

تأثیر تنش شوری بر برخی ویژگی‌های مورفولوژیک و فیزیولوژیک گونه دیودال (*Ammodendron persicum conollyi*)

اصغر مصلح آرانی^{1*}، نگین زاهدی‌فر²، حمید سودایی‌زاده¹، حمیدرضا عظیم‌زاده¹

1. دانشیار، دانشکده منابع طبیعی و کویرشناسی، دانشگاه یزد، یزد، ایران.
 2. دانشجوی کارشناسی‌ارشد، دانشکده منابع طبیعی و کویرشناسی، دانشگاه یزد، یزد، ایران.
- * نویسنده مسئول: amosleh@yazd.ac.ir

تاریخ دریافت: 1395/12/25 تاریخ پذیرش: 1396/06/29

چکیده

اثر غلظت‌های مختلف شوری بر برخی ویژگی‌های مورفولوژیک و فیزیولوژیک گیاه دیودال (*Ammodendron persicum conollyi*) در قالب طرحی کاملاً تصادفی با چهار تکرار مورد بررسی قرار گرفت. فاکتور شوری در پنج سطح شاهد (آب شرب)، شوری 2.4، 8 و 12 دسی‌زیمنس بر متر اعمال گردید. نتایج نشان داد که اثر شوری بر تمام صفات مورفولوژیک گیاه دیودال معنی‌دار بود؛ افزایش شوری تا سطح 12 دسی‌زیمنس بر متر موجب کاهش قطر یقه، تعداد برگ و ارتفاع ساقه، وزن تر و خشک اندام هوایی و افزایش وزن تر و خشک ریشه شد. نتایج همچنین نشان داد که با افزایش شوری مقدار پرولین افزایش یافت و بیشترین مقدار پرولین در شوری 12 دسی‌زیمنس بر متر برابر با 0/046 میلی‌گرم بر گرم و کم‌ترین آن در تیمار شاهد برابر با 0/022 میلی‌گرم بر گرم به‌دست آمد. مشابه پرولین، بیشترین مقدار قندهای محلول در شوری 12 دسی‌زیمنس بر متر برابر با 0/75 میلی‌گرم بر گرم و کمترین آن در تیمار شاهد برابر با 0/63 میلی‌گرم بر گرم به‌دست آمد. با افزایش شوری کلروفیل کل، a و b کاهش یافت. با افزایش شوری درصد نیتروژن موجود در گیاه کاهش یافت و بیشترین درصد نیتروژن در تیمار شاهد برابر با 2/13 درصد و کمترین آن در شوری 12 دسی‌زیمنس بر متر برابر با 1/57 درصد به‌دست آمد. با افزایش شوری عناصر پتاسیم، فسفر، کلسیم، منیزیم و نسبت پتاسیم به سدیم کاهش و مقدار سدیم افزایش یافت. یافته‌های پژوهش حاضر نشان داد که گیاه دیودال نسبت به شوری مقاوم نیست و در خاک‌های با شوری بیشتر از 2 دسی‌زیمنس بر متر رشد مناسبی نخواهد داشت.

واژگان کلیدی: پتاسیم؛ پرولین؛ قندهای محلول؛ گیاهان شن‌دوست

n مقدمه

می‌دهد و در نتیجه، جذب و انتقال آب و مواد غذایی در گیاه مختل می‌شود. تنش شوری همچنین موجب اختلال در فتوسنتز و فرآیندهای آنزیمی و بیوشیمیایی و بهم‌خوردن توازن متابولیسمی می‌شود (11).

شوری پس از خشکی مهم‌ترین تنش محیطی است که به‌طور جدی با کاهش رشد و عملکرد گیاه همراه است. نمک‌های محلول در محیط رشد، پتانسیل آب را کاهش

محیطی به‌طور هم‌زمان رویش کنند. برای نمونه گیاه رمس (*Hammada salicornia*) هم‌زمان در خاک‌های ماسه‌ای، شور و گچی رویش دارد (16). شرایط مشابه برای تاغ و اشنان یا گیاهان دیگر نیز دیده می‌شود. در پژوهش حاضر مقاومت به شوری گیاه دیودال (*Ammodendron persicum*)، گونه‌ای شن‌دوست، مورد ارزیابی قرار گرفت. دیودال گونه‌ای مقاوم به خشکی است که تجدید حیات آن به دو صورت رویشی و زایشی است و در رویشگاه طبیعی خود بیشتر نوع شاخه‌زاد آن مشاهده می‌شود. در منطقه زیرکوه قائن، رویشگاه اصلی دیودال، ارتفاع از سطح دریا 1670 متر است و میانگین بارش سالانه رویشگاه داخل دشت حداکثر 150 میلی‌متر تخمین زده می‌شود. از نظر فنولوژی رشد گیاه از نیمه اسفند آغاز و در نیمه اول اردیبهشت به گل می‌رود. این گیاه بسیار شن‌دوست و مهم‌ترین رویشگاه‌های آن بر روی تپه‌های شنی است. توسعه کشت این گیاه در مناطق خشک علاوه بر مزایای زیست‌محیطی و بیابان‌زدایی می‌تواند منابع ارزشمند چوبی را فراهم آورد که به‌نظر می‌رسد با انجام تحقیقات بیشتر قابلیت استفاده در صنایع مختلف سلولزی را دارا باشد (23 و 24).

هدف پژوهش حاضر مطالعه تأثیر غلظت‌های مختلف شوری بر روی ویژگی‌های مورفولوژیک و فیزیولوژیک گیاه دیودال است. نتایج پژوهش حاضر می‌تواند مقاومت این گیاه را به شوری نشان دهد و توصیه‌های لازم برای کاشت این گونه برای مناطق بیابانی را ارائه نماید.

n مواد و روش‌ها

گیاه مورد مطالعه

گونه *Ammodendron persicum conollyi* با نام محلی دیودال، چوب آتش، چراغ چوب، شن درخت و خارگرگ گونه‌ای از زیر تیره پروانه‌آساها (*Papilionoideae*) و متعلق به تیره بقولات است. دیودال گونه‌ای درختچه‌ای، شن‌دوست، پایا و خاردار. برگ‌های آن مرکب شانه‌ای که دارای یک خار و 3 تا 6 برگچه‌اند و روی برگچه‌ها کرک‌های سفید نقره‌ای دیده می‌شود.

