می‌توان گفت ریشه، اولین اندامی است که با تنش شوری مواجه می‌شود (کافی و استوارت[2]، ۲۰۰۱). در این مطالعه نیز وزن خشک و تر ریشه (شکل ۱-۱ و ۲-۱) این موضوع را به خوبی نشان می‌دهند.

یکی از شاخص‌های مؤثر در تحمل شوری، حفظ آماس سلولی و تنظیم اسمزی است که در اثر جذب نمک و ساختن مواد آلی انجام می‌شود. گیاهان برای ساختن مواد آلی، انرژی بسیاری صرف می‌کنند که صرف انرژی زیاد جهت تنظیم اسمزی برای مقابله با شوری، باعث کاهش کارائی ریشه در تأمین عناصر غذایی و آب برای سایر اندام‌ها می‌شود و رشد اندام‌های هوایی کاهش یافته و در نتیجه تنش شوری باعث کاهش اندام‌زائی و تولید ماده خشک شده و در نهایت کاهش انتقال مواد غذایی را به دنبال داشته و منجر به کاهش وزن ریشه و وزن ساقه می‌شود (کافی واستوارت، ۲۰۰۱).

---

[1] - Bouslama & Schapaugh
[2] - Kaffi & Stowart



شکل ۱. پارامترهای رشد اندازه‌گیری شده در گیاه

وزن خشک و تر ریشه و وزن خشک برگ به‌دست آمده به همراه وزن خشک و تر کل گیاه در سطح ۰/۰۵ معنادار بودند (جدول ۱). در هنگام پایان اِعمال تنش‌ها، ۷۵ درصد از تیمار ۴ تقریباً خشک شده بود. این نتایج با گفته‌های لارچر (۱۹۹۵)

مبنی بر این‌که شوری، موجب کاهش رشد و زرد شدن و ریزش برگ‌ها می‌شود، مطابقت دارد. تیمار ۱ با سطح شوری برابر با ۰/۱ درصد از وزن خشک گلدان‌ها (۸۶ mMNaCl) در تمام داده‌های به‌دست آمده از اندام‌های مختلف گیاه، بیشترین نرخ را به‌دست آورده است. مقایسه‌ی داده‌ها (وزن خشک متوسط ریشه، ساقه و برگ به همراه زیست‌توده‌ی کل در تیمارهای مختلف) این مطلب را تأیید می‌کند و می‌توان این‌گونه بیان کرد که تیمار ۱ نسبت به سایر تیمارها رشد بیشتری داشته است (شکل ۱-۱، ۲-۱، ۳-۱ و ۴-۱). راویندران[1] و همکاران (۲۰۰۷) در مطالعه‌ای بر روی اصلاح خاک‌های شور در هند به‌وسیله‌ی گیاهان هالوفیتی گزارش کردند که غلظت‌های NaCl کم، رشد برخی از گونه‌های هالوفیتی را تحریک می‌کند. یافته‌های دبز و همکاران (۲۰۰۴) بر روی گونه‌ی *Cakile maritima* نیز این یافته‌ها را تأیید می‌کند.

اندازه‌گیری‌های صورت گرفته برای طول و ضخامت ساقه و ریشه، نشان‌دهنده‌ی توسعه‌ی بیشتر ریشه‌ی تیمار ۱ می‌باشد (شکل ۳-۱ و ۴-۱) که این امر، در مشاهدات روزانه نیز مشهود بوده است. همان‌طور که از داده‌های ارائه شده در جدول ۲ می‌توان دریافت، تفاوت معناداری بین تیمارهای مختلف در ضخامت و طول ساقه و ضخامت و طول ریشه‌ی اصلی وجود ندارد؛ اما طول کل ریشه‌ی گیاهان که به همراه طول ریشه‌های فرعی است، مؤید این نکته است که گیاه در تیمار ۱، شرایط بهتری برای رشد و توسعه‌ی خود داشته است. با وجود اینکه رشد گیاه با افزایش شوری کاهش می‌یابد؛ اما همچنان رشد بیشتری را با افزایش شوری نسبت به تیمار کنترل نشان می‌دهد (شکل ۱). یافته‌های عطار (۲۰۱۳) در بررسی گیاه آتریپلکس، و تافیک و همکاران (۲۰۱۳) در بررسی دو گونه‌ی *Leptochloa fusca* و *Sporobolus virginicus* [که بیان کردند رشد و تولید گیاه در محیط شور توسعه‌ی بیشتری دارد]، با این یافته‌ها مطابقت دارند.

