Arshive of SID

پاسخ مورفولوژیکی نهال داغداغان (*Celtis caucasica* Willd.) به تنش شوری در نهالستان

۱- عبدالحسین طباطبایی، دانشجوی کارشناسی‌ارشد جنگل‌شناسی و اکولوژی جنگل، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری
a.tabatabaei@stu.sanru.ac.ir
۲- حمید جلیل‌وند، دانشیار و عضو هیأت علمی گروه جنگلداری، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری
۳- حمید آهنی، دانشجوی دکتری جنگلداری، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری

دریافت: ۱۳۹۳/۰۱/۱۶
پذیرش: ۱۳۹۳/۰۶/۲۲

چکیده

به‌منظور مطالعه رفتارهای مورفولوژیک نهال‌های یک ساله داغداغان (*Celtis caucasica* Willd.)، آزمایشی در نهالستان طرق شهر مشهد انجام شد. تیمار بدون تنش (آب معمول رایج در نهالستان) و تنش شوری (منبع آب کویر پارک-عمرانی گناباد با هدایت الکتریکی ۱۲/۰۳ دسی زیمنس بر متر) هر دو روز یک‌بار به میزان ۱۵۰ میلی‌لیتر آبیاری در قالب طرح کاملاً تصادفی در ۲۰ تکرار از ابتدا تا انتهای تابستان (ماه‌های خشک فصل رویش) انجام شد. در طول تابستان صفات ارتفاع، قطر، تعداد برگ و سطح برگ اندازه‌گیری و در پایان دورهٔ رویش وزن تر و خشک ریشه، ساقه و برگ و نسبت‌های سطح برگ، سطح ویژه برگ و وزن برگ محاسبه شد. نتایج نشان داد که در شرایط تنش شوری صفات رویش ارتفاع، تغییرات تعداد برگ، سطح برگ در پایان فصل رویش و رویش سطح برگ در سطح ۵٪ و رویش قطر در سطح ۱٪ کاهش معنی‌داری نسبت به تیمار بدون تنش دارند. نتایج آنالیز اندازه‌گیری‌های تکراری نیز نشان داد که در تیمار شوری با در نظر گرفتن اثر زمان در کل دورهٔ اندازه‌گیری برای صفات ارتفاع و تعداد برگ در سطح ۵٪ و قطر در سطح ۱٪ معنی‌دار، ولی سطح برگ اختلاف معنی‌داری را نشان نداد. اثر متقابل زمان در تیمار نیز در مورد صفت قطر، معنی‌داری نبود؛ امّا ارتفاع و تعداد برگ در سطح ۱٪ و مساحت برگ در سطح ۵٪ اختلاف معنی‌داری را نشان دادند.

واژگان کلیدی: آب شور؛ رگرسیون؛ داغداغان؛ مشهد

مقدمه

بیش از ۸۰۰ میلیون هکتار از اراضی موجود در سراسر جهان تحت تأثیر شوری قرار دارد، که این مقدار معادل شش درصد از مساحت کل اراضی جهان است [۳۱]. شوری ممکن است اولین عامل تنش شیمیایی باشد که موجودات زنده در طول تکامل با آن مواجه می‌شود. بخش بزرگی از خاک‌ها و حجم چشم‌گیری از کل منابع آبی به‌ویژه در مناطق خشک و نیمه خشک مبتلا به‌درجات مختلف شوری هستند [۲۸].

انتخاب ژنوتیپ‌های متحمل به تنش به دو روش مستقیم (اندازه‌گیری عملکرد) و غیر مستقیم (اندازه‌گیری صفات مورفولوژیک و فیزیولوژیک مرتبط با تحمل تنش) انجام می‌شود [۱۲]، بنابراین شناخت سازوکارهای تحمل به شوری ضروری به‌نظر می‌رسد. اثرهای منفی شوری بر رشد گیاه، به‌علّت پتانسیل اسمزی پایین محلول خاک (تنش اسمزی)، اثرهای ویژه یونی (تنش شوری)، عدم تعادل عناصر غذایی یا مجموعه این عوامل ایجاد می‌شود [۲۵]. هنگامی که گیاه در شرایط شور رشد می‌کند، فعّالیت فتوسنتزی آن کاهش یافته و در نتیجه میزان رشد، سطح برگ و محتوای کلروفیل کاهش و فلورسانس کلروفیل افزایش می‌یابد [۴۴]. سدیم غالب‌ترین کاتیون موجود در محلول خاک و آب مناطق شور است [۳۰]. تنش شوری اثر فزایندهای بر تجمع سدیم و کلر در گیاه دارد [۴۳].

شناخت واکنش‌های گیاهان به‌شوری از اهمیّت خاصی برخوردار است. ساز و کارهای افزایش تحمل به نمک در

www.SID.ir

Arshive of SID

گیاهان مختلف موجب تغییراتی در شاخص‌های مورفولوژیکی و فیزیولوژیکی می‌شود که تحت تأثیر گونه گیاهی، مرحله رشد و عوامل خارجی از قبیل خاک، نوع نمک و شرایط آب و هوایی (رطوبت و دما) قرار دارد [۱۸]. گیاهان هنگامی که در مقابل استرس شوری قرار می‌گیرند یا از آن اجتناب می‌کنند، و یا در مقابل آن بردباری می‌کند که هر دوی این موارد تحت عنوان مقاومت به شوری قرار می‌گیرند. در مورد اول سه مکانیزم وجود دارد که شامل جلوگیری از ورود نمک، بیرون راندن نمک از گیاه و بالأخره رقیق سازی نمک از طریق جذب مقادیر فراوان آب می‌شود. در حالت دوم، در واقع گیاه نمک را جذب کرده و به اندام‌های خود به‌ویژه برگ‌ها می‌فرستد. در چنین حالتی یا پروتوپلاسم‌ها به‌نحوی تخصصی شده‌اند که با وجود غلظت بالای نمک فعالیت‌های خود را به‌طور عادی انجام می‌دهند و یا اینکه در ادامه عناصر دیگری را جذب کرده و جایگزین این نمک‌ها می‌کنند [۲۶].

با وجود این که تحقیقات بسیاری در مورد اثر شوری بر رشد و نمو گیاهان انجام شده، ولی به جرأت می‌توان گفت که بیشتر آنها در مورد گیاهان زراعی، باغی، بیابانی و انواع هالوفیت‌ها بوده‌اند [۳۵].

نتایج مطالعه‌ای در ارتباط با اثر شوری روی رشد گونهٔ *Aeluropus littoralis* نشان دادند که شوری باعث افزایش مقاومت روزنه‌ای شد و با افزایش آن نسبت سطح برگ به وزن تر برگ افزایش یافت، ولی سطح هر برگ و همچنین نسبت طول اندام‌های هوایی به ریشه کاهش یافت [۱]. در ارزیابی اثرات تنش شوری بر گیاهچه کور (*Capparis spinosa* L.) نشان داده شد که تنش شوری صفات درصد، سرعت و شاخص جوانه‌زنی، طول ساقه‌چه و ریشه‌چه و وزن خشک گیاه‌چه را به‌طرز بسیار معنی‌داری کاهش داد [۳۹]. در بررسی مقاومت به شوری در نهال چهار گونه درختی مناسب جنگلداری شهری انجام دادند به این نتایج دست یافتند که تفاوتی در افزایش رشد قطری و وزن ساقه در گونه اقاقیای چتری (*Robinia pseudoacacia* var. *umbraculifera*) دیده نشد، در حالی که هر دوی این مشخصه‌ها در زبان گنجشک (*Fraxinus angustifolia*) و سرو خمره‌ای (*Thuja orientalis*) از شوری ۵۵ میلی‌مول در لیتر و بیشتر کاهش یافتند[۳]. در افرای سیاه (*Acer negundo*)، رشد قطری از شوری ۱۷۵ میلی‌مول در لیتر، و افزایش وزن ساقه از شوری ۵۵ میلی‌مول در لیتر کاهش یافت. نتایج بررسی بر اثر تنش شوری بر صفات مورفولوژیک و فیزیولوژیک دو گونه کلزا و شلغم روغنی (*Brassica napus* and *B. rapa*) نشان داد که تنش شوری تعداد و سطح برگ، وزن دم‌برگ، پهنک و زیست توده و میزان آب برگ و محتوای نسبی آب برگ را کاهش و نسبت وزنی پهنک به دم‌برگ و نیز نسبت وزنی آوند آبکش به آوند چوب را افزایش داده است [۸]. محتوای نسبی آب برگ کم‌ترین و زیست توده و میزان آب برگ بیش‌ترین تغییرات را نشان دادند. نتایج مطالعهٔ دیگری بر روی گونهٔ کنار (*Ziziphus spina-christi*) تحت تنش شوری در سطوح مختلف (صفر، ۱۶۰۰، ۳۲۰۰، ۶۴۰۰ و ۱۲۸۰۰ میلی‌گرم در لیتر کلرید سدیم) ثابت نمود که با افزایش غلظت نمک تعداد و سطح برگ به‌طور معنی‌داری کاهش می‌یابد [۲]. بیشترین کاهش در مقایسه با شاهد در سطح ۱۲۸۰۰ میلی‌گرم در لیتر بود.

