

اثرات تنش شوری روی نرخ تبادلات گازی و پتانسیل آبی برگ دو گونه ارغوان

(Robinia pseudoacacia L.) و افاقیا *(Cercis siliquastrum L.)*

ناصر نوروزی هارونی و بابک پیلهور*

ایران، خرم‌آباد، دانشگاه لرستان، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، گروه جنگلداری

تاریخ پذیرش: ۹۵/۱۲/۲۳

تاریخ دریافت: ۹۵/۵/۱۹

چکیده

اقاقیا و ارغوان از جمله گونه‌هایی هستند که در جنگل‌کاری‌ها و برنامه‌های توسعه فضای سبز شهری به وفور مورد استفاده قرار می‌گیرند. پژوهش حاضر پاسخ فیزیولوژیکی نهال‌های گلدانی دو گونه افاقیا و ارغوان معمولی را تحت تأثیر تنش شوری مورد بررسی قرار می‌دهد. آزمایش به صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی و در ۴ تکرار (هر تکرار ۴ گلدان) صورت گرفت. برای این منظور نهال‌های دو گونه طی آزمایشی با محلول سدیم کلرید به مدت ۹۰ روز در مکان مسقف در چهار سطح شوری ۰، ۵، ۱۰ و ۲۰ دسی زیمنس بر متر آبیاری شدند. نتایج نشان داد با افزایش تنش شوری، کلیه فاکتورهای فیزیولوژیکی هر دو گونه کاهش معنی‌داری نشان دادند. نهال‌های آبیاری شده هر دو گونه با سطوح بالای شوری سدیم کلرید (۱۰ و ۲۰ دسی زیمنس بر متر) دارای کمترین میزان فتوسنتز، هدایت روزنه‌ای، تعرق و پتانسیل آبی ساقه بودند. همچنین نهال‌های هر دو گونه پاسخ مناسب از نظر پارامترهای مورد مطالعه تا سطح ۱۰ دسی زیمنس بر متر به شوری را نشان دادند. با توجه به نتایج پیشنهاد می‌شود تا در پروژه‌های احیاء و جنگل‌کاری در مناطق خشک و نیمه خشک همچنین برنامه‌های توسعه فضای سبز شهری که شوری آب و خاک پایین‌تر از ۱۰ دسی زیمنس بر متر است، جهت جنگل‌کاری از دو گونه ارغوان و افاقیا استفاده شود.

واژه‌های کلیدی: ارغوان، افاقیا، تنش شوری، فتوسنتز، پتانسیل آبی.

* نویسنده مسئول، تلفن: ۰۹۱۲۵۲۲۸۵۱۲، پست الکترونیکی: babakpilehvar@yahoo.com

مقدمه

حدود ۵۰ تا ۷۰ درصد زمین‌های آبی در ایران را اشغال کرده‌اند (۱۶). شوری خاک به‌ویژه در مناطق خشک و نیمه خشک می‌تواند تولید و عملکرد گیاهان را به شدت کاهش دهد (۴۴). میزان تأثیرگذاری روی گیاهان به نوع گونه گیاهی، فصل رشد، میزان تحمل (آستانه تحمل)، زمان قرار گرفتن در معرض تنش شوری، الگوی بارندگی در طی فصل رشد، شدت و نوع شوری و خصوصیات فیزیکی شیمیایی خاک بستگی دارد (۳۲). شوری ناشی از سدیم کلرید نسبت به دیگر نمک‌ها با شدت بیشتری بر رویش بافت‌های جوان تأثیر می‌گذارد. این نمک‌ها با اثر منفی بر بافت‌های گیاهی،

در میان تنش‌های مختلف محیطی، شوری خاک، به دلیل اثرات چشمگیر آن بر روی فیزیولوژی و عملکرد گیاه به یک مشکل مهم جهانی تبدیل شده است (۲۲). اضافه شدن نمک‌هایی مثل سدیم کلرید، سدیم سولفات، کلرید کلسیم و... سبب ایجاد شوری در منابع آب و خاک خواهد شد. گزارش‌های قبلی حدود ۱۵/۵ میلیون هکتار از اراضی ایران (۱۰ درصد) را تحت تأثیر شوری دانسته‌اند (۱۸). برآوردهای جدیدتر نشان می‌دهد حدود ۲۵ میلیون هکتار از زمین‌های ایران شور و یا سدیمی هستند (۴۳) و در سال‌های اخیر نیز گزارش شده است که خاک‌های شور

برای جذب انرژی به شدت تحت تأثیر شوری قرار می‌گیرد. آبسزیک اسید تولید شده در واکنش به شوری سبب بسته شدن روزنه‌ها شده و ورود دی‌اکسید کربن را به گیاه محدود می‌کند. فتوستتوز در اثر بسته شدن روزنه‌ها و به واسطه تأثیر سوء نمک‌ها بر کلروپلاست‌ها، انتقال الکترون و فرایندهای ثانویه مختل می‌شود (۲۷). کاهش فعالیت فتوستتوز به دو جنبه شوری، غلظت نهایی نمک در گیاه و دیگری موقعیت بقیه یون‌ها نیز بستگی دارد. غلظت بالای شوری در خاک و آب، باعث افزایش پتانسیل اسمزی شده، در نتیجه یون‌های Na^+ به سیتوزول نشت یافته و انتقال الکترون در فتوستتوز و تنفس را غیر فعال می‌کنند (۹).

