بررسی تغییر ویژگی‌های مورفو-فیزیولوژیکی نهال‌های سرو شیراز، توت و ایلان تحت تنش شوری آب

۱- معصومه منظمی، دانشجوی دکتری جنگل شناسی و اکولوژی جنگل، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، ساری، ایران
monazami.m.itf1982@gmail.com
۲- محمدرضا پورمجیدیان، دانشیار، گروه جنگلداری، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، ایران
۳- سیدمحمد حجتی، دانشیار، گروه جنگلداری، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، ایران
۴- علی‌رضا مشکی، استادیار، گروه جنگلداری، دانشکده کویرشناسی دانشگاه سمنان، سمنان، ایران

دریافت: ۱۳۹۸/۱۲/۰۶
پذیرش: ۱۳۹۹/۰۷/۰۶

چکیده

شوری آب و خاک یکی از عوامل مهم محدود کننده توسعه فضای سبز در مناطق گرم و خشک ایران است. در این مطالعه برخی ویژگی‌های مورفو- فیزیولوژیکی نهال‌های سرو شیراز، توت و ایلان به تنش شوری آب در نهالستان سوکان سمنان بررسی شد. تعداد هشت سطح تیمار شوری آب صفر، ۲، ۴، ۶، ۸، ۱۰، ۱۲ و ۱۴ dS/m در نظر گرفته شد. هفته‌ای دو بار به مقدار چهار لیتر آبیاری از تیر ماه تا شهریورماه انجام و در طول دوره آزمایش ویژگی‌های مورفولوژیکی مانند ارتفاع نهال، قطر یقه هر ۱۵ روز یک‌بار پس از شروع اعمال تیمار اندازه‌گیری گردید. در پایان آزمایش نمونه‌های برگ نهال‌ها جمع‌آوری و به آزمایشگاه انتقال و صفات وزن‌تر و خشک ریشه و اندام هوایی، محتوی نسبی آب برگ و میزان عناصر سدیم و پتاسیم برگ به‌روش شعله‌سنجی، کلسیم و منیزیم برگ به‌روش کمپلکسومتری، میزان نیتروژن برگ با استفاده از روش تیتراسیون و فسفر برگ به روش آمونیوم مولیبدات در آزمایشگاه اندازه‌گیری شد نتایج نشان داد که برای صفات ارتفاع نهال، قطر یقه، تعداد برگ، وزن‌تر و خشک ریشه و اندام هوایی و محتوی نسبی آب برگ، میزان عناصر سدیم، کلسیم، فسفر، منیزیم، نیتروژن و پتاسیم برگ تیمارهای شوری و گونه در سطح یک درصد معنی‌دار بود. ولی اثر متقابل گونه و شوری برای کلیه صفات فوق در سطح یک درصد معنی‌دار و برای صفات قطر یقه و عناصر نیتروژن و پتاسیم برگ معنی‌دار نبود. بررسی نتایج مقایسه میانگین‌ها نشان داد که با افزایش شوری میزان سدیم برگ افزایش ولی باقی صفات فوق کاهش یافت. نقطه حساس تغییرات صفات فوق اغلب در شوری ۶ تا ۸ dS/m به بالا بود که نشان می‌دهد گونه‌های مورد مطالعه می‌توانند شوری تا حد مذکور را تحمل نمایند. در مقایسه از نظر کلیه صفات ارتفاع نهال، قطر یقه، تعداد برگ، وزن‌تر و خشک‌ریشه و اندام‌هوایی و محتوی نسبی آب برگ، میزان عناصر سدیم، کلسیم، فسفر، منیزیم، نیتروژن و پتاسیم برگ در بین سه گونه به ترتیب گونه‌های توت و ایلان و سپس سرو شیراز بیشترین مقاومت به شوری را نشان دادند.

واژگان کلیدی: آب شور؛ مورفولوژیکی؛ فیزیولوژیکی؛ گونه‌های درختی.

مقدمه

بی‌شک امروزه فضاهای سبز شهری یکی از موثرترین عناصر پایداری حیات طبیعی و انسانی در شهرنشینی نوین به شمار می‌آیند. اکنون در بیشتر کشورهای جهان و از جمله ایران مهم‌ترین عامل محدود کننده توسعه فضاهای سبز شهری کمبود منابع آب است، به طوری که این محدودیت توانسته بر توسعه این کشورها اثر بگذارد [۲۱]. در ایران نیز کمبود منابع آب اولین و مهم‌ترین عامل محدودیت در توسعه کشاورزی، جنگل‌کاری و توسعه فضای سبز است. بنابراین برنامه‌ریزی دقیق به منظور استفاده بهینه از منابع آب از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است [۱۷].

از مهم‌ترین عوامل محدود کننده محیطی برای تولیدات گیاهی شوری است. به همین دلیل رشد گیاهان تحت تاثیر فراوانی نمک کاهش یافته و در بسیاری از آنها

حساسیت ایجاد می‌کند. مقدار قابل توجهی از زمین‌ها در سراسر جهان در معرض شوری قرار دارند که مقدار آنها روز به روز در حال افزایش است. بیش از ۴۰ میلیون هکتار از اراضی دنیا به زیر کشت رفته‌اند که حدود ۵۵ درصد آنها تحت تأثیر شوری قرار دارند و افزون بر آن هر ساله یک‌ونیم میلیون هکتار از اراضی نیز به دلیل شوری بالا قادر به محصول‌دهی نیستند [۳۳]. امروزه به دلیل کاهش ذخایر آب با کیفیت مناسب و نیاز روزافزون در بخش‌های مختلف کشاورزی، صنعت و شرب، استفاده از منابع آب شور برای آبیاری گیاهان زراعی و باغی امری اجتناب ناپذیر است [۳۴]. در بسیاری از گونه‌های گیاهی، شوری آب و خاک باعث کاهش و یا تأخیر در رشد گیاه از طرق تنش اسمزی، سمیت یونی، کمبود عناصر معدنی و اختلال فیزیولوژیکی و بیوشیمیایی در فرآیندهای متابولیسم گیاه می‌شوند [۲۰].

از جمله خصوصیات فیزیولوژیک گیاه که تحت تأثیر آبیاری با آب شور قرار می‌گیرد کاهش فرآیند اسمزی و جذب آب، مصرف انرژی، کاهش فتوسنتز و ایجاد خاصیت ویژه یونی از خاک به گیاه می‌شود که منجر به بر هم خوردن تعادل عناصر غذایی ضروری مانند منیزیم، کلسیم و پتاسیم می‌شود. برخی از گیاهان شورپسند با کاهش جذب سدیم و کلر و عدم انتقال این عناصر به برگ، جذب بالای پتاسیم در کنار سدیم، افزایش اسیدهای آمینه، پرولین، بیوتین و گلیسین در برابر شوری مقاومت می‌کنند [۳۹].

در مناطق مبتلا به شوری آب و خاک تنها گیاهان مقاوم به شوری قادر به رشد بوده، برخی از گونه‌های گیاهی نسبت به سایر گونه‌ها در محیط‌های شور قابل سازگارتر هستند. اگر بتوان گیاهانی را شناسایی کرد که مقاومت آنها به شوری بالا، توان جذب نمک از آب و خاک را داشته و سطح خاک را هم بپوشانند می‌توان به چند هدف خوب مثل کشت اقتصادی در این مناطق، کم کردن میزان نمک آب و خاک این مناطق با برداشت این گیاهان، پوشاندن خاک و جلوگیری از پخش گرد و غبار رسید.

پژوهش‌های متعددی در ایران و جهان در خصوص استفاده از آب شور برای آبیاری گونه‌های درختی انجام شده که می‌توان از موارد زیر نام برد. بررسی اثر پنج سطح شوری آب آبیاری صفر، ۳/۲، ۶/۴، ۹/۶ و ۱۲/۳ dS/m بر رشد و غلظت عناصر در نهال‌های کُنار نشان داد که شوری ارتفاع گیاه، تعداد، طول و عرض برگ را کاهش داد [۴۳]. بررسی تأثیر شش سطح شوری ۰، ۲۵، ۵۰، ۱۰۰، ۱۵۰ و ۲۰۰ میلی‌مولار بر نهال‌های یکساله کاج تهران نشان داد که با افزایش غلظت نمک از ۵۰ میلی‌مولار در محیط ریشه میزان رشد طولی کاهش و برگ‌ها نسبت به ریشه و ساقه حساس‌تر بوده با افزایش غلظت نمک تا ۱۵۰ میلی مولار میزان افزایش سدیم و کاهش پتاسیم در ریشه، ساقه و برگ دیده شد، اما با افزایش غلظت تا ۲۰۰ میلی‌مولار میزان سدیم نیز کاهش یافت. شوری باعث افزایش غلظت منیزیم در ریشه و ساقه، کلسیم و فسفر در برگ‌ها و افزایش نسبی نیتروژن در هر سه اندام شد [۳۶].

اعمال تنش شوری بر روی نهال‌های سپیدار با شوری ۲۰۰ میلی مولار باعث افزایش سدیم در برگ نهال شد [۱۰]. آبیاری نهال‌های شمشاد با آب شور نشان داد که غلظت سدیم با افزایش شوری افزایش و غلظت پتاسیم کاهش یافته و علت کاهش غلظت پتاسیم رقابت بین پتاسیم و سدیم در جذب توسط گیاه است که در محیط شور غلظت یون‌های سدیم بیشتر از محیط نرمال می‌باشد در نتیجه میزان جذب سدیم افزایش می‌یابد [۱۳]. بررسی رفتار فیزیولوژیک نهال‌های اکالیپتوس به شوری نشان داد که شوری باعث کاهش رشد شده و در میان صفات سطح برگ حساس‌تر از ارتفاع و قطر یقه بود [۵].

