DOI: 10.29252/ARIDBIOM.2023.20709.1964

# بررسی و مقایسه ویژگی‌های مورفولوژیکی و بیوشیمیایی نهال‌های یکساله چوج و کنوکارپوس تحت تنش شوری

## (مقاله پژوهشی)

۱- عبدالکریم اجرایی*، استادیار دانشکده کشاورزی، دانشگاه آزاد اسلامی جهرم، جهرم، ایران.
soiliran@yahoo.com
۲- محمد جلالی، دانشجوی مقطع دکتری، دانشگاه آزاد اسلامی جهرم، جهرم، ایران.
۳- بهنام بهروزنام، استادیار دانشکده کشاورزی، دانشگاه آزاد اسلامی جهرم، جهرم، ایران.
۴- سیدعبدالحسین محمدی‌جهرمی، استادیار دانشکده کشاورزی، دانشگاه آزاد اسلامی جهرم، جهرم، ایران.
۵- محمدحسن شیرزادی، استادیار دانشکده کشاورزی، دانشگاه آزاد اسلامی جهرم، جهرم، ایران.

دریافت: ۱۴۰۲/۰۴/۱۶
پذیرش: ۱۴۰۲/۰۵/۲۳

## چکیده

مطالعه حاضر با هدف بررسی و مقایسه خصوصیات مورفولوژیکی و بیوشیمیایی گیاهان کنوکارپوس (*Conocarpus erectus*) و چوج (*Salvadora persica*) تحت تنش شوری و قابلیت جایگزینی گیاه چوج به‌جای گیاه کنوکارپوس جهت کاشت در فضای سبز انجام شد. نهال‌های کنوکارپوس و چوج ۳ ماهه و یکسان از نظر مورفولوژیکی و ارتفاع تهیه گردید. تیمارهای مورد استفاده شامل سطوح شوری (شاهد یا آب شهری، ۲۵۰، ۵۰۰ و ۷۵۰ میلی مولار بر لیتر از نمک کلرید سدیم) بود که بر روی دو گیاه به‌مدت ۶ ماه مورد بررسی قرار گرفت. آزمایش به‌صورت فاکتوریل بر پایه طرح کاملاً تصادفی با سه تکرار (گلدان) بود. صفات مورفولوژی (وزن‌تر و خشک برگ، وزن‌تر و خشک‌ریشه، قطر ساقه، سطح برگ)، بیوشیمیایی (کلروفیل a و b، پروتئین کل، پرولین، کربوهیدرات کل) و عناصر معدنی (سدیم، پتاسیم، کلسیم و کلر) برای هر گیاه اندازه‌گیری گردید. نتایج نشان داد که به‌جز وزن خشک برگ و وزن تر و خشک ریشه، سایر صفات مورفولوژی بررسی شده گیاهان چوج و کنوکارپوس تحت‌تأثیر تنش شوری قرار نگرفت. با افزایش سطوح شوری وزن خشک برگ و وزن تر و خشک ریشه کاهش معنی‌داری نشان داد. تنش شوری اثر معنی‌داری بر کلروفیل a، پروتئین کل، پرولین و کربوهیدرات کل نداشت، ولی کلروفیل b تحت‌تأثیر تنش شوری قرار گرفت و مقدار کلروفیل b با افزایش سطوح شوری افزایش یافت. بیشترین مقدار کلروفیل a و کربوهیدرات کل در گیاه کنوکارپوس و بیشترین مقدار کلروفیل b، پروتئین کل و پرولین در گیاه چوج به‌دست آمد. تنش شوری اثر معنی‌داری بر درصد عناصر معدنی سدیم، پتاسیم، کلسیم و کلر گیاهان چوج و کنوکارپوس نداشت. به‌طور کلی گیاه چوج که تحمل به شوری و خشکی آن بالا می‌باشد، می‌تواند جایگزین مناسبی برای گیاه کنوکارپوس جهت ایجاد پرچین، کاشت در بوستان‌ها و فضاهای سبز باشد، البته حساسیت بیشتر گونه چوج به سرما، رشد کندتر و شکل‌پذیری دشوارتر آن را باید در نظر گرفت.

**واژگان کلیدی:** سدیم کلرید، صفات مورفولوژی، عناصر معدنی، فضای سبز.

## مقدّمه

عوامل محیطی مختلف می‌توانند اثرات منفی بر رشد و عملکرد گیاهان در مناطق خشک و نیمه‌خشک جهان داشته‌باشند [۲]. شوری زمین یکی از عوامل مهم محدوده‌کنندهٔ رویش گیاهان در کشاورزی در نیم قرن اخیر محسوب می‌شود. در حال حاضر، حدود یک‌سوم از مساحت زراعی جهان دچار مشکل شوری هستند که به طور قابل توجهی تولید و عملکرد محصول را کاهش می‌دهد [۲۰].

شوری خاک در سطح جهانی به‌دلیل شیوه‌های آبیاری نامتناسب، استفاده نامناسب از مواد شیمیایی کشاورزی و آلودگی صنعتی تشدید می‌شود [۳۷]. در این بین، غلظت نمک به‌طور کلی می‌تواند باعث تغییراتی در عملکردهای

فیزیولوژیکی و بیوشیمیایی شود و رشد و نموِ هم قسمت هوایی و هم سیستم ریشه گیاهان را محدود کند. غلظت بالای نمک در خاک، پتانسیل آب خاک را کاهش می‌دهد و منجر به کاهش جذب آب توسط ریشه گیاهان می‌شود [۲۸]. از سوی دیگر، تجمع بیش از حد یون‌ها به‌عنوان سدیم و کلر در سلول‌ها منجر به سمیت روی گیاه یا اختلالات تغذیه‌ای می‌شود [۱۴]. از این حیث، بهبود تکنیک‌های مدیریتی برای کاهش خسارات ناشی از این پدیده و تشدید مطالعات و برنامه‌های اصلاح گیاهی با هدف افزایش تحمل به تنش شوری ضروری است.

با توجه به پیش‌بینی تغییرات اقلیمی و رشد جمعیت، شورشدن زمین‌های کشاورزی یک چالش مهم برای آینده است که بررسی و ارزیابی در زمینه گزینش گیاهان متحمل در شرایط نامناسب محیطی را ضروری ساخته‌است [۱۷]. در گیاهانی که در معرض شوری قرار می‌گیرند، یک مکانیسم تنظیم اسمزی برای حفظ رابطه سلول‌ها آغاز می‌شود که منجر به رشد آهسته گیاهان تحت تنش می‌شود. در ضمن، زمانی که گیاهان تحت‌تأثیر تنش شوری قرار می‌گیرند، تغییرات ناشی از آن ممکن است بر اساس مدیریت پوشش گیاهی و ژنو تیپ گیاه، مرحله رشد، شدت و مدت تنش متفاوت باشد [۲۱].

گیاهان می‌توانند مکانیسم‌های فیزیولوژیکی و بیوشیمیایی مختلفی را برای مقابله با تنش ناشی از آن تحریک کنند که شامل تغییرات مورفولوژی، آناتومی، روابط آبی، فتوسنتز، هورمون‌ها، توزیع یون و سازگاری بیوشیمیایی می‌شود. همچنین گیاهان می‌توانند با تنظیم مسیرهای مشخص دفاعی و بهبود سیستم آنتی‌اکسیدان و متابولیسم خود با شرایط محیطی نامطلوب سازگار شوند [۱۸]. گیاهان با آنتی‌اکسیدان‌های مختلف آنزیمی و غیرآنزیمی، در برابر جریان یونی دفاع می‌کنند. در شرایط تنش، گونه‌های فعال اکسیژن (ROS) مانند آنیون سوپراکسید و پراکسید هیدروژن تولید می‌شوند [۲۳]. برای از بین بردن ROSها و حفظ هموستازی اکسایش و کاهش، گیاهان از سیستم دفاعی آنتی‌اکسیدانی متشکل از مولکول‌های آنتی‌اکسیدان (گلوتاتیون، فنول‌ها، فلاونوئیدها و توکوفرول‌ها) و آنزیم‌های آنتی‌اکسیدان (کاتال از، آسکوربات پراکسیداز و سوپراکسید دیسموتاز) استفاده می کنند [۲۵].