در ارتباط با پاسخ‌های فیزیولوژیکی درختان و درختچه‌های جنگلی به تنش شوری مطالعات چندی وجود دارد. از جمله، نتایج مطالعه Ye و همکاران (۵۱) روی سه گونه مانگرو *Aegiceras corniculatum*، *Acanthus ilicifolius* و *Avicennia marina* با شوری ۰، ۵، ۱۵، ۲۵، ۳۵ (گرم بر لیتر) نشان داد که در پایان دوره در نهال‌های تحت تنش، فتوستتوز، هدایت روزنه‌ای و تعرق کاهش یافت و این کاهش در نهال‌های *A. ilicifolius* و *A. corniculatum* نسبت به *A. marina* به‌طور معنی‌داری بیشتر بود. در تحقیقی روی درختچه *Myrica cerifela* تحت آبیاری با شوری بالاتر از ۵ ds/m سدیم کلرید، هدایت روزنه‌ای، انتشار بخار آب و فتوستتوز خالص نهال‌ها کاهش یافت (۴۲). اورعی و همکاران، (۱)، در تأثیر تنش شوری با سه سطح کلرید سدیم (۰، ۵۰، ۱۰۰ میلی‌مولار) روی گونه بادام (*Prunus dulcis* Miller.) مشاهده کردند که افزایش شوری سبب کاهش میزان مولفه‌های رویشی و فتوستتوز شد.

ارغوان معمولی (*Cercis siliquastrum* L.)، از زیر خانواده *Caesalpinioideae* و خانواده *Fabaceae* که از گونه‌های بومی سرزمین‌های گرم و مدیترانه‌ای اروپا جنوبی و جنوب

فتوستتوز و تقسیم سلولی، رشد گیاهان را متوقف و یا دچار اختلال می‌سازند (۳۵). به طور کلی افزایش شوری در خاک باعث کاهش رشد و میزان محصول می‌گردد. شوری بر تمام فرایندهای اصلی گیاه مانند رشد، فتوستتوز، سنتز پروتئین، متابولیسم لیپیدها در گیاهان از جوانه‌زنی بذر تا تولید بیوماس و تولید بذر تأثیر می‌گذارد (۳۸).

گیاهان نیز مانند جانوران برای مقابله با این شرایط ناسازگار و سخت، با استفاده از مکانیسم‌های متفاوت با تنش مقابله می‌نمایند که این مکانیسم‌ها شامل سازش و مقاومت است (۴۰). سازش‌ها اعم از مورفولوژیکی، فیزیولوژیکی و بیوشیمیایی به نحوی انجام می‌گیرد که گیاه بتواند بهتر با محیط تطابق پیدا کند و از امکانات مادی محیط خود بهینه استفاده نماید. مطالعات متعدد اثر شوری بر روی رشد گیاهان نشان می‌دهد که حساسیت رشد گیاهان به تنش شوری، وابسته به ژنوتیپ، سن و میزان مقاومت گونه گیاهی به شوری است (۲۸) در طول دوره رشد، گیاهان حداکثر فتوستتوز، تنفس و جذب مواد معدنی را دارند. از طرفی، شوری فعالیت متابولیسمی سلول‌های گیاه را کاهش داده در نتیجه به طور واضح مانع رشد گیاهان می‌شود (۴۹).

اثر نخست و غالب، مربوط به کل املاح محلول در خاک است که کاهش پتانسیل اسمزی را به دنبال دارد. با کاهش پتانسیل اسمزی، انرژی آزاد آب کاهش یافته و گیاه برای به دست آوردن مقداری مشخص آب باید انرژی حیاتی بیشتری صرف کند. بنابراین، بخشی از انرژی که گیاه برای رشد و نمو به آن نیاز دارد، صرف به دست آوردن آب شده و به این ترتیب رشد عمومی آن کاهش می‌یابد (۸). با افزایش شوری بازده گیاهان کم شده و پروسه‌هایی مثل فتوستتوز، تنفس، کارایی آب و غشای پلاسمایی (۱۴) و پتانسیل آب برگ، جذب آب، نرخ تعرق، نگهداری آب و کارایی آب، پتانسیل آبی ساقه، پتانسیل اسمزی و هدایت روزنه‌ای کاهش می‌یابد (۲۳). فتوستتوز به عنوان مسیر اصلی