از راهکارهای مناسب گیاهان در پاسخ به تنش شوری افزایش اسمولیت‌های سازگار در اندام‌های مختلف گیاه است. این اسمولیت‌های سازگار (مانند اسیدآمین‌های پرولین و گلیسین بتائین و یا قندهای محلول) کارکردهایی از جمله تنظیم اسمزی، حفاظت از ساختار درون‌سلولی، کاهش خسارت اکسیداتیو به واسطه تولید رادیکال‌های آزاد در پاسخ به تنش خشکی و شوری را به‌عهده دارند (7). در بین مواد محلول سازگار شناخته‌شده، احتمالاً پرولین گسترده‌ترین نوع آن‌هاست و به‌نظر می‌رسد تجمع آن در فرآیند سازگاری به تنش شوری در بسیاری از شیرین‌رست‌ها دخالت دارد (21). سدیم، کاتیونی قابل حل در بسیاری از خاک‌های مناطق خشک و نیمه‌خشک است. بیشتر گیاهان به‌ویژه شیرین‌رست‌ها به غلظت بالای سدیم حساس‌اند، زیرا پایداری یون‌های داخل سلول را بر هم می‌زند و موجب عملکرد ضعیف دیواره و تضعیف واکنش‌های سوخت و ساز درون‌سلولی می‌شود. از طرف دیگر در بسیاری از گیاهان شوررست، سدیم با ورود به داخل واکوئل‌ها نقش عمده‌ای در تنظیم تعادل اسمزی بر عهده دارد. بیشتر گیاهان، افزایش موقتی سدیم در سلول‌ها را با افزایش مقدار آب واکوئل و رقیق‌تر شدن نمک تحمل می‌کنند (12). پتاسیم، عنصر غذایی پر مصرف و اصلی دیگر که نقش عمده آن در گیاهان، تنظیم اسمزی است (4). به‌علت نقش پتاسیم در تنظیم اسمزی و نیز اثر رقابتی آن با سدیم اغلب به‌عنوان عنصری مهم در شرایط شوری در نظر گرفته می‌شود. این عنصر در فعالیت آنزیم و کوآنزیم‌ها، خنثی‌سازی یون‌های باردار شده غیرقابل‌انتشار و پلاریزاسیون غشاء نقش مهمی ایفا می‌کند. به همین دلیل تصور می‌شود که غلظت اندک سدیم و به‌عبارت بهتر نسبت کم سدیم به پتاسیم در برگ‌ها، رابطه‌ای نزدیک با مقاومت به شوری دارد (20).

گیاهان با شرایط مختلف محیطی در مناطق خشک سازگاری دارند. بعضی گیاهان بر روی تپه‌های شنی (شن‌دوست‌ها) و بعضی دیگر بر روی خاک‌های شور (هالوفیت‌ها) و یا در شرایط متفاوت دیگر رویش دارند. در این میان بعضی گیاهان با داشتن آشیان بوم‌شناختی (اکولوژیک) گسترده‌تر قادرند در چند شرایط مختلف

روش پژوهش

بررسی حاضر در بهار سال 1395 در گلخانه تحقیقاتی دانشگاه یزد در قالب طرح کاملاً تصادفی با 4 تکرار به اجرا درآمد. در این آزمایش گلدان‌هایی با قطر دهنه حدود 18 سانتی‌متر و عمق 25 سانتی‌متر انتخاب و با خاک ماسه‌ای، کود حیوانی و خاک زراعی به‌طور مساوی پر شد. انتخاب این نوع خاک به دلیل کندرشد بودن گیاه دیودال بود. چند سانتی‌متر از بالای گلدان‌ها خالی نگه‌داشته شد تا فضای لازم برای آبیاری وجود داشته باشد. جهت اجرای آزمایش ابتدا 5-7 بذر سالم گیاه دیودال در هر گلدان کاشته و روی آن‌ها با قشر نازکی از ماسه‌بادی پوشانده و آبیاری شد. هنگامی که نهال‌ها پس از یک سال و سه ماه به ارتفاع حدود 20 سانتی‌متر رسید تعداد 20 نهال قوی و مشابه از لحاظ رویشی و مورفولوژیک انتخاب شدند. سپس تیمارهای آبیاری با استفاده از نمک کلرید سدیم در پنج سطح شوری (آب شرب با شوری 0/7 دسی‌زیمنس بر متر (شاهد)، آب با شوری 2، 4، 8 و 12 دسی‌زیمنس بر متر) روی گیاهان اعمال گردید. فاصله بین هر آبیاری برای بوته‌ها هر 7 روز یکبار بود و بعد از گذشت 6 هفته اعمال تیمارها آزمایش‌های مربوط بر روی ویژگی‌های مورفولوژیک و فیزیولوژیک گیاه انجام گرفت. تعداد برگ، قطر یقه، ارتفاع ساقه، وزن تر ساقه، وزن تر ریشه، بیوماس ماده تر، وزن خشک ساقه، وزن خشک ریشه و بیوماس ماده خشک، پرولین، فندهای محلول، کلروفیل‌های a و b، کلروفیل کل، نیتروژن، فسفر، پتاسیم و سدیم، منیزیم، کلسیم و نسبت سدیم به پتاسیم اندازه‌گیری شد.

ارتفاع گیاه با استفاده از خط‌کش با دقت میلی‌متر، قطر یقه با استفاده از کولیس و با دقت 0/1 میلی‌متر اندازه‌گیری شد. برای تعیین وزن خشک ابتدا گیاهان از گلدان بیرون آورده و خاک قسمت ریشه‌ها با شستن با آب شرب جدا شد. سپس ساقه و ریشه از هم جدا و به مدت 48 ساعت در دمای 70 درجه سانتی‌گراد در دستگاه آون قرار گرفتند و وزن آن‌ها به وسیله ترازوی حساس 0/001 اندازه‌گیری شد.