اعمال تنش شوری بر نهال‌های شیشه‌شور نشان داد که با افزایش شوری غلظت سدیم گیاه افزایش معنی‌دار می‌یابد [۳]. تنش شوری بر نهال‌های خرما به مدت ۶ ماه با غلظت‌های ۲ ، ۳۰، ۷۵ و ۱۰۵ میلی‌مول نشان دادند که شوری منجر به کاهش وزن خشک کل در شوری ۱۰۵ میلی‌مول و افزایش غلظت سدیم و کلر در ریشه (در شوری ۳۰، ۷۵ و ۱۰۵ میلی‌مول) و غلظت سدیم برگ (در شوری ۷۵ و ۱۰۵ میلی‌مول) می‌گردد [۴۲].

با اعمال تنش شوری بر روی نهال‌های پیسهآ تغییراتی در مقدار افزایش یون‌های سدیم و پتاسم در برگ‌ها نشان داد و این متغیرها را می‌توان به عنوان مطمئن‌ترین مؤلفه جهت بررسی تنش شوری به نهال‌های پیسهآ در نظر گرفت [۳۷].

اعمال تنش شوری بر خصوصیات فیزیولوژیکی در دو گونه *Juniperus sabina* و *Juniperus excelsa* تحت تنش شوری در چهار سطح (شاهد، ۴، ۱۴ و ds/m۲۴) به مدت چهار ماه نشان داد که شوری سبب کاهش همه صفات مورفولوژیکی و افزایش تجمع سدیم و کلر در هر دو گونه و کاهش جذب عناصر فسفر، منیزیم، منگنز و نیتروژن کل گردید [۲۳].

تأثیر تنش شوری بر ویژگی‌های مورفو-فیزیولوژیک نهال‌های پده با استفاده از غلظت‌های ۵۰، ۱۰۰، ۲۰۰ و ۴۰۰ میلی‌مولار همراه دو بار در هفته به مدت دو ماه نشان داد که در تنش شوری ۵۰ تا ۴۰۰ میلی‌مولار کلریدسدیم صفات زنده مانی، شادابی، ارتفاع، قطر، وزن خشک برگ، ساقه و ریشه نهال‌ها اختلاف معنی‌داری را با تیمار شاهد نشان داد. به طور کلی، نتایج نشان‌دهنده شورپسندی متوسط پده بود و می‌توان این گونه را برای عملیات احیای اراضی شور با سطح ایستابی بالای آب توصیه کرد [۴].

مطالعه‌ای که در خصوص بررسی تنش شوری بر رشد و تغییرات فیزیولوژیکی در نهال ممرز در غلظت‌های ۰، ۱۷، ۳۴، ۵۱، ۶۸ و ۸۵ میلی‌مول به مدت ۱۴، ۲۸ و ۴۲ روز انجام شد نشان داد که میزان سدیم در کل افزایش و مقادیر نسبت سدیم به پتاسیم، سدیم به کلسیم و سدیم به منیزیم به طور معنی‌داری تحت تأثیر شوری قرار گرفت. این نتایج نشان می‌دهد که امکان رشد نهال‌های ممرز در دامنه شوری ۱۷ تا ۳۴ میلی‌مول امکان‌پذیر است [۱۵]. در مجموع، با وجود شور شدن روز افزون خاک و کاهش منابع آب شیرین در مناطق شهری نواحی معتدله، مطالعات چندانی در مورد مقاومت درختان شهری به این عامل تنش‌زا انجام نشده است. اگر افزایش تدریجی شوری در این خاک‌ها ادامه یابد، یکی از امیدهای مقابله با این بحران، استفاده از درختان مقاوم به شوری است [۲۰].

با توجه به این که تاکنون پژوهشی در رابطه با آبیاری نهال‌های سروشیراز، توت معمولی و ایلان با آب شور انجام نشده و کمبود آب شیرین به‌خصوص در مناطق خشک و نیمه‌خشک و نیاز به تولید نهال و جنگل‌کاری، این پژوهش با هدف ارزیابی تحمل به آب شور در سه گونه فوق و معرفی این گونه‌ها به منظور کاشت در مناطق با دامنه شوری صفر تا ۱۴ ds/m انجام شد. نتایج این مطالعه بتواند دید روشن‌تری در انتخاب این گونه‌ها برای فضای سبز شهری در اختیار گذارد. زیرا این درختان از دیرباز در فضای سبز شهری کاربرد داشته و بررسی واکنش این گونه‌ها به شوری می‌تواند قضاوت نهایی در مورد توسعه آنها در فضای سبز شهری و استفاده از آب شور را آسان سازد.

مواد و روش‌ها

این مطالعه در تابستان ۱۳۹۷ در نهالستان سوکان اداره کل منابع طبیعی و آبخیزداری استان سمنان انجام شد. نهالستان در بخش مرکزی شهرستان سمنان، در ۵ کیلومتری شهر سمنان و در طول ″۰۰´۳۸ °۵۹ شرقی و عرض ″۰۰´۱۶ °۳۶ شمالی و ارتفاع ۹۹۰ متر بالاتر از سطح دریا، قرار گرفته است. متغیرهای اقلیمی محدوده عرصه تحقیقاتی مورد مطالعه شامل میانگین بارندگی سالانه ۱۹۳/۷ میلی‌متر، حداقل بارندگی ماهانه (شهریور) ۰/۶ میلی‌متر، حداکثر بارندگی ماهانه (اسفند) ۵۱/۳ میلی‌متر، متوسط درجه حرارت سالانه ۱۵/۹ درجه سانتیگراد، دمای سردترین ماه سال (دی) ۹/۲- درجه سانتیگراد و دمای گرم‌ترین ماه سال (خرداد) ۴۰/۱+ درجه سانتیگراد قرار گرفته است [۱۸].

در این آزمایش نهال‌های دوساله سروشیراز، توت معمولی و ایلان که از نظر ارتفاع و وضعیت عمومی و شادابی شرایط یکسانی داشتند، شش ماه قبل از شروع آزمایش از عرصه انتخاب و به گلدان‌های پلاستیکی اندازه ۱۲ (۴۰×۳۵ cm) انتقال داده شدند. جهت اعمال تیمارها بر روی نهال‌ها در شرایط منظم به مدّت سه ماه نهال‌ها هفته‌ای دو بار به میزان چهار لیتر آب (بر اساس ظرفیت زراعی خاک گلدان) و با غلظت‌های صفر، ۲، ۴، ۶، ۸، ۱۰، ۱۲ و ۱۴ ds/m آبیاری شدند.

در طول دوره آزمایش ویژگی‌های مورفولوژیکی مانند ارتفاع نهال (با متر نواری بر حسب cm)، قطر یقه نهال (با کولیس بر حسب mm) هر ۱۵روز یک بار و در مجموع ۶ بار پس از شروع اعمال تیمار اندازه‌گیری شد [۲].

در پایان آزمایش نیز مشخصه‌های فیزیولوژیکی گیاه مانند وزن‌تر و خشک ریشه، ساقه و برگ، سدیم و پتاسیم،

کلسیم، منیزیم، نیتروژن و فسفر برگ اندازه‌گیری شد. برای وزن تر گیاهان تیمار شده، ابتدا ساقه، ریشه و برگ نهال هر گلدان جدا و سپس نمونه‌ها با ترازوی دیجیتال با دقت ۰/۰۰۱ گرم، بر حسب گرم برای هر گیاه وزن شد و برای وزن خشک اندام‌های برگ، ساقه و ریشه، ابتدا با آب مقطرشستشو و سپس به‌مدت ۴۸ ساعت در آون با دمای ۷۵ درجه سلسیوس قرار داده شد. پس از آن هر کدام با ترازوی دیجیتال با دقت ۰/۰۰۱ گرم وزن گردید. اندازه-گیری محتوی رطوبت نسبی آب برگ به روش Yamasaki و Dillenburg انجام و با استفاده از رابطه ۱ به دست آمد [۳۰].

(۱) محتوای رطوبت نسبی (٪)= [وزن خشک - وزن تر / وزن خشک - وزن تورژسانس]×۱۰۰

سدیم و پتاسیم گیاه به‌روش شعله‌سنجی (فلیم-فتومتری) اندازه‌گیری شد و غلظت سدیم و پتاسیم برحسب میلی‌گرم در کیلوگرم وزن خشک گیاه به‌ترتیب با استفاده از رابطه‌های ۲ و ۳ محاسبه شد.

$$Na_{mg/kgDW} = \frac{C \times R \times V}{W} \quad (۲)$$

$$K_{mg/kgDW} = \frac{C \times R \times V}{W} \quad (۳)$$

که در آن: C: قرائت نمونه پس از قرار دادن در معادله رگرسیون، R: ضریب رقت در صورت لزوم، V: حجم عصاره و W: وزن نمونه برحسب گرم است.

کلسیم و منیزیم گیاه به‌روش کمپلکسومتری اندازه-گیری شد. برای اندازه‌گیری غلظت کلسیم و منیزیم گیاه حجم مشخصی از عصاره هضم شده در اسید کلریدریک ۲ نرمال برداشته شد. پس از افزودن ۱۰ میلی‌لیتر سود نرمال و مقداری معرف موراکسید، با روش عیارسنجی با EDTA، غلظت کلسیم و منیزیم برحسب میلی‌اکی‌والان بر وزن خشک گیاه با استفاده از رابطه‌های۴ و ۵ محاسبه گردید.

$$ca_{meq/L} = \frac{A \times N \times V_E}{V} \quad (۴)$$

$$Mg_{meq/L} = \frac{A \times N \times V_E}{V} \quad (۵)$$

که در آن: A: مقدار EDTA مصرفی، N: نرمالیته EDTA، V_E: حجم کل عصاره و V: حجم عصاره برداشته شده است. نیتروژن موجود در بخش هوایی با استفاده از روش تیتراسیون و با استفاده از رابطه ۶ به دست آمد.

$$T.N = [(T-B) \times N \times 0.014 \times 100] / S \quad (۶)$$

T.N: نیتروژن کل (درصد)، T: حجم اسید مصرفی برای تیتر نمونه (ml)، B: حجم اسید مصرفی برای تیتر شاهد (m).