ارقام متحمل به نمک نشان دادند که افزایش مقاومت به شوری با کاهش آسیب اکسیداتیو اغلب با یک سیستم آنتی‌اکسیدان کارآمد مرتبط است. علاوه بر این، بسیاری از مطالعات، نقش آنتی‌اکسیدان‌های آنزیمی و غیر آنزیمی را در گیاهان دارویی مانند *Hyssopus officinalis* [۱۶]، *Melissa officinalis* [۷] و *Curcuma longa* [۶] نشان داده‌اند. این نشان‌دهنده نقش آنتی‌اکسیدان‌ها در کاهش آسیب اکسیداتیو ناشی از تنش نمک است.

گیاه کنوکارپوس (*Conocarpus erectus* L.) از خانواده Combretaceae، گیاه زینتی رایج در مناطق نیمه‌گرمسیری و گرمسیری است و به‌دلیل رشد سریع، قابلیت فرم‌دهی مناسب و تحمل قابل قبول به شوری در فضاهای سبز استان‌های جنوبی کشور به‌طور گسترده استفاده می‌شود [۳۴]. تحمل به شوری تا ۴۰ دسی‌زیمنس بر متر گیاه کنوکارپوس توسط آسیف و همکاران (۲۰۱۴) گزارش شده‌است [۳]. همچنین کاهش میانگین ارتفاع ساقه، تعداد قطر شاخه‌ها، تعداد برگ، سطح کل برگ، متوسط اندازه برگ، وزن خشک برگ و وزن خشک کل گیاه کنوکارپوس در غلظت‌های بالای نمک گزارش شده‌است [۱۱].

گونه چوج (*Salvadora persica*) از خانواده Salvadoraceae از درختان جنگلی ارزشمند جنوب کشور است که دارای رویشگاه‌های بسیار پراکنده و محدود از بندرعباس تا بلوچستان است [۱۰]. چوج، گیاهی کم‌توقع، بسیار مقاوم به خشکی، مقاوم به چرای نامنظم، مقاوم به آتش‌سوزی و باد، ولی حساس به سرماست. گزارش شده‌است که چوج یک گیاه هالوفیت اختیاری و یک تجمع‌کننده بالقوه است و ممکن است برای استخراج گیاهی خاک شور آلوده به فلزات سنگین کاربرد داشته باشد [۲۹]. همچنین برخی محققان گزارش دادند که گیاه چوج در مراحل جوانه‌زنی بذر و رشد به شوری مقاوم است [۳۲].

با توجه به گستردگی و توسعه روزافزون اراضی شور، شورشدن منابع آبی و محدود شدن منابع آبی قابل شرب در مناطق شهری، شناسایی و معرفی گونه‌های گیاهی

مقاوم به شوری و درجه‌بندی میزان تحمل آنها برای به کارگیری در شرایط مناسب جهت توسعه فضای سبز از طریق جنگل‌کاری و ایجاد منظر، امری ضروری است. از طرفی دیگر با توجه به حساسیت‌زایی و آسیب به زیر ساختمان‌های شهری، گونه کنوکارپوس و مقاومت بیشتر گونه چوج به شوری نسبت به گونه کنوکارپوس، این مطالعه به‌منظور بررسی خصوصیات مورفولوژیکی و بیوشیمیایی گیاهان چوج و کنوکارپوس تحت تنش شوری مورد بررسی قرار گرفت.

## مواد و روش‌ها

این پژوهش در سال ۱۴۰۱ در گروه علوم باغبانی دانشکده کشاورزی دانشگاه آزاد اسلامی واحد جهرم به مرحله اجرا درآمد. آزمایش به‌صورت فاکتوریل بر پایه طرح کاملاً تصادفی با دو عامل نوع گیاه (شامل کنوکارپوس *Conocarpus erectus* و چوج *Salvadora persica*) و سطح شوری (شامل شاهد یا آب شهری و غلظت‌های ۲۵۰، ۵۰۰ و ۷۵۰ میلی مولار بر لیتر از نمک کلرید سدیم) انجام شد.

نهال‌های استفاده شده سه ماهه و از نظر مورفولوژیکی دارای ارتفاع یکسانی بودند. تعداد تکرار برای هر تیمار سه گلدان و مدت زمان اعمال تیمارها شش ماه بود. قبل از اجرای طرح و اعمال تیمارها، هدایت الکتریکی آب و تجزیه عناصر غذایی خاک اندازه‌گیری گردید. جهت اعمال تیمار از گلدان‌های ۱۰ کیلوگرمی استفاده شد.

## صفات اندازه‌گیری شده

### صفات مورفولوژیکی

پس از اتمام دوره اعمال تیمار، اندازه‌گیری صفات مورفولوژی موردنظر صورت گرفت. صفات مورفولوژیکی اندازه‌گیری شده شامل وزن تر و خشک برگ، وزن تر و خشک ریشه، قطر ساقه و سطح برگ بود. وزن تر و خشک برگ و ریشه هر گیاه با استفاده از ترازو دیجیتال با دقت ۰/۰۱ گرم تعیین شد. برای اندازه‌گیری وزن خشک، نمونه ها در آون با دمای ۷۰ درجه سانتی‌گراد به‌مدت ۴۸ ساعت قرار داده شد، تا نمونه‌ها خشک شوند، سپس وزن خشک نمونه‌ها اندازه‌گیری شد.

اندازه‌گیری قطر ساقه با استفاده از کولیس صورت گرفت. سطح برگ نیز با استفاده از دستگاه سطح برگ‌سنج (Leaf area meter-LI COR, model Li-1300, Lincoln, NE, USA) تعیین شد.

### محتوای کلروفیل a و b

محاسبه محتوای کلروفیل a و b در برگ‌های دو گیاه کنوکارپوس و چوج با استفاده از روش موران (۱۹۸۲) انجام شد [۲۴]. مطابق با این روش، ۰/۱ گرم از بافت‌تر برگ وزن شده و رنگیزه‌ها با استون ۸۰٪ استخراج شد. پس از صاف‌کردن عصاره حاصل با کاغذ صافی، جذب در طول موج‌های ۶۵۳ و ۶۶۶ نانومتر با اسپکتروفتومتر (مدل JENWAY 6300) خوانده و مطابق با رابطه‌های زیر میزان رنگیزه‌های ذکر شده بر حسب میلی‌گرم در هر گرم وزن‌تر بافت گیاهی محاسبه شد.

$$\text{Chlorophyll a} = 15.56\ A_{666} - 7.340\ A_{653} \quad (۱)$$

$$\text{Chlorophyll b} = 27.05\ A_{653} - 11.21\ A_{666} \quad (۲)$$

### پروتئین کل و پرولین

محتوای پروتئین کل توسط روش برادفورد (۱۹۷۹) در طول موج ۵۹۵ نانومتر با اسپکتروفتومتر تعیین شد [۸]. میزان پرولین به‌روش بیتس و همکاران (۱۹۷۳) اندازه‌گیری شد [۴]. استخراج عصاره گیاهی در محلول آبی سولفوسالسیلیک اسید ۳٪ انجام گرفت و در ۲۰۰۰ دور سانتریفیوژ به‌مدت ۵ دقیقه گردید.

برای سنجش پرولین، معرف نین‌هیدرین با حل کردن ۱/۲۵ گرم از آن در ۳۰ میلی‌لیتر اسیداستیک‌گلاسیال و ۲۰ میلی‌لیتر اسیدفسفریک ۶ مولار تهیه شد. یک میلی‌لیتر از سوپرناتانت را در لوله آزمایش ریخته و روی آن یک میلی‌لیتر آب‌مقطر، یک میلی‌لیتر استیک‌اسیدگلاسیال و یک میلی‌لیتر معرف نین‌هیدرین اضافه گردید. محلول حاصل پس از هم‌زنی، یک ساعت در حمام بن‌ماری با دمای ۹۰ درجه سانتی‌گراد قرار گرفته و سپس بلافاصله در داخل یخ سرد شده و به دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد رسانده شد. به این محلول ۲ میلی‌لیتر

تولوئن افزوده گردید و به‌مدت ۱۵ تا ۲۰ ثانیه به‌هم زده شد. بعد از تکان‌دادن، محلولی دو فازی تشکیل شد که فاز بالایی حاوی پرولین بود. فاز فوقانی نمونه‌های گیاهی و محلول‌های استاندارد جدا شده و پس از آن، قرائت نمونه‌ها در طول موج ۵۲۰ نانومتر صورت گرفت.