نتایج بررسی فاکتورهای مؤثر بر سلامت پوشش گیاهی کنار جاده‌ای نشان دادند که گروهی از درختان شهری به‌واسطه شوری آب ناشی از نمک‌پاشی کنار جاده دچار ضعف رشد طولی می‌شوند[۴۲]. در پژوهشی بر روی گونه‌های *Eucalyptus camaldulensis* Dehnh, *Samanea saman* Merr. و *Azadirachta siamensis* Val. جهت ارزیابی تحمل به شوری، از تیمارهای تحت استرس نمک NaCl (۰/۱۷، ۰/۳۴، ۰/۶۸ و ۱/۰۲ مولار) به‌عنوان شاخص مؤثر برای تحمل به نمک استفاده شد[۱۰]. ویژگی‌های فیزیولوژیکی و محتوای کلروفیل در گونه‌های مقاوم در برابر نمک به‌طور قابل توجهی درصد زنده‌مانی بالایی به آزمایش شوری نشان داده و رشد خوبی داشتند. گونه‌های جنگلی مقاوم در برابر نمک را می‌توان بیشتر برای گیاه پالایی شوری و توالی زیست محیطی استفاده کرد. در مطالعه‌ای اثرات تنش شوری در تیمارهای (۰، ۲۵، ۵۰ و ۷۵ میلی‌مولار نمک NaCl) بر برخی صفات مورفولوژیکی و فیزیولوژیکی گونهٔ (*Abelmoschus esculentus* L.) بررسی شد [۴] . نتایج نشان داد که افزایش شوری، باعث کاهش درصد جوانه زنی، طول ساقه و ریشه، ارتفاع بوته، وزن غلاف، طول غلاف، سرعت فتوسنتز، و هدایت روزنه‌ای

www.SID.ir

Arshive of SID

می‌شود. تأثیر تنش شوری بر روی تنوع ژنتیکی و بذردهی اقاقیای معمولی (*Robinia pseudoacacia*) بررسی شد[۱۶]. در این تحقیق، جوانه‌زنی، بذردهی، درصد زنده‌مانی و تنوع ژنتیکی اقاقیا اندازه‌گیری شد. نتایج نشان داد که همراه با تجمع شوری، جوانه‌زنی و زنده‌مانی بذرهای اقاقیا بر روی خاک‌هایی با شوری بیش از ۶ گرم بر کیلوگرم به‌طور چشم‌گیری کاهش می‌یابد. بررسی اثرات زیان بار نمک NaCl با تیمارهای (۰، ۵۰ و ۱۰۰ میلی مولار) بر روی ویژگی‌های مورفولوژیکی ریشه، وزن تر و طول ساقه و تعداد برگ در گونهٔ (*Zea mays* L.) نشان داد که با افزایش شوری از ۰ به ۱۰۰ میلی مولار رشد گیاه منفی می‌شود [۷].

درخت داغداغان (تا) با نام علمی *Celtis caucasica* Willd. از تیره *Ulmaceae* به شمار می‌رود [۲۷]. این جنس (*Celtis*) در مجموع دارای ۶۰ تا۷۰ گونه در جهان است [۴۶]. منطقه انتشار آن در نواحی خشک و استپی کشور، در زاگرس و البرز و در ارتفاعات ۸۰۰ تا ۲۷۰۰ متری از سطح دریا است [۴۰]. چوب این گونه در ساختمان سازی، تولید چنگال، عصا، پارو و در نجاری، ارابه سازی، خراطی و تهیه زغال به‌کار می‌رود [۲۷]؛ چوب آن بسیار محکم است، به‌طوری‌که گاهی به آن چوب آهن می‌گویند [۴۰]. با توجه به این که تاکنون پژوهشی در رابطه با آبیاری نهال داغداغان با آب شور انجام نشده و با توجه به کمبود آب شیرین به‌خصوص در مناطق خشک و نیمه خشک و نیاز به تولید نهال و جنگل‌کاری، این پژوهش انجام شد. هدف از این پژوهش ارزیابی تحمل به آب شور در گونهٔ درختی داغداغان و بررسی امکان معرفی این گونه به‌منظور کاشت در مناطق با حداکثر شوری ۱۲/۰۳ دسی‌زیمنس بر متر است.

مواد و روش‌ها

این تحقیق با استفاده از طرح آزمایشی کاملاً تصادفی در ۲۰ تکرار در نهالستان طرق مشهد از شروع تا پایان فصل تابستان سال ۱۳۹۲، و در طول جغرافیایی ″۰۰′۳۸ °۵۹ شرقی و عرض جغرافیایی ″۰۰′۱۶ °۳۶ شمالی و ارتفاع ۹۹۰ متر بالاتر از سطح دریا، اجرا شد. متغیرهای اقلیمی محدوده سایت تحقیقاتی مذکور شده شامل میانگین بارندگی سالانه ۱۹۳/۷ میلیمتر، حداقل بارندگی ماهیانه (شهریور) ۰/۶ میلیمتر، حداکثر بارندگی ماهیانه (اسفند) ۵۱/۳ میلی‌متر، متوسط درجه حرارت سالانه ^{o}C ۱۵/۹، دمای سردترین ماه سال (دی) ^{o}C ۹/۲- و دمای گرم‌ترین ماه سال (خرداد) ^{o}C ۴۰/۱+ هستند.

جهت اعمال تیمارها بر روی گونهٔ داغداغان (مبدأ بذر از رویشگاه کلات نادری استان خراسان رضوی) در شرایط منظم به مدّت سه ماه [۹] برای تیمار بدون تنش (آب معمولی رایج در نهالستان) و تنش شوری (منبع آب کویر پارک-عمرانی گناباد با هدایت الکتریکی ۱۲/۰۳ دسی زیمنس بر متر) هر دو روز یک‌بار به مقدار ۱۵۰ میلی‌لیتر، آبدهی شدند. جدول ۱، مقادیر کاتیون و آنیون‌های آب شور مورد استفاده را ارائه نموده است. بافت خاک مورد استفاده به روش هیدرومتری بایکاس [۲۱] ۱۰ درصد رس، ۲۳ درصد سیلت و ۶۷ درصد شن تعیین گردید.