همان‌طور که گفته شد، کاهش وزن خشک ریشه، همانند سایر اندام‌های گیاهی در نتیجه‌ی اثرات منفی تنش شوری روی می‌دهد که ریشه‌ها و ساقه‌های کم‌وزن‌تری توسط گیاه تولید می‌شود (شکل ۱). در نتیجه، شوری، باعث کاهش کارائی ریشه در تأمین عناصر غذایی و آب برای سایر اندام‌های گیاه می‌شود، رشد اندام‌های هوایی را کاهش می‌دهد و در نهایت، موجب کاهش اندام‌زائی و تولید ماده خشک می‌گردد. براساس مشاهدات روزانه و نتایج به‌دست آمده در این تحقیق، می‌توان این‌گونه بیان کرد که گیاه قره‌داغ، توانایی تحمل غلظت‌های بالای شوری آب آبیاری را تا ۲۰۴ mMNaCl دارا می‌باشد. اگرچه با افزایش میزان غلظت شوری، عملکرد گیاه کاهش می‌یابد؛ اما غلظت‌های بالاتر (تیمار ۴، ۲۴۶ mMNaCl)، از میزان تحمل گیاه خارج بوده و گیاه پس از مدتی خشک شده و به مرور از بین خواهد رفت. این نتایج، با نتایج به‌دست آمده توسط پناهی (۱۳۹۱)، داوود و همکاران (۲۰۱۳) و آذرپناه (۱۳۹۲) مطابقت دارد. به‌عبارت دیگر، کاهش در رشد، به‌عنوان نتیجه‌ای از سطوح شوری بالای خاک، عمدتاً به بازداری اسمزی از جذب آب، تجمع بیش از حد یون‌هایی نظیر Na^+ یا Cl^- در سلول‌های گیاه و جذب ناکافی مواد مغذی ضروری نسبت داده می‌شود (مانز و تورمات[2]،۱۹۸۶).

جدول ۱. نتایج تجزیه واریانس تأثیر تنش شوری بر وزن خشک و تر گونه‌ی قره‌داغ

منبع متغیرها	درجه آزادی	مربع میانگین							
		وزن تر ریشه	وزن تر ساقه	وزن تر برگ	وزن تر کل	وزن خشک ریشه	وزن خشک ساقه	وزن خشک برگ	وزن خشک کل
شوری	۴	۱۸/۳۱۸*	۳/۹۳۶ns	۱۴/۵۶۵ns	۹۱/۴۱۹*	۷/۹۳۷*	۰/۹۲۶ns	۰/۹۹۹*	۱۹/۷۵۴*
خطا	۱۰	۵/۷۳۶	۱/۵۷۳	۴/۸۲۱	۲۶/۱۲۲	۱/۹۵۱	۰/۵۱۱	۰/۲۲۶	۵/۰۲۱

* اختلاف معنادار در سطح ۹۵ درصد، ns بدون اختلاف معنادار

شاخص برگ، فاکتور مناسبی برای نمایش میزان رشد اندام‌های هوایی و کارایی تولید برگ گیاه است. همانطور که در شکل (۱) و جدول (۳) دیده می‌شود، تیمارهای ۴ و ۱ بیشترین مقادیر شاخص برگ را به خود اختصاص داده‌اند؛ اما تفاوت

[1] - Ravindran
[2] - Munns & Tormaat

معناداری بین تیمارهای دیگر دیده نمی‌شود، که این موضوع می‌تواند به‌علت اندازه‌گیری شوری در سال دوم رشد گیاهان باشد.