### کربوهیدارت کل

سنجش کربوهیدرات موجود در گیاهان کنوکارپوس و چوچ به‌روش فنول سولفور یک اسید با اعمال کمی تغییرات انجام گرفت. به‌کمک منحنی استاندارد گلوکز، مقدار کربوهیدرات موجود در گیاه بر حسب درصد محاسبه شد [۱].

### اندازه‌گیری عناصر معدنی

برای اندازه‌گیری عنصرهای غذایی ۰/۵ گرم نمونه خشک شده برگ را آسیاب کرده و در کوره به‌مدت یک ساعت در دمای ۲۵۰ درجه سلسیوس و سه ساعت در دمای ۵۵۰ درجه سلسیوس قرار داده شد تا نمونه‌ها خاکستر شدند. پس از خنک شدن، ۵ میلی‌لیتر اسید کلریدریک ۲ نرمال به هر نمونه اضافه و با آب‌مقطر به حجم ۵۰ میلی‌لیتر رسانیده شد. این عصاره به‌طور مستقیم برای اندازه‌گیری پتاسیم، کلسیم و سدیم استفاده شد. عنصر کلسیم با استفاده از دستگاه جذب اتمیک (GBA, Avanta, USA) [۱۵] و سدیم و پتاسیم با استفاده از دستگاه شعله سنج نوری (فلیم فتومتر) (Flame photometer, PFP7, USA) [۲۶] اندازه‌گیری شد. اندازه‌گیری کلر نیز با استفاده از معرف کرومات پتاسیم به‌روش چاپمن و گلداسمیت (۱۹۸۲) صورت گرفت [۹].

### تجزیه و تحلیل آماری

آنالیز داده‌های حاصل از اندازه‌گیری کلیه صفات با استفاده از نرم‌افزار SAS (نسخه ۹) انجام شد. بررسی اختلافات با آزمون تجزیه واریانس و مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۵ درصد صورت گرفت.

## نتایج و بحث

### صفات مورفولوژی

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که اثر نوع گیاه بر صفات وزن خشک برگ، وزن تر و خشک ریشه، قطر ساقه و سطح برگ در سطح احتمال ۱ درصد ($p< ۰/۰۱$) معنی دار بود، ولی تأثیر معنی‌داری بر وزن تر برگ نداشت (جدول ۱).

اثر شوری نیز بر وزن خشک برگ و وزن تر ریشه در سطح احتمال ۵ درصد ($p< ۰/۰۵$) و وزن خشک ریشه در سطح احتمال ۱ درصد ($p< ۰/۰۱$) معنی‌دار بود، ولی تأثیر معنی‌داری بر وزن تر برگ، قطر ساقه و سطح برگ نداشت (جدول ۱). اثر متقابل درخت و شوری نیز فقط بر وزن خشک‌ریشه در سطح احتمال ۱ درصد ($p< ۰/۰۱$) معنی دار بود و بر روی سایر صفات بررسی شده تأثیر معنی‌داری نداشت (جدول ۱).

جدول ۱- نتایج تجزیه واریانس (میانگین مربعات) اثر نوع گیاه و تنش شوری بر برخی صفات مورفولوژی

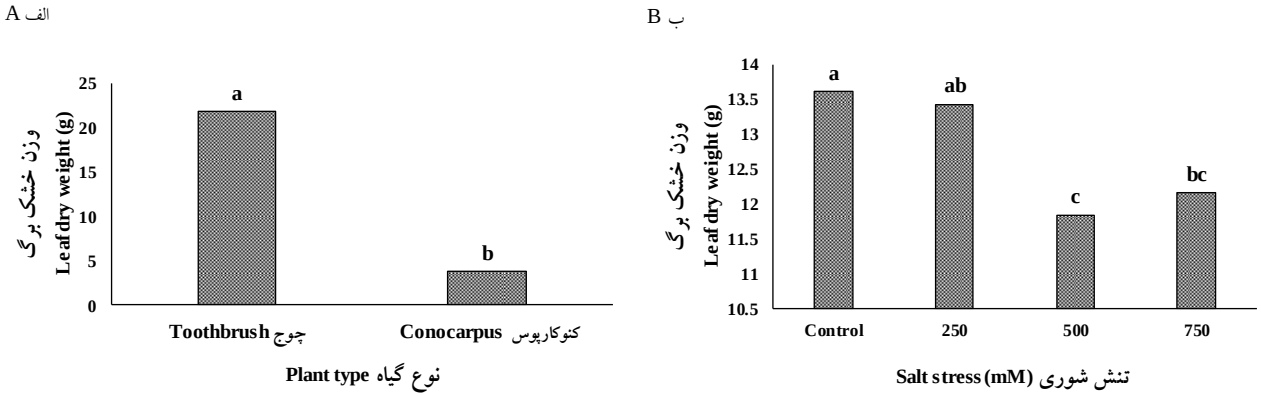
| منابع تغییرات | درجه آزادی | وزن تر برگ | وزن خشک برگ | وزن تر ریشه | وزن خشک ریشه | قطر ساقه | سطح برگ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| گیاه | ۱ | ns۰/۰۲۵ | **۱۹۳۹/۲ | **۱۲۱۲۰/۳ | **۳۹۶۴ | **۱۴/۷۱ | **۶۳۸۲۲۸۱/۳ |
| شوری | ۲ | ns۰/۰۰۳ | *۴/۷۳ | *۲۹/۵۷ | **۵۳/۹۶ | ns۰/۴۹ | ns۲۷۸۳۴/۹ |
| شوری × گیاه | ۳ | ns۰/۰۱۴ | ns۱/۵۲ | ns۹/۵۱ | **۳۷/۲۴ | ns۱/۰۵ | ns۷۵۵۰۵/۸ |
| خطای آزمایشی | ۱۶ | ۰/۰۱۴ | ۱/۳۵ | ۸/۴۶ | ۱/۳۸ | ۰/۳۶ | ۴۶۹۲۶/۸ |
| ضریب تغییرات (درصد) | - | ۳۰/۸ | ۹/۱ | ۹/۱ | ۷/۱ | ۱۶/۸ | ۳۱/۲ |

*، ** و ns به‌ترتیب معنی‌داری در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد و عدم معنی‌داری

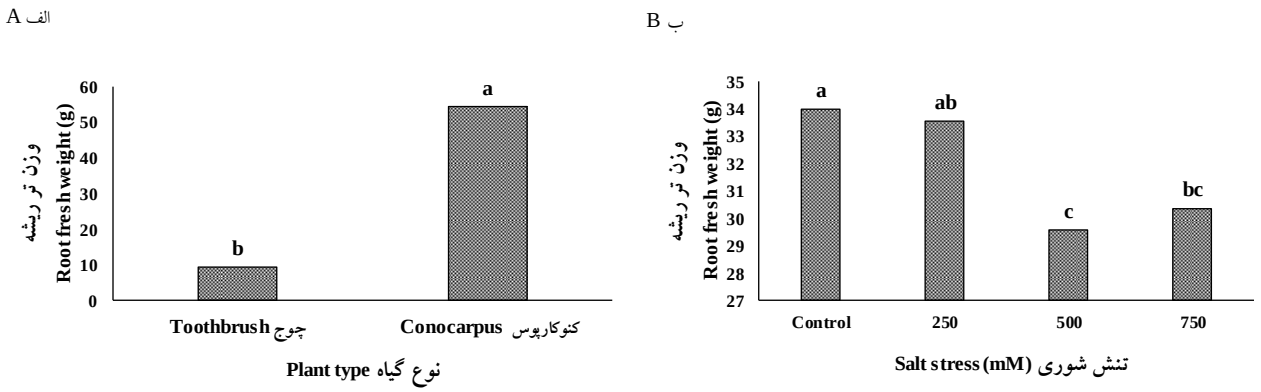
نتایج مقایسه میانگین‌ها نشان داد که بیشترین وزن خشک برگ در گیاه چوج می‌باشد (شکل ۱ الف) و تنش شوری توانست مقدار وزن خشک برگ را به‌طور معنی‌داری کاهش دهد، طوری که بیشترین وزن خشک برگ در گیاه کنترل و کم‌ترین وزن خشک برگ در سطح شوری ۵۰۰ میلی‌مولار به‌دست آمد (شکل ۱ ب).