در طول دوره‌های بدون تنش و تنش شوری، در هر ده روز یک‌بار پارامترهای قطر با کولیس بر حسب میلیمتر، ارتفاع با متر نواری برحسب سانتی‌متر اندازه‌گیری و تعداد برگ شمارش شدند. در هر ماه از هر تیمار، پنج پایه انتخاب و از هر پایه پنج برگ به‌صورت تصادفی [۳۶] به منظور گرفتن عکس از سطح برگ و اندازه‌گیری طول برگ انتخاب و با استفاده از نرم افزار اتوکد سطح هر برگ بر حسب متر مربع محاسبه شد.

در پایان آزمایش (اوایل پاییز ۱۳۹۲)، نسبت به قطع قسمت هوایی نهال‌ها برای اندازه‌گیری وزن تر تاج پوشش اقدام و میزان رطوبت اندام‌های هوایی نیز پس از خشک کردن آن‌ها به‌طور جداگانه در آون و در دمای ^{o}C ۷۰ به مدّت ۴۸ ساعت محاسبه شد. برای تعیین وزن ریشه نیز پس از جدا نمودن قسمت هوایی، نسبت به برداشت خاک و ریشه اقدام و پس از شست و شوی خاک، ریشه‌ها جدا و با قرار دادن در آون، در دمای ^{o}C ۷۰ به مدّت ۴۸ ساعت وزن خشک آنها به‌دست آمد [۴۸].

نسبت ریشه به شاخه (R/S)، نسبت بین وزن خشک ریشه به اندام هوایی است [۴۷]. نسبت برگ به شاخه (L/S) نیز با به دست آوردن وزن خشک برگ و شاخه، محاسبه شد [۳۷]. نسبت سطح برگ (LAR)، شاخص مورفولوژیکی از میزان برگ در گیاه است و نسبت بین کل

www.SID.ir

Arshive of SID

سطح برگ هر گیاه و کل وزن خشک هر گیاه و در واقع خارج قسمت سطح برگ است. سطح ویژه برگ (SLA) شاخصی از ظرافت برگ بوده و نسبت بین کل سطح برگ هر گیاه و کل وزن خشک برگ در هر گیاه است. نسبت وزن برگ (LWR) نیز شاخصی از میزان دارایی برگ در قبال وزن خشک گیاه بوده و نسبت بین کل وزن خشک برگ در هر گیاه و کل وزن خشک هر گیاه است [۲۴].

پس از اندازه‌گیری صفات مورفولوژیکی، تجزیه و تحلیل داده‌ها با استفاده از نرم افزار آماری SPSS انجام شد. نرمال بودن داده‌ها (با آزمون کلموگروف-اسمیرنوف) بررسی و از آزمون t مستقل برای مقایسه میانگین‌های صفات اندازه‌گیری شده بین دو سطح آبیاری بدون تنش و تنش شوری استفاده شد. همچنین با نرم‌افزار آماریSAS ، آزمون تجزیه واریانس با اندازه‌گیری‌های تکراری با متغیر زمان به‌عنوان یک متغیر پیوسته (به‌منظور بررسی تأثیر زمان بر مقدار صفات ارتفاع، قطر یقه، تعداد برگ در ۹ مرتبه و سطح برگ در ۳ مرتبه اندازه‌گیری در فواصل زمانی یکسان) با آماره‌های لامبدای ویلکس، شاخص پیلای، شاخص هتلینگ و بزرگ‌ترین ریشه رویز محاسبه شد. مقدار همگنی داده‌ها به دلیل همگن نشدن واریانس گروه‌ها با آزمون ماخوی از آزمون Greenhouse-Geisser Epsilon (G-G) و Huynh-Feldt Epsilon (H-F) استفاده شد. درضمن، نمودار رشد ارتفاع، قطر یقه، سطح برگ و تغییرات تعداد برگ از زمان شروع تا پایان آزمایش جهت مقایسه تیمار بدون تنش و تنش شوری رسم شد.

نتایج

با توجه به نتایج به دست آمده از آزمون t مستقل در مقایسه دو تیمار شاهد و شوری، مشخص شد که اختلاف بین دو تیمار از نظر صفت رویش قطر در سطح ۱٪ و از نظر رویش ارتفاع، تغییرات تعداد برگ، رویش سطح برگ و سطح برگ پایان دوره در سطح ۵٪ معنی‌دار بوده و سایر صفات تفاوت معنی‌داری را نشان ندادند (جدول ۲).

تمام آماره‌های لامبدای ویلکس، شاخص پیلای، شاخص هتلینگ و بزرگ‌ترین ریشه رویز با در نظر گرفتن اثر زمان در کل دورهٔ اندازه‌گیری در تیمار شوری نشان دادند که برای صفات ارتفاع و تعداد برگ در سطح ۵٪ و قطر در سطح ۱٪ اختلاف معنی‌دار وجود دارد، ولی سطح برگ تفاوت معنی‌داری را نشان نداد. در تیمار بدون تنش نیز صفات ارتفاع و قطر در سطح ۱٪ و سطح برگ در سطح ۵٪ اختلاف معنی‌دار در زمان‌های مختلف داشت، ولی امّا سطح برگ اختلاف معنی‌داری را نشان نداد (جدول ۳).

همهٔ آماره‌های لامبدای ویلکس، شاخص پیلای، شاخص هتلینگ و بزرگ‌ترین ریشه رویز با در نظر گرفتن اثر متقابل زمان در تیمار شاهد-شوری گونهٔ داغداغان نشان دادند که در صفات قطر اختلاف معنی‌داری وجود ندارد، ولی ارتفاع و تعداد برگ در سطح ۱٪ و سطح برگ در سطح ۵٪ اختلاف معنی‌داری را در اندازه‌گیری‌های تکراری نشان دادند (جدول ۴).

مقدار F در تجزیه و تحلیل اثرات بین گروهی آنالیز تکراری صفات نشان داد که در مورد ارتفاع، قطر و تعداد برگ اختلاف معنی‌داری وجود ندارد، ولی سطح برگ در سطح ۵٪ اختلاف معنی‌داری بین دو تیمار نشان داد (جدول ۵).

مقدار F در اثر متقابل زمان×تیمار برای تمام صفات در سطح ۱٪ معنی‌دار شد. مقدار تصحیح شدهٔ همگنی G-G برای ارتفاع، قطر و سطح برگ در سطح ۵٪ معنی‌دار شدند، ولی در تعداد برگ معنی‌داری را نشان نداد و مقدار H-F برای ارتفاع و سطح برگ در سطح ۱٪ و قطر و تعداد برگ در سطح ۵٪ معنی‌داری را نشان دادند (جدول ۶).

روند تغییرات رویش ارتفاع، قطر و تغییرات تعداد برگ در طول دوره آزمایش، رابطه چند جمله‌ای درجهٔ دوم داشته و حاکی از تأثیر تنش شوری بر کاهش رشد صفات ارتفاع، قطر و تعداد برگ و نمودار میله‌ای کاهش سطح برگ بود (شکل ۱). برای بررسی این روند از تحلیل رگرسیون غیرخطی استفاده شد که نتایج آن شامل مدل، ضریب تعیین، ضریب همبستگی، ضریب تغییرات، انحراف معیار خطا و پف کنندگی واریانس تیمار بدون تنش و تنش شوری برای صفات مورفولوژیکی ارتفاع، قطر یقه و تعداد برگ است (جدول ۷).

همان‌گونه که ملاحظه می‌شود، با توجه به ضرایب آماری، متغیر پاسخ ارتفاع در تیمار شوری نسبت به شاهد از برازش کمتری برخودار است. به‌عبارت دیگر، مدل رگرسیونی شوری نسبت به شاهد برآورد کمتری را نشان

www.SID.ir

Arshive of SID

می‌دهد. صفت قطر در شرایط مدل شوری و شاهد تقریباً برابر است، ولی با توجه به ضریب تغییرات مدل شوری مناسب ارزیابی می‌شود. تعداد برگ نیز که در شرایط تنش صفت مناسبی بود، نیز در تنش شوری مناسب‌تر از شاهد است. در مجموع به‌دلیل دوره سه ماهه، صفت ارتفاع برای بررسی تنش نتیجه مناسبی ارائه نکرده است. صفت قطر نیز مناسب‌تر ارزیابی می‌شود.