فسفر گیاه با روش آمونیوم مولیبدات (روش زرد) اندازه‌گیری و درصد فسفر براساس رابطه ۷ محاسبه شد.

$$P\% = \frac{C \times V}{W \times V_1 \times 10^6} \times 100 \quad (۷)$$

که در آن: C: قرائت جذب نور نمونه پس از قرار دادن در معادله رگرسیون، V: حجم عصاره و W: وزن نمونه برحسب گرم و V_1: حجم عصاره مورد آزمایش است. S: وزن نمونه گیاهی (g) و N: نرمالیته اسید سولفوریک (۰/۰۲ نرمال) است.

تجزیه و تحلیل داده‌های آماری با نرم افزار SAS انجام شد. این تحقیق به صورت آزمون فاکتوریل در قالب طرح کامل تصادفی و با سه تکرار و هشت سطح تیمار انجام گرفت. در ابتدا نرمال بودن داده‌ها با استفاده از آزمون شاپیرو– ویلیک و همگنی واریانس‌ها با آزمون لون مورد بررسی شد. به دلیل نرمال بودن و همگنی واریانس داده‌ها برای مشخصه‌های مورد بررسی در تیمارهای مختلف از

آزمون تجزیه واریانس برای مقایسه کلی و برای مقایسات چندگانه میانگین‌ها از آزمون دانکن استفاده شد.

نتایج

آزمون تجزیه واریانس نشان داد تیمار شوری آب و گونه بر صفات مورفولوژیک گونه‌های مورد مطالعه مانند ارتفاع نهال، قطر یقه، تعداد برگ، وزن‌تر و خشک ریشه و اندام هوایی (ساقه و برگ) و محتوای نسبی آب برگ در سطح یک درصد معنی‌دار بود. اثر متقابل گونه و شوری برای کلیه صفات فوق به جز قطر یقه در سطح یک درصد معنی‌دار و برای صفت قطر یقه معنی‌دار نبود (جدول ۱).

جدول۱- میانگین مربعات حاصل از تجزیه واریانس صفات مورفولوژیک

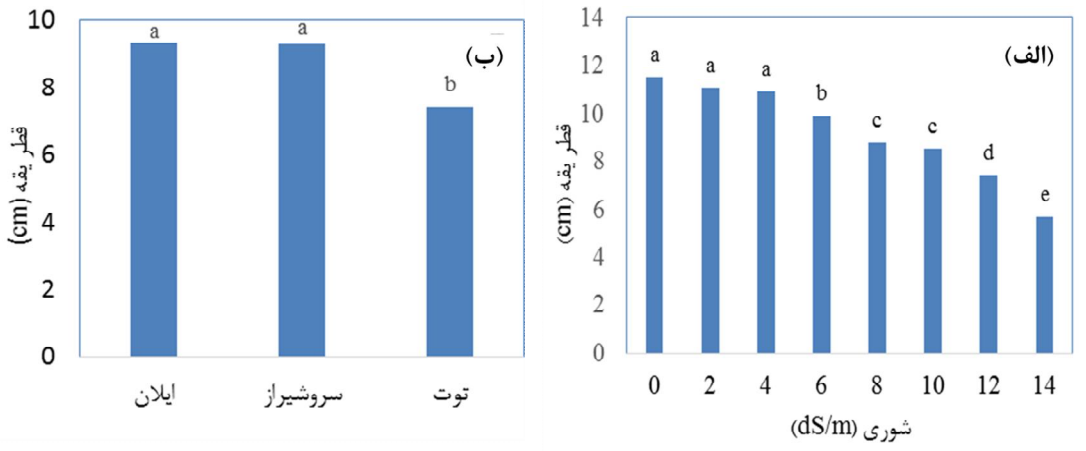
منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات(Ms)					
		تعداد برگ	وزن تر ریشه	وزن خشک ریشه	وزن تر اندام هوایی	وزن خشک اندام هوایی	Rwc
گونه	۲	۱۷۲۵**	۴۸۷۱**	۷۳۰**	۳۳۷۱۰۶**	۴۹۴۱۴**	۴۲۹/۵**
شوری	۷	۲۲۸/۸**	۲۶۹**	۶۵**	۲۲۶۰**	۳۴۵/۷**	۳۲۵/۳**
گونه*شوری	۱۴	۳۳/۳**	۳۷/۲**	۱۳/۷**	۲۹۴**	۵۵/۶**	۲۴/۷**
خطا	۴۶	۳	۲/۲	۵/۷	۴/۸	۱۸/۷	۲/۸
ضریب تغییرات		۴/۱	۳/۴	۱۳/۵	۱/۴۷	۷/۵	۲/۱۹

**= معنی دار در سطح خطای ۱ درصد، * = معنی دار در سطح خطای ۵ درصد، ^{ns}= عدم معنی داری در سطح خطای ۵ درصد

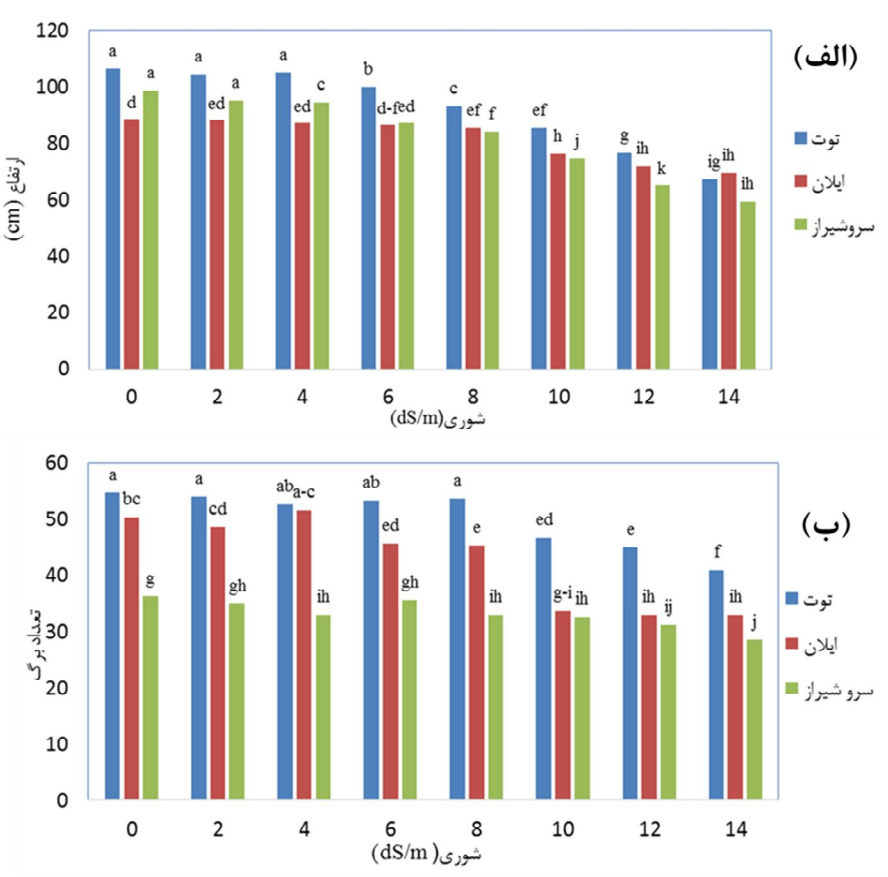
بررسی صفات ارتفاع، قطر یقه و تعداد برگ نهال نشان می‌دهد با افزایش شوری مقدار کلیه صفات مذکور به طور معنی‌داری بین شوری ۴ تا ds/m۱۴ نسبت به تیمار شاهد کاهش یافت. مقدار میانگین ارتفاع از cm ۱۰۸/۵ در شوری صفر به cm ۷۹/۹ در تیمار شوری ds/m۱۴ و قطر یقه از میانگین cm ۱۱/۵ به cm ۵/۷ کاهش و تعداد برگ نیز از میانگین ۴۷ به ۳۴ عدد کاهش یافت. در بررسی اثر گونه بر ارتفاع بیشترین مقدار به ترتیب مربوط به توت با مقدار cm ۹۲/۲ و کمترین مقدار cm ۸۱/۶ در ایلان است.

در صفت قطر یقه بیشترین مقدار مربوط به ایلان با مقدار cm ۹/۳۳ و کمترین مقدار cm ۷/۴۱ مربوط به توت مشاهده شد (شکل۱).

اثر متقابل شوری و گونه برای ارتفاع و تعداد برگ نهال نشان می‌دهد که ارتفاع نهال در تیمار شوری ds/m۱۴ در ایلان و تعداد برگ در همان شوری و در گونه سروشیراز بیشترین تغییرات را در مقابل اعمال تیمار شوری بر روی گونه‌های مورد مطالعه دارد (شکل ۲-الف و ۲-ب).



شکل ۱. اثر اصلی شوری و گونه بر شوری بر قطر یقه (الف) و (ب)



شکل ۲. اثر متقابل گونه و شوری بر ارتفاع نهال(الف) و تعداد برگ نهال (ب)

بررسی نتایج نشان می‌دهد که بالاترین میزان وزن‌تر و خشک‌ریشه به ترتیب در تیمارهای صفر و ۲ dS/m با مقادیر ۴۸/۱۱ و ۳۳/۳۳ گرم و کم‌ترین میزان آنها به ترتیب در شوری ۱۲ و ۱۴ dS/m و به مقادیر ۲۰ و ۱۳/۲ گرم مشاهده شد که روند کاهشی داشت. بررسی اثر شوری بر وزن تر و خشک اندام هوایی نشان داد که بالاترین میزان وزن‌تر به مقدار ۱۶۴/۵ گرم در تیمار ۴ dS/m و کم‌ترین میزان آن ۱۲۰ گرم در تیمار شوری ۱۴ dS/m مشاهده شد.