بیشترین وزن تر و خشک ریشه در گیاه کنوکارپوس به‌دست آمد (شکل ۲ الف و ۳). همچنین بیشترین کاهش وزن تر و خشک ریشه به‌ترتیب در سطوح ۵۰۰ و ۷۵۰ میلی‌مولار شوری به‌دست آمد (شکل ۲ ب و ۳).

بیشترین قطر ساقه و سطح برگ نیز در گیاه کنوکارپوس به‌دست آمد که به‌طور معنی‌داری بیشتر از گیاه چوج بود (شکل ۴ و ۵).



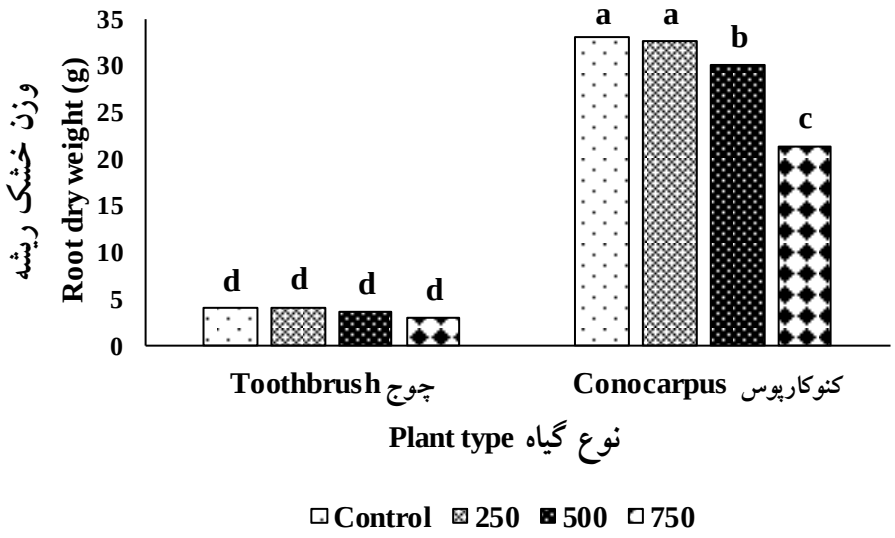

شکل ۱- مقایسه میانگین اثر نوع گیاه (الف) و تنش شوری (ب) بر وزن خشک برگ
(میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک با هم اختلاف معنی‌داری ندارند)



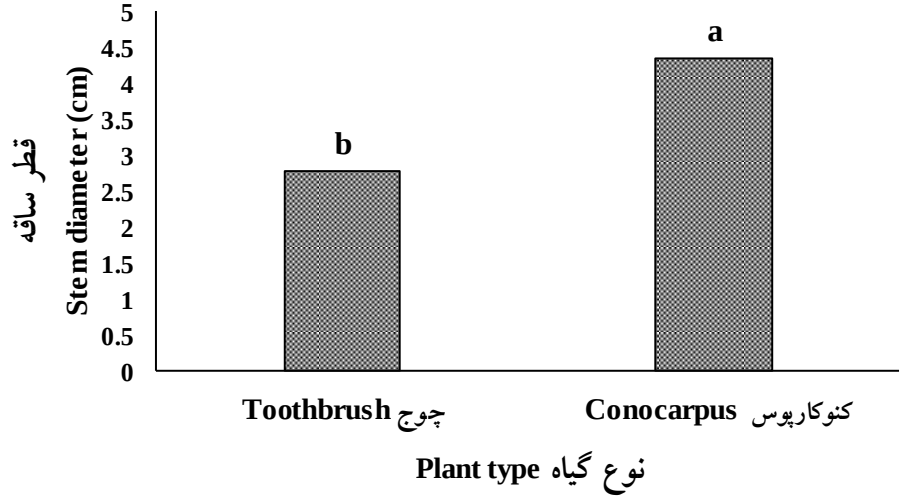

شکل ۲- مقایسه میانگین اثر نوع گیاه (الف) و تنش شوری (ب) بر وزن تر ریشه
(میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک با هم اختلاف معنی‌داری ندارند)

### کلروفیل a و b

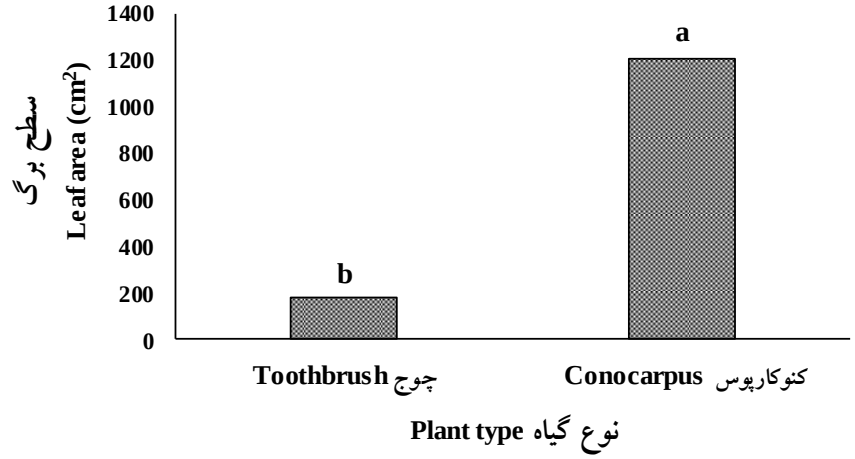
نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثر نوع گیاه در سطح احتمال ۵ درصد بر کلروفیل a و در سطح احتمال ۱ درصد ($p< ۰/۰۱$) بر کلروفیل b معنی‌دار می‌باشد (جدول ۲). اثر شوری بر کلروفیل b در سطح احتمال ۱ درصد ($p< ۰/۰۱$) معنی‌دار بود، ولی اثر معنی‌داری بر کلروفیل a نداشت. همچنین اثر متقابل شوری و نوع گیاه تأثیر معنی‌داری بر میزان کلروفیل a و b نداشتند (جدول ۲). مطابق نتایج مقایسه میانگین بیشترین مقدار کلروفیل a در گیاه کنوکارپوس و بیشترین مقدار کلروفیل b در گیاه چوج به‌دست آمد (جدول ۳). با افزایش سطوح شوری مقدار کلروفیل b نیز افزایش یافت و بیشترین مقدار کلروفیل b در سطح ۷۵۰ میلی‌مولار شوری به‌دست آمد (شکل ۶).