بنا به عقیده محققان، گیاهان متحمل به شوری به ویژه گونه‌های دائمی، قابلیت بیشتری برای زنده ماندن و حفظ سرعت رشد در شرایط تنش شوری داشته و اختلاف رشد می‌تواند به‌عنوان یک شاخص تحمل به شوری در نظر گرفته شود [۱۴].

در این تحقیق مشاهده شد که تنش شوری باعث کاهش معنی‌دار بر صفات مورفولوژیک تعداد برگ و سطح برگ می‌شود که با نتایج مطالعهٔ بر روی دو گونهٔ کلزا و شلغم روغنی (*Brassica napus* and *B. rapa*) [۸] و همچنین گونهٔ *Zea mays* L. که مشاهده شد که با افزایش شوری تعداد برگ و سطح برگ کاسته می‌شود [۷]، مطابقت دارد. به‌نظر می‌رسد، که افزایش غلظت سدیم و کاهش غلظت پتاسیم و در نتیجه کاهش نسبت K^+/Na^+ می‌تواند یکی از دلایل کاهش سطح برگ شود [۳۴]. کاهش در سطح برگ به‌دلیل شوری، به این مفهوم است که فتوسنتز در گیاه همواره کاهش می‌یابد [۲۹].

کاهش سرعت رشد برگ بعد از افزایش شوری به‌طور عمده به‌دلیل اثر اسمزی نمک در اطراف ریشه است. افزایش ناگهانی شوری خاک باعث می‌شود که سلول‌های برگ به‌طور موقت آب خود را از دست بدهند. با گذشت زمان سرعت تقسیم و طویل شدن سلول‌ها کاهش یافته و در نتیجه، این تغییرات منجر به کوچک‌تر شدن اندازه نهایی برگ‌ها خواهد شد [۲۹].

بیشتر بودن سطح برگ، فتوسنتز زیادتر را نیز به دنبال داشته که باعث افزایش مقدار زیست توده می‌شود [۸]. تنش شوری، میزان انرژی لازم برای حفظ شرایط طبیعی سلول‌ها را افزایش می‌دهد، ولی برای رشد گیاه و توسعه برگ‌ها، انرژی کمتری باقی می‌ماند. در تنش شوری اولین واکنش گیاه، کاهش توسعه برگ‌ها است. کاهش توسعه برگ‌ها، و به‌عبارت دیگر، سلول‌های در حالت تنش قبل از آنکه تحت تأثیر واکنش شیمیایی قرار گیرند، از وقایع بیوفیزیکی متأثر می‌شوند. بنابراین، با توجه به دو تأثیر عمدهٔ شوری که شامل اثر یونی و اثر اسمزی است، کاهش توسعه برگ همانند تنش خشکی در معرض اثرات اسمزی ناشی از شوری قرار می‌گیرد. در این پدیده توسعه سلول وابسته به پتانسیل تورژسانس است. کاهش پتانسیل تورژسانس به کاهش رشد و توسعه سلول منجر می‌شود. هنگامی که تنش اسمزی شوری پتانسیل تورژسانس را کاهش می‌دهد نه تنها رشد کاهش می‌یابد، بلکه پتانسیل تورژسانس نیز تا مقدار آستانه عملکرد کاهش می‌یابد. در شروع تنش اسمزی، جلوگیری از رشد سلولی به کاهش توسعه برگ منجر می‌شود. کاهش سطح برگ موجب جذب آب کمتر از خاک شده و در نتیجه تعرّق گیاه کمتر می‌شود و در نتیجه شاخص سطح ویژهٔ برگ کاهش می‌یابد. همچنین شوری سبب کاهش سطح برگ به دلیل ریزش زودهنگام برگ‌ها می‌شود [۲۲].

تنش شوری از طریق محدودیّت در جذب عناصر غذایی، کمبود آب قابل استفاده گیاه و سمیّت عناصر غذایی، باعث کاهش قدرت رشد سلولی شده و کاهش سطح برگ و فتوسنتز را به‌همراه دارد. این موارد باعث کاهش کربوهیدرات تولیدی و در نتیجه کاهش رشد اجزای مختلف گیاه شده که در نهایت سبب کاهش زی‌توده می‌شود [۸]. کاهش ارتفاع، سطح برگ، تعداد برگ و وزن خشک کل گیاه توسط محققان دیگر نیز گزارش شده است [۴۹، ۶ و ۱۳].

تنش شوری باعث کاهش رشد طولی در نهال‌های افرای سیاه (*Acer negundo*) و سرو خمره‌ای (*Thuja orientalis*) می‌شود [۳]. همچنین کاهش سرعت اضافه شدن ارتفاع اندام‌های طولی به‌واسطه تیمارهای شوری در گونه زبان گنجشک (*Fraxinus angustifolia*) را می‌توان به‌نیاز نوری کمتر این گونه در مقایسه با گونه پیشاهنگی چون افرای سیاه مرتبط دانست. درختان جنس زبان گنجشک حساس به کمبود مواد غذایی خاک هستند. از آن‌جا که یکی از ابتدایی‌ترین اثرات شوری، کاهش میزان جذب مواد معدنی خاک است [۴۱]، بنابراین کاهش شدید جذب بر روی اندازه قطر تنه به‌ویژه در گونه‌های با چوب بخش روزنه‌ای، همانند زبان گنجشک، بیشتر خودنمایی

www.SID.ir

Arshive of SID

می‌کند [۳۳]. تنش شوری روی رشد طولی گیاه و ریشه تأثیر می‌گذارد[۱۷، ۲۰] و این کاهش رشد باعث کاهش وزن تر و خشک اندام هوایی و زیر زمینی گیاه می‌شود. نتایج بررسی‌ها بر روی شش گیاه دارویی[۱۵]، روی گونهٔ کور (*Capparis spinosa* L.) [۳۹]، روی دانه رست‌های جو [۵] و بر روی گونه گندم [۳۲] در ارتباط با تنش شوری نشان داد که تنش باعث کاهش رشد طولی و وزن گیاه می‌شود که با نتایج فوق مبنی بر کاهش ارتفاع و قطر هم‌خوانی دارد. دلیل این موضوع می‌تواند از اثرات تنش شوری روی رشد گیاه ناشی از استرس اسمزی در خاک و همچنین کاهش محتوی نسبی آب، پتانسیل آبی خاک در گیاه و عدم تعادل یونی باشد [۲۳، ۳۸، ۵۰ و ۱۹]. تأثیر نامطلوب شوری بر روی رشد گیاهان می‌تواند از طریق سمیّت به‌ویژه Na^+، Cl^- و استرس اسمزی باشد [۱۱].

شوری سبب منفی‌تر شدن پتانسیل آب در خاک می‌شود به طوری که گیاه قادر به جذب آب کافی نبوده و باعث کاهش رشد طولی نهال می‌شود. از علائم خسارت شوری، بی‌رنگ شدن برگ‌ها و کاهش وزن خشک آنها است. زیرا غلظت زیاد یون سدیم نسبت به یون کلر در کلروپلاست موجب توقف فتوسنتز می‌شود. اثر شوری بیشتر در برگ-های پیر ظاهر می‌شود. علائم شوری به‌صورت کوچک ماندن برگ‌ها، خشک شدن نوک شاخه‌ها، پیری زودرس و لوله‌ای شدن برگ‌ها ظاهر می‌شود. عدم رشد ریشه و کوتاه ماندن آن از دیگر نشانه‌های شوری است [۲۲]. با توجه به مقدار ضریب تعیین، ضریب تغییرات و انحراف معیار خطا، مدل رگرسیون غیرخطی تنش شوری مناسب ارزیابی می-شود. سایر تحقیقات نیز قطر را بهترین صفت در تنش معرفی کرده است [۴۵].