موجب طول هر خار 2/7 سانتی‌متر، موجب طول برگچه‌ها 3/6 سانتی‌متر و موجب عرض برگچه‌ها 0/13 سانتی‌متر و موجب سطح برگ 2/7 سانتی‌متر مربع است؛ گل‌آذین آن خوشه‌ای متراکم، کاسه گل استکانی کوتاه، کرک پوش، دندانه‌ها سه‌گوش، جام گل بنفش رنگ، نیام یا غلاف مستطیلی یا بیضوی و مارپیچی، مسطح، ناشکوف، در جوانب درزها بالدار است؛ غلاف‌ها دارای 1 تا 2 و گاهی 3 عدد بذر است بنابراین موجب تعداد بذر در هر غلاف 1/26 محاسبه گردیده است. بر اساس اطلاعات موجود در منابع علمی پراکنش گونه دیودال در ترکمنستان (صحرای قره‌قوم و قزل‌قوم)، مغولستان، قزاقستان و در منطقه خاش و قائن در ایران ذکر شده است. این گیاه در ایران عمدتاً در منطقه زیرکوه قائن و، به‌صورت محدود، در منطقه زیرکوه بیرجند و خاش رویش دارد (3).

تداوم سرسبزی گیاه وابسته به وضعیت بارندگی سالانه است. در سال‌هایی که بارندگی در حد میانگین (150 میلی‌متر) و یا بالاتر باشد درختچه‌های این گیاه تا پایان تابستان سرسبز می‌مانند، اما در سال‌های خشک برگ‌ها از اواخر بهار شروع به خشک شدن می‌کنند. به‌هرحال پس از خشک شدن و ریزش برگ‌ها در اثر خشکی و یا سرما دوره رکود رشدی گیاه آغاز می‌شود و این مرحله تا نیمه دوم اسفندماه به‌طول می‌انجامد و ارتفاع آن حداکثر تا 6/8 متر در منطقه زیرکوه قائن اندازه‌گیری شده است. در عین حال ارتفاع غالب درختچه‌های این رویشگاه کم‌تر از 2 متر است. گیاه دارای دو نوع سیستم ریشه‌ای افقی و عمودی است. توسعه ریشه‌های افقی به اطراف حدود 2 متر است و گاهی تا 8 متر هم می‌رسد. طول ریشه عمودی تا 5/4 متر اندازه‌گیری شده که تا حدود 2 متر توسعه عمودی و سپس توسعه افقی پیدا می‌کند.

عمده‌ترین مصرف دیودال در تثبیت شن‌های روان است. توسعه کشت این گیاه در مناطق دارای ماسه بادی علاوه بر مزایای زیست‌محیطی و بیابان‌زدایی می‌تواند منابع ارزشمند چوبی را فراهم آورد؛ که تحقیقات بیشتر نشان می‌دهد قابلیت استفاده در صنایع مختلف سلولزی از جمله: تخته، خرده چوب، صنایع دستی و حتی کاغذسازی و کلیه کاربردهای سایر گونه‌های مشابه آن، مانند تاغ، را دارا باشد (2 و 3).

مورد بررسی انجام شد و در نهایت میانگین‌ها با استفاده از آزمون چنددامنه‌ای دانکن (DMRT) دسته‌بندی گردید. تجزیه و تحلیل‌ها با استفاده از نرم‌افزار آماری SPSS 21 انجام شد.

n نتایج و بحث صفات مورفولوژی

نتایج نشان داد که اثر شوری بر کلیه صفات مورفولوژیک گیاه از جمله تعداد برگ، قطر یقه، ارتفاع ساقه، وزن تر اندام هوایی، وزن تر ریشه، بیوماس ماده تر، وزن خشک اندام هوایی، وزن خشک ریشه و زیست‌توده ماده خشک معنی‌دار بود. شوری بر زیست‌توده (بیوماس) ماده تر، وزن خشک ریشه و بیوماس ماده خشک تاثیر معنی‌داری نداشت (جدول 1).

برای اندازه‌گیری مقدار پرولین از روش Bates و همکاران و برای سنجش قندهای محلول از روش Kochert استفاده شد.

برای اندازه‌گیری کلروفیل 0/5 گرم بافت تازه برگ با 10 میلی‌لیتر استون 80 درصد ساییده و سپس محلول حاصل در سانتی‌فیوژ 3000 دور قرار داده شد و شدت جذب آن در طول موج‌های 663/2، 664/8 و 470 نانومتر با استفاده از اسپکتوفتومتر خوانده شد (15).

مقدار نیتروژن به‌روش کج‌لدال، مقدار منیزیم کلسیم نیز به‌روش تیتراسیون، فسفر برگ به روش اولسن، پتاسیم و سدیم به روش فیلیم فتومتری اندازه‌گیری شد (9).

برای تجزیه و تحلیل نتایج، ابتدا نرمال‌بودن داده‌ها توسط آزمون کلموگروف/اسمیرنوف بررسی شد؛ داده‌ها نرمال بود. سپس برای بررسی اختلاف بین سطوح مختلف تیمار، تجزیه و تحلیل واریانس از نظر کلیه شاخص‌های

جدول 1. میانگین مربعات حاصل از تجزیه و تحلیل واریانس صفات مورفولوژیک در گیاه دیودال تحت تنش شوری

منابع تغییرات	درجه آزادی	صفات مورفولوژیک								
		تعداد برگ	قطر یقه	ارتفاع ساقه	وزن تر ساقه	وزن تر ریشه	زی‌توده تر	وزن خشک ساقه	وزن خشک ریشه	بیوماس ماده خشک
شوری	4	1206**	0/19**	0/52*	0/006**	0/04**	0/032*	0/002**	0/01**	0/009**
خطا	10	13/3	0/004	0/114	0/001	0/002	0/003	0/000	0/000	0/001
CV		5/5	3/2	62/5	5/3	6/9	4/4	0/0	0/0	4/6

معنی‌داری بین تیمارهای 4 و 8 دسی‌زیمنس بر متر مشاهده نشد. با افزایش شوری وزن تر اندام هوایی کاهش یافت به طوری که بیشترین مقدار وزن تر اندام هوایی در شوری 4 دسی‌زیمنس بر متر برابر با 0/63 گرم و کمترین آن در شوری 12 دسی‌زیمنس بر متر برابر با 0/54 گرم به‌دست آمد. تفاوت معنی‌داری بین تیمارهای شاهد 2، 4 و 8 دسی‌زیمنس بر متر مشاهده نشد. شوری 8 و 12 دسی‌زیمنس بر متر وزن تر ریشه را افزایش داد. بیشترین مقدار وزن تر ریشه در شوری 8 دسی‌زیمنس بر متر برابر با 0/78 گرم و کمترین آن در شوری 4 دسی‌زیمنس بر متر برابر با 0/57 گرم به‌دست آمد که تفاوت معنی‌داری با تیمارهای شاهد و 2 دسی‌زیمنس بر متر نداشت.