جدول ۲. نتایج تجزیه واریانس تأثیر تنش شوری بر طول و قطر ساقه و ریشه‌ی گونه‌ی قره‌داغ

منبع متغیرها	درجهٔ آزادی	مربع میانگین				
		قطر ساقه	طول ساقه	قطر ریشه	طول ریشه اصلی	طول کل ریشه
شوری	۴	^{ns}۰/۳۱۵	^{ns}۲۹/۸۰۷	^{ns}۰/۲۶۸	^{ns}۸۶/۵۳۳	**۷۳۳/۱۶۲
خطا	۱۵	۰/۲۴۵	۱۹/۱۲۵	۰/۶۷۸	۵۰/۲۳۲	۹۶/۶۲۲

** اختلاف معنادار در سطح ۹۹ درصد، ^{ns} بدون اختلاف معنادار

کارایی مقاومت به شوری (STE)

کارایی مقاومت به شوری (STE) فاکتور مناسبی برای نشان دادن میزان تحمل یک گیاه نسبت به افزایش میزان شوری است. داده‌های به‌دست آمده در دو قسمت، ابتدا برای اندام‌های هوایی گیاه و سپس برای تمام گیاه (جدول ۳) مورد بررسی قرار گرفت. با توجه به اطلاعات به‌دست آمده در کنار مشاهدات روزانه می‌توان گفت که تیمار ۱ (۸۶mMNaCl) بیشترین کارایی را در تحمل و مقاومت نسبت به شوری از خود نشان داده است. این نتایج، با نتایج به‌دست آمده توسط پناهی (۱۳۹۱) و داوود و همکاران (۲۰۱۳) مطابقت دارد که حداکثر رشد در تیمارهای شوری کم و متوسط به‌دست می‌آید. میانگین مقادیر به‌دست آمده برای هر تیمار در شکل (۱) ارائه شده است.

جدول ۳. نتایج تجزیه واریانس تأثیر تنش شوری بر کارایی مقاومت به شوری گونهٔ قره‌داغ

منبع متغیرها	درجهٔ آزادی	مربع میانگین		
		STE برای اندام هوایی	STE برای تمام گیاه	شاخص برگ (LI)
شوری	۴	^{ns}۳۶۳۲/۰۰۹	*۹۰۹۰/۷۷۱	*۰/۰۱۴
خطا	۱۵	۱۳۸۷/۶۷۳	۲۳۱۰/۸۰۴	۰/۰۰۴

* اختلاف معنادار در سطح ۹۵ درصد، ^{ns} بدون اختلاف معنادار

شوری، باعث کاهش کارایی ریشه در تأمین عناصر غذایی و آب برای سایر اندام‌های گیاه می‌شود، رشد اندام‌های هوایی را کاهش می‌دهد و در نهایت، موجب کاهش اندام‌زائی و تولید ماده خشک می‌گردد. براساس مشاهدات روزانه و نتایج به‌دست آمده در این تحقیق می‌توان این‌گونه بیان کرد که گیاه قره‌داغ، رشد بهینه‌ی خود را در شوری ۸۶ mMNaCl کسب کرده و توانایی تحمل غلظت‌های بالای شوری آب آبیاری را تا ۲۰۴ mMNaCl دارا می‌باشد. هرچند که با افزایش میزان غلظت شوری، عملکرد گیاه کاهش می‌یابد؛ اما غلظت‌های بالاتر (تیمار ۴، ۲۴۶ mMNaCl)، از میزان تحمل گیاه خارج بوده و گیاه بعد از مدتی خشک شده و به مرور از بین خواهد رفت. این مطالب، چند سطر بالاتر دقیقاً تکرار شده است در پایان می‌توان این‌گونه نتیجه گرفت که گیاه قره‌داغ (*Nitraria schoberi*)، برای کشت در مناطقی با آبی که شوری آن حداکثر به ۲۰۴ mMNaCl می‌رسد، مناسب و قابل اجرا است؛ البته برای شناخت بهتر از عملکرد گیاه و مدیریت مناسب‌تر، مطالعه و بررسی بیشتر در زمینه‌ی شوری و سایر شرایط زیست‌محیطی [همچون قلیائی بودن] لازم است.