بررسی اثر گونه در صفت وزن تر و خشک ریشه نشان داد که بالاترین میزان این صفات در سروشیراز به مقدار ۵۹/۲ و ۲۳/۸ گرم و سپس به ترتیب در گونه‌های توت با مقدار ۳۸/۳ و ۱۶ گرم و در ایلان با میزان ۳۱/۹ و ۱۳/۱ گرم روند کاهشی نشان داد. بررسی اثر گونه در صفت وزن تر و خشک اندام هوایی نشان داد که بالاترین میزان این صفات در سروشیراز به مقدار ۲۸۶/۱۶، ۱۰۸/۳گرم و سپس به ترتیب در گونه‌های توت با مقدار ۹۲/۵، ۳۴/۹ گرم و در ایلان با میزان ۷۰/۹، ۲۵/۴ گرم روند کاهشی نشان داد. بررسی اثر متقابل شوری و گونه برای صفات وزن تر و خشک ریشه نشان می‌دهد که میانگین وزن تر و خشک ریشه از ۴۵، ۱۸/۵ گرم در تیمار صفر و در گونه توت به ۱۲۰، ۲۸/۳ گرم در تیمار شوری ۱۴ dS/m، در گونه ایلان از ۳۳، ۱۳/۵ گرم در تیمار صفر به ۲۸ و ۱۱/۵ گرم در تیمار شوری ۱۴ dS/m و از ۶۶/۳ و ۲۷/۶ گرم به ۴۳/۶ و ۱۸/۴ در سروشیراز کاهش یافت.

بررسی اثر متقابل شوری و گونه برای صفات وزن تر و خشک اندام هوایی نشان می‌دهد که میانگین وزن‌تر و خشک اندام هوایی از ۳۰۹/۶ و ۱۱۷/۷ گرم در تیمار صفر به ۲۳۸/۳ و ۸۹/۴ گرم در تیمار شوری ۱۴ در سروشیراز، از ۱۰۴ و ۳۹ گرم در تیمار صفر به ۶۱/۳ تا ۲۲/۷ گرم در تیمار شوری ۱۴ dS/m در توت، از ۷۷ و ۲۸/۵ گرم در تیمار صفر به ۶۰/۳ و ۲۲/۶ گرم تیمار شوری ۱۴ ds/m در ایلان کاهش یافت.

بررسی اثر گونه بر میزان وزن تر و خشک اندام هوایی نشان می‌دهد مقاوم‌ترین گونه سروشیراز، توت و سپس ایلان است. ایلان بیشترین تغییرات را در مقابل اعمال تیمار شوری بر گونه‌های مورد مطالعه دارد و فقط برای وزن خشک ریشه افزون بر تیمار شوری ۱۴ dS/m، تیمار شوری ۱۲dS/m نیز مشابه شرایط فوق است که بیانگر این است که ایلان در بین گونه‌های مورد مطالعه حساس‌ترین گونه در مقابل تنش شوری و غلظت‌های ۱۲ و ۱۴ dS/m موثرترین غلظت نمک در میان غلظت‌های مورد مطالعه در صفات وزن‌تر و خشک ریشه و اندام هوایی است (شکل های ۳-A تا ۳-D).

در بررسی اثر شوری بالاترین میزان Rwc در تیمار شاهد مشاهده و با افزایش شوری میزان آن کاهش و از مقدار ۸۲/۲ در تیمار شاهد به کمترین میزان آن ۶۵/۶۶ در شوری۱۴dS/m دیده شد. بررسی اثر گونه بر میزان Rwc نشان داد بیشترین میزان آن در گونه ایلان با مقدار ۸۰/۹۱ و کمترین آن۷۵/۲ در سروشیراز مشاهده و به ترتیب در گونه‌های توت و سرو شیراز روند کاهشی نشان داد.

نتایج اثر متقابل شوری و گونه برای صفت Rwc نشان می‌دهد که تیمار شوری ۱۴ dS/m در سروشیراز بیشترین تغییرات را در مقابل اعمال تیمار شوری بر روی گونه‌های مورد مطالعه دارد (شکل۴).

آزمون تجزیه واریانس نشان داد تیمار شوری آب و گونه بر صفات فیزیولوژیک گونه‌های مورد مطالعه مانند سدیم، کلسیم، فسفر و منیزیم، نیتروژن و پتاسیم برگ در سطح یک درصد معنی‌دار بود. اثر متقابل گونه و شوری برای صفات سدیم، کلسیم، فسفر و منیزیم برگ در سطح یک درصد معنی‌دار و برای صفات نیتروژن و پتاسیم معنی‌دار نبود (جدول ۲).

جدول۲- میانگین مربعات حاصل از تجزیه واریانس صفات فیزیولوژیک

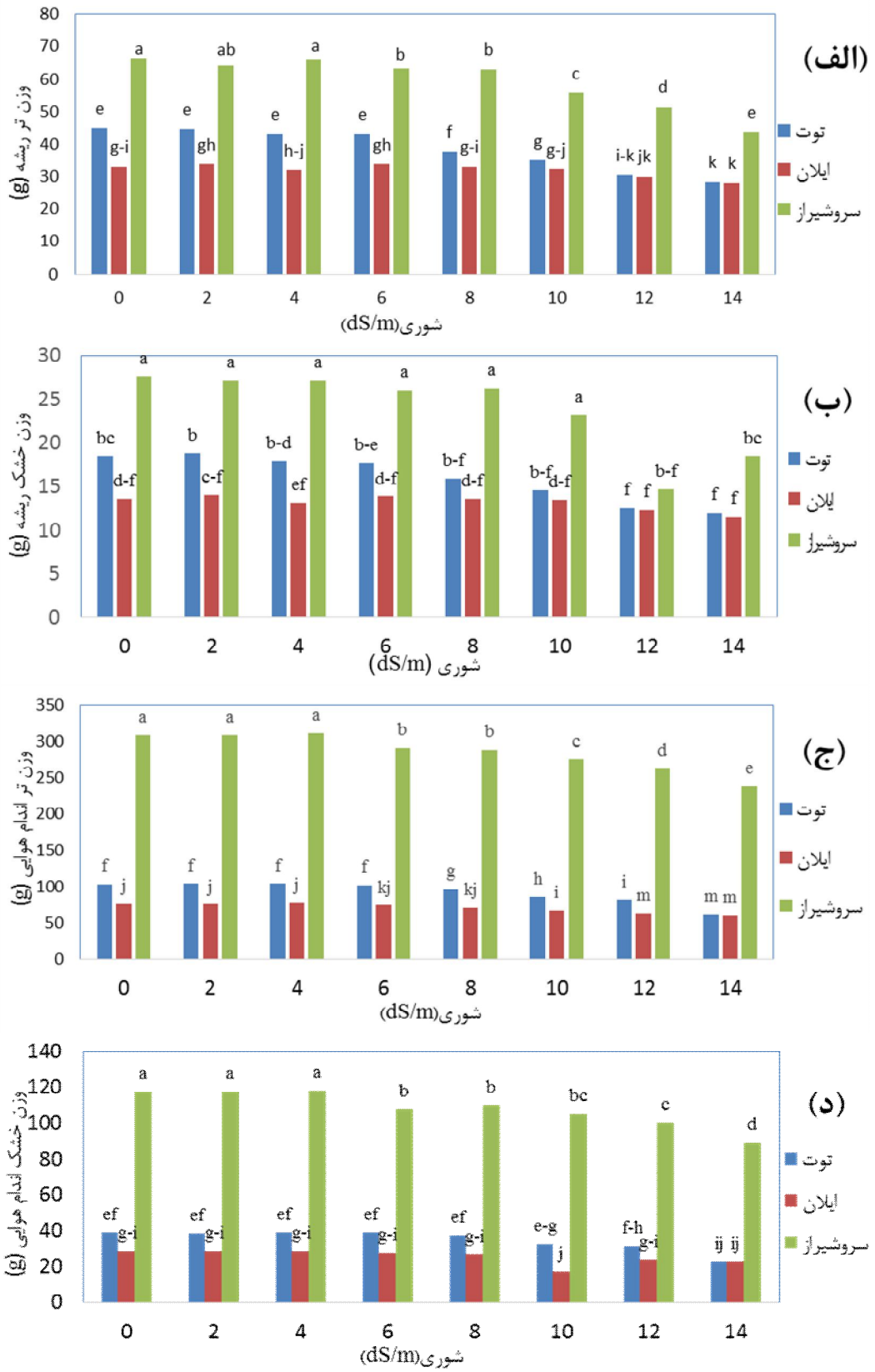
منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات(Ms)					
		Na	K	N	P	Ca	Mg
گونه	۲	۷۱/۵**	۶۹۶/۷**	۱۶/۸**	۱۶/۸**	۶۱۴**	۶۱۴/۵**
شوری	۷	۳۴/۸**	۶۴/۷**	۱۷/۱**	۶**	۳۴/۵**	۵۵/۶**
گونه*شوری	۱۴	۳**	۲/۲۶^{ns}	۰/۱۶ ^{ns}	۰/۳۸**	۱۴/۵**	۹/۲**
خطا	۴۶	۰/۱۲	۲/۶	۰/۰۹	۰/۰۵	۲/۹	۲/۱
ضریب تغییرات		۵/۳	۵/۷	۱۴/۱	۵/۸	۷	۷/۶

**= معنی‌دار در سطح خطای ۱ درصد، * = معنی‌دار در سطح خطای ۵ درصد، ^{ns}= عدم معنی‌داری در سطح خطای ۵ درصد

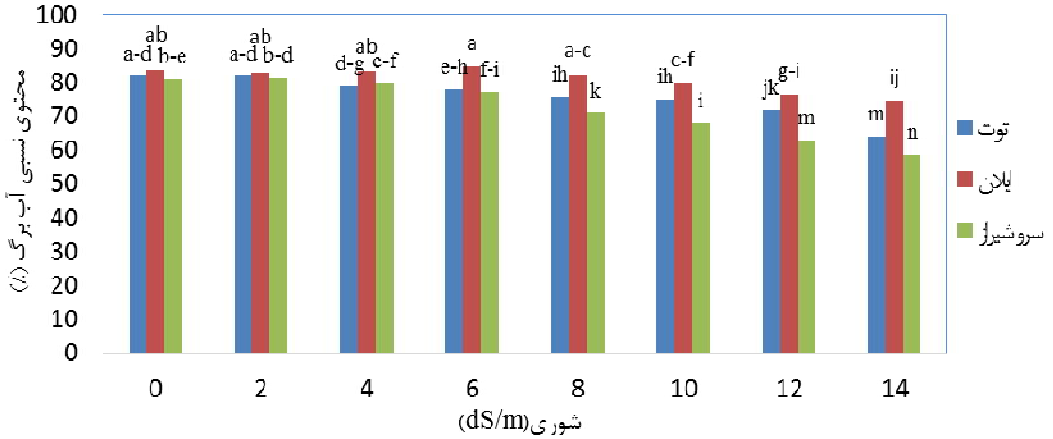
بررسی مقایسه میانگین‌ها نشان می‌دهد که با افزایش شوری میزان سدیم برگ از ۳/۸ به ۹/۶ در تیمار ۱۴ افزایش و به ترتیب میزان عناصر کلسیم برگ از ۲۶/۴ به ۲۰/۶، منیزیم برگ از ۲۳/۷ به ۱۶/۱، فسفر برگ از ۴/۸۳ به ۲/۶۸، نیتروژن برگ از ۲/۷۶ به ۱/۷۸ و پتاسیم برگ از ۳۱/۱۱ به ۲۳/۷۷ کاهش یافت (شکل‌های ۵- الف و ب، و ۷-الف تا ۷-د).