جدول ۱. نتایج آزمایش منبع آب کویر پارک-عمرانی گناباد

کاتیون	مقدار $(\frac{meq}{l})$	آنیون	مقدار $(\frac{meq}{l})$
$Ca^{+2}+Mg^{+2}$	۲۰	$HCO_3^-+CO_3^{-2}$	۳/۷
Ca^{+2}	۱۰/۷	CO_3^{-2}	Non
Mg^{+2}	۹/۳	HCO_3^-	۳/۷
Na^+	۱۰۱/۵	Cl^-	۵۰
K^+	۰	So_4^{-2}	۶۷

جدول ۲. آزمون مقایسه مشاهدات جفت نشده

صفات مورفولوژیکی	میانگین شاهد	میانگین شوری	تفاوت میانگین	مقدار t
رویش قطر	۰/۳۳±۰/۰۲۵	۰/۲۳±۰/۰۱۷	۰/۰۹۵±۰/۰۳	۳/۰۹۲**
قطر پایان دوره	۶/۰۹±۰/۳۱	۵/۶۹±۰/۴۶	۰/۴۰±۰/۵۵	۰/۷۲۱ns
میانگین قطر	۵/۹۵±۰/۳۱	۵/۵۹±۰/۴۵	۰/۳۵±۰/۵۵	۰/۶۴۱ns
رویش ارتفاع	۸/۷۵±۲/۱۱	۳/۴۵±۰/۸۱	۵/۳۰±۲/۲۶	۲/۳۴۴*
ارتفاع پایان دوره	۳۲/۱۰±۲/۰۰	۲۷/۰۰±۱/۵۹	۵/۱۰±۲/۵۶	۱/۹۹۱ns
میانگین ارتفاع	۲۹/۲۹±۱/۳۶	۲۶/۶۱±۱/۵۸	۲/۶۸±۲/۰۹	۱/۲۸۶ns
تغییرات تعداد برگ	-۲/۹±۳/۱۸	-۱۵/۳۵±۴/۸۳	۱۲/۴۵±۵/۷۸	۲/۱۵۱*
تعداد برگ پایان دوره	۵۱/۰۵±۴/۶۸	۴۱/۲۵±۳/۳۲	۹/۸۰±۵/۷۴	۱/۷۰۵ns
میانگین تعداد برگ	۵۳/۹۰±۴/۱۵	۴۸/۰۶±۳/۲۵	۵/۸۳±۵/۲۷	۱/۱۰۷ns
رویش سطح برگ	$۵/۸۸۰ \times ۱۰^{-۲} \pm ۱/۹۵۰ \times ۱۰^{-۲}$	$-۱/۱۸۰ \times ۱۰^{-۲} \pm ۱/۲۴۴ \times ۱۰^{-۲}$	$۷/۰۶۲ \times ۱۰^{-۲} \pm ۲/۳۱۳ \times ۱۰^{-۲}$	۳/۰۵۲*
سطح برگ پایان دوره	$۸/۱۶۹ \times ۱۰^{-۲} \pm ۱/۹۹۸ \times ۱۰^{-۲}$	$۲/۱۹۷ \times ۱۰^{-۳} \pm ۵/۱۰۵ \times ۱۰^{-۳}$	$۵/۹۷۲ \times ۱۰^{-۲} \pm ۲/۰۶۲ \times ۱۰^{-۲}$	۲/۸۹۶*
میانگین سطح برگ	$۵/۱۷۴ \times ۱۰^{-۳} \pm ۹/۳۲۵ \times ۱۰^{-۲}$	$۲/۸۷۱ \times ۱۰^{-۳} \pm ۴/۶۱۵ \times ۱۰^{-۳}$	$۲/۳۰۲ \times ۱۰^{-۲} \pm ۱/۰۴۰ \times ۱۰^{-۲}$	۲/۲۱۳ ns

ns، * و ** به ترتیب غیر معنی‌دار و معنی‌داری در سطح احتمال ۵٪ و ۱٪

www.SID.ir

Arshive of SID

جدول ۳. اثر زمان بر صفات مورفولوژیکی تیمار بدون تنش و شوری در کل دوره با آماره‌های چند متغیره

تیمار	صفات مورفولوژیکی	لامبدای ویلکس	شاخص پیلای	مقدار شاخص هتلینگ	بزرگترین ریشه رویز
بدون تنش	ارتفاع (سانتیمتر)	۰/۱۶	۰/۸۳	۰/۰۶	۰/۰۶
		۹/۴۱**	۹/۴۱**	۹/۴۱**	۹/۴۱**
شوری		۰/۴۴	۰/۵۵	۱/۲۵	۱/۲۵
		۲/۹۲*	۲/۹۲*	۲/۹۲*	۲/۹۲*
بدون تنش	قطر (میلیمتر)	۰/۰۶	۰/۹۳	۱۳/۴۴	۱۳/۴۴
		۲۴/۹۶**	۲۴/۹۶**	۲۴/۹۶**	۲۴/۹۶**
شوری		۰/۰۵	۰/۹۴	۱۷/۳۰	۱۷/۳۰
		۲۵/۹۵**	۲۵/۹۵**	۲۵/۹۵**	۲۵/۹۵**
بدون تنش	تعداد برگ	۰/۳۲	۰/۶۷	۲/۱۱	۲/۱۱
		۳/۱۶*	۳/۱۶*	۳/۱۶*	۳/۱۶*
شوری		۰/۳۲	۰/۶۸	۲/۱۳	۲/۱۳
		۳/۲۰*	۳/۲۰*	۳/۲۰*	۳/۲۰*
بدون تنش	سطح برگ (متر مربع)	۰/۲۰	۰/۷۹	۰/۹۲	۰/۹۲
		۵/۸۷ns	۵/۸۷ns	۵/۸۷ns	۵/۸۷ns
شوری		۰/۷۰	۰/۲۹	۰/۴۲	۰/۴۲
		۰/۶۴ns	۰/۶۴ns	۰/۶۴ns	۰/۶۴ns

ns، * و ** به ترتیب غیر معنی‌دار و معنی‌داری در سطح احتمال ۵٪ و ۱٪؛ اعداد دوم هر ردیف برای هر صفت، معادل آماره را به مقدار F نشان می‌دهد

جدول ۴. اثر متقابل زمان×تیمار بر صفات مورفولوژیکی تیمار شاهد-شوری در کل دوره با آماره‌های چند متغیره

صفات مورفولوژیکی	لامبدای ویلکس	شاخص پیلای	مقدار شاخص هتلینگ	بزرگترین ریشه رویز
ارتفاع (سانتی‌متر)	۰/۶۲	۰/۳۷	۰/۶۰	۰/۶۰
	۲/۷۶**	۲/۷۶**	۲/۷۶**	۲/۷۶**
قطر (میلی‌متر)	۰/۷۳	۰/۲۶	۰/۳۶	۰/۳۶
	۱/۴۱ns	۱/۴۱ns	۱/۴۱ns	۱/۴۱ns
تعداد برگ	۰/۴۵	۰/۵۴	۱/۱۸	۱/۱۸
	۴/۶۰**	۴/۶۰**	۴/۶۰**	۴/۶۰**
سطح برگ (متر مربع)	۰/۴۰	۰/۵۹	۱/۴۵	۱/۴۵
	۵/۱۰*	۵/۱۰*	۵/۱۰*	۵/۱۰*

ns، * و ** به ترتیب غیر معنی‌دار و معنی‌داری در سطح احتمال ۵٪ و ۱٪؛ اعداد دوم هر ردیف برای هر صفت، معادل آماره را به مقدار F نشان می‌دهد