شکل ۳- مقایسه میانگین اثر متقابل نوع گیاه و تنش شوری بر وزن خشک ریشه
(میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک با هم اختلاف معنی‌داری ندارند)




شکل ۴- مقایسه میانگین اثر نوع گیاه بر قطر ساقه
(میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک با هم اختلاف معنی‌داری ندارند)




شکل ۵- مقایسه میانگین اثر نوع گیاه بر سطح برگ
(میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک با هم اختلاف معنی‌داری ندارند)

جدول ۲- تجزیه واریانس (میانگین مربعات) اثر نوع گیاه و تنش شوری بر برخی صفات بیوشیمیایی

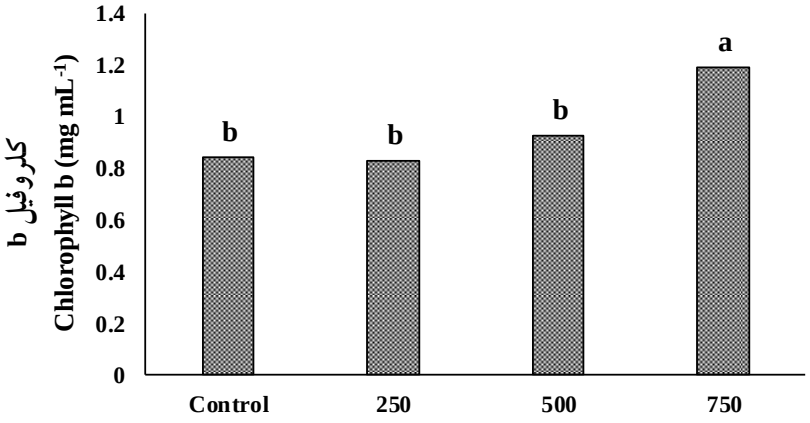
| منابع تغییرات | درجه آزادی | کلروفیل a | کلروفیل b | پروتئین کل | پرولین | کربوهیدرات کل |
|---|---|---|---|---|---|---|
| گیاه | ۱ | *۰/۱۱۰ | **۰/۹۷۹ | **۲۴/۱۶ | **۲/۵۹ | *۳/۰۱ |
| شوری | ۳ | ns۰/۰۰۱ | **۰/۱۶۹ | ns۱/۵۸ | ns۰/۰۵ | ns۰/۱۹ |
| گیاه × شوری | ۳ | ns۰/۰۲۷ | ns۰/۰۰۶ | ns۰/۴۲ | ns۰/۰۶ | ns۰/۲۶ |
| خطای آزمایشی | ۱۶ | ۰/۰۱۴ | ۰/۰۰۷ | ۱/۶۰ | ۰/۰۴ | ۰/۵۱ |
| ضریب تغییرات (درصد) | - | ۱۰/۹ | ۹/۴ | ۱۷/۴ | ۱۴/۴ | ۸/۸ |

*، ** و ns به‌ترتیب معنی‌داری در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد و عدم معنی‌داری

جدول ۳- مقایسه میانگین اثر نوع گیاه بر برخی صفات بیوشیمیایی

| | کلروفیل a | کلروفیل b | پروتئین کل | پرولین | کربوهیدرات کل |
|---|---|---|---|---|---|
| چوج | b۱/۰۴۱ | a۱/۱۴۷ | a۸/۲۵۸ | a۱/۸۳۰ | b۷/۷۰۸ |
| کنوکارپوس | a۱/۱۷۷ | b۰/۷۴۳ | b۶/۲۵۱ | b۱/۱۷۳ | a۸/۴۱۶ |

در هر ستون میانگین‌های دارای حروف مختلف با هم اختلاف معنی‌دار دارند.




شکل ۶- مقایسه میانگین اثر تنش شوری بر کلروفیل b
(میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک با هم اختلاف معنی‌داری ندارند)

**پروتئین کل و پرولین**

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثر نوع گیاه در سطح احتمال ۱ درصد ($p< ۰/۰۱$) بر مقدار پروتئین کل و پرولین معنی‌دار بود، ولی اثر شوری و اثر متقابل شوری و نوع گیاه معنی‌دار نبود (جدول ۲). همچنین بیشترین مقدار پروتئین کل و پرولین در گیاه چوج به‌دست آمد که به‌طور معنی‌داری بیشتر از گیاه کنوکارپوس بود (جدول ۳).

**کربوهیدرات کل**

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثر نوع گیاه در سطح احتمال ۵ درصد ($p< ۰/۰۵$) بر مقدار کربوهیدرات کل معنی دار بود، ولی اثر شوری و اثر متقابل شوری و نوع گیاه معنی دار نبود (جدول ۲). بر اساس نتایج مقایسه میانگین بیشترین مقدار کربوهیدرات کل در گیاه کنوکارپوس به‌دست آمد که به‌طور معنی‌داری بیشتر از گیاه چوج بود (جدول ۳).

**عناصر معدنی**

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثر نوع گیاه در سطح احتمال ۱ درصد ($p< ۰/۰۱$) بر میزان سدیم، پتاسیم و کلر برگ معنی‌دار بود، ولی تأثیر معنی‌داری بر میزان کلسیم نداشت (جدول ۴). همچنین اثر شوری و اثر متقابل شوری و گیاه بر میزان عناصر سدیم، پتاسیم، کلسیم و کلر معنی‌دار نبود (جدول ۴).

نتایج مقایسه میانگین نشان داد که بیشترین درصد سدیم، پتاسیم و کلر در برگ‌های گیاه چوچ به‌دست آمد که به‌طور معنی‌داری بیشتر از گیاه کنوکارپوس بود (جدول ۵).

جدول ۴- تجزیه واریانس (میانگین مربعات) اثر نوع گیاه و تنش شوری بر برخی عناصر

| منابع تغییرات | درجه آزادی | سدیم | پتاسیم | کلسیم | کلر |
|---|---|---|---|---|---|
| گیاه | ۱ | ۲/۸۹** | ۰/۳۹۲ ** | ۰/۰۰۰۱ ns | ۲/۸۷ ** |
| شوری | ۳ | ۰/۱۳۷ ns | ۰/۰۰۸ ns | ۰/۱۸۲ ns | ۰/۱۳۴ ns |
| گیاه × شوری | ۳ | ۰/۰۰۶ ns | ۰/۰۰۱ ns | ۰/۰۳۳ ns | ۰/۰۱ ns |
| خطای آزمایشی | ۱۶ | ۰/۱۶۳ | ۰/۰۱ | ۰/۲۷۱ | ۰/۱۶۹ |
| ضریب تغییرات (درصد) | - | ۲۰/۳ | ۲۲/۱ | ۲۲/۸ | ۱۴/۸ |

** و ns به‌ترتیب معنی‌داری در سطح احتمال ۱ درصد و عدم معنی‌داری

جدول ۵- مقایسه میانگین اثر نوع گیاه بر برخی عناصر

| | سدیم | پتاسیم | کلر |
|---|---|---|---|
| چوچ | ۲/۳۳۱ a | ۰/۵۷۹ a | ۳/۱۲۵ a |
| کنوکارپوس | ۱/۶۳۷ b | ۰/۳۲۳ b | ۲/۴۳۳ b |

در هر ستون میانگین‌های دارای حروف مختلف با هم اختلاف معنی‌دار دارند.

**بحث و نتیجه‌گیری**

نتایج نشان داد که افزایش سطح شوری باعث کاهش وزن تر و خشک ریشه و وزن تر برگ گیاهان کنوکارپوس و چوچ شد. مشخص شده‌است که کاهش پتانسیل اسمزی و کمبود عناصر غذایی باعث کاهش رشد گیاه می‌شود [۱۸]. بسته‌شدن روزنه‌ها و غیرفعال شدن سیستم آنزیمی به‌دلیل کاهش پتانسیل اسمزی داخلی و خارجی رخ می‌دهد که منجر به کاهش رشد گیاه می‌شود. همه این شرایط منجر به کاهش تثبیت $CO_2$ و جذب نیتروژن می‌شود که باعث کوتاه‌شدن ساختار گیاه و کاهش ارتفاع و رشد گیاه می شود [۱۲]. اثر شوری با گونه‌های گیاهی، قسمت‌های گیاهی، مرحله رشد و نمو متفاوت است [۲۱].

نتایج محققان نشان داده است که با افزایش شوری، زیست‌توده گیاهی کاهش می‌یابد. تحت شوری و خشک سالی، فعالیت‌های فیزیولوژیکی و بیوشیمیایی تحت‌تأثیر قرار می‌گیرد که نتایج آن کاهش تولید زیست‌توده است [۱۶]. این کاهش در تولید زیست‌توده ممکن است به‌دلیل کاهش تعداد برگ‌ها و مساحت آنها باشد. تولید زیست‌توده اهمیت بالایی در تحمل به شوری دارد، گیاهانی که وزن تر بالاتری دارند در شرایط شور عملکرد بهتری دارند. گفته می‌شود گونه‌های گیاهی مقاوم‌تر به نمک هستند که توانایی حذف سدیم از اندام هوایی و ریشه را دارند. در شرایط شوری به‌دلیل اثر اسمزی پتانسیل آبی ریشه‌ها کاهش یافته و رشد ریشه مختل می‌شود و در نتیجه وزن تر اندام هوایی گیاهان کاهش می‌یابد.