بررسی اثر شوری بر گونه‌های مورد مطالعه نشان داد که با اعمال تیمار شوری پاسخ گونه‌ها از نظر تغییرات میزان عناصر متفاوت است و در عناصر سدیم، پتاسیم و فسفر بیشترین مقدار عناصر در گونه توت ۷/۹۹، ۳۲/۶۲ و ۴/۸۱ مشاهده و در عناصر منیزیم، نیتروژن و کلسیم بیشترین مقدار عناصر در گونه ایلان ۲۴/۷۵، ۳/۱۳ و ۲۹/۱۲ مشاهده و سروشیراز در اغلب تیمارها پس از توت و ایلان قرار گرفت (شکل‌های ۶- الف و ب، و ۷-الف تا ۷-د).

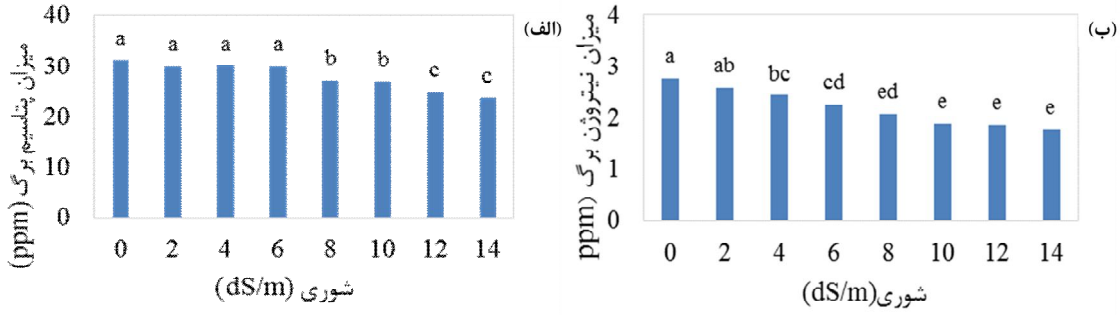
بررسی اثر متقابل گونه و شوری بر میزان عناصر سدیم، کلسیم، فسفر برگ نشان داد بیشترین تغییرات در تیمار ۱۴ dS/m و بر روی گونه سروشیراز مشاهده شد (شکل‌های ۷-الف تا ۷—ج). در بررسی اثر متقابل گونه و شوری بر میزان منیزیم برگ نشان داد که بیشترین تغییرات در تیمار dS/m۱۴ و بر روی گونه‌های توت و سرو شیراز مشاهده شد (شکل۷-د).



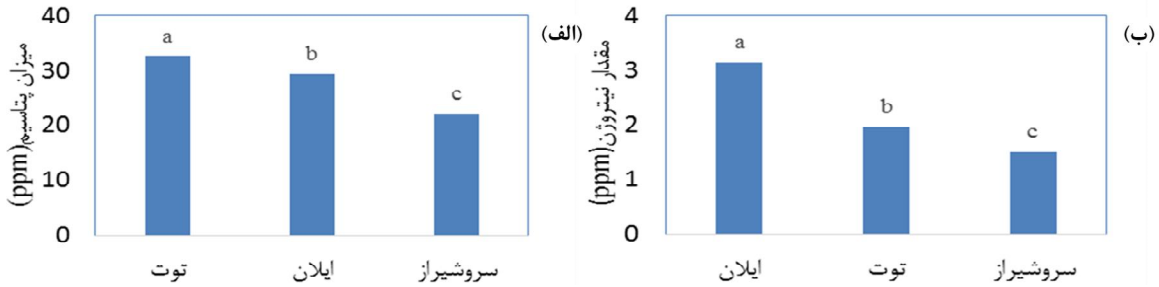
شکل ۳. اثر متقابل گونه و شوری بر میزان وزن تر ریشه (الف)، وزن خشک ریشه (ب)، وزن تر اندام هوایی (ج)، وزن خشک اندام هوایی (د).



شکل ۴. اثر متقابل گونه و شوری بر محتوی نسبی آب برگ



شکل۵. اثر اصلی شوری بر میزان پتاسیم برگ (الف) و نیتروژن برگ (ب)

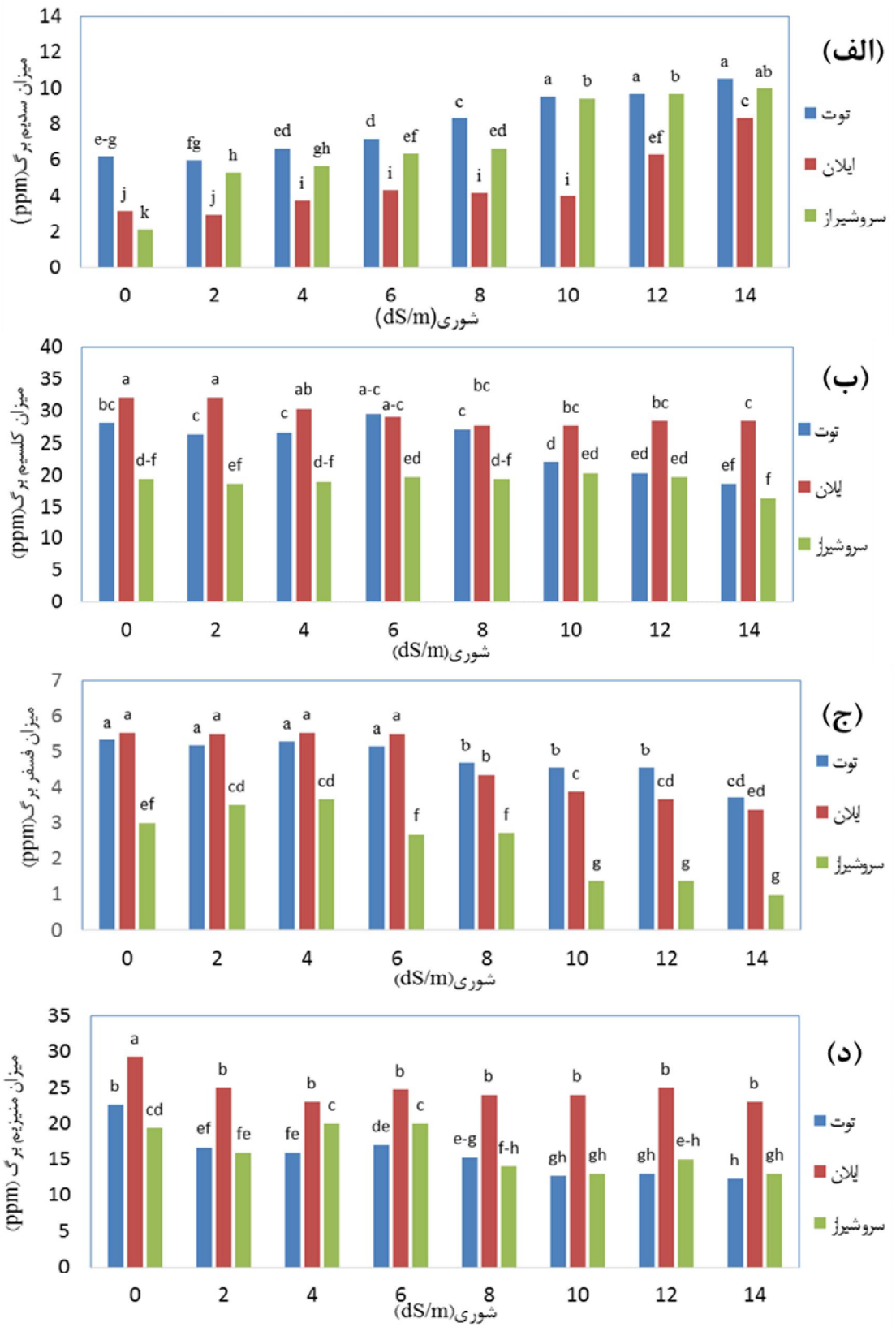


شکل ۶. اثر اصلی گونه بر میزان پتاسیم برگ (الف) و نیتروژن برگ (ب)

بحث و نتیجه‌گیری

اثر شوری بر رشد و تمایز سلول و در مجموع تمام فعالیت‌های زیستی گیاهان چوبی ثابت شده و مقادیر بالای شوری با اختلال در بسیاری از فعل و انفعالات فیزیولوژیکی و ایجاد اثر منفی در درختان باعث کاهش رشد رویشی و زایشی می‌شود [۴۵]. کاهش رشد از مهم‌ترین اثرات ظاهری گیاه به تنش شوری است و مقدار کاهش رشد بسته به نوع و غلظت نمک، مرحله فیزیولوژیکی گیاه، مدت زمانی که در معرض شوری قرار می‌گیرد و نوع گونه گیاهی متفاوت است [۲۸].