نتایج نشان داد که با افزایش شوری، قطر یقه کاهش یافت. بیشترین قطر یقه در تیمار شاهد برابر با 2/30 میلی‌متر و کمترین آن در شوری 8 دسی‌زیمنس بر متر برابر با 1/70 میلی‌متر به‌دست آمد. با افزایش شوری ارتفاع ساقه کاهش یافت. بیشترین ارتفاع ساقه در تیمار شاهد برابر با 1/12 سانتی‌متر و کمترین آن در شوری 8 و 12 دسی‌زیمنس بر متر برابر با 0/25 به‌دست آمد. تفاوت معنی‌داری بین تیمارهای 2، 4، 8 و 12 دسی‌زیمنس بر متر مشاهده نشد. افزایش شوری تعداد برگ‌های گیاه دیودال را نیز کاهش داد. بیشترین تعداد برگ در تیمار شاهد برابر با 89 عدد و کمترین آن در شوری 12 دسی‌زیمنس بر متر برابر با 46 عدد به‌دست آمد. تفاوت

آمد که اختلاف معنی‌داری بین آن با تیمارهای 8 و 4 دسی‌زیمنس بر متر مشاهده نشد. بیشترین وزن خشک ریشه در شوری 8 دسی‌زیمنس بر متر برابر با 0/37 گرم و کمترین آن در شوری 2 دسی‌زیمنس بر متر 0/23 به‌دست آمد. بیشترین مقدار بیوماس ماده خشک در شوری 8 دسی‌زیمنس بر متر برابر با 0/76 گرم و کمترین آن در شوری 4 دسی‌زیمنس بر متر برابر با 0/64 گرم به‌دست آمد. تفاوت معنی‌داری بین تیمارهای 2، 4 و 12 دسی‌زیمنس بر متر مشاهده نشد.

نتایج همچنین نشان داد که بیشترین مقدار بیوماس ماده تر در شوری 8 دسی‌زیمنس بر متر برابر با 1/40 گرم و کمترین آن در شوری 2 دسی‌زیمنس بر متر برابر با 1/19 گرم به‌دست آمد که تفاوت معنی‌داری بین آن با تیمارهای شاهد و شوری 4 و 12 دسی‌زیمنس بر متر مشاهده نشد (جدول 2). نتایج نشان داد که با افزایش شوری وزن خشک اندام هوایی کاهش یافت؛ بیشترین وزن خشک اندام هوایی در تیمار شاهد و شوری 2 دسی‌زیمنس بر متر برابر با 0/42 گرم و کمترین آن در شوری 12 دسی‌زیمنس بر متر برابر با 0/37 گرم به‌دست

جدول 2. مقایسه میانگین شاخص‌های مورد بررسی در گیاه دیودال تحت تیمار شوری

شوری 12 (ds/m)	شوری 8 (ds/m)	شوری 4 (ds/m)	شوری 2 (ds/m)	شاهد	صفات مورفولوژیک
1/92c	1/70d	1/94c	2/07b	2/30a	قطر یقه (mm)
0/25b	0/25b	0/62ab	0/45b	1/12a	ارتفاع ساقه (cm)
46d	71b	74b	53c	89a	تعداد برگ
0/54b	0/63a	0/63a	0/60a	0/62a	وزن تر اندام هوایی (gr)
0/73a	0/78a	0/57b	0/58b	0/59b	وزن تر ریشه (gr)
1/27ab	1/40a	1/20b	1/19b	1/27b	زیست‌توده تر (gr)
0/37b	0/39b	0/38b	0/42a	0/42a	وزن خشک اندام هوایی (gr)
0/30ab	0/37a	0/26c	0/23d	0/29b	وزن خشک ریشه (gr)
0/67bc	0/76a	0/64c	0/65c	0/69b	زیتوده (بیوماس) ماده خشک (gr)

حروف متفاوت در ردیف نشان‌دهنده تفاوت معنی‌دار بین میانگین‌ها با استفاده از آزمون دانکن است.

بیشترین مقدار قندهای محلول در شوری 12 دسی‌زیمنس بر متر برابر با 0/75 میلی‌گرم بر گرم و کمترین آن در تیمار شاهد برابر با 0/63 میلی‌گرم بر گرم به‌دست آمد. تفاوت معنی‌داری بین تیمارهای 2، 4، 8 و 12 دسی‌زیمنس مشاهده نشد. نتایج همچنین نشان داد که با افزایش شوری کرومیل کل، a و b کاهش یافت. بیشترین مقدار آن در تیمار شاهد و کمترین آن در شوری 12 دسی‌زیمنس بر متر به‌دست آمد. تفاوت معنی‌داری بین تیمارهای شوری 4، 8 و 12 دسی‌زیمنس بر متر مشاهده نشد.

با افزایش شوری درصد نیتروژن موجود در گیاه کاهش یافت به طوری که بیشترین درصد نیتروژن در تیمار شاهد

صفات فیزیولوژیک

نتایج نشان داد که اثر شوری بر کلیه صفات فیزیولوژیک گیاه دیودال تحت تنش شوری (پرولین، قند محلول، کلروفیل کل، a، b، فسفر، پتاسیم، سدیم، منیزیم، کلسیم، نیتروژن و نسبت K به Na) معنی‌دار بود (جدول 3). نتایج نشان داد که با افزایش شوری مقدار پرولین افزایش یافت و بیشترین مقدار پرولین در شوری 12 دسی‌زیمنس بر متر برابر با 0/046 میلی‌گرم بر گرم و کمترین آن در تیمار شاهد برابر با 0/022 میلی‌گرم بر گرم به‌دست آمد. تفاوت معنی‌داری بین تیمارهای 4، 8 و 12 دسی‌زیمنس بر متر مشاهده نشد. افزایش شوری مقدار قندهای محلول در گیاه دیودال را افزایش داد.