جدول ۵. آنالیز تکراری برای اثرات بین گروهی تیمار شاهد-شوری

صفات مورفولوژیکی	میانگین مربعات	مقدار F
ارتفاع (سانتی‌متر)	۰/۷۶	۱/۵۷ ns
قطر(میلی‌متر)	۰/۷۱	۱/۰۲ ns
تعداد برگ	۰/۸۹	۰/۷۹ ns
سطح برگ (متر مربع)	۱/۹۳	۵/۵۴*

ns و * به ترتیب غیر معنی‌دار و معنی‌داری در سطح احتمال ۵٪

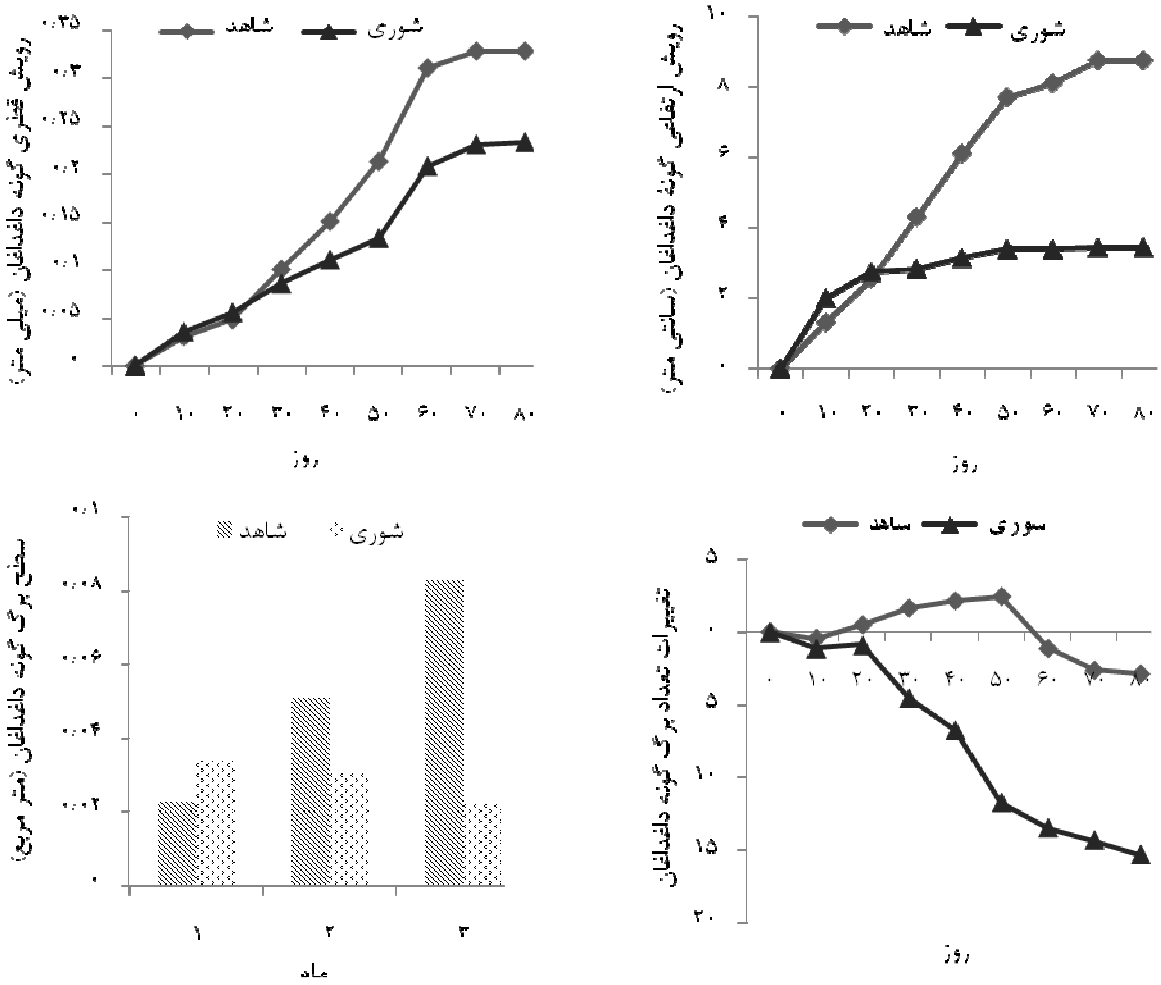
جدول ۶. آنالیز تکراری برای اثرات درون گروهی برای صفات رویشی تیمار شاهد-شوری

صفات مورفولوژیکی	اثر	میانگین مربعات	مقدار F	G-G	H - F
ارتفاع (سانتیمتر)	زمان×تیمار	۰/۰۶	۶/۰۵**	۰/۱۷*	۰/۱۷**
قطر (میلیمتر)	زمان×تیمار	۰/۰۰۰۴	۳/۷۲**	۰/۲۵*	۰/۲۷*
تعداد برگ	زمان×تیمار	۰/۱۰	۳/۶۴**	۰/۱۶ ns	۰/۱۷*
سطح برگ (متر مربع)	زمان×تیمار	۱/۵۸	۹/۲۲**	۰/۵۹*	۰/۷۲**

ns، * و ** به ترتیب غیر معنی‌دار و معنی‌داری در سطح احتمال ۵٪ و ۱٪؛ (Greenhouse-Geisser Epsilon=G–G و Huynh-Feldt Epsilon=H–F)

www.SID.ir

Arshive of SID



شکل ۱. میانگین رویش ارتفاع ساقه، قطر، تعداد برگ و سطح برگ در طول تابستان در اثر تیمارهای شوری و شاهد گونهٔ داغداغان و روز صفر مربوط به روز اول آزمایش

جدول ۷. الگوی رگرسیون غیرخطی رویش برای صفات مورفولوژیکی

صفات مورفولوژیکی	تیمار	الگوی رگرسیون	ضریب تعیین	ضریب همبستگی	ضریب تغییرات	انحراف معیار خطا	پف کنندگی واریانس
ارتفاع	شاهد	$-۲/۶۰۶\ x^{۲}+۲/۲۳۴۸x-۰/۱۰۳۷y=$	٪۹۸/۵۲	۰/۹۹	۱۵/۴۳	۱/۰۲	۱/۰۰
(سانتیمتر)	شوری	$-۱/۶۱۰۷x^{۲}+۱/۲۳۹۲x-۰/۰۹۰۶y=$	٪۹۰/۹۴	۰/۹۵	۲۵/۸۱	۰/۱۷	۱/۰۰
قطر	شاهد	$-۰/۰۵۹۵\ x^{۲}+۰/۰۴۱۹x۰/۰۰۰۵y=$	٪۹۶/۲۵	۰/۹۸	۱۶/۲۱	۰/۰۴	۱/۰۰
(میلیمتر)	شوری	$-۰/۰۲۷۵x^{۲}+۰/۰۲۷۱x-۰/۰۰۰۴y=$	٪۹۷/۳۸	۰/۹۸	۱۳/۶۳	۰/۰۲	۱/۰۰
تعداد برگ	شاهد	$-۲/۴۹۴\ x^{۲}+۱/۹۳۲۱x-۰/۲۲۷۷y=$	٪۷۵/۶۸	۰/۸۶	-۴۱۱۳/۴۰	۰/۷۳	۱/۰۰
	شوری	$+۳/۳۰۹۵x^{۲}-۲/۱۰۴۳x-۰/۰۱۱۹y=$	٪۹۵/۱۰	۰/۹۷	-۱۹/۵۰	۲/۱۰	۱/۰۰

x= متغیر زمان اندازه‌گیری و y= صفات ارتفاع، قطر و تعداد برگ

www.SID.ir

Arshive of SID

نتیجه گیری کلی

در این تحقیق هیچ نهالی در مدّت انجام آزمایش (سه ماه) در اثر استفاده از آب شور خشک نشد که تحمل نسبی این گونه را نسبت به شوری نشان می‌دهد. امّا تنش شوری تأثیر معنی‌داری بر رشد اندام‌های رویشی گونهٔ داغداغان داشته و باعث کاهش قابل ملاحظه‌ای در رشد نهال شد. که علّت این امر را می‌توان به کاهش پتانسیل آب در خاک، کاهش مقدار یون پتاسیم (صفر) نسبت به سدیم (۱۰۱/۵ دسی زیمنس بر متر) که در آب شور وجود داشته و سمیّت یون کلر دانست. شوری به‌طور غیرمستقیم بر جذب عناصر غذایی اثر گذاشته و نیاز غذایی گیاه را تحت تأثیر قرار می‌دهد. بنابراین، پیشنهاد می‌شود باتوجه به کمبود آب شیرین در مناطق خشک و نیمه خشک، جهت تعیین آستانه مقاومت گونهٔ داغداغان از سطوح پایین‌تر هدایت الکتریکی (۱۲/۰۳ دسی‌زیمنس بر متر) استفاده شود که البته تعیین آن نیاز به انجام آزمایش‌های دیگری دارد.

