

اثر تنش شوری بر برخی خصوصیات فیزیولوژیک درختچه خرزهره (*Nerium oleander*)

فاطمه زارع زاده^۱، علی اکبر کریمیان*^۲، حمید سودایی زاده^۳

تاریخ دریافت: ۹۴/۱۰/۱۳ تاریخ پذیرش: ۹۵/۱۱/۲۵

۱-دانش-آموخته کارشناسی ارشد محیط زیست، دانشگاه یزد

۲-استادیار گروه مرتع و آبخیزداری، دانشگاه یزد

۳-دانشیار گروه مدیریت مناطق بیابانی، دانشگاه یزد

* مسئول مکاتبات، پست الکترونیکی: akarimian@yazd.ac.ir

چکیده

شوری یک مسئله فراگیر و محدود-کننده توسعه فضای سبز شهری در مناطق خشک است. به-دلیل کمبود آب با کیفیت مناسب در این مناطق، استفاده از آب‌های با کیفیت پایین‌تر جهت آبیاری گیاهان مورد توجه قرار گرفته و معرفی گونه‌های متحمل به شوری جهت استفاده در فضای سبز شهری امری ضروری است. این پژوهش در شرایط گلخانه جهت بررسی اثر پنج سطح شوری آب آبیاری شامل ۰/۴، ۰/۳، ۰/۶، ۰/۹ و ۱۲ دسی‌زیمنس بر متر در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار بر روی برخی شاخص‌های فیزیولوژیکی گیاه خرزهره (*Nerium oleander*) به اجرا در آمد. نتایج نشان داد که شوری منجر به افزایش معنادار غلظت سدیم و کاهش میزان پتاسیم ریشه در تمامی سطوح شوری در مقایسه با تیمار شاهد شد. میزان سدیم برگ خرزهره تنها در سطح شوری ۱۲ دسی‌زیمنس بر متر در مقایسه با تیمار شاهد معنادار بود. غلظت پتاسیم در اندام هوایی خرزهره تحت تأثیر شوری قرار نگرفت. همچنین با افزایش شوری مقدار پرولین برگ‌ها افزایش یافت، ولی در مقدار قندهای محلول و کلروفیل تغییر معناداری بین تیمارهای مختلف مشاهده نشد. به نظر می‌رسد خرزهره با تجمع پرولین، جذب و نگهداری یون‌های سدیم و کلرید در ریشه و عدم انتقال آن‌ها به برگ، تنش شوری را تحمل نموده است.

واژه‌های کلیدی: تنش شوری، خرزهره (*Nerium oleander*)، خصوصیات فیزیولوژیک، فضای سبز

Effect of Salt Stress on Some Physiological Attributes of *Nerium oleander*

F Zare Zadeh¹, AA Karimian^{*2}, H Soudaie Zadeh³

Received: 03 January 2016 Accepted: 13 February 2017

1-M.Sc. Graduate of Environmental Sciences, Yazd University, Iran

2-Assist. Prof. Dept. Natural Resources, Yazd University, Iran

3-Assoc. Prof. Dept. Natural Resources, Yazd University, Iran

*Corresponding Author, Email: akarimian@yazd.ac.ir

Abstract

Salinity is a widespread problem and a limiting factor on the development of urban landscape in arid regions. Due to lack of good quality water in these areas, there is a noticeable use of low quality water for irrigation of plants. In this regard, introduction of salt tolerant species for using in urban landscape is necessary. In order to investigate the effects of five levels of irrigation water salinity, including: 0.4, 3, 6, 9 and 12 dS/m¹ on some physiological attributes of *Nerium oleander* under greenhouse condition, an experimental was conducted based on randomized complete block design with three replicates. The results showed that the all salinity levels caused significant increase of sodium concentration and reduction of potassium in root in comparison with the control treatment. The amount of sodium in leaves of *Nerium oleander* only at the 12 dSm⁻¹ concentration level had a significant difference with control. On the other hand the potassium concentration in *Nerium oleander* leaves was not affected by the salinity. Also the leaf Proline concentration was increased with increasing salinity, but there was no significant difference in the amounts of soluble sugars and chlorophyll between different treatments. So, it seems *Nerium oleander* by the Proline aggregation and also absorption and holding the sodium and chlorine in the roots and preventing their translocation to the leaves, can tolerate salt stress.

Keywords: Landscape, *Nerium oleander*, Physiological attributes, Salt Stress.

مقدمه

موفقیت آمیزی در رشد گیاهان، بدون داشتن اثرات سوء روی محصولات و خاکها استفاده کرد (ون و همکاران ۲۰۱۰). در حال حاضر در اکثر استانهای کشور حجم زیادی از آبهای با کیفیت مناسب جهت آبیاری گیاهان زینتی فضای سبز شهری مورد استفاده قرار میگیرد که به دلیل کمبود آب در این مناطق استفاده از آبهای با کیفیت پایین جهت آبیاری فضای سبز شهری ضروری بوده و بررسی واکنش گیاهان به شوری و معرفی گیاهان زینتی متحمل به شوری جهت استفاده در پروژههای فضای سبز و منظرسازی مناطق خشک از اهمیت بالایی برخوردار است. خرزهره با نام علمی *Nerium oleander* از تیره *Apocynaceae* درختچه ای با ارتفاع یک تا سه متر

یکی از عوامل محدودکننده توسعه منابع طبیعی و کشاورزی، اراضی و آبهای شور میباشند. شوری ممکن است اولین عامل تنشزا باشد که جانداران در طول تکامل با آن مواجه شدهاند. بخش بزرگی از خاکها و حجم چشمگیری از کل منابع آبی به ویژه در مناطق خشک و نیمه خشک متاثر از سطوح مختلف شوری هستند (افیونی و همکاران ۲۰۰۰). برخی مطالعات نشان داده اند که از منابع آبی نامناسب برای آبیاری، با اتخاذ استراتژیهای صحیح مدیریتی شامل تکنولوژی آبیاری پیشرفته، انتخاب گیاهان زراعی مناسب مقاوم به شوری و شستشوی نمکها در قسمت ریشه، می توان به طور