برابر با 2/13 درصد و کمترین آن در شوری 12 دسی‌زیمنس بر متر برابر با 1/57 درصد به‌دست آمد.

جدول 3. میانگین مربعات حاصل از تجزیه و تحلیل واریانس صفات فیزیولوژیک در گیاه دیودال تحت تنش شوری

صفات فیزیولوژیک							درجه	منابع					
K/N	N	Ca	Mg	Na	K	P	کلروفیل کل	a کلروفیل b	کلروفیل کل	قند محلول	پرولین	آزادی	تغییرات
0/317**	0/185**	0/008*	0/003**	0/001**	0/001**	0/025**	0/192**	0/017**	0/090*	0/006**	0/000**	4	شوری
0/016	0/006	0/002	0/000	0/000	0/000	0/002	0/036	0/003	0/020	0/001	0/000	10	خطا
18/4	4/2	44/1	0/00	0/00	0/00	12/2	25/4	30/4	25/7	4/5	0/00		CV

12 دسی‌زیمنس بر متر برابر با 0/10 میلی‌گرم بر گرم به‌دست آمد. افزایش شوری مقدار کلسیم را کاهش داد و بیشترین مقدار کلسیم در تیمار شاهد برابر با 0/18 میلی‌گرم بر گرم و کمترین آن در شوری 8 و 12 دسی‌زیمنس بر متر برابر با 0/060 میلی‌گرم بر گرم به‌دست آمد. بیشترین مقدار منیزیم در شوری 2 و 4 دسی‌زیمنس بر متر برابر با 0/17 میلی‌گرم بر گرم و کمترین آن در شوری 12 دسی‌زیمنس بر متر برابر با 0/10 میلی‌گرم بر گرم به‌دست آمد.

نتایج نشان داد که بیشترین مقدار فسفر در شوری 2 دسی‌زیمنس بر متر برابر با 0/47 میلی‌گرم بر گرم و کمترین آن در شوری 12 دسی‌زیمنس بر متر برابر با 0/27 میلی‌گرم بر گرم به‌دست آمد (جدول 4). با افزایش شوری مقدار پتاسیم کاهش یافت و بیشترین مقدار پتاسیم در تیمار شاهد برابر با 0/077 میلی‌گرم بر گرم و کمترین آن در شوری 12 دسی‌زیمنس بر متر برابر با 0/046 میلی‌گرم بر گرم به‌دست آمد. افزایش شوری مقدار سدیم را افزایش داد و بیشترین مقدار سدیم در شوری

جدول 4. مقایسه میانگین صفات فیزیولوژیک در گیاه دیودال تحت تیمار شوری

شوری 12 (ds/m)	شوری 8 (ds/m)	شوری 4 (ds/m)	شوری 2 (ds/m)	شاهد	صفات فیزیولوژیک
0/046 ^a	0/039 ^{ab}	0/037 ^{ab}	0/031 ^{bc}	0/022 ^c	پرولین (mg g ⁻¹ fw)
0/75 ^a	0/73 ^a	0/72 ^a	0/71 ^a	0/63 ^b	قند محلول (mg g ⁻¹ dw)
0/37 ^b	0/46 ^b	0/53 ^{ab}	0/69 ^a	0/73 ^a	کلروفیل a (mg g ⁻¹ fw)
0/10 ^b	0/15 ^b	0/17 ^{ab}	0/24 ^a	0/25 ^a	کلروفیل b (mg g ⁻¹ fw)
0/48 ^b	0/62 ^b	0/70 ^{ab}	0/94 ^a	1/00 ^a	کلروفیل کل (mg g ⁻¹ fw)
1/57 ^c	1/61 ^c	1/96 ^b	1/99 ^b	2/13 ^a	ازت (%)
0/27 ^c	0/29 ^{bc}	0/45 ^a	0/47 ^a	0/36 ^{ab}	فسفر (mg g ⁻¹)
0/046 ^b	0/047 ^b	0/039 ^b	0/064 ^a	0/077 ^a	پتاسیم (mg g ⁻¹)
0/10 ^a	0/092 ^a	0/097 ^a	0/067 ^b	0/067 ^b	سدیم (mg g ⁻¹)
0/060 ^b	0/060 ^b	0/087 ^b	0/12 ^{ab}	0/18 ^a	کلسیم (mg g ⁻¹)
0/10 ^c	0/13 ^b	0/17 ^a	0/17 ^a	0/15 ^{ab}	منیزیم (mg g ⁻¹)
0/49 ^b	0/50 ^b	0/39 ^b	0/92 ^a	1/14 ^a	K/Na

حروف متفاوت در ردیف نشان‌دهنده تفاوت معنی‌دار بین میانگین‌ها با استفاده از آزمون دانکن است.

در تیمار شاهد برابر با 1/14 و کمترین آن در شوری 4 دسی‌زیمنس بر متر برابر با 0/39 به‌دست آمد.

نتایج همچنین نشان داد که با افزایش شوری نسبت پتاسیم به سدیم کاهش یافت. بیشترین مقدار این نسبت