سپاسگزاری

از معاونت پژوهشی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری که بخشی از هزینه‌های این تحقیق را در قالب طرح کلان آب شور تامین نموده‌اند، سپاسگزاری می‌شود. همچنین از اداره کل آبخیزداری و منابع طبیعی خراسان رضوی که اجازهٔ اجرای آن را در محل نهالستان طرق مشهد و همکاری در اجرا داشته‌اند کمال تشکر و قدردانی به‌عمل می‌آید.

References

[1]. Abbasi, F., Khavarinejad, A., Koocheki, A., & Fahimi, H. (2002). Effect of salinity on growth and physiological aspects of *Aeluropus littoralis, Biaban*, 7(1), 101-110, (in Farsi).

[2]. Abdollahi, F., Jafari, L., & Gordi Takhti, S. (2013). Effect of GA3 on growth and chemical composition of jujube leaf (*Ziziphus spina-christi*) under salinity condition. *Journal of Plant Process and Function*, 2(2), 53-67, (in Farsi).

[3]. Abdollahi, P., Soltani, A., & Beigi Harchegani, H. (2011). Evaluation of salinity tolerance in four suitable tree species in urban forestry. *Iranian Journal of Forest and Poplar Research,* 19(3), 265-282, (in Farsi).

[4]. Adnan Shahid, M., Aslam Pervez, M., Mukhtar Balal, R., Ahmad, R., Muhammad Ayyub, Ch., Abbas, T., & Akhtar, N. (2011). Salt stress effects on some morphological and physiological characteristics of okra (*Abelmoschus esculentus* L.). *Soil Environment,* 30(1), 66-73.

[5]. Ali, R. M., & Abbas, H. M. (2003). Responses of salt stressed barley seedlings to phenyl urea. *Plant Soil Environment,* 49(4), 158-1620.

[6]. Ali, Y., Aslam, Z., Ashraf, M. Y., & Tahir, G. R. (2004). Effect of salinity on chlorophyll concentration, leaf area, yield and yield component of rice genotypes grown under saline environment. *International Journal Environment Science Technology,* 1(3), 221- 225.

[7]. Atif, M., Saleem, A., Rashid, N., Shehzadi, A., & Amjad, S. (2013). NaCl salinity a deleterious factor for morphology and photosynthetic pigments attributes of Maize (*Zea mays* L.). *World Journal of Agricultural Sciences*, 9(4), 305-308.

[8]. Azari, A., Modares Sanavi, S. A. M., Askari, H., Ghanati, F., Naji, A. M., & Alizadeh, B. (2012). Effect of salt stress on morphological and physiological traits of two species of rapeseed (*Brassica napus* and *B. rapa*). *Iranian Journal of Crop Sciences,* 14(2), 121-135, (in Farsi).

[9]. Bagheri, V., Shamshiri, M. H., Shirani, H., & Rusta, H. R. (2011). Effects of arbuscular mycorrhizal fungi and drought stress on growth, water relations, proline accumulation and soluble plant two basic varieties of domesticated pistachio (*Pistacia vera* L.). *Iranian Journal of Horticultural Science,* 42(4), 365-377, (in Farsi).

[10]. Cha-Um, S., & Kirdmanee, C. (2008). Assessment of salt tolerance in *Eucalyptus,* Rain tree and Thai neem under laboratory and the field conditions. *Pakistan Journal Botany,* 40(5), 2041-2051.

[11]. Chinnusamy, V., Jagendorf, A., & Zhu, J. K. (2005). Understanding and improving salt tolerance in plants. *Crop Science,* 45, 437-448.

www.SID.ir

Arshive of SID

[12]. Dadashi, M. R., Majidi Heravan, I., Soltani, A., & Noorinia, A. A. (2007). Evaluation of different genotypes of barley to salinity salt stress. *Journal Agriculture Science, Islamic Azad University,* 13(1), 181-190, (in Farsi).
[13]. Enferad, A., Poustini. K., Majnoon Hosseini, N., & Khajeh-Ahmad-Attari. A. A. (2004). Physiological responses of rapeseed (*Brassica napus* L.) varieties to salinity. *Journal Science Technology Agriculture Natural Resource,* 7(4), 103-113, (in Farsi).
[14]. Ferreira-Silva, S. L., Silveira, J., Voigt, E., Soares, L., & Viegas, R. (2008). Changes in physiological indicators associated with salt tolerance in two contrasting cashew rootstocks. *Brazilian Journal of Plant Physiology,* 20(1), 51-59.
[15]. Ghaderi-Far, F., Akbarpour, W., Khavari, F., & Ehteshamnia, A. (2012). Determination of salinity tolerance threshold in six medicinal plants. *Journal of plant production*, 18(4), 15-24, (in Farsi).
[16]. Gu, J., Weina, L., Akinnagbe, A., Wang, J., Jia, L., & Yang, M. (2012). Effect of salt stress on genetic diversity of *Robinia pseudoacacia* seedlings. *African Journal of Biotechnology,* 11(8), 1838-1847.
[17]. Hassan, F. G., & Abdalla, M. I. (2013). Effect of Soil Type and Irrigation Pattern on Seedlings Growth (*Jatropha Curcas*). *International Journal of Scientific and Research Publications*, 3(4), 1-8.
[18]. Haghnia, GH. H., & Riazihamedani, A. (1989). Mineral nutrition of plants views. Center for academic publication, 410 p.
[19]. Hishida, S., Ascencio-Valle, F., Fujiyama, H., Orduño-Cruz, A., Endo, T., & Larrinaga-Mayoral, J. Á. (2013). Differential Responses of *Jatropha* Species on Growth and Physiological Parameters to Salinity Stress at Seedlings Plant Stage. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*. Tandfonline.com/doi/pdf, on line.
[20]. Jamil, M., Lee, D. B., Jung, K. Y., Ashraf, M., Lee, S. C., & Rha, E. S. (2006). Effect of salt (NaCl) stress on germination and early seedling growth of four vegetable species. *Journal of Central European Agriculture*. 2, 273-282.
[21].Jafari haghighi, M. (2003). Methods of soil analysis (sample major chemical and physical data collection and analysis, with emphasis on theory and practical). Nedaye Zoha publications. First edition, 236 p.
[22]. Jalili Marandi, R. (2010). Environmental stress physiology and mechanisms of resistance in horticultural plants. Urumie, Jahad University Press, 636 p.
[23]. Jamil, M., Chunlee, C., Rehman, S. U., Baelee, D., Ashraf, M., & Rha, E. S. (2005). Salinity (NaCl) tolerance of Brassica Species at germination and early seedling growth. *Plant Science,* 4(4), 970-976.
[24]. Karimi, M., & Azizi, M. (1994). Analysis of crop growth. (Author: Rudzik Hunt). Jahad Mashhad University Press, 111 p.
[25]. Khan, M. A., Shirazi, M. U., Khan, M.A., Mujtaba, S. M., Islam, E., Mumtaz, S., Shereen, A., Ansari, R. U., & Ashraf, M. Y. (2009). Role of proline, K^+/Na^+ ratio and chlorophyll content in salt tolerance of wheat. *Pakistan Journal Botany,* 41(2), 633- 638.
[26]. Levitt, J. (1980). Responses of plants to environmental stresses. Academic press, New York.
[27]. Mirbadin, A. R. (2009). Consolidated Forestry appropriate trees and shrubs. Institute of Applied Agriculture Press, first edition, 237 p.
[28]. Miyamoto, S., Arturo, C., Manwar, H., & Ignacio, M. (2005). Soil salinity of urban turf areas irrigated with saline water I. Spatial variability. *Landscape and Urban Planning,* 71, 233-241.
[29]. Munns, R. (2002). Comparative physiology of salt and water stress. *Plant Cell Environ,* 25, 239-250.
[30]. Munns, R., & Termaat, A. (1986). Whole-plant response to salinity. *Australia Journal Plant Physiolology,* (13), 60-140.
[31]. Munns, R., & Tester, M. (2008). Mechanisms of salinity tolerance. *Annual Review of Plant Biology,* (59), 651-681.
[32]. Niakan, M., Sadeghi, S., & Ghorbanli, M. (2011). Effect of spermidine and salinity stress on germination, growth parameters, osmoregulator, Na^+ and Cl^- content in wheat seedling. *Journal on plant science Researches,* (1), 78-89, (in Farsi).
[33]. Oliver, C.D., & Larson, B.C. (1996). Forest Stand Dynamics. John Wiley & Sons Inc, New York, 521 p.