در این مطالعه نیز بررسی صفات رویشی ارتفاع و قطر یقه و تعداد برگ نشان داد که با افزایش شوری این صفات رویشی کاهش می‌یابد که این نتایج با مطالعات شوری بر نهال‌های کاج تهران [۳۶]، بادام [۳۸]، نارون چینی [۱۵] و پسته [۱۲] همخوانی دارد.



شکل ۸. اثر متقابل گونه و شوری بر میزان سدیم برگ (الف)، میزان کلسیم برگ (ب)، میزان منیزیم برگ (ج)، میزان فسفر برگ (د).

در پژوهشی نتیجه اعمال تنش شوری بر نهال‌های پالونیا کاهش ارتفاع آن‌ها ذکر شده است [۴۰]. همچنین میزان ارتفاع نهال با افزایش غلظت شوری بر روی همه ژنوتیپ‌های بادام مورد مطالعه کاهش یافت [۲۹].

در بررسی اثر گونه بر ارتفاع و تعداد برگ مشخص گردید که گونه توت مقاومت بیشتری از دو گونه دیگر داشته و در صفت قطر یقه این مقاومت بیشتر در گونه ایلان مشاهده شد. این امر نشان می‌دهد در مقایسه بین سه گونه از نظر خصوصیات مذکور گونه توت از دو گونه دیگر مقاوم‌تر و سپس ایلان و مقاومت سروشیراز کمتر از همه است. اثر متقابل شوری و گونه برای صفات ارتفاع نهال و تعداد برگ نشان می‌دهد که در هر دو صفت بیشترین تغییرات در تیمار شوری ۱۴ dS/m و به ترتیب در نهال‌های سروشیراز، ایلان و توت است. در واقع می‌توان گفت که با افزایش شوری صفات مذکور کاهش یافته و کمترین مقاومت در گونه سروشیراز مشاهده گردید. از علل کاهش رشد در گیاه در شرایط تنش شوری را می‌توان بالا رفتن مصرف انرژی در گیاه برای خروج یون‌های سدیم مهاجم که در گیاه به وفور یافت می‌شود و در نتیجه مصرف مقدار زیادی انرژی سلولی برای سازش و مقابله با تنش شوری دانست، به این ترتیب رشد و عملکرد گیاه کاهش می‌یابد [۲۲].

تعداد برگ در کنار صفات دیگر در مطالعات تنش شوری یکی از صفاتی است که در تشخیص مقاوم‌ترین گونه به اعمال تنش شوری می تواند موثر و تعیین کننده باشد. در واقع کاهش تعداد برگ در اثر تنش شوری می‌تواند به علت این باشد که سلول‌های برگ اولین اندام گیاه است که بلافاصله بعد از وقوع تنش تحت تأثیر قرار گرفته و رشد آن کاهش می‌یابد. کاهش تعداد برگ می‌تواند به علت تشدید ریزش برگ و یا کاهش تولید برگ‌های جدید در شرایط شوری باشد [۱]. کاهش سرعت رشد برگ‌ها پس از افزایش شوری، به طور عمده به علت تجمع املاح و اثر اسمزی شوری در اطراف ریشه‌های گیاه است. به محض قرار گرفتن گیاه در محیط شور، سرعت رشد برگ‌های در حال توسعه کاهش یافته، ظهور برگ‌های جدید آهسته‌تر شده، شاخساره‌های کمتری تشکیل می‌گردد [۳۴، ۳۷].

یکی دیگر از ویژگی‌های مطلوب برای ارزیابی تأثیر تنش شوری بر گیاهان، تعیین وزن خشک گیاه است. کاهش وزن گیاه در شرایط تنش شوری ممکن است به دلیل کاهش فتوسنتز باشد، چرا که شوری از طریق تأثیر بر فتوسنتز و فرآیندهای جانبی آن موجب کاهش میزان رشد در گیاه می‌گردد [۳۴]. در این مطالعه نیز با افزایش غلظت شوری میزان صفات وزن تر و خشک ریشه و اندام هوایی روند کاهشی نشان داد. در بررسی اثر گونه در صفت وزن تر و خشک ریشه بالاترین میزان در سروشیراز و سپس به ترتیب در گونه‌های توت و ایلان روند کاهشی نشان داد.

بررسی اثر متقابل شوری و گونه برای صفات وزن تر و خشک ریشه و اندام هوایی نشان می‌دهد که با افزایش شوری مقدار وزن تر و خشک ریشه و اندام هوایی کاهش می‌یابد که علت آن این است که شوری از طریق اختلال در جذب آب منجر به کاهش وزن تر ریشه و اندام هوایی گیاهان می‌شود. با افزایش شوری، میزان آب در سلول‌های برگ کاهش یافته که این امر، کاهش سرعت طویل و تقسیم شدن سلول‌ها را به همراه داشته و باعث کوچک‌تر شدن برگ‌ها و کاهش سطح آن‌ها شده که منتج به کاهش وزن خشک برگ می‌گردد [۳۴، ۲۸].

بررسی اثر گونه بر میزان وزن تر و خشک اندام هوایی نشان می‌دهد مقاوم‌ترین گونه به ترتیب سروشیراز، توت و سپس ایلان است. نتایج اثر متقابل گونه و شوری در صفات وزن تر و خشک ریشه و اندام هوایی نشان داد که ایلان در بین گونه‌های مورد مطالعه حساس‌ترین گونه در مقابل تنش شوری و غلظت‌های ۱۲ و ۱۴ dS/m موثرترین غلظت نمک در میان غلظت‌های مورد مطالعه است. این نتایج با تحقیقات اثر شوری آب آبیاری بر ارتفاع، قطر یقه و وزن تر و خشک ریشه و اندام هوایی بر روی نهال‌های کنار، بادام و پده هم‌خوانی داشت [۱، ۳۱، ۳۸]. در مطالعات مشابه دیگر تنش شوری بر نهال‌های مورد سبب کاهش وزن خشک ریشه و ارتفاع شاخساره شد [۳].

محتوای رطوبت نسبی برگ همبستگی بالایی با پتانسیل آب برگ دارد. کاهش محتوای رطوبت نسبی برگ منجر به بسته شدن روزنه‌ها، کاهش فتوسنتز و در مقادیر شدید منجر به توقف انتقال الکترون، ممانعت نوری و

تخریب غشا می‌شود. با توجه به اینکه یکی از آثار تنش شوری جلوگیری از جذب آب و ایجاد تنش خشکی است، می‌توان علت کاهش محتوای رطوبت نسبی را کاهش پتانسیل آب برگ و کاهش جذب آب از ریشه ها در شرایط خشک دانست [۴۴]. با افزایش شوری میزان Rwc کاهش یافت و بررسی اثر گونه بر میزان Rwc نشان داد بیشترین میزان آن به ترتیب ایلان، توت و سرو شیراز مشاهده شد. نتایج اثر متقابل شوری و گونه برای صفت Rwc نشان می‌دهد که تیمار شوری ۱۴ dS/m در سرو شیراز بیشترین تغییرات را در مقابل اعمال تیمار شوری بر روی گونه‌های مورد مطالعه دارد. این امر نشان می‌دهد که سروشیراز در بین گونه‌های مورد مطالعه حساس‌ترین گونه در مقابل تنش شوری و غلظت ۱۴ dS/m موثرترین غلظت نمک در میان غلظت‌های مورد مطالعه در صفت Rwcاست که با نتایج مطالعات مشابه بر نهال‌های پسته [۱۱] و مورد [۴۱] مطابقت داشت.

اعمال تنش شوری بر روی سه رقم انجیر تحت سطح تنش شوری تا حداکثر شوری ۸ dS/m نشان داد که با افزایش شوری میزان Rwc کاهش می‌یابد [۴۶]. بررسی اثر تنش شوری کلرید سدیم بر شش رقم درخت انار تحت ۴ سطح تنش شوری نشان داد که افزایش شوری سبب کاهش محتوای نسبی آب برگ است [۴۲].

وضعیت تغذیه‌ای گیاه نقش مهمی در افزایش مقاومت گیاه به تنش‌های محیطی دارد. چون شوری تأثیر زیادی بر فعالیت یون‌های خاک گذاشته و ممکن است باعث ظهور علائم کمبود عناصر در گیاهان شود، شوری می‌تواند بر دسترسی، جذب و یا پراکنش عناصر تغذیه‌ای در گیاه اثر بگذارد و یا می‌تواند باعث تغییر میزان نیاز آن عنصر درگیاه شود، بسیاری از تحقیقات نشان داده است که غلظت بهینه یک عنصر خاص در شرایط غیر شور می‌تواند در شرایط شور، کم و یا بیش از حد نیاز گیاه باشد [۶]. نتایج نشان داد با افزایش شوری میزان سدیم برگ افزایش و میزان باقی عناصر عناصرکلسیم، منیزیم، فسفر، نیتروژن و پتاسیم برگ کاهش یافت که این با نتایج مطالعات بر روی نهال‌های زیتون تلخ، خرما مطابقت داشت [۲۴، ۲۹]. این تغییرات در پتاسیم از شوری ۸ dS/m، در فسفر از ۴ ds/m و در عناصر نیتروژن، کلسیم و منیزیم از شوری ۲ dS/m مشاهده شد که بیانگر این است که گیاه در مقابل اعمال تیمار شوری در عناصر مورد بررسی در پتاسیم و فسفر حساسیت کمتری نسبت به عناصر نیتروژن، کلسیم و منیزیم دارد.

بررسی اثر شوری بر گونه‌های مورد مطالعه نشان داد که با اعمال تیمار شوری پاسخ گونه‌ها از نظر تغییرات میزان عناصر متفاوت است. در عناصر سدیم، پتاسیم و فسفر بیشترین مقدار عناصر در گونه توت مشاهده و در عناصر منیزیم، نیتروژن و کلسیم بیشترین مقدار عناصر در گونه ایلان بوده و سروشیراز در اغلب تیمارها پس از توت و ایلان قرار گرفت. در مجموع می‌توان گفت در مقابل اعمال تیمار شوری با بررسی تغییرات مقادیر عناصر فوق بیشترین مقاومت گونه ایلان، سپس توت و بعد سروشیراز قرار دارد.