آسیف و همکاران (۲۰۱۴) به این نتیجه رسیدند که گیاه کنوکارپوس می‌تواند شوری تا ۴۰ دسی‌زیمنس بر متر را با آب کامل تحمل کند، اما در سطح شوری ۴۰ دسی‌زیمنس بر متر و تنش آبی، حتی یک گیاه زنده نماند [۳]. آل-جوهانی و عارف (۲۰۰۵) گزارش دادند که میانگین ارتفاع ساقه، تعداد قطر شاخه‌ها، تعداد برگ، سطح کل برگ، متوسط اندازه برگ، وزن خشک برگ و

وزن خشک کل گیاه کنوکارپوس به‌طور معنی‌داری در غلظت‌های کم آب و غلظت نمک بالا کاهش یافت و بسیاری از این صفات در تأمین آب کم زمانی که با تیمار با غلظت نمک بالا همراه بود کاهش بیشتری یافت [۱۱].

در مطالعه‌ای نتایج نشان داد که گیاهان چوج تحت سطح بالای تنش شوری (۷۵۰ میلی‌مولار) ماندگار شدند و از این مطالعه نتیجه گرفته شد که چوج یک گیاه هالوفیت اختیاری و یک تجمع‌کننده بالقوه است و ممکن است برای استخراج گیاهی خاک شور آلوده به فلزات سنگین کاربرد داشته‌باشد [۲۹]. در مطالعه‌ای دیگر گزارش شد که بسته‌شدن معنی‌دار روزنه‌ای ناشی از شوری در گیاه چوج نشان‌دهنده یک پاسخ انطباقی برای کاهش اتلاف آب از طریق تعرق است و انطباق متابولیت‌های مختلف و مسیرهای متابولیکی باعث می‌شود که گیاه چوج حتی در شرایط شوری بالا به‌طور بهینه مقاومت کند و رشد کند [۳۰]. همچنین گزارش دادند که گیاه چوج در مراحل جوانه‌زنی بذر و رشد به شوری مقاوم است و رشد ساقه و ریشه با افزایش تنش شوری به تأخیر افتاد. ریشه‌ها و ساقه های جوان بیشترین تحمل را به تنش شوری داشتند و به دنبال آن برگ‌ها و ریشه‌های مسن قرار گرفتند و بافت برگ حداکثر کاهش تولید توده خشک را در پاسخ به افزایش تنش شوری نشان داد [۲۳].

بیشترین مقدار کلروفیل a در گیاه کنوکارپوس و بیشترین مقدار کلروفیل b در گیاه چوج به‌دست آمد. با افزایش سطوح شوری مقدار کلروفیل b نیز افزایش یافت و بیشترین مقدار کلروفیل b در سطح ۷۵۰ میلی‌مولار شوری به‌دست آمد. شوری می‌تواند با افزایش فعالیت آنزیم تجزیه‌کننده کلروفیل (کلروفیل از)، القای تخریب ساختار کلروپلاست و عدم‌تعادل کمپلکس‌های پروتئین رنگیزه، کلروفیل را کاهش دهد [۳۳].

شوری می‌تواند باعث کاهش فتوسنتز و تعرق شود، زیرا کاهش در بسیاری از فرآیندهای فیزیولوژیکی و مورفولوژیکی مانند باز شدن روزنه‌ها، بافت برگ، پتانسیل تورگر برگ رخ می‌دهد. در مطالعه حاضر افزایش سطوح شوری مقدار کلروفیل b را افزایش داد، اما تأثیر معنی‌داری بر کلروفیل a نداشت. گزارش شده‌است که محتوای کلروفیل تحت تنش شوری کاهش می‌یابد [۳۶]. کودوس (۲۰۱۵) و رحمان و همکاران (۲۰۱۹) کاهش اندکی در محتوای کلروفیل گیاه کنوکارپوس تحت تنش شوری مشاهده کردند [۳۱، ۳۳].

بیشترین مقدار پروتئین کل و پرولین در گیاه چوج به‌دست آمد که به‌طور معنی‌داری بیشتر از گیاه کنوکارپوس بود. اعتقاد بر این است که پرولین با عمل به عنوان یک تنظیم‌کننده اسمزی و به‌عنوان یک محافظ برای آنزیم‌ها و ساختار سلولی از بافت‌های گیاهی در برابر تنش محافظت می‌کند [۱۹]. اگرچه تجمع پرولین تحت تنش‌های اسمزی مانند شوری و خشکی یک پدیده بسیار گزارش شده در چندین سیستم بیولوژیکی است، ارتباط دقیق آن با تحمل تنش همچنان گمراه‌کننده است. سنتز املاح سازگار در گیاهان، مانند پرولین، در پاسخ به تنش شوری یک استراتژی ممکن برای مهندسی تحمل به نمک در گیاهان است و چندین بار مورد بحث و بررسی قرار گرفته است [۱۳]. تجمع پرولین و پروتئین تحت تنش شوری به‌طور مستقیم یا غیرمستقیم با تحمل گیاهان نسبت به شوری مرتبط می‌باشد، هرچند در مطالعه حاضر تنش شوری اثر معنی‌داری بر تجمع این دو ترکیب نداشت.

بیشترین مقدار کربوهیدرات کل در گیاه کنوکارپوس به‌دست آمد که به‌طور معنی‌داری بیشتر از گیاه چوج بود. معمولاً کربوهیدرات کل شامل قندها (گلوکز، فروکتوز، ساکاروز) و نشاسته تحت تنش شوری افزایش می‌یابد. مهم‌ترین نقش کربوهیدرات‌ها تحت تنش شوری شامل تنظیم و تعادل اسمزی، ذخیره مواد کربنی و خنثی‌کردن رادیکال‌های آزاد است [۲۷]. سنتز بیشتر قندهای محلول می‌تواند راهکاری جهت کاهش پتانسیل آب سلولی و در نتیجه حفظ محتوای آب در گیاه باشد. در مطالعه حاضر بر خلاف نتایج سایر تحقیقات، اثر شوری بر میزان کربوهیدرات کل معنی‌دار نبود، که دلیل آن را می‌توان در سطوح شوری به کار رفته، نوع گیاه و مرحله رشدی گیاه جستجو کرد.

بیشترین درصد سدیم، پتاسیم و کلر در برگ‌های گیاه چوج به‌دست آمد که به‌طور معنی‌داری بیشتر از گیاه کنوکارپوس بود. طبق گزارش‌ها، تجمع عناصر معدنی مانند سدیم علت اصلی کاهش سرعت فتوسنتز است و

تجمع یون‌های سدیم در سیتوزول به‌عنوان یک رویداد مهم و خطرناک در نظر گرفته‌می‌شود که از طریق مهار فعالیت‌های روبیسکو در طول چرخه کالوین بر فرآیند فتوسنتز تأثیر می‌گذارد [۵].

نتایج ما نشان داد که تنش شوری تأثیری بر محتوای عناصر سدیم، پتاسیم، کلسیم و کلر گیاهان چوج و کنوکارپوس نداشت. به‌طور کلی گیاهان نیازهای رشد و نمو خود را با هماهنگ‌کردن توزیع مواد مغذی بین اندام‌های مختلف در یک محیط شور-قلیایی و خشک حفظ می‌کنند. به‌خوبی ثابت شده‌است که تضاد بین غلظت‌های سدیم، پتاسیم و کلسیم می‌تواند ترکیب کلسیم موجود و رقابت یونی برای مکان‌های اتصال در گیاهان را کاهش دهد [۳۵].