کاهش یافت. در مطالعه ابوطالبی و همکاران (۲۰۰۹) افزایش شوری موجب تجمع بیشتر کلرید در ریشه پنج گونه مرکبات شد. تحقیق بر روی سه گونه اسطوخودوس^۶ (صبرا و همکاران ۲۰۱۲) و درختچه گوش بره ارغوانی^۷ (الوارز و همکاران ۲۰۱۲) افزایش غلظت یون‌های سدیم و کلرید در بافت گیاهان را با بالا رفتن میزان شوری نشان داد. در بررسی چهار گونه اکالیپتوس (عصاره و همکاران ۲۰۰۶، عصاره و شریعت ۲۰۰۸) و توت روباه (شریعت و حیدری شریف‌آباد ۲۰۱۱) افزایش شوری میزان پرولین و قندهای را بالا برد.

با توجه به اینکه تاکنون مطالعه‌ای در زمینه اثر شوری بر خصوصیات فیزیولوژیکی خرزهره صورت نگرفته، هدف این تحقیق، بررسی اثر سطوح مختلف تنش شوری بر خصوصیات فیزیولوژیکی گیاه خرزهره و همچنین تشخیص مکانیسم تحمل به شوری این گونه گیاهی می‌باشد.

مواد و روش‌ها

تحقیق حاضر در سال ۹۳-۹۲ در گلخانه دانشگاه یزد اجرا شد. نهال‌های تهیه شده از نهالستان اصفهان در داخل گلدان‌های زهکش‌دار حاوی خاک مرکب شامل دو واحد کود برگ و یک واحد ماسه کاشته شد. تیمارهای مورد بررسی در این تحقیق شامل آب آبیاری با غلظت‌های مختلف نمک کلرید سدیم با هدایت الکتریکی^۳، ۶، ۹ و ۱۲ دسی‌زیمنس بر متر و آب شرب با هدایت الکتریکی^۴ ۰/۴ دسی‌زیمنس بر متر PH ۷/۴۰ به عنوان شاهد در نظر گرفته شد. جهت اعمال تیمارها از طرح بلوک‌های تصادفی با سه تکرار استفاده گردید. گلدان‌ها هر چهار روز یکبار و در هر نوبت با حدود یک لیتر آب با شوری مشخص آبیاری شد و جهت جلوگیری از تجمع املاح هر دو هفته یکبار با آب مقطر آبشویی شد. پس از

با شاخه‌های انبوه، قائم یا راست، برگ‌های نوک تیز با آرایش پیرامونی و همیشه سبز می‌باشد (ایران‌نژاد پاریزی ۱۳۸۶). این گیاه در استان‌های مرکزی ایران دارای مشکل کمبود آب هستند، می‌تواند در پروژه‌های فضای سبز شهری به‌طور گسترده‌ای مورد استفاده قرار گیرد.

زمانی (۲۰۱۳) در مطالعه خود عنوان کرد که شوری در سروناز^۱ و کاج الدار^۲ باعث افزایش قندهای محلول و پرولین گردید. شوری در سروناز مقدار کلروفیل را کاهش داد ولی بر میزان کلروفیل برگ کاج الدار بی‌تأثیر بود. افزایش سطوح شوری مقدار سدیم برگ هر دو گیاه را افزایش داد ولی بر مقادیر سدیم ریشه اثر معناداری نداشت. با افزایش شوری کاهش میزان کلروفیل a و b در سه گونه چمن (خالقی و رامین ۲۰۰۵)، چهار گونه اکالیپتوس^۳ (عصاره و شریعت ۲۰۰۸)، کاهش کلروفیل کل در گل تکمه‌ای^۴ (کمالی و همکاران ۲۰۱۱) و تاج خروس زینتی^۵ (کمالی و همکاران ۲۰۱۲) مشاهده شده است. در مطالعه بر روی توت روباه^۶ (شریعت و حیدری شریف‌آباد ۲۰۱۱) و چهار گونه اکالیپتوس (عصاره و همکاران ۲۰۰۶) مشخص گردید که با افزایش شوری مقادیر همه رنگیزه‌ها کاهش یافتند. فورنز و همکاران (۲۰۰۷) گزارش نمودند که افزایش شوری باعث کاهش میزان کلروفیل b در همیشه‌بهار^۷ گل کیفی^۸ و افزایش مقدار آن در اطلسی^۹ گردید و باعث افزایش غلظت سدیم و کلرید و کاهش پتاسیم در برگ اطلسی، همیشه‌بهار و گل کیفی شد. دانشور و کیانی (۲۰۰۴) در مطالعه بر روی چهار ژنوتیپ صنوبر گزارش نمودند که شوری موجب افزایش غلظت سدیم، کلرید و پتاسیم برگ شده است. نائینی و همکاران (۲۰۰۴) در مطالعه خود بر روی سه رقم تجاری انار اظهار داشتند با افزایش غلظت کلرور سدیم غلظت‌های سدیم، کلرید و پتاسیم در بافت‌ها افزایش، و مقادیر کلسیم، نیتروژن و قندهای محلول

⁶ *Sanguisorba officinalis*

⁷ *Calendula persica*

⁸ *Calceolaria herbohybrida*

⁹ *Petunia hybrida*

¹ *Lavandula stoechas* 0

¹ *Phlomis purpurea* 1

¹ *Cupressus sempervirens*

² *Pinus eldarica*

³ *Eucaliptus spp*

⁴ *Gomphrena globosa*

⁵ *Amaranthus caudatus*

وزن خشک برگ و ریشه هر نهال محاسبه شد. جهت اندازه‌گیری مقدار کلرید موجود، از یک گرم ماده خشک برگ و ریشه هر نهال با استفاده از آب مقطر عصاره-گیری شده و توسط نیترات نقره ۰/۰۱ نرمال در حضور کرومات پتاسیم پنج درصد تیتر شد. در پایان مقدار کلرید موجود در هر نمونه بر حسب میلی‌گرم در گرم ماده خشک محاسبه گردید (طریقت ۲۰۱۲).