منابع

۱. آذرپناه آ. و آذرپناه آ. ۱۳۹۲، ارزیابی رشد، میزان کلروفیل و غلظت پرولین در گیاه دارویی پریوش تحت شرایط تنش شوری. دومین کنفرانس بین‌المللی مدل‌سازی گیاه، آب، خاک و هوا.

۲. بخردی ک.، ۱۳۹۲، بررسی اثرات گرد و غبار بادی در برخی از پارامترهای بیوشیمیایی گیاهان تاغ، پایان نامه‌ی کارشناسی ارشد، دانشکده‌ی منابع طبیعی و علوم زمین، دانشگاه کاشان.

۳. پناهی، ف.، ۱۳۹۱، بررسی تحمل‌پذیری سه گونه‌ی *Salsola* به تنش شوری در شرایط آزمایشگاه و رویشگاه‌های طبیعی، رساله‌ی دکترا، دانشکده‌ی منابع طبیعی، دانشگاه تهران.

۴. جعفری م. ۱۳۷۹، احیای مناطق خشک و بیابانی، انتشارات دانشگاه تهران.

۵. جوری م.ح.، مهدوی م.، ۱۳۸۹. شناسایی کاربردی گیاهان مرتعی، انتشارات آییژ.

۶. حکیمی میبدی م.ح.، صادقی‌نیا م.، ۱۳۸۸، شناسایی گیاهان مرتعی، جلد اول، انتشارات مرکز نشر دانشگاهی دانشگاه تهران.

۷. عصری ی.، ۱۳۷۷. پوشش گیاهی شوره‌زارهای دریاچه ارومیه. نشریه شماره ۱۹۱. انتشارات موسسه‌ی تحقیقات جنگل‌ها و مراتع کشور. در پناهی، ف.، ۱۳۹۱، بررسی تحمل‌پذیری سه گونه‌ی *Salsola* به تنش شوری در شرایط آزمایشگاه و رویشگاه‌های طبیعی، رساله‌ی دکترا، دانشکده‌ی منابع طبیعی، دانشگاه تهران.