نتایج مشابه در مطالعه اثر شوری برگونه زرد تاغ نشان داد این گیاه نیز مقدار زیادی سدیم را جذب و در بافت‌های هوایی انباشت می‌کند و از این طریق فشار اسمزی خود را تنظیم می‌کند که با یافته‌های پژوهش حاضر در مورد گونه‌های مورد مطالعه هم‌خوانی دارد [۲۹]. همچنین اعمال تنش شوری بر روی نهال‌های حرا و کنوکارپوس نشان داد که افزایش شوری باعث افزایش مقادیر عناصر سدیم و کاهش میزان منیزیم برگ می‌شود [۲۶]. مطالعات شوری در پایه‌های مختلف بادام نشان دادند که با افزایش شوری، غلظت سدیم در ریشه و شاخساره افزایش و از غلظت پتاسیم در این اندام‌ها کاسته می‌شود [۱، ۱۶]. اعمال تنش شوری در پنج سطح شوری بر نهال‌های استبرق نشان داد که با افزایش شوری غلظت سدیم افزایش و مقدار عناصر نیتروژن و پتاسیم کاهش یافت [۹].

همان طور که مشاهده گردید با افزایش شوری میزان جذب سدیم افزایش یافت که می‌توان دلیل این امر را این چنین عنوان کرد که ممکن است گیاه با افزایش جذب سدیم با شوری مقابله کرده و تنظیم اسمزی انجام داده باشد. تجمع املاح سدیم در واکوئل سلول‌های گیاهی باعث افزایش فشار اسمزی شده و جذب بیشتر آب از محیط می‌گردد. انباشت این املاح در گیاه ممکن است یکی از مکانیسم‌های مقاومت به شوری باشد [۱۲].

کلسیم در تنظیم بسیاری از فرآیندهای فیزیولوژیکی که در رشد و پاسخ به تنش‌های محیطی موثر هستند، نقش مهمی ایفا می‌کند. اثرات مثبت کلسیم بر کاهش سمیت یون سدیم درگیاهان قابل توجه است. برخی مطالعات نشان داده است که غلظت یون کلسیم درون سلولی در تنظیم اسمزی گیاهان و پاسخ آنها به خشکی و شوری نقش مهمی دارد. بر اساس نظر برخی محققان توانایی گیاهان در جذب یون کلسیم با میزان تحمل آن به شوری آب و خاک همخوانی دارد.

پتاسیم یک تنظیم کننده اسمزی است و در صورت فراهم بودن در خاک توسط ریشه‌ها جذب و باعث کاهش پتانسیل اسمزی محیط داخل سلول شده و در نتیجه تلفات آب از گیاه کاهش می‌یابد. یکی از اثرات شوری از دست رفتن وظایف یون پتاسیم در برگ‌ها است [۱۷]. کاهش پتاسیم در شرایط تنش شوری می‌تواند به دلیل رقابت سدیم بر سر مکان‌های اتصال به ناقل‌های غشاء پلاسمایی و یا نشت پتاسیم به دلیل عدم ثبات غشاء پلاسمایی باشد [۱۶]. شوری غلظت فسفر در بافت های گیاهی را نیز کاهش داده چون مقدار انحلال فسفر در خاک تابع اسیدیته و اثر متقابل با بعضی از کانی‌ها به ویژه کلسیم است. بنابراین، با افزایش بعضی از نمک‌ها در خاک از جمله کلرید سدیم مقدار فسفر در گیاه کاهش می‌یابد. همچنین با افزایش شوری به دلیل افزایش جمع و تجمع یون‌های کلر سبب کاهش غلظت نیتروژن در برگ‌های گیاه می‌گردد [۲۰].

به طور کلی نتایج حاصل از این مطالعه نشان می‌دهد که در اثر اعمال تیمار شوری میزان سدیم برگ افزایش و مقدار صفات ارتفاع نهال، قطر یقه، تعداد برگ، وزن تر و خشک ریشه و اندام هوایی و محتوای نسبی آب برگ، عناصر پتاسیم، کلسیم، منیزیم، فسفر و نیتروژن برگ کاهش یافت. نقطه حساس تغییرات صفات فوق اغلب در شوری ۶ تا ۸ dS/m به بالا بود که نشان می‌دهد گونه‌های درختی می‌توانند شوری تا حد مذکور را تحمل و در مقایسه کلیه صفات فوق در بین سه گونه به ترتیب گونه‌های توت و ایلان و سرو شیراز بیشترین مقاومت به شوری را نشان دادند.

در راستای مطالعه حاضر پیشنهاد می‌گردد: ۱) اعمال تیمارهای شوری در دوره‌های زمانی طولانی‌تر و در قالب طرح‌های تحقیقاتی ۵ تا ۱۰ ساله انجام گیرد تا نقطه تحمل به شوری درختان به طور دقیق‌تر مشخص گردد؛ ۲) مطالعاتی در زمینه اعمال تیمار شوری در بازه‌های زمانی تحقیقاتی بر روی درختان بالغ انجام تا کاربردی بودن مطالعه دقیق‌تر مشخص گردد؛ و ۳) مطالعات شورورزی، بر روی گونه‌های غالب و مناسب فضای سبز شهری در مناطق خشک و نیمه‌خشک کشور، انجام تا بتوان یک الگوی مشخص مقاومت به شوری برای درختان مناسب فضای سبز شهری ارائه نمود.

References

[1].Abdollahi, F., Jafari, L. and Gordi Takhti, Sh. (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).

[2].Abdollahi, P. (2009). Investigation of salinity resistance in seedling of some tree species suitable for urban forestry. Msc thesis, Factuly of Agriculture, Shahrekord University, 90p. (in Farsi).

[3].Acosta-Motos, J. R., S. Álvarez, G. Barba-Espín, J. A. Hernández, and M. J.Sánchez-Blanco. 2014. Salts and nutrients present in regenerated waters induce changes in water relations, antioxidative metabolism, ion accumulation and restricted ion uptake in *Myrtus communis* L. plants. *Plant Physiol. Biochem*. 85: 41-50.

[4].Ahmadi, A., Bayat, H and Tavakoli nekou, H. (2017). The responses of morphophysiological seedlings of Populus euphratica Oliv to salinity stress in greenhouse conditions. *Journal of Iranian Forest and poplar research*, 25(1): 127-136, (in Farsi).

[5].Alotaibi, M., Eltayeb Mohammed, M., Hamid, M., Abdolla, Mohammad-Salih, A and Elobeid M. (2015). Physiological behaviour and growth responses of

Eucalyptus camaldulensis Dehn. Seedling to salt stress condition. *International Journal of Science and Research*, 6(4): 2434-2438.

[6].Alvarez, S., Gomez-Bellot, M., Castillo, M., Banon, S. and Sanchez – Blanco, M. (2012). Osmotic and saline effect on growth, water relations, and ion uptake and translocation in Phlomis Purpurea plants. *Enviromental and Experimental Botany*, 78: 138-145.

[7].Amiri, A. (2012). Effect of zinc feeding on the basic vegetative growth characteristics of almond trees in saline conditions, MSc thesis of Fruit Science, agriculture faculty, Isfahan University of Technology, 95p. (in Farsi).

[8].Balal, R. M., M. Y, Ashraf, M, Khan, M.J, Jaskani, and M, Ashfaq. (2011). Influence of salt stress on growth and biochemical parameters of citrus rootstocks. *Pakistan Journal of Botany*, 43(4): 2135-2141.

[9].Bahmani, M., Jalali, G.H., Asgharzadeh, A and Tabari Kouchaksaraei, M. (2016). Effect of Inoculation Growth Promotion Bacterium *Pseudomonas putida* on Tolerance to Salinity of Calotropis procera Ait. Seedlings. *Arid Biome Scientific and Research Journal*, 6(1): 81-93, (in Farsi).

[10].Balen, B., Tkalec, M., Rogic, T., Simac, M., Stefanic, P and Roncevic, P. (2013). Effects of iso- osmotic NaCl and mannitol on growth, proline content, and antioxidant defense in Mammillaria gracilis Pfeiff. In vitro- grown cultures. *In Vitro Cellular and Developmental Biology-Plant*, 49(4): 421-423.

[11].Ben-Hamed, S and Lefi, E. (2015). Dynamics of growth and phytomass allocation in seedlings of *Pistacia atlantica* desf. Versus *Pistacia vera* L. under salt stress. *International Journal of Agronomy and Agricultural Research*, 6(1): 16-27.

[12]. Blumwad, E. (2000). Sodium transport salt tolerance in plants. *Current opinion in cell biology*, 12(4): 431-433.

[13]. Cacini, S., Pacifici, S., Burchi, G. and Grassotti, A. (2012). Effects of Salt Stress on a Typical Hedge Shrub: Viburnum odoratissimum. Paper presented at the II International Symposium on Woody Ornamentals of the Temperate Zone 990.

[14]. Cheng, Y., Dong, M., Xian-Wei, Fan, Nong, Li-Li and You-Zhi, Li. (2018). A study on cassava tolerance to and growth responses salt stress. *Enviromental Botany*, 155: 429-440.

[15]. Feng, Z-T., Deng, Y. Q., Fan, H. Q. J, Sun., N, Sui and B. S, Wang. (2014). Effects of NaCl stress on the growth and photosynthetic charactersitics of *Ulmus pumila L. seedlings in sand culture photosynthetica, culture*. 52(2): 313-320.

[16]. Ferreira-Silva, S.L., Silveira, J., Voigt, E., L, Soares, L and Viegas, R. (2008). Changes in physiological indicators associated with salt tolerance in two contrasting cashew rootstocks. *Brazil Journal plant physioologycal*, 20: 51-59.

[17]. Flaowers, T., P.F., Torke and A.R., Yeo. (1997). The mechanism of salt tolerance in halophytes. *Plant Physiology,* 28: 89-121.

[18]. Golabian, B., Memarian, F and Monazami, M. (2015). Productivity design of Nursery Shahid Amozadeh. Natural Resources and watershed management of Semnan Province. 73pp, (in Farsi).