به‌منظور تجزیه و تحلیل داده‌های حاصل از آزمایش پس از اطمینان از نرمال بودن داده‌ها، از روش تجزیه واریانس یک طرفه و برای مقایسه میانگین‌ها از آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۵ درصد استفاده شد. جهت تجزیه آماری داده‌ها از نرم‌افزار آماری SPSS و برای رسم نمودارها از نرم‌افزار Excel استفاده شد.

نتایج و بحث

اثر تیمارهای شوری بر مقدار یون‌های موجود در ریشه خرزهره

نتایج حاصل از تجزیه واریانس بیان‌گر آن است که شوری تأثیر معناداری بر مقدار یون‌های سدیم، پتاسیم و کلرید و همچنین نسبت سدیم به پتاسیم در ریشه خرزهره در سطح یک درصد داشته است ($p < 0.01$) ولی اثر آن بر مقدار کلسیم و منیزیم معنادار نبوده است ($p > 0.05$) (جدول ۱).

گذشت پنج ماه از اعمال تیمارها گیاهان برداشت شده و خصوصیات فیزیولوژیک شامل مقدار کلروفیل، پرولین و قندهای محلول برگ‌ها و یون‌های سدیم، پتاسیم، کلرید، کلسیم و منیزیم موجود در برگ و ریشه نهال‌ها اندازه-گیری شد.

جهت اندازه‌گیری مقدار پرولین و قند به‌ترتیب از روش بیتس (۱۹۷۳) و کوچرت (۱۹۷۸) استفاده گردید. همچنین مقدار کلروفیل برگ بر اساس روش لیچن تالر (۱۹۸۷) تعیین گردید. جهت اندازه‌گیری مقدار یون‌های موجود، برگ‌ها و ریشه‌های هر نهال از هم جدا شده و پس از شستشو با آب مقطر به مدت ۴۸ ساعت در آون با دمای ۷۰ درجه سلسیوس قرار داده شد. پس از خشک شدن، نمونه‌ها آسیاب شده و ۰/۵ گرم ماده خشک ریشه و برگ از هر نهال توزین شد. سپس ۱۰ میلی‌لیتر اسیدنیتریک غلیظ به نمونه‌ها اضافه شده و درب ظروف بسته شد. پس از گذشت ۲۴ ساعت محلول با ملایمت به-مدت دو ساعت حرارت داده شد تا کلیه بخارات اسید خارج گردد. سپس عصاره با استفاده از کاغذ صافی واتمن صاف شده و با آب مقطر به حجم ۱۰۰ میلی‌لیتر رسانده شد. اندازه‌گیری یون‌های سدیم و پتاسیم موجود در عصاره با استفاده از دستگاه فلیم فوتومتر- (منصوری و احمدی مقدم ۱۳۹۳) و اندازه‌گیری کلسیم و منیزیم به-روش تیتراسیون با محلول ورسین ۰/۰۲ نرمال انجام شد و مقدار آن‌ها بر حسب میلی‌گرم بر گرم

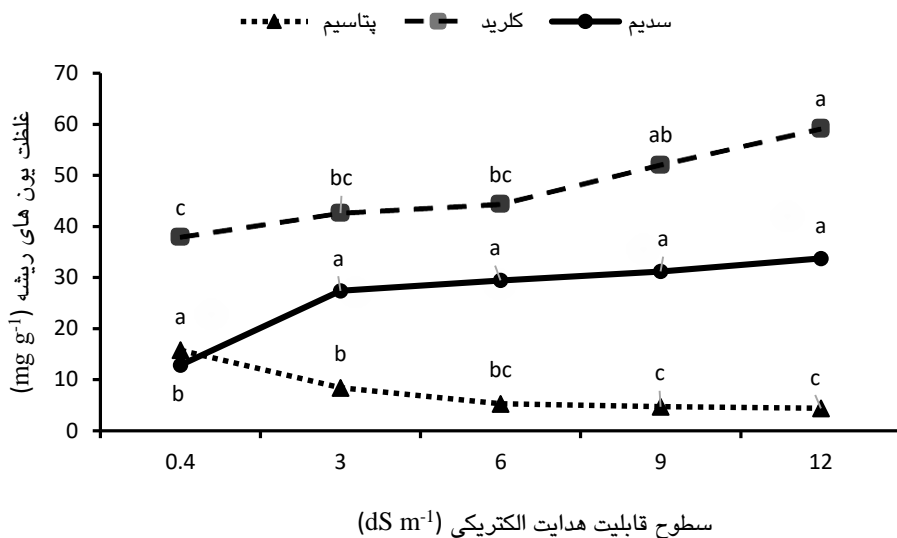
جدول ۱- تجزیه واریانس (میانگین مربعات) مقدار یون‌های موجود در ریشه خرزهره.

منابع تغییر	درجه آزادی	سدیم	پتاسیم	کلرید	کلسیم	منیزیم	نسبت سدیم به پتاسیم
بلوک	۲	۰/۴۷۳ ^{ns}	۱/۶۳۶ ^{ns}	۵۷/۳۲۴ ^{ns}	۳/۴۶ ^{ns}	۲۵/۲۶ ^{ns}	۰/۰۲۴ ^{ns}
تیمار	۴	۲۰۱/۶۴۲ ^{**}	۶۸/۶۲۳ ^{**}	۲۱۲/۳۵۹ ^{**}	۶/۳۳ ^{ns}	۲۷/۷۴ ^{ns}	۲/۱۵۶ ^{**}
خطا	۸	۹/۹۷۴	۲/۸۷۹	۴۹/۴۶۹	۳۸/۱۳	۲۶۴/۲۶	۳/۰۹۳
ضریب تغییرات		۹/۸۲	۲۲/۰۰	۱۴/۹۳	۱۹/۵۲	۲۳/۳۲	۳۴/۸۹

ns و ** به ترتیب غیر معنادار و معنادار در سطح احتمال ۱ درصد

افزایش شوری کاهش یافته است به طوری که کمترین مقدار آن مربوط به تیمارهای ۹ و ۱۲ دسی‌زیمنس بر متر بود (شکل ۱).