پتانسیل اسمزی سلولی در گیاهان توسط اسمولیت‌هایی مانند املاح آلی و معدنی در پاسخ به تنش شوری تنظیم می‌شود [۲۲]. همچنین لازم به ذکر است که پتاسیم نقش عمده‌ای در مقاومت گیاه به شوری دارد. بنابراین برای کاهش تنش اسمزی در شرایط تنش شوری به مقادیر زیاد مورد نیاز است. در حقیقت، تنش شوری با تحریک انتقال پتاسیم به آوند چوبی، نسبت پتاسیم / سدیم بهینه را در آوند چوبی و تعادل آب حفظ می‌کند [۳۵].

نتایج ما نشان داد که به‌جز وزن خشک برگ، وزن تر و خشک ریشه و کلروفیل b، سایر صفات مورفولوژی و بیوشیمیایی بررسی شده گیاهان چوج و کنوکارپوس تحت تأثیر تنش شوری قرار نگرفت که دلیل آن را می‌توان در سطوح شوری به کار رفته، نوع گیاه و مرحله رشدی گیاه جستجو کرد. با افزایش سطوح شوری وزن خشک برگ، وزن تر و خشک ریشه کاهش معنی‌داری داشت، در حالی که مقدار کلروفیل b با افزایش سطوح شوری افزایش یافت. به‌طور کلی باتوجه به اینکه استفاده از گیاه کنوکارپوس مشکلاتی را برای تأسیسات و شبکه‌های انتقال آب در مناطق کاشته شده به وجود آورده‌است، گیاه چوج که تحمل به شوری و خشکی آن بالا می‌باشد، می تواند جایگزین مناسبی برای گیاه کنوکارپوس جهت ایجاد پرچین، کاشت در بوستان‌ها و فضاهای سبز باشد، البته حساسیت بیشتر گونه چوج به سرما، رشد کندتر و شکل پذیری دشوارتر آن را باید در نظر گرفت.

## References


[1]. Agrawal, N., Minj, D. K., & Rani, K. (2015). Estimation of total carbohydrate present in dry fruits. *IOSR Journal of Environmental Sciennce.Toxicology and Technology Food Technology (10SR-JEESTFT)*, *1*(6), 24-27.

[2]. Arbona, V., Manzi, M., Zandalinas, S. I., Vives-Peris, V., Pérez-Clemente, R. M., & Gómez-Cadenas, A. (2017). Physiological, metabolic, and molecular responses of plants to abiotic stress. *Stress Signaling in Plants: Genomics and Proteomics Perspective*, *2*, 1-35. doi: 10.1007/978-3-319-42183-4_1

[3]. Asif, M., Saqib, M., Yousaf, B., Adnan, M., Yousaf, A., Ali, A., & Sabir, D. (2014). Growth and ionic composition of buttonwood (*Conocarpus erectus* L.) in response to soil salinity and water stress. *Advances in Life Science and Tecchnology*, *19*, 42-51.

[4]. Bates, L. S., Waldren, R. P., & Teare, I. D. (1973). Rapid determination of free proline for water-stress studies. *Plant and soil*, *39*, 205-207.doi: 10/1007/BF00018060

[5]. Bistgani, Z. E., Hashemi, M., DaCosta, M., Craker, L., Maggi, F., & Morshedloo, M. R. (2019). Effect of salinity stress on the physiological characteristics, phenolic compounds and antioxidant activity of Thymus vulgaris L. and Thymus daenensis Celak. *Industrial Crops and Products*, *135*, 311-320.

[6]. Bonacina, C., da Cruz, R. M. S., Nascimento, A. B., Barbosa, L. N., Gonçalves, J. E., Gazim, Z. C., & de Souza, S. G. H. (2022). Salinity modulates growth, oxidative metabolism, and essential oil profile in Curcuma longa L.(Zingiberaceae) rhizomes. *South African Journal of Botany*, *146*, 1-11. doi: 10.1016/j.sajb.2021.09.023

[7]. Bonacina, C., Trevizan, C. B., Stracieri, J., dos Santos, T. B., Gonçalves, J. E., Gazim, Z. C., & de Souza, S. G. H. (2017). Changes in growth, oxidative metabolism and essential oil composition of lemon balm

('Melissa officinalis' L.) subjected to salt stress. *Australian Journal of Crop Science*, *11*(12), 1665-1674.

[8]. Bradford, M. M. (1976). A rapid and sensitive method for the quantitation of microgram quantities of protein utilizing the principle of protein-dye binding. *Analytical biochemistry*, *72*(1-2), 248-254.

[9]. Chapman, B. R., & Goldsmith, I. R. (1982). Determination of chloride, sodium and potassium in salted foodstuffs using ion-selective electrodes and the dry sample addition method. *Analyst*, *107*(1278), 1014-1018.

[10]. Damizadeh, G., Saqib-Talebi, K., & Demizadeh, M. (2018). The effect of the canopy of Choj species (*Salvadora persica*) as a nurse tree in the initial establishment of forest trees and shrubs. *Iranian Forestry Journal, Iranian Forestry Association, 1(1):* 11-23. [in Farsi]

[11]. El-Juhany, L. I., & Aref, I. M. (2005). Interactive effects of low water supply and high salt concentration on the growth and dry matter partitioning of Conocarpus erectus seedlings. *Saudi Journal of Biological Sciences*, *12*(2), 147-157.

[12]. Hameed, M., Ashraf, M., Ahmad, M. S. A., & Naz, N. (2010). Structural and functional adaptations in plants for salinity tolerance. *Plant adaptation and phytoremediation*, 151-170. doi: 10/1007/978-90-481-9370-7_8

[13]. Hegazi, A. (2010). Effect of diluted seawater irrigation and exogenous proline treatments on growth, chemical composition and anatomical characteristics of Conocarpus erectus L. *Journal Agriculture Research Kafrelsheikh University*, *36*(4), 420-446.

[14]. Ibrahimova, U., Kumari, P., Yadav, S., Rastogi, A., Antala, M., Suleymanova, Z.,... & Brestic, M. (2021). Progress in understanding salt stress response in plants using biotechnological tools. *Journal of Biotechnology*, *329*, 180-191.

[15]. Jackson, M. L. (1973). Soil chemical analysis, pentice hall of India Pvt. *Ltd., New Delhi, India*, *498*, 151-154.

[16]. Jahantigh, O., Najafi, F., Badi, H. N., Khavari-Nejad, R. A., & Sanjarian, F. (2016). Changes in antioxidant enzymes activities and proline, total phenol and anthocyanine contents in Hyssopus officinalis L. plants under salt stress. *Acta Biologica Hungarica*, *67*(2), 195-204. doi: 10/1556/018.67.2016.2.7

[17]. Joshi, R., Singla-Pareek, S. L., & Pareek, A. (2018). Engineering abiotic stress response in plants for biomass production. *Journal of Biological Chemistry*, *293*(14), 5035-5043. doi: 10.1074/jbc.TM117.000232

[18]. Khan, A. L., Waqas, M., Asaf, S., Kamran, M., Shahzad, R., Bilal, S., Khan, M,A., Kang, S, M., Kim, Y, H., Yun, B, W., Alrawahi, A., Alharrasi, A., & Lee, I. J. (2017). Plant growth-promoting endophyte Sphingomonas sp. LK11 alleviates salinity stress in Solanum pimpinellifolium. *Environmental and Experimental Botany*, *133*, 58-69. doi: 10.1016j.envexpbot.2016.09.009

[19]. Kishor, P. K., Sangam, S., Amrutha, R. N., Laxmi, P. S., Naidu, K. R., Rao, K. S.,... & Sreenivasulu, N. (2005). Regulation of proline biosynthesis, degradation, uptake and transport in higher plants: its implications in plant growth and abiotic stress tolerance. *Current science*, 88, 424-438.