[19]. Hasegawa, P. M., Bressan, R. A., Zhu, J. K., Bohner, T, H. J. (2000). Plant cellular and molecular responses to high salinity. *Annual Review of Plant Biology*, 51(1): 463-499.

[20]. Heidari-Sharif Abad, H. (2001). Plant and salinity. Publishing the Research Institute of Forests and rangeland, 171p, (in Farsi).

[21]. Hekmati, j. (2007). Landscape Engineering. Tehran. Sepehre publications. 526p, (in Farsi).

[22]. Kafie, M., Salehi, M. and Eshghi-zadeh, H. (2010). Agricultural Engineering: Plant management strategies, water and soil publishing Ferdowsi University of Mashhad, 377 p, (in Farsi).

[23]. Kashefi, M.S. (2017). The effect of Sudium Nitroprusside on Morphological and Physiological Characteristics of Juuniperus Sabina and Juniperus excelsaUnder Salinity Stress. Msc thesis, Faculty of Natural Resources and Desert Studies, Yazd University, (in Farsi).

[24]. Kouhifayegh, SH., Hakimi, M.H., Mosleh Arany, A., Mirshamsi, H. and Kiani, H. (2013). The effects of sodium

nitroproside and salicylic acid on some physiological characteristis of *Melia* azedarach under salinity conditions. *Journal of Arid Biome Scientific and Research*, 3 (2): 73-78, (in Farsi).

[25]. Kurap, S. S., Y. S. Hedar., M. A. Al-Dhaheri., A. Y. El-Heawiety., A. M. Aly and G. Alhadrami. (2009). Morpho-physiological evaluation and RAPD markers -assisted characterization of date palm (Phoenix dactylifera L.) varieties for salinity tolerance. *Food, Agriculture and Environment*, 7(34): 503-507.

[26]. Medina, E., Cuevas, E. and Lugo, A. (2007). Nutrient and salt relations of *Pterocarpus officinalis* L. in coastal wetlands of the Caribbean: assessment through leaf and soil analyses. *Trees-Structure and Function*, 21: 321-327.

[27]. Momenpour, A., D, Bakhshi, A, Imani and H, Rezaie. (2015). Effect of Salinity Stress on the Morphological and Physiological Characteristics in Some Almond. *Jouranal of Plant Production Technology*, 15(2): 137-153, (in Farsi).

[28]. Munns, R. (2002). Comparative Physiology of salt and water stress. *Plant Cell and Enviroment*, 25:239-250.

[29]. Naeini, M.R., Khoshgoftar, A. H., Lessani, H. and Mirzapour, M. (2003). Effect of NaCl- inducedsalinity on mineral nutrients and soluble sugar in three commercial cultivars of pomegranate, *Journal of soil and water science*, 18(1): 95-104, (in Farsi).

[30]. Najafi, F., R.A, Khavari-Nejad and M, Siah. (2010). The effects of salt stress on physiological parameters in summer savory. *Plant Physiology and Biochemistry* 6: 14-21, (in Farsi).

[31]. Nejat, N. and H. Sadeghi, 2012. Response of ziziphus spina-christi (L.) willd Effects of NaCl stress on the growth and photosynthetic characteristics of Ulmus pumila L. seedlings in sand culture. *Photosynthetica*, 52(2): 313-320. (in Farsi).

[32]. Orcutt, D. M and E. Nilsen. (2000). the Physiology of Plants under Stress. John Wiley and Sons, New Jersey, 687p.

[33]. Pitman, M. G and Läuchli, A. (2002). Global impact of salinity and agricultural ecosystems Salinity: environment-plants-molecules, Springer, 3-20.

[34]. Qadir, M., A. Tubeileh, A., Akhtar, J., Larbi, A., Minhas, P.S and Khan, M.A. (2008). Productivity enhancement of salt-affected environments through crop diversification. *Land Degradation and Developmen*, 19: 429-453.

[35]. Razavizadeh, R., M, Kazemzadeh and Sh, Enteshari. (2013). Effect of Paclobutrazol on some physiological parameters of rapeseed (Brassica napus L.) Seedlings under salinity stress. *Crop Physiology Journal*, 19(5): 35-48. (in Farsi).

[36]. Sadeghe, H., Khavarinejad, R., Fahimi, H., Falahian, F and Imani-poor, V. (2007). Effect of salinity on growth and uptake of mineral elements in Pinus eldarica. *Iranian Journal of Horticultural Science and technology,* 8(3): 199-212. (in Farsi).

[37]. Schiop, S.T., Al Hassan, M., Sestras, A.F., Boscaiu, M., Sestras, R.E and Vicente, O. (2015). Identification of Salt Stress Biomarkers in Romanian Carpathian Populations of *Picea abies* (L.) Karst. *Journal PLoS ONE*, 10(8): 1-8.

[38]. Seghlie, T. (2019). Evaluation of salinity tolerance in almond cultivar of Shahroud 12 on some prous foundations. Ph.D. thesis. Faculty of Agriculture, University of Zanjan, Iran. 210 p. (in Farsi)

[39]. Sepaskhah, A., tavakoli and A Mosavi, F. (2006). Low-abary applications. Tehran: Abari National Committee of Iran Drainage, (in Farsi).

[40]. Sheikh, H., Ali-Arab, A and Sadati, A. (2015). The effect of salinity on viability and height growth of *pauwlonia furonia* seedlings. Proceedings of the National Conference on Sustainable Agriculture, environment and rural development. (in Farsi).

[41]. Shekarchian, A. (2015). Evaluation of salt stress on morphophysiological traits of myrtle (*Myrtus communis* L.) seedlings and alleviating effects of salicylic acid, PhD thesis, Faculty of Natural Resources, university of Tehran.142p. (in Farsi).

[42]. Souri, N. (2018). Study of morphological, physiologic and biochemical characteristics of several Iranian pomegranate cultivars (*Punica granatum* L) in response to salinity stress. Phd thesis,

Faculty of Agriculture, University of Guilan. 213 p. (in Farsi).

[43]. Sperling, O., Lazarovitch, N., Schwartz, A. and Shapira, O. (2014). Effects of high salinity irrigation on growth, gas-exchange, and photoprotection in date palms (*Phoenix dactylifera* L., cv Medjool). *Environmental and Experimental Botany*, 99: 100–110.

[44]. Vafadar, Z.R., M, malek, A, Sabzalian and A, Nikbakht. (2018). Effect of salt stress and harvesting time on morphological and physiological tolerance to NaCl salinity of five olive cultivars based on growth characteristics and Na and Cl exclusion mechanisms. *Scientia Horticulture* 124: 306-315, (in Farsi).

[45]. Wei, Y., Xu, X., Tao, H and P, Wang. (2006). Growth performance and physiological response in the halophyte Lycium barbarum grown at salt-affected soil. – *Ann. appl. Biol*, 149: 263-269.

[46]. Zarei, M. (2017). Evaluation of Salinity Resistance in Fig (*Ficus carica* L.) and Its Offspring using physiological and Biochemical Characteristics. Ph.D.Thesis, Ferdowsi University of, Faculty of Agriculture, Mashhad, Iran, 224p. (in Farsi).

Investigation of morpho-physiological characteristics seedlings of *Cupressus Sempervirens*, *Morus alba* and *Ailanthus altissima* to water salinity stress

1- Masumeh Monazami, Ph.D. Student of Forestry, Department of Forestry, Faculty of Natural Resources, Sari, University, Sari, Iran.
monazami.m.itf1982@gmail.com
2- Mohammad Reza Pormajidian, Associate Prof., Department of Forestry, Faculty of Natural Resources, Sari University, Sari, Iran.
3- Seyed Mohammad Hojati, Assistant Prof., Department of Forestry, Faculty of Natural Resources, Sari University, Sari, Iran.
4- Ali Reza Moshki, Assistant Prof., Department of Forestry, Faculty of Desertology, Semnan University, Semnan, Iran.

Received: 25 Feb 2020
Accepted: 27 Sep 2020

Abstract

Water and soil salinity is one of the important factors limiting the development of green space in arid regions of Iran .In this study, some morpho-physiological characteristics of *Morus alba, Ailanthus altissima* and *Cupressus Sempervirens* seedlings to water salinity stress in Sokan nursery of Semnan were investigated. Eight levels of water salinity treatment were considered as 0, 2, 4, 6, 8, 10, 12 and 14 ds/m and irrigation was performed twice a week in the amount of four liters from July to September. During the experiment, morphological characteristics such as height and collar diameter of seedling were measured every 15 days after the start of treatment. At the end of the experiment, leaf samples of seedlings were collected and transferred to laboratory and dry and fresh weight of roots, shoots, leaves, Rwc, amount of Na^{+} and K^{+} leaf with flammimetric method, Ca^{+2} and Mg^{+2} leaf was measured by the complexometry method, the leaf nitrogen level using titration and phosphorous leaf method by ammonium molybdate in the laboratory.The results showed that the traits of seedling height, collar diameter, number of leaves, fresh and dry roots and shoots and, Rwc, content of Na^{+}, Ca^{+2}, P, Mg^{+2}, N and K^{+} of leaf in salinity and species treatments were significant at 1% percent level. However, the interaction effect of species and salinity were not significant for all the above traits at the level of 1% and for the trait diameter of the collar and the elements nitrogen and potassium of leaf were not significant. Results of comparison of means showed that with increasing salinity, the amount of leaf sodium increased, but others factor decreased. The critical point for the changes in the above traits was often at salinity 6 to 8 dS/m and above, which indicates that the studied tree species can tolerate salinity up to this level. In comparison, in terms of all seedling height, collar diameter, number of leaves, fresh and dry weight of roots and shoots and, Rwc, the amount of Na^{+}, Ca^{+2}, P, Mg^{+2}, N and K^{+} in the leaves among the three species, respectively, *Morus alba* and *Ailanthus altissima* then *Cupressus Sempervirens* showed the highest salinity resistance.

Keywords: Saltwater; Morphology; Physiology; tree species.