نتایج مقایسه میانگین‌ها نشان داد که با افزایش شوری مقدار یون کلرید در تیمارهای ۹ و ۱۲ دسی‌زیمنس بر متر و مقدار سدیم در همه تیمارها نسبت به شاهد افزایش معناداری داشته است. غلظت پتاسیم نیز با



شکل ۱- مقایسه میانگین غلظت یون‌های ریشه خرزهره تحت تأثیر سطوح مختلف شوری آب آبیاری. میانگین‌هایی که دارای حداقل یک حرف مشترک می‌باشند در سطح ۵ درصد آزمون دانکن اختلاف معناداری ندارند.

از مهمترین اثرات افزایش کلرید سدیم در محیط، تجمع مقادیر سدیم در داخل گیاه است. سدیم عنصر ضروری برای گیاه نبوده و تجمع آن موجب کاهش جذب پتاسیم و کاهش رشد و عملکرد در گیاهان می‌گردد. غلظت سدیم در برگ برای حفظ تورژسانس گیاه نیاز بوده ولی نمی‌تواند جانشین مناسبی برای پتاسیم محسوب شود، زیرا پتاسیم به‌طور اختصاصی برای سنتز پروتئین و فعالیت آنزیم‌ها ضروری است. کلرید نیز به سهولت توسط گیاه جذب شده و همواره تجمع آن موازی با تجمع سدیم می‌باشد (حیدری شریف‌آباد ۲۰۰۱). بنابراین اثرات سمیت سدیم کلرید (ناشی از انباشتگی زیاد نمک در گیاه) ممکن است تنها به دلیل اثرات مستقیم یون سدیم نباشد، بلکه به علت کاهش مقدار عناصر مغذی ضروری پتاسیم و کلسیم در گیاه باشد (رنگل ۱۹۹۲).

نتایج این تحقیق بیان‌گر آن است که تیمارهای شوری باعث افزایش غلظت سدیم و کلرید در ریشه خرزهره شد که همسو با یافته‌های تحقیقات دیگر در این زمینه می‌باشد (ابوطالبی و همکاران ۲۰۰۹، دانشور و کیانی ۲۰۰۴، عبدالمی و همکاران ۲۰۱۱، نائینی و همکاران ۲۰۰۴، الوارز و همکاران ۲۰۱۲، فورنز و همکاران ۲۰۰۷، صبرا و همکاران ۲۰۱۲). نتایج کاهش پتاسیم ریشه خرزهره با افزایش شوری مطابق با نتایج تحقیقات عبدالمی و همکاران (۲۰۱۱) در سرو خمره‌ای و زبان گنجشک و فورنز و همکاران (۲۰۰۷) -همیشه‌بهار، اطلسی و گل کیفی می‌باشد. نتایج مطالعه بر روی چند رقم سنجد (دانشور و کیانی ۲۰۰۴) و انار (نائینی و همکاران ۲۰۰۴) نشان داد که تیمار شوری بر مقدار پتاسیم ریشه تأثیر معناداری نداشت. که دلیل آن احتمالاً تفاوت در نوع گونه‌ها و مکانیسم متفاوت آن گونه‌ها در مقابله با شوری است.

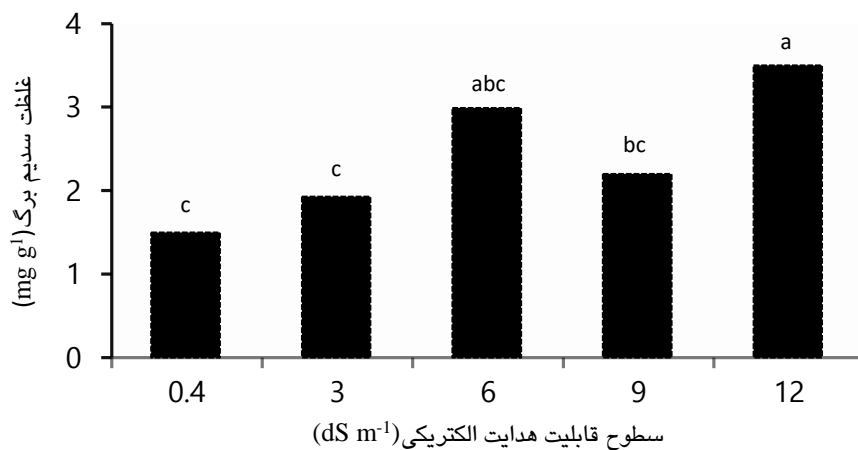
تفاوت معناداری در سطح یک درصد داشته است ($p < 0.01$). اما از نظر مقدار یون‌های پتاسیم، کلرید، کلسیم و منیزیم بین تیمارهای مختلف شوری تفاوت معناداری ایجاد نشده است ($p > 0.05$) (جدول ۲).

اثر تیمارهای شوری بر مقدار یون‌های موجود در برگ خرزهره نتایج جدول تجزیه واریانس یون‌های موجود در برگ خرزهره نشان می‌دهد که مقدار یون سدیم و نسبت سدیم به پتاسیم تحت تأثیر تیمارهای مختلف شوری

جدول ۲- تجزیه واریانس (میانگین مربعات) مقدار یون‌های موجود در برگ خرزهره تحت تأثیر شوری آب آبیاری.