n بحث و نتیجه‌گیری

نتایج پژوهش حاضر نشان داد که تعداد برگ، قطر یقه، ارتفاع ساقه، وزن تر و خشک اندام هوایی در گیاه دیودال به‌طور معنی‌داری تحت تأثیر شوری آب آبیاری قرار گرفت. دلیل این امر می‌تواند مربوط به تأثیر شوری بر جذب آب و مواد معدنی و اختلال در سیستم فتوسنتز گیاه باشد که موجب کاهش رشد اندام‌های هوایی این گیاه شد. در این پژوهش با افزایش شوری، مقدار کلروفیل و جذب عناصر ضروری N, P, K کاهش یافت. نتیجه این کاهش می‌تواند کاهش رشد در گیاه باشد. مقاومت به شوری چهار گونه درختی در پنج سطح شوری صفر، 40، 80، 120 و 160 میلی‌مولار نیز کاهش وزن ساقه را به همراه داشت (1). در عوض وزن تر و خشک ریشه، بیوماس ماده خشک و تر با افزایش شوری به‌ویژه در شوری 8 دسی‌زیمنس بر متر افزایش یافت. در گیاهان سازگار تمام اندام‌های گیاه (ریشه، ساقه و برگ) ممکن است در تحمل یا اجتناب از شوری نقش داشته باشند. بر اساس تئوری موازنه عملکردی¹ تخصیص و توزیع مواد ساخته‌شده در عمل فتوسنتز بستگی به بارگیری در منبع و تقاضای مقصد دارد (6). برای مثال در صورتی که اندام هوایی گیاه به‌دلیل کاهش نور یا دی‌اکسیدکربن مواد غذایی بیشتری نیاز داشته باشد، انتقال و تخصیص مواد از اندام‌های زیرزمینی به اندام هوایی انجام خواهد شد. این موضوع برای سایر اندام‌ها نیز انجام می‌شود. علیرغم این انعطاف و همکاری اندام‌ها، در شرایط تنش ممکن است نقشی که هر کدام ایفا می‌کنند، متفاوت باشد. برای مثال وقتی تنش خشکی را درست بعد از گرده‌افشانی در دو رقم گندم اعمال کردند، تخصیص کربن سریع‌تر از فتوسنتز به تنش پاسخ داد. تحت تنش خشکی ملایم، ریشه‌ها قوی‌ترین رقیب برای کسب مواد غذایی قابل‌دسترس بودند (18). افزایش شوری موجب کاهش وزن خشک ریشه *Salsola richteri* شد، ولی بر وزن خشک دو گونه دیگر (*S. rigida*, *S. dendroides*) اثر مثبت داشت (25). همچنین افزایش شوری تا سطح 200 میلی‌مولار اثر معنی‌داری بر وزن خشک اندام هوایی *S.*

richteri نداشت، ولی وزن خشک اندام هوایی گیاه *S. rigida* تا سطح شوری 100 میلی‌مولار افزایش یافته و از آن سطح به بعد روند کاهشی را نشان داد. در گیاه *S. dendroides* تا سطح شوری 200 میلی‌مولار افزایش وزن خشک اندام هوایی دیده شد و از سطح شوری 300 میلی‌مولار به بعد روند کاهشی داشت.

افزایش شوری، میزان پرولین گیاه دیودال را افزایش داد. افزایش پرولین در گیاهان تحت تنش شوری در واقع نوعی واکنش از طرف گیاه به کاهش پتانسیل آب در محیط ریشه است. در این زمان پرولین با کم کردن پتانسیل اسمزی سلول‌های ریشه، شرایط لازم برای جذب آب و عناصر غذایی را فراهم می‌کند (16). پرولین به‌عنوان یک محافظ آنزیمی پایدارکننده ساختمان ماکرومولکول‌ها و منبع انرژی و نیتروژن در مقابل شوری به‌کار می‌رود (8). افزایش پرولین با افزایش شوری در پژوهش‌های زیادی گزارش شده است (14) که با تحقیق حاضر هم‌خوانی دارد.

نتایج پژوهش حاضر نشان داد که افزایش میزان شوری منجر به افزایش معنی‌داری در میزان قندهای محلول شد. افزایش قندهای محلول در سلول‌های گیاهی سبب کاهش پتانسیل اسمزی و متعاقباً پتانسیل آبی شده و جذب آب به داخل سلول‌ها را آسان می‌کند. افزایش قندهای محلول در پی افزایش غلظت شوری نشان‌دهنده پاسخ گیاه به این است که شوری موجب به‌هم‌خوردن متابولیسم فتوسنتز شده است؛ بنابراین اگر قند محلول زیاد شده باشد ممکن است دو حالت رخ داده باشد: 1- فتوسنتز زیاد شده یا 2- قندهای بزرگ (نشاسته) شکسته و به قندهای کوچک (گلوکز) تبدیل شده است (17). از آنجا که در این آزمایش مقدار کلروفیل کاهش یافته بنابراین افزایش قندهای محلول می‌تواند به دلیل شکستن قندهای بزرگ باشد.

میزان کلروفیل (a, b و کل) با افزایش میزان شوری کاهش یافت. با افزایش غلظت نمک در محیط رشد، محتوای کلروفیل برگ به دلیل کاهش نسبت پتاسیم به سدیم و همچنین تخریب ساختمان کلروفیل و توانایی

¹ Functional balance theory

برای جذب عناصر، نحوه انتقال یا کده بندی عناصر در داخل گیاه و یا عدم فعالیت فیزیولوژیکی یک عنصر غذایی خاص و افزایش نیاز گیاه به این عنصر، ایجاد گردد (10) و (11).

شوری میزان سدیم را در نهال های دیودال افزایش داد. از مهم ترین اثرات افزایش شوری در محیط، افزایش غلظت سدیم در داخل گیاه است. سدیم به عنوان عنصری ضروری برای گیاه در نظر گرفته نمی شود و تجمع آن موجب کاهش جذب پتاسیم و کاهش رشد و عملکرد در گیاهان می گردد. با اینکه غلظت سدیم در برگ ممکن است برای حفظ تورژسانس گیاه مفید باشد، ولی سدیم نمی تواند جانشین مناسبی برای پتاسیم محسوب شود زیرا پتاسیم به طور اختصاصی برای سنتز پروتئین و فعالیت آنزیم ها ضروری است (12). لازم به یادآوری است که هالوفیت ها با ذخیره سدیم در واکوئل های سلولی باعث کاهش فشار اسمزی شده و جذب آب را از این طریق برای گیاه انجام می دهند.

املاح محلول در خاک های شور عمدتاً از کلریدها، سولفات های سدیم، منیزیم و کلسیم اند؛ با افزایش مقدار شوری نسبت املاح سدیم به کلسیم و منیزیم زیاد و در شوری های بالاتر، نسبت املاح منیزیم به املاح کلسیم بیشتر می شود (27). یافته ها همچنین نشان داد که اثر افزایش شوری بر میزان کلسیم معنی دار است؛ یعنی با افزایش میزان شوری از میزان کلسیم کاسته شد. همچنین در تحقیق حاضر با افزایش شوری 2 و 4 دسی زیمنس بر متر بر میزان منیزیم افزوده شد. در شوری های 8 و 12 دسی زیمنس از مقدار منیزیم کاسته شد.