www.SID.ir

Arshive of SID

[34]. Oraei, M., Tabatabaei, S. J., Fallahi, F., & Imani, A. (2009). The effects of salinity stress and rootstock on the growth, photosynthetic rate, nutrient and sodium concentrations of almond (*Prunus dulcis* Mill.). *Journal of Horticultural Sciences,* 3(2), 131-140, (in Farsi).

[35]. Orcutt, D. M., & Nilsen, E. T. (2000). The Physiology of Plants under Stress. John Wiley & Sons, New Jersey, 687 p.

[36]. Pourhashemi, M., Eskandari, S., Dehghani, M., Najafi, T., Asadi, A., & Panahi, P. (2012). Biomass and leaf area index of Caucasian Hackberry (*Celtis caucasica* Willd.) in Taileh urban forest, Sanandaj, Iran. *Iranian Journal of Forest and Poplar Research*, 19(4), 609-620, (in Farsi).

[37]. Rad, M. H., Ossare, M. H., Meshkuh, M. A., & Soltani, M. (2011). Effects of drought stress on biomass, several growth parameters and water use efficiency of eucalyptus (*Eucalyptus camaldulensis* Dehnh) in response to drought stress. *Iranian Journal of Rangelands and Forests Plant Breeding and Genetic Research,* 19(1), 13-27, (in Farsi).

[38]. Rahman, M. U., Soomro, U. A., & Gul, S. (2008). Effect of NaCl Salinity on Wheat (*Triticum aestivum* L.) cultivars. *World Journal of Agricultural Sciences,* 4(3), 398-403.

[39]. Ramezani Gasak, M., Taghvaei, M., Masudi, M., Riahi, A., & Behbahani, N. (2008). Effects of salt and drought stress on seed germination and seedling growth of Caper bush (*Capparis spinosa* L.). *Journal of Research Range,* 4, 411-420, (in Farsi).

[40]. Sabeti, H. (2007). Forests, trees and shrubs of Iran. Yazd University, Press, 806 p.

[41].Taize, L. & Zeiger, E. (1998). Plant Physiology. Sinauer Associates, Sanderland, Massachusetts, 623 p.

[42]. Trahan, N. A., & Peterson, C. M. (2007). Factors Impacting the Health of Roadside Vegetation. University of Northern Colorado. CDOT-DTD-2005-12, 264 p.

[43]. Turan, M. A., Elkiram, A. H. A., Taban, N., & Tban, S. (2009). Effect of salt stress on growth, stomatal resistance, proline and chlorophyll concentrations in maize plant. *African Journal of Agricultural Research,* 4(9), 893- 897.

[44]. Viera Santos, C. (2004). Regulation of chlorophyll biosynthesis and degradation by salt stress in sunflower leaves. *Scientia Horticulture,* 103(1), 93-99.

[45]. Wagner, R. G. (2005). Top 10 Principles for Managing Competing Vegetation to Maximize Regeneration Success and Long-Term Yields, Forest research information paper, Proceedings the Thin Green Line: A Symposium on the State-of-the-Art in Reforestation.

[46]. Whittemore, A. T. (2005). Genetic Structure, Lack of Introgression and Taxonomic Status in the *Celtis laevigata-C. reticulata* Complex (*Cannabaceae*), *Journal of Systematic Botany*, 30(4), 809–817.

[47]. Yin, C., Duan, B., Wang, X., & Li, C. (2004). Morphological and physiological responses of two contrasting Poplar species to drought stress and exogenous abscisic acid application. *Plant Science,* 167, 1091-1097.

[48]. Yin, C., Wang, X., Duan, B., Luo, J., & li, C. (2005). Early growth, dry matter allocation and water use efficiency of two sympatric *Populus* species as affected by water stress. *Environmental and Experimental Botany,* 53, 315–322.

[49]. Zeyada Elhag, A., & Osman Gafar, M. (2014). Effect of Sodium Chloride on Growth of Jatropha (*Jatropha curcas* L.) Young Transplants. *Universal Journal of Plant Science*, 2(1), 19-22.

[50].Zhang, M., Fang, Y., Ji, Y., Jiang, Z., & Wang, L. (2013). Effects of salt stress on ion content, antioxidant enzymes and protein profile in different tissues of *Broussonetia papyrifera*. *African Journal of Botany*, 85:1-9.

www.SID.ir

Arshive of SID

Morphological response of *Celtis caucasica* Willd. seedlings to salinity stress in nursery

1- S. Abdolhossein, MSc Student of Silviculture and Forest Ecology, Faculty of Natural Resources, University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Sari
a.tabatabaei@stu.sanru.ac.ir
2- H. Jalilvand, Associate Professor, Department of Forestry, Faculty of Natural Resources, University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Sari
3- H. Ahani, PhD Student of Forestry, Faculty of Natural Resources, University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Sari

Received: 05 Apr 2014
Accepted: 13 Sep 2014

Abstract

Effect of salinity stress on the morphological behaviors of Caucasian Hackberry (*Celtis caucasica* Willd) seedlings, was evaluated in a completely randomized design with 20 replicates during the summer (dry part of the growth season) in this research. The experiment was carried out in Torogh nursery, Mashad city. Without stress (tap common water in the nursery) and salt treatment (source water KavirPark-Civil of Gonabad with EC 12.03 $dS.m^{-1}$) were used every two days, each time 150 ml/day. During the summer, morphological traits including height, diameter, leaf number, leaf area and were measured at the end course of growing, fresh and dry weight of roots, stem and leaf and ratios of leaf area, specific leaf area and leaf weight were calculated. Results indicated that height growth, number of leaves, leaf area at the end of growth period and leaf area growth were significantly different at 5% level and diameter growth reduced significantly at 1% in comparison with control treatment. Results of repeated measures analysis show that in salt treatment with effect of the time in all the period of measurement terms of height and number of leaves at 5% level and diameter at 1% level are significantly different, but the number of leaves did not show significant differences. The result indicated that effect of time salinity interaction for diameter was not significant but for height at the 1% level and leaf area had significant difference at 5% level.

Keywords: Salt water; Regression; Caucasian Hackberry; Mashad.

www.SID.ir