منابع تغییر	درجه آزادی	سدیم	پتاسیم	کلرید	کلسیم	منیزیم	نسبت سدیم به پتاسیم
بلوک	۲	۰/۱۳۹ ^{ns}	۳/۱۰۱ ^{ns}	۱۷/۶۸۴ ^{ns}	۱۲/۸ ^{ns}	۲۱۲/۹۹ ^{ns}	۰/۰۰۱ ^{ns}
تیمار	۴	۱/۹۸۳ ^{**}	۳/۱۵۱ ^{ns}	۲۹/۲۰۶ ^{ns}	۳/۶۶ ^{ns}	۶۲۳/۷۲ ^{ns}	۰/۰۱۴ ^{**}
خطا	۸	۰/۲۵۲	۱/۸۲۳	۱۱/۰۱۹	۹۵/۴۶	۲۸۴۸/۲۷	۰/۰۰۲
ضریب تغییرات		۲۰/۹	۲۴/۳۳	۱۸/۹۶	۲۴/۴۲	۲۵/۴۰	۱۹/۴۴

NS و ** به ترتیب غیر معنادار و معنادار در سطح احتمال ۱ درصد



شکل ۲- مقایسه میانگین غلظت یون‌های موجود در برگ خرزهره تحت تأثیر سطوح مختلف شوری آب آبیاری. میانگین‌هایی که دارای حداقل یک حرف مشترک می‌باشند در سطح ۵ درصد آزمون دانکن اختلاف معناداری ندارند.

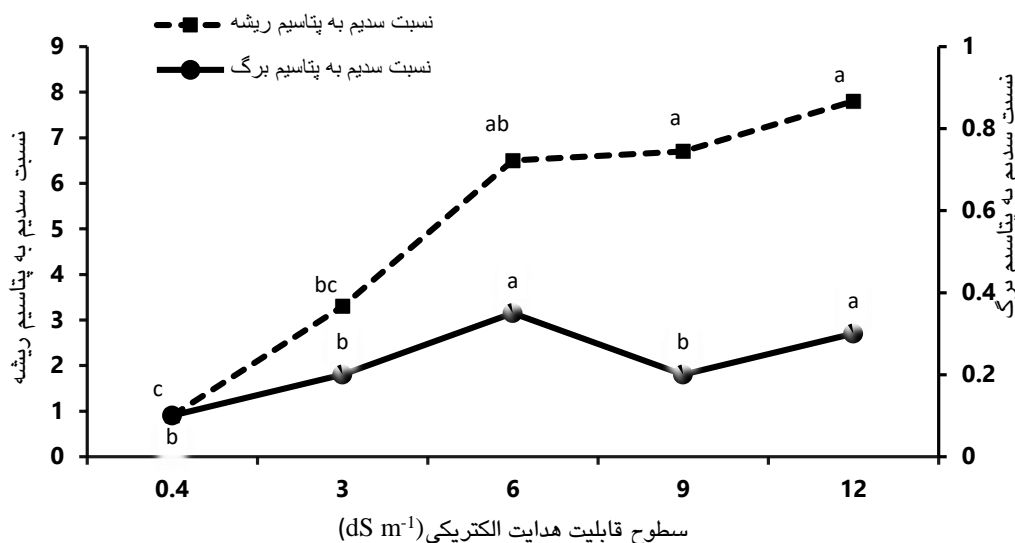
معناداری نداشت. پتاسیم برگ هم تحت تأثیر شوری قرار نگرفت.-(شکل ۲).

پایین بودن غلظت سدیم در اندام هوایی نسبت به ریشه ممکن است به دلیل ایجاد حالت غشا مانند سلول-های پارانشیم آوند چوبی جهت ممانعت از ورود نمک‌ها به جریان تعرق باشد، لذا مقادیر بالای سدیم ممکن است

با افزایش شوری مقدار یون سدیم در برگ خرزهره با شیب ملایمی افزایش یافت به طوری که تنها در شوری ۱۲ دسی‌زیمنس مقدار آن نسبت به شاهد به طور معناداری افزایش یافت. نتایج همچنین نشان داد که شوری در افزایش میزان کلرید در برگ خرزهره تأثیر

نتایج نشان‌دهنده افزایش نسبت سدیم به پتاسیم در برگ و ریشه خرزهره با افزایش شوری است. مقایسه میانگین‌ها نشان می‌دهد، در برگ و ریشه خرزهره بین تیمار شاهد و تیمارهای ۶، ۹ و ۱۲ دسی‌زیمنس بر متر از این نظر اختلاف معناداری وجود دارد (شکل ۳).

در ریشه گیاهان در معرض شوری، تجمع یافته و درصد کمی از این نمک‌ها به اندام‌های هوایی منتقل شود (کافی و مهدوی دامغانی ۲۰۰۲). در اندام هوایی خرزهره تفاوت غلظت پتاسیم و کلرید در بین تیمارها معنادار نبوده و افزایش شوری منجر به کاهش معنادار پتاسیم نسبت به شاهد نشد.



شکل ۳- مقایسه میانگین‌های نسبت سدیم به پتاسیم در برگ و ریشه خرزهره تحت تأثیر تیمارهای مختلف شوری. میانگین‌هایی که دارای حداقل یک حرف مشترک می‌باشند در سطح ۵ درصد آزمون دانکن اختلاف معناداری ندارند.

مقاوم به سدیم کلرید، علت تحمل آن‌ها می‌باشد (امین پناه و سروش زاده ۲۰۰۵) و این موضوع در مورد گیاهان مختلفی از جمله انبه (عباسی و همکاران ۲۰۱۱)، زیتون (طباطبایی ۲۰۰۶) و بادام (اورعی و همکاران ۲۰۰۹) نیز گزارش شده است.