پیش از نتیجه گیری باید اشاره کرد که اگرچه اطلاعات کافی درباره شرایط خاکی این گونه در رویشگاه های آن در استان سیستان و بلوچستان در دسترس نیست، ولی این گیاه در رویشگاه اصلی خود در منطقه زیرکوه قائن بر روی تپه های ماسه ای رویش دارد. از آنجا که ویژگی های خاک به ویژه بافت تأثیر زیادی روی اثر شوری گیاه دارد، بنابراین نتایج این آزمایش تحت شرایط این پژوهش مورد ارزیابی است. ولی نتایج این پژوهش نشان می دهد که گیاه دیودال نسبت به شوری مقاوم نیست و در خاک های با

گیاه در فلورسانس نیز کاهش یافته است. کاهش محتوای کلروفیل تحت شرایط تنش به واسطه اثر کلروفیلاز، پراکسیداز و ترکیبات فنلی و در نتیجه تجزیه کلروفیل است (19). اگرچه مقدار کلروفیل در اثر تنش شوری کاهش یافت اما لازم است مطالعات تکمیلی بر روی رنگدانه های دیگر این گیاه انجام شود. مطالعات نشان می دهد که تنش های محیطی میزان کاروتنوئیدها را به طور معنی داری افزایش می دهد. این فرایند هم زمان با کاهش کلروفیل در گیاه و برای حفاظت از گیاه در برابر آنتی اکسیدان هاست. کاروتنوئیدها مهم ترین رنگدانه جذب کننده نور در غشای تیلاکوئیدی هستند. رنگدانه های کاروتنوئیدی نور را در طول موجی جذب می کنند که توسط کلروفیل ها جذب نمی شود و بنابراین، گیرنده های نوری مکمل هستند (26).

افزایش شوری موجب کاهش میزان نیتروژن دیودال نیز شد. بیشتر بررسی ها نشان می دهند که شوری، جذب و تجمع نیتروژن را در بخش های هوایی گیاهان کاهش می دهد (22). این کاهش به اثرات آنتاگونیستی بین یون های کلرید و نترات ارتباط دارد. تعداد زیادی از مطالعات آزمایشگاهی و گلخانه ای نشان داده که شوری تجمع نیتروژن در گیاهان را کاهش داده است (19). افزایش جذب و تجمع کلرید منجر به کاهش بیشتر نترات در ساقه می گردد. در داخل گیاه نترات به نیتريت و نیتريت خود تبدیل به آمونیاک می شود و سپس از طریق گلوتامین و گلوآمات به اسیدهای آمینه مثل پرولین تبدیل می شود؛ از آنج [که مقدار نیتروژن در این گیاه بر اثر شوری کاهش یافت، بنابراین افزایش مقدار پرولین می تواند از تجزیه پروتئین ها باشد و نه از طریق متابولیسم نیتروژن؛ البته این موضوع نیاز به مطالعات تکمیلی دارد.

با افزایش شوری عناصر پتاسیم، فسفر، کلسیم، منیزیم و نسبت پتاسیم به سدیم کاهش و مقدار سدیم افزایش یافت. غلظت های بالای کلرید سدیم در محلول خاک ممکن است سبب کاهش فعالیت یونی عناصر و افزایش نسبت سدیم به کلسیم، سدیم به پتاسیم و کلرید به نترات گردد. در نتیجه گیاه دچار سمیت ویژه عناصر و اختلالات تغذیه ای می شود. این عدم تعادل ممکن است از طریق کاهش دسترسی گیاهان به عناصر مورد نیاز، رقابت

فقط در خاک‌های شنی با شوری کمتر از 2 دسی‌زیمنس بر متر رشد مناسبی خواهد داشت.

شوری بیشتر از 2 دسی‌زیمنس بر متر رشد مناسبی نخواهد داشت؛ بنابراین برخلاف گونه‌هایی مانند سیاه‌تاغ یا رمس که آشیان اکولوژیک گسترده‌ای دارند و می‌توانند در خاک‌های با شوری‌های متفاوت رویش نمایند، دیودال

References

1. Abdollahi, P., Soltani, A. & Beigi Harchegani, H. (2011). Evaluation of salinity tolerance in four suitable tree species in urban forestry. *Iranian Journal of Forest and Poplar Research*, 19, 265-282, (In Farsi).
2. Mina Arast, M., Tavili, A. & Shojaei, S. (2016). Effect of Different Treatments on Seed Dormancy Breaking and Germination Stimulation of *Ammodendron persicum*. *Iranian Journal of Seed Research*, 2, 70-59 (In Farsi).
3. Aryaie Monfared, M.H, Tavakoli, H. & HosseinKhani, H. (2013). Study of some apparent, anatomical and physical properties of Divdal (*Ammodendron persicum*) wood from Zirkooh-Qhaen. *Iranian Journal of Wood and Paper Science Research*, 27, 667-672, (In Farsi).
4. Barker, D.J., Sullivan, C.Y. & Moser, L.E. (1993). Water deficit effect on osmotic potential, cell wall elasticity & proline in five forage grasses. *Agronomy Journal*, 85, 270-275.
5. Bates, L.S., Waldren, R.P. & Teare, I.D. (1973). Rapid determination of free proline for water stress studies. *Plant soil*, 39, 205-207.
6. Brouwer, R. (1962). Distribution of dry matter in the plant. *Netherland Journal of Agriculture Science*, 10, 399-408.
7. De Lacerda, C.F., Cambraia, J. Oliva, M.A. & Ruiz, H.A. (2005). Changes in growth and in solute concentrations in Sorghum leaves and roots during salt stress recovery. *Environmental and Experimental Botany*, 54, 69-76.
8. Chaidler S. F. & Thorpe T., (1987). Characterization of growth water relations and proline accumulation in sodium sulfate tolerant callus of Brassica napus L. *Plant physiology*, 84, 106-111.
9. Ghazanshahi, J. (2000). *Plant and soil analysis*. Tehran Publication, Pp. 272.
10. Grattan, S.R. & Grive, C. M. (1998). Salinity mineral nutrient relations in horticultural crops. *Scientia Horticultura*, 78(1), 127-157.
11. Grattan, S. R. & Grieve, C. M. (1999) *Mineral nutrient acquisition and response by plants grown in saline environments*. Handbook of plant and crop stress 2nd ED. Pp. 203-229, Marcel Dekker, Inc., New York.
12. Heidari-Sharifabad, H. (2001). *Plant Aridity and Drought*. Research Institute of Forests and Rangelands Publication, Tehran, 200p. (In Farsi).
13. Kochert, G. (1978). *Carbohydrate determination by the phenol sulfuric acid method*: 56-97. In: Helebust, J.A. & Craig, J.S., (Eds.). Hand book of physiological method. Cambridge University Press.
14. Kouhi Fayegh, S. (2013). *The effect of salinity on some physiological characteristics of Elaeagnus angustifolia and Melia azadarach*. MS Thesis. Faculty of natural Resources, Yazd University, Pp. 80 (In Farsi).
15. Lichentaler, H.K. (1987). Chlorophylls and carotenoids: pigments photosynthetic membrans. *Methods in Enzymology*, 148, 350-382.
16. Mosleh Arany, A., Zamani, Z., Sodaeezadeh, H. & Moradi, G. (2017). Investigating seasonal changes of Proline, soluble sugars and ion contents in *Hammada salicornica* habitats with various soil conditions in Bafgh area, Yazd province. *Journal of Rangeland*, 3, 247-256, (In Farsi).