8. Ajmal Khan M., Qaiser M., 2006. Halophytes of Pakistan: Characteristics, distribution and potential economic usages. Sabkha Ecosystems. Volume II: West and Central Asia, 129-153.
9. Ajmal Khan M., Ungar I.A., Showalter 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 Environment. 45: 73-84.
10. Attar H., 2013. Atriplex production under saline soil and saline irrigation practices. Development in soil salinity assessment and reclamation, Springer publisher: 603-614.
11. Bouslama M., Schapaugh W.T., 1984. Stress tolerance in soybeans. I. Evaluation of three Screening techniques for heat and drought tolerance. Crop Science 24: 933-937.
12. Daoud S., Koyro H.W., Harrouni M.C., 2013. Salt response of halophytes with potential interest in food crops and reclamation of saline soils: Growth, water relations, mineral content and anatomical adaptation. Development in soil salinity assessment and reclamation, Springer publisher: 543-560.
13. Debez A., Ben H.K., Grignon C., Abdelly C., 2004. Salinity effects on germination, growth, and seed production of the halophyte *Cakile maritima*. Plant soil, 262: 179-189.
14. 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.
15. Kaffi M., Stowart D.A., 2001. Effects of salinity on growth and performance of nine varieties of Wheat. Journal of agriculture sciences and industrial. Vol. 12(1). in Panahi F., Investigation of salt tolerance in three species of *Salsola* in laboratory and natural conditions. PhD. thesis. Tehran University, Iran (in Persian), 2012.
16. Larcher W., 1995. Physiological plant ecology (3rd). Springer Publishing, 390.
17. Le Houérou H.N., 1993. Salt-tolerant plants for the arid regions of the Mediterranean isoclimate zone. In: Lieth H. & A.Al. Al Massom (Eds.), Towards the rational use of high salinity tolerant plants. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, 403-422.
18. Lieth A.F., 1994. Use of sea water for growth and productivity of halophytes in the Gulf Region. United Arab Emirates University, Faculty of Science.in Panahi F., Investigation of salt tolerance in three species of Salsola in laboratory and natural conditions. PhD. thesis. Tehran University, Iran (in Persian), 2012.
19. Munns R., Tormaat A., 1986. Whole plant response to salinity. Aust J Plant Physiol, 13: 143-160.
20. Natale E., Zalba S.M., Oggero A., Reinoso H., 2010. Establishment of *Tamarix ramosissima* under different conditions of salinity and water availability: Implications for its management as an invasive species. Journal of Arid Environments. 74: 1399-1407.
21. Ravindran K.C., Venkatesan K., Balakrishnan V., Chellappan K.P.,Balasubramanian T., 2007. Restoration of saline land by halophytes for Indian soils. Soil Biol Biochem, 39(10): 2661-2664.
22. Sayyari M., Mahmoodi S., 2002. An investigation of reason of soil salinity and alkalinity on some part of Khorasan Province (Dizbad-e Pain Region). 17th WCSS, 14-21 August 2002. Paper No. 1981, 12 pp. Thailand.

23. Tawfik M.M., Thalooth A.T., Zaki N.M., 2013. Exploring saline land improvement through testing *Leptochloa fusca* and *Sporobolus virginicus* in Egypt. Development in soil salinity assessment and reclamation, Springer publisher: 615-629.
24. Williams M.A.J., 2002. Desertification. In: I. Douglas (ed), Encyclopaedia of Global Environmental Change (ISBN 0-471-97796-9) Volume 3: Causes and consequences of global environmental change, pp 282-290.

Investigation of Salt Stress Effects on Growth Parameters and Salinity Tolerance Efficiency in *Nitraria schoberi*

M. Ghorbani[1*], A. Ranjbar Farduyi[2], F. Panahi[3] and J. Attarha[4]

Abstract

Salinity is one of the most important factors that causes vegetation decline and sometimes eliminationin arid and semi-arid regions. This study was carried out to investigate the effects of salinity on fresh and dry weight, total plant biomass and salt tolerance efficiency of *Nitaria schoberi*. Twenty pots were used in four replications and treatments consisted of a control treatment and four treatments with different salinity levels in a completely randomized experimental design. Salt was added to the pots at concentrations of 0, 86, 160, 204 and 246 mMNaCl. Data analysis was performed by SPSS software. According to the obtained results, it can be concluded that salinity level of 86 mMNaCl was desirable of plant growth and this species has the ability to tolerate high concentrations of salinity up to 204 mMNaCl, although crop yield decreases with increasing salinity level. Higher concentrations (246 mMNaCl) were out of the crop tolerance and after a period, plant will be dried and gradually disappear.

Keywords: Biomass, Growth Parameters, *Nitraria schoberi*, Salinity Stress.

1. **Corresponding author;** M.S. Student of Dedesertification, College of Natural Resources and Earth Sciences, University of Kashan; siroco1987@yahoo.com
2. Associated Professor, College of Natural Resources and Earth Sciences, University of Kashan
3. Assistant Professor, College of Natural Resources and Earth Sciences, University of Kashan
4. M.S. Student of Dedesertification, College of Natural Resources and Earth Sciences, University of Kashan