نتایج این بررسی نشان داد افزایش شوری تفاوت معناداری در مقدار کلسیم و منیزیم ریشه و برگ خرزهره ایجاد نکرد. در رابطه با مقدار کلسیم و منیزیم بافت‌های گیاهی مشخص شده، کلسیم به شدت با منیزیم در جذب شدن توسط گیاه رقابت می‌کند. بدین ترتیب که مکان‌های اتصال در غشای سلول‌های ریشه، به کلسیم در مقایسه با منیزیم تمایل بیشتری نشان می‌دهند (حیدری شریف‌آباد ۲۰۰۱). مطالعه بر روی *Agropyron* عدم تغییر میزان کلسیم و منیزیم با افزایش شوری را

همچنین نسبت سدیم به پتاسیم در بخش‌های هوایی خرزهره به مقدار زیادی در مقایسه با ریشه کمتر بود. با توجه به اینکه تبادل سدیم و پتاسیم در ریشه انجام می‌گیرد (گراتان و گریو ۱۹۹۹) احتمالاً عدم کاهش شدید پتاسیم برگ خرزهره ناشی از افزایش تبادل این عنصر از ریشه به برگ باشد. با توجه به اینکه بخش زیادی از سدیم برگ‌ها از طریق بافت آوند آبکش به ریشه انتقال می‌یابد (دوران زواو و همکاران ۲۰۰۳) افزایش غلظت یون سدیم ریشه نسبت به برگ خرزهره ممکن است علاوه بر جذب این عنصر توسط ریشه، در اثر ارسال سدیم از برگ نیز باشد. این مکانیسم، تبادل پتاسیم و سدیم در ریشه را تحت تأثیر قرار داده و در کاهش بیشتر یون پتاسیم ریشه موثر می‌باشد. احتمالاً غلظت کمتر سدیم و کلر در بخش‌های هوایی گیاهان

نشان داد (ینگ و همکاران ۱۹۹۴). نائینی و همکاران (۲۰۰۴) نشان دادند شوری بر غلظت منیزیم برگ‌های تحتانی و ریشه انار اثر معناداری نداشته، اما مقدار کلسیم را کاهش داده است. اثر تیمارهای شوری بر مقدار کلروفیل، پرولین و قندهای محلول موجود در برگ خرزهره

نتایج تجزیه واریانس نشان می‌دهد که از نظر مقدار پرولین موجود در برگ خرزهره بین تیمارهای مختلف شوری تفاوت معناداری در سطح پنج درصد وجود دارد ($p < 0.05$) اما از نظر مقدار قندهای محلول و کلروفیل اختلاف معناداری بین تیمارها مشاهده نشد ($p > 0.05$) (جدول ۳).

جدول ۳- تجزیه واریانس (میانگین مربعات) مقدار کلروفیل، پرولین و قندهای محلول موجود در برگ خرزهره.

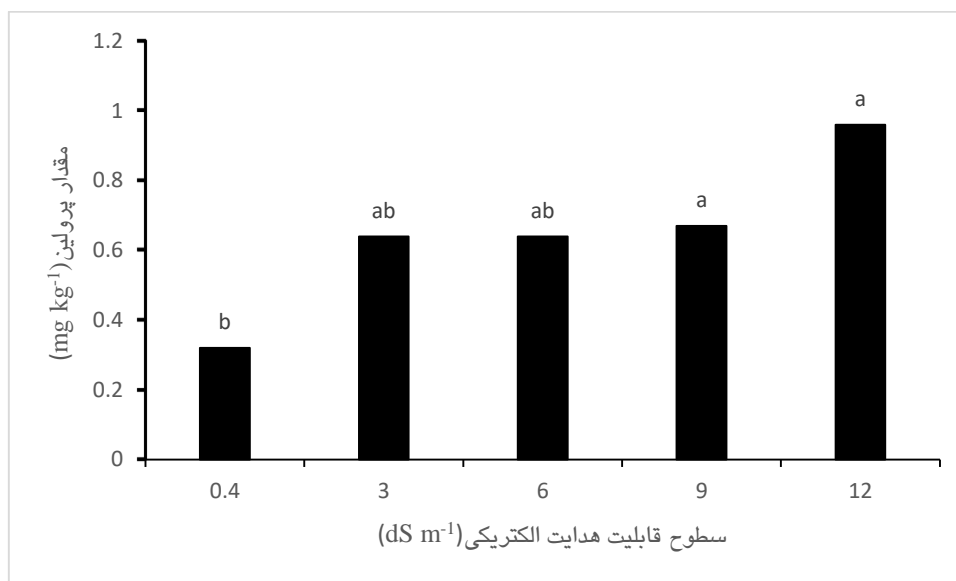
منابع تغییر آزادی	درجه	مقدار پرولین	مقدار قند	مقدار کلروفیل a	مقدار کلروفیل b	مقدار کلروفیل کل
بلوک	۲	۰/۰۱۶ ^{ns}	۰/۲۲۹ ^{ns}	۳/۱۰۸ ^{ns}	۰/۲۷۸ ^{ns}	۳/۴۸۱ ^{ns}
تیمار	۴	۰/۱۵۴*	۰/۹۴۷ ^{ns}	۵/۸۸۱ ^{ns}	۱/۱۲۹ ^{ns}	۱۱/۲۴۸ ^{ns}
خطا	۸	۰/۰۲۹	۰/۵۵۵	۴/۶۷۵	۰/۷۶۵	۸/۹۹۸
ضریب تغییرات		۲۶/۳۶	۱۹/۶۲	۲۳/۳۳	۲۱/۲۵	۲۶/۶۳

NS و ** به ترتیب غیرمعنادار و معنادار در سطح احتمال ۱ درصد

نتایج نشان می‌دهد افزایش شوری باعث افزایش مقدار پرولین موجود در برگ خرزهره گردید. مقایسه میانگین‌ها تفاوت معنادار تیمارهای شوری ۹ و ۱۲ دسی‌زیمنس بر متر را با شاهد نشان داده و بین شاهد و تیمارهای ۳ و ۶ دسی‌زیمنس بر متر از این نظر تفاوت معناداری وجود ندارد (شکل ۴).