17. Nilsen, E. T. & Orcutt, D. M. (1996). *Physiology of plant under stress abiotic factor*, John Wiley and Sons, Inc., New York: 689 p
18. Nicolas M.E., Lambers H., Simpson R.J., & Dalling M.J. (1985). The effect of drought on metabolism and partitioning of carbon in two wheat varieties differing in drought tolerance. *Annals of Botany*, 55, 727-742.
19. Oraei, M, Tabatabaei, S. J., Fallahi, E. & Imani, A. (2009). The effects of salinity stress and rootstock on the growth, photosynthetic rate, nutrient and sodium concentrations of almond. *Journal of Horticulture Science and Biotechnology*, 23, 131-140, (In Farsi).
20. Schachtman, D.P., Munns R. & Whitecross, M.I. (1991). Variation in sodium exclusion and salt tolerance in *Triticum tauschii*. *Crop Science*, 31, 992-997.
21. Sudhakar, C., Reddy, P.S. & Veeranjanyulu, K. (1993). Effect of salt stress on enzymes of proline synthesis and oxidation in green gram (*Phaseolus aureus*) seedlings. *Journal of Plant Physiology*, 141, 621-623.
22. Tabatabaei, S. J. (2006). Effects of salinity and N on the growth, photosynthesis and N status of olive (*Olea europaea* L.) trees. *Science Horticulture*, 108, 432-438.
23. Tavakoli, H. (1382). Investigation on botanical and habitat characteristics of *Ammodendron persicum*. *Pajouhesh & Sazandegi*, 61, 73-79, (In Farsi).
24. Tavakoli, H., Shahmoradi, A., Paryab, A. & Farhangi, A. (1384). Investigation on ecological characteristics of *Ammodendron persicum*. *Iranian Journal of Range and Desert Research*, 13, 39-47.
25. Teimouri, A. & Jafari, M. (2010). The effects of salinity stress on some of anatomical and morphological characteristics in three *Salsola* species: *S. rigida*, *S. dendroides* and *S. richteri*. *Iranian Journal of Range and Desert Research*, 17, 21-34.
26. Yamasaki, H., Sakihama, Y., Kehara, N., 1997. Flavonoid-peroxidase reaction as a detoxification mechanism of plant cells against H₂O₂. *Plant Physiology*, 115: 1405-1412
27. Ziatabar Ahmadi, M. & Babaian Jelovdar, N.A. (1381). *Saline wastelands environment and plant growth*. Mazandaran University Publication, Pp.407.

The effect of salinity stress on some morphological and physiological characteristics of *Ammodendron persicum* conollyi

A. Mosleh Arany^{*1}, N. Zahedifar², H. Sovdaeizadeh¹, H. R. Azimzadeh¹

1. Associate Prof., Faculty of Natural Resources, Yazd University, Yazd, Iran.
2. MSc. student, Faculty of Natural Resources, Yazd University, Yazd, Iran.

* Corresponding Author: amosleh@yazd.ac.ir

Received date: 15/03/2017

Accepted date: 20/09/2017

Abstract

This study investigated the effects of different concentrations of salinity stress on some morphological and physiological characteristics of *Ammodendron persicum* using a randomized complete design with four replicates. The salinity factors were control, salinity concentrations of 2, 4, 8 and 12 ds/m and the results showed that salinity significantly affected on all morphological characteristics of the plant. The salinity decreased stem diameter, the number of leaves, stem height, wet and dry weight of aerial parts and increased wet and dry weight of root. The results also showed that salinity increased the amounts of proline in which the highest amount of proline measured in salinity of 12 ds/m and was equal to 0.046 mg/g and the lowest amount measured in control and was equal to 0.022 mg/g. The highest amount of soluble sugar measured in salinity of 12 ds/m and was equal to 0.75 mg/g while the lowest amount measured in control which was equal to 0.63 mg/g. Increasing salinity also increased the amounts of chlorophyll a, b and total chlorophyll. Increasing salinity decreased percentage of Nitrogen and the highest amounts of N measured in control (equal to 2.13%) and the lowest found in 12 ds/m (equal to 1.57). Increasing salinity decreased also the amounts of K⁺, P⁺, Ca⁺⁺, Mg⁺⁺, and K⁺/Na⁺ and increased the amounts of Na⁺. It is concluded that *Ammodendron persicum* is not resistant to salinity and would not have suitable growth in soil with salinity more than 2 ds/m.

Keywords: Potassium, Proline, Soluble sugar, Psammophytes