[20]. Kopittke, P. M., Menzies, N. W., Wang, P., McKenna, B. A., & Lombi, E. (2019). Soil and the intensification of agriculture for global food security. *Environment international*, *132*, 105078. doi: 10.1016j.envint.2019.105078

[21]. Liang, W., Ma, X., Wan, P., & Liu, L. (2018). Plant salt-tolerance mechanism: A review. *Biochemical and biophysical research communications*, *495*(1), 286-291. doi: 10.1016/j.bbrc.2017.11.043

[22]. Mahouachi, J. (2018). Long-term salt stress influence on vegetative growth and foliar nutrient changes in mango (Mangifera indica L.) seedlings. *Scientia Horticulturae*, *234*, 95-100. doi: 10.1016/j.scienta.20118.02.028

[23]. Mittler, R. (2002). Oxidative stress, antioxidants and stress tolerance. *Trends in plant science*, *7*(9), 405-410.

[24]. Moran, R. (1982). Formulae for determination of chlorophyllous pigments extracted with N, N-dimethylformamide. *Plant physiology*, *69*(6), 1376-1381.doi: 10.1104/pp.69.6.1376

[25]. Naveed, M., Mitter, B., Reichenauer, T. G., Wieczorek, K., & Sessitsch, A. (2014). Increased drought stress resilience of maize through endophytic colonization by Burkholderia phytofirmans PsJN and Enterobacter sp. FD17. *Environmental and Experimental Botany*, *97*, 30-39. doi: 10.1016/j.envexpbot.2013.09.014

[26]. Papathanasiou, F., Papadopoulos, I., Tsakiris, I., & Tamoutsidis, E. (2012). Vermicompost as a soil supplement to improve growth, yield and quality of lettuce (Lactuca sativa L.). *J. Food Agric. Environ*, *10*(2), 677-682.

[27]. Parida, A. K., & Das, A. B. (2005). Salt tolerance and salinity effects on plants: a review. *Ecotoxicology and environmental safety*, *60*(3), 324-349. doi: 10.1016/j.ecoenv.2004.06.010

[28]. Parihar, P., Singh, S., Singh, R., Singh, V. P., & Prasad, S. M. (2015). Effect of salinity stress on plants and its tolerance strategies: a review. *Environmental science and pollution research*, *22*, 4056-4075.

[29]. Patel, M., & Parida, A. K. (2021). Salinity alleviates the arsenic toxicity in the facultative halophyte Salvadora persica L. by the modulations of physiological, biochemical, and ROS scavenging attributes. *Journal of Hazardous Materials*, *401*, 123368. doi: 10.1016/j.jhazmat.2020.123368

[30]. Patel, M., & Parida, A. K. (2022). Salinity mediated cross-tolerance of arsenic toxicity in the halophyte Salvadora persica L. through metabolomic dynamics and regulation of stomatal movement and photosynthesis. *Environmental Pollution*, *300*, 118888. doi: 10.1016/j.envpol.2020.118888

[31]. Qados, A. M. S. A. (2015). Phytoremediation of Pb and Cd by native tree species grown in the Kingdom of Saudi Arabia. *Agriculture and biology journal of north america*, *6*(1), 8-21.

[32]. Ramoliya, P. J., Patel, H. M., & Pandey, A. N. (2004). Effect of salinization of soil on growth and macro-and micro-nutrient accumulation in seedlings of Salvadora persica (Salvadoraceae). *Forest ecology and management*, *202*(1-3), 181-193. doi: 10.1016/j.foreco.2004.07.020

[33]. Rehman, S., Abbas, G., Shahid, M., Saqib, M., Farooq, A. B. U., Hussain, M., & Farooq, A. (2019). Effect of salinity on cadmium tolerance, ionic homeostasis and oxidative stress responses in conocarpus exposed to cadmium stress: Implications for phytoremediation. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, *171*, 146-153. doi: 10.1016/j.ecoenv.2018.12.077

[34]. Rezazadeh, A., Fatuhi, R., Jafarian, V., & Abdoli, L. (2013). Investigating some growth and physiological indicators and enzyme activity of conocarpus plant (*Conovarpus erectus* L.) caused by oil effluent and calcium oxide treatments. *Plant Production (Journal of Agricultural Sciences), 37(2),* 63-74. [in Farsi]

[35]. Shabala, S., Shabala, S., Cuin, T. A., Pang, J., Percey, W., Chen, Z., & Wegner, L. H. (2010). Xylem ionic relations and salinity tolerance in barley. *The Plant Journal*, *61*(5), 839-853. doi: 10.1111/j.1365-313X.2009.04110.x

[36]. Shabir, R., Abbas, G., Saqib, M., Shahid, M., Shah, G. M., Akram, M., Niazi, N. K., Naeem, M. A., Hussain, M., & Ashraf, F. (2018). Cadmium tolerance and phytoremediation potential of acacia (*Acacia nilotica* L.) under salinity stress. *International journal of phytoremediation*, *20*(7), 739-746. doi: 10.1080/15226514.2017.1413339

[37]. Zhu, J., Fan, Y., Li, C., Shabala, S., Zhao, C., Hong, Y.,Lv.C.,Guo,B.,Xu,R & Zhou, M. (2020). Candidate genes for salinity tolerance in barley revealed by RNA-seq analysis of near-isogenic lines. *Plant Growth Regulation*, *92*, 571-582. doi: 10.1007/s00425-011-1382-3

# Investigating and comparing the morphological and biochemical characteristics of annual seedling Choj and Conocarpus plants under salt stress (Research Paper)

1- Abdolkarim Ejraee*, Assistant Professor, Department of Horticultural Science, Faculty of Agriculture, Azad University Jahrom, Jahrom, Iran.
soiliran@yahoo.com
2- Mohammad Jalali, PhD Student, Department of Horticultural Science, Faculty of Agriculture, Azad University Jahrom, Jahrom, Iran.
3- Behnam Behrooznam, Assistant Professor, Department of Horticultural Science, Faculty of Agriculture, Azad University Jahrom, Jahrom, Iran.
4- Seyed Abdolhosein Mohammadi Jahromi, Assistant Professor, Department of Horticultural Science, Faculty of Agriculture, Azad University Jahrom, Jahrom, Iran.
5- Mohammad Hasan Shirzadi, Assistant Professor, Department of Horticultural Science, Faculty of Agriculture, Azad University Jahrom, Jahrom, Iran.

Received: 07 Jul. 2023
Accepted: 14 Aug. 2023

## Abstract

The aim of this study was investigating and comparing the morphological and biochemical characteristics of Choj (*Salvadora persica*) and Conocarpus (*Conocarpus erectus*) plants under salinity stress and the possibility of replacing Choj plants insteade of Conocarpus trees in landscape. Three-month-old seedlings with similar morphology and height were prepared for both species. The factors used in this study were species (include Choj and Conocarpus) and salinity (include control or city water, 250, 500, and 750 mM/L of sodium chloride salt), which were investigated on both plants for 6 months. The experiment was factorial based on a completely randomized design with three replications (pots). Morphological traits (fresh and dry leaves weight, fresh and dry roots weight, stem diameter, leaf surface), biochemical (chlorophyll a and b, total protein, proline, total carbohydrate) and mineral elements (sodium, potassium, calcium and chlorine) were measured for each plant. Results showed that except dry weight of leaves and fresh and dry weight of roots, other morphological traits of Choj and Conocarpus were not affected by salinity stress. With increasing salinity levels, leaf dry weight and root fresh and dry weight showed a significant decrease. Salinity stress had no significant effect on chlorophyll a, total protein, proline and total carbohydrates, but chlorophyll b was affected by salinity stress and the amount of chlorophyll b increased with increasing salinity levels. The highest amounts of chlorophyll a and total carbohydrates were found in the Conocarpus and the highest amounts of chlorophyll a, total protein and proline were obtained in the Choj plant. Salinity stress had no significant effect on the percentage of sodium, potassium, calcium, and chlorine mineral elements in Choj and Conocarpus plants. In general, the Choj plant, which has a high tolerance to salinity and drought, can be a suitable alternative to Conocarpus plant for creating hedges, planting in gardens and landscape. However, the sensitivity of the Choj plant to cold, its slower growth and its more difficult formability should be taken into account.

**Keywords:** Sodium chloride, Morphological traits, Mineral elements, Green space.