مقدار کلروفیل برگ یک معیار بسیار مفید جهت ارزیابی وضعیت فیزیولوژیک گیاه و تعیین ظرفیت فتوسنتزی می‌باشد. در این مطالعه با افزایش شوری تفاوت معناداری در مقدار کلروفیل‌های موجود در برگ

خرزهره مشاهده نشد. این مطلب بیانگر آن است که رنگدانه‌های کلروفیل تا حدی به تنش شوری مقاوم بوده و کاهش در میزان کلروفیل برگ بر اثر تنش شوری و خشکی، کارایی فتوسنتز را کاهش داده و گیاهانی که در شرایط تنش میزان کلروفیل خود را حفظ کنند بالطبع کارایی فتوسنتزی بالاتری داشته و متحمل تر هستند (گراتان و گریو ۱۹۹۹). در مطالعه بر روی کاج الدار (زمانی ۲۰۱۳) و سه پایه پسته (حکم‌آبادی و همکاران ۲۰۰۵) شوری اثری روی مقدار کلروفیل نداشت که با نتایج این تحقیق همخوانی دارد.



شکل ۴- مقایسه میانگین غلظت پرولین موجود در برگ خرزهره تحت تأثیر سطوح مختلف شوری آب آبیاری. میانگین‌هایی که دارای حداقل یک حرف مشترک می‌باشند در سطح ۵ درصد آزمون دانکن اختلاف معناداری ندارند.

در گیاهان وجود دارد. در بررسی کاج الدار و سرو ناز افزایش قندهای محلول با افزایش شوری مشاهده شد (زمانی ۲۰۱۳). با افزایش غلظت کلرور سدیم آب آبیاری، میزان قندهای محلول در برگ‌ها سه رقم تجاری انار کاهش یافت (نائینی و همکاران ۲۰۰۴). در گیاه گز و آتریپلکس از طریق دفع نمک و تجمع مواد قندی و پرولین با شوری مقابله می‌کنند اما مکانیسم مقابله با شوری در گیاه لاکت از طریق جذب سدیم می‌باشد (قبادپور ۲۰۱۰).

نتیجه‌گیری کلی

نتایج این تحقیق نشان داد که درختچه خرزهره با به کارگیری برخی ساز و کارهای دفاعی از قبیل کاهش انتقال یون سدیم و کلرید از ریشه به بخش هوایی، عدم کاهش غلظت پتاسیم در بخش هوایی، افزایش غلظت پرولین در برگ و همچنین ثبات ساختار کلروفیلی، تنش شوری را تحمل نموده و تا سطح شوری ۱۲ دسی‌زیمنس بر متر از رشد نسبتاً مناسبی برخوردار خواهد بود. لذا با لحاظ نمودن مدیریت صحیح آبیاری، بهره‌گیری از این گیاه در فضای سبز مناطق دارای آب نسبتاً شور امکان‌پذیر می‌باشد.

در بیشتر گیاهان، تنش شوری منجر به تغییر در بیان ژن‌ها و در نتیجه افزایش سنتز مواد نگهدارنده و تنظیم کننده فشار اسمزی می‌شود. تجمع پرولین و قندهای محلول در برگ‌ها دارای بیشترین اهمیت در سازگاری به شرایط استرس هستند. علاوه بر تنظیم اسمزی، پرولین به عنوان یک محافظ در برابر تنش عمل کرده و به طور مستقیم با ماکرومولکول‌ها اثر متقابل داشته و از این طریق به حفظ شکل پروتئین‌ها و ساختار طبیعی غشاهای زیستی تحت شرایط تنش کمک می‌کند (شریعت و حیدری شریف‌آباد ۲۰۱۱). نتایج این مطالعه نشان داد که با افزایش شوری مقدار پرولین برگ خرزهره افزایش یافت که با نتایج سایر محققین در این زمینه همخوانی دارد (زمانی ۱۳۹۲، شریعت و حیدری شریف‌آباد ۲۰۱۱، عصاره و همکاران ۲۰۰۶، عصاره و شریعت ۲۰۰۸).

قندهای محلول از دیگر اسمولیت‌های مهمی هستند که افزایش مقادیر آن‌ها در پاسخ به تنش شوری گزارش شده است. نتایج تحقیق حاضر نشان دهنده عدم وجود تفاوت معنادار در مقدار قندهای محلول موجود در برگ خرزهره بین تیمارهای مختلف شوری می‌باشد. نتایج ضد و نقیضی در مورد اثر شوری بر تجمع میزان قندها

منابع مورد استفاده

- Abbasi M, Zakrin A and Heidari M, 2011. Effect of sodium chloride on vegetative growth and concentration of sodium, potassium and chloride ions in seedlings of two cultivars of *Mangifera indica* L. Journal of Plant Productions, 25/1: 1-8.
- Abdollahi P, Soltani A, and Beigi Harchagani H, 2011. Investigation of salinity resistance in four tree species suitable for urban forestry. Journal of Forest and Populous Research of Iran, 19/3: 265-282.
- Abutalebi A, Hasanzadeh H, Arabzadegan M.S, 2009. Changes in the concentration of Micro elements in the roots of different citrus species in the salt stress, Journal of research in agricultural sciences, 5:81-89.
- Afuni M, Mojtabapoor R and Noorbakhsh F, 2000, Salty and Sodium Soils and Their renovation, Arkan publication of Esfahan, Pp. 478.
- 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. Environmental and Experimental Botany 78: 138– 145.
- Aminpanah w, and Sorushzadeh A, 2005. Effect of calcium nitrate on sodium and potassium distribution in rice buds under salinity conditions, Journal of Iran Biology, 2/18: 92-100.
- Assare MH and Shariat A, 2008. Study of salinity resistance in germination and vegetative growth stage in four species of *eucalyptus*, Journal of Agricultural Science and Natural Resources, 15/6: 145-157.
- Assare MH, Rostami Shahraji T, Shariat A, and Rafiee F, 2006. Evaluation of salinity tolerance in several species of *eucalyptus* in laboratory conditions, Journal of Forest and Populous Research of Iran, 14/4: 314-325.
- Bates LS, 1973. Rapid determination of free for water stress studies. Plant and Soil 39: 205-207.
- Daneshvar, H. and Kiani B, 2004. Effect of salinity on some local cultivars of *Elaeagnus angustifolia* in Isfahan province. Journal of Research and Development in Natural Resources, 65:76-83.
- Duran-Zuazo VH, Martinez-Raya A and Aguilar Ruiz J, 2003. Salt tolerance of mango rootstock. Spanish Journal of Agricultural Research 1: 67-78.
- Fornes F, Belda RM, Carrion C, Noguera V, Garcia-Agustin P and Abad M, 2007. Pre-conditioning ornamental plants to drought by means of saline water irrigation as related to salinity tolerance. Scientia Horticulturae 113: 52-59.
- Ghobadpour R, 2010. Effects of soil salinity on the accumulation of salts (sodium, chloride, potassium, calcium, magnesium), amino Acid, proline and soluble sugar in *Atriplex* and *Tamarix* leaves in Chah-Afzal Ardakan region, Msc. Thesis. Faculty of Natural Resources and Desert study, Yazd University.
- Grattan SR and Grieve CM, 1999. Salinity-Mineral nutrient relation in horticultural crops. Scientia Horticulturae 78:127-157.
- Heidari Sharifabad H, 2001. Plant and salinity, Institute of Forestry and Rangeland Research Publication, PP. 171.
- Hokmabadi H, Arezani K and Grierson, P, 2005. Effect of salinity stress on growth indices and carbon isotope discrimination in pistachio, Journal of Agricultural Science and Natural Resources, 12/2: 44-54.
- Irannezad Parizi MH, 2007. Investigation and determination of plant species suitable for green space in Yazd city, Yazd Publication.
- Kafi M and Mahdavi Damghani A, 2002. Mechanisms of resistance of plants to environmental stresses, Ferdowsi University Press, Mashhad, Second Edition, Pp. 467.
- Kamali, M, Shur, M, Goldani, M, Salahvarzi, M, and Tehranifar, A, 2011. Effect of irrigation with saline water and concentration of carbon dioxide on some morphophysiological characteristics of *Gomphrena globosa* L., Journal of Water and Soil (Agriculture Sciences and Technology), 25/6: 1457-1467.
- Kamali, M, Shur, M, Salahvarzi, M, and Tehranifar, A, 2012. Effect of carbon dioxide enrichment on morphophysiological traits of *Amaranthus tricolor* L. under salt stress conditions, Journal of Plant Horticulture (Agriculture Sciences and Technology), 26/2: 178-188.
- Khaleghi A and Ramin AA, 2005. Investigating the effects of salinity on growth indices of *Lolium perenne* L., *Festuca arundinacea* and *Cynodon dactylon*, Journal of Agricultural Science and Technology, 9/3:57-67.

- Kochert G, 1978. Carbohydrate determination by phenol-sulfuric acid method. Pp. 95-97. In: Hellebust JA and Craige JS (eds) Handbook of Physiological and Biochemical Methods: Physiological and Biochemical Methods. Cambridge University Press, London.
- Lichtenthaler HK, 1987. Chlorophyll and carotenoids: pigments of photosynthetic bio membranes. Methods in Enzymology 148: 350-382.
- Mansoori, H, and Ahmadi Moghadam, A, 2014. Effect of different mycorrhizal soils on corn response to salinity stress. Journal of Plant research (Journal of Iranian Biology), 27/1: 142-155.
- Naini MR, Lesani H, Khoshgoftar AH, and Mirzapour M, 2004. Effect of salt stress caused by chlorine on concentrations and distribution of minerals and soluble sugars of three cultivars of pomegranate, Journal of Soil and Water Sciences, 18/1: 91-98.
- Oraei M, Tabatabaei S.J, Falahi A and Eimani A, 2009. Effects of salinity stress and rootstock on growth, photosynthesis intensity, nutrient and sodium concentrations on *Amigdalus*, Journal of Horticultural Science, 23/2: 131-140.
- Rengel Z, 1992. The role of calcium in salt toxicity. Plant Cell Environment 15: 625-632.
- Sabra A, Daayf F and Renault S, 2012. Differential physiological and biochemical responses of three Echinacea species to salinity stress. Scientia Horticulture 135: 23-31.
- Shariat A and Heidari Sharif-Abad H, 2011. Investigating the tolerance to salinity of *Poterium sanguisorba* by some physiological characteristics, Journal of plant productions, 34:2B.
- Tabatabaei SJ, 2006. Effects of salinity and N on the growth, photosynthesis and N status of olive (*Olea europaea* L.) trees, Scientia Horticulture 108: 432- 438.
- Tariqat F, 2013. Use of spectrophotometric method to detect the effects of salinity stress. MSe. Thesis. Faculty of Natural Resources and Desertification, Yazd University.
- Ueng R, Lindauer IE and Buss WR, 1994. Some physiological variations of *Agropyron smithii* Rydb. Western weathgrass at different levels. Great Basin Natural 54: 182-188.
- Wan S, Kang Y, Wang D and Liu S, 2010. Effect of saline water on cucumber (*Cucumis sativus* L.) yield and water use under drip irrigation in North China. Agricultural Water Management 98: 105-113.
- Zamani M, 2013. Effect of salinity stress on some physiological characteristics of *Pinus eldarica* and *Cupresus sempervirens* var. *Horizontalis* , MSe.Thesis. Faculty of Natural Resources and Desert study, Yazd University.