گرفتن بسیاری از نهالستان‌های تولید نهال جنگلی کشور در مناطق خشک که شوری خاک عامل محدود کننده بسیاری از گونه‌های منتخب است، بررسی تحمل گونه‌ها با اهداف موفقیت آنها در خاک‌های شور و لب شور نهالستان‌ها و عرصه‌های جنگل‌کاری از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. از آنجا که دو گونه افاقیا و ارغوان در برنامه‌های توسعه جنگل‌کاری و فضای سبز شهری و برون شهری مناطق خشک کشور مورد استفاده وسیعی قرار می‌گیرد، لذا تحقیق روی تحمل به شوری آنها حایز اهمیت است و در این تحقیق پاسخ فیزیولوژیکی این دو گونه به تنش شوری مورد بررسی قرار می‌گیرد.

مواد و روشها

در این مطالعه بذور افاقیا و ارغوان معمولی از مرکز بذر جنگلی آمل (مرکز بذر خزر) تهیه و برخی از خصوصیات بذر این گونه اندازه‌گیری شد که به همراه برخی از شرایط محیطی محل تهیه بذور در جدول (۱) آورده شده است. بذور تهیه شده در گلدان‌های پلاستیکی با ابعاد ۲۵×۱۵ سانتی‌متر در خاکی با نسبت یک قسمت ماسه شسته شده و یک قسمت خاک و یک قسمت شن کاشته شدند (جدول ۲) و به گلخانه‌ای با شرایط دمایی $25 \pm 10^{\circ}\text{C}$ و رطوبت 45 ± 20 درصد منتقل شدند.

شرقی و آسیای مرکزی و غربی است (۱۷). این گونه، در ایران به صورت خودرو می‌روید و قابلیت تحمل و رشد در مناطق خشک (۴۱) و بیشتر خاک‌ها را دارد؛ به طوری که بهترین رشد آن در خاک‌های با pH بالای ۷/۵ می‌باشد (۴۶). این گونه در فضای سبز برای باغ‌ها و جنگل-کاری‌های شهری (۴)، در دره‌ها و رودخانه‌ها (۱۲)، همچنین برای حصارکشی، کنترل فرسایش، بادشکن و مامن حیات وحش مورد استفاده قرار می‌گیرند. علاوه بر این، به خوبی با شرایط نیمه‌خشک سازگار شده و تحمل آلودگی هوا و خاک‌های ضعیف را نیز دارند (۵۲). افاقیا (*Robinia pseudoacacia* L.) گونه‌ای بومی کوه‌های آپالچیان آمریکا شمالی است که امروزه در ایران در بیشتر مناطق برای جنگل‌کاری شهری مورد استفاده قرار می‌گیرد. این گونه سبب بهبود وضعیت خاک با استفاده از تثبیت نیتروژن می‌شود به طوری که افاقیا در سال مقدار ۱۲۰ کیلوگرم در هکتار، نیتروژن را به خاک جنگلکاری این گونه اضافه می‌کند (۳۶). این درخت برای کاشت در اطراف رودخانه‌ها، اطراف معادن (۳۳)، مناطق با خطر آتش‌سوزی (۱۳)، پارک‌ها و فضای سبز شهری مورد استفاده قرار می‌گیرد. با توجه به وسعت زیاد خاک‌های شور در بسیاری از مناطق کشور و لزوم احیاء آنها از طریق کاشت گونه‌های گیاهی به ویژه گونه‌های جنگلی و نیز قرار

جدول ۱- خصوصیات منطقه جمع‌آوری بذر و خصوصیات بذور اندازه‌گیری شده (مرکز بذر خزر آمل)

گونه	منطقه	ارتفاع از سطح دریا (متر)	آب و هوا	قوه نامیه (%)	رطوبت (%)	تعداد در	وزن هزار دانه (گرم)
افاقیا	زنجان	۱۶۶۳	خشک سرد	۷۵	۸/۵	۵۶۳۲۰	۲۷/۷
ارغوان معمولی	زنجان	۱۶۶۳	خشک سرد	۸۵	۴/۴	۳۶۶۳۰	۱۷/۳

جدول ۲- مشخصات خاک گلدان‌های نهال‌های بازکاشت شده ارغوان و افاقیا

PH	EC (Ms/cm)	N (%)	P (ppm)	K (ppm)	C (%)	clay (%)	silt (%)	sand (%)	کلاسه بافت	وزن ظاهری خاک (g/cm^3)
۶/۱	۰/۳۶	۰/۱۳	۱۳	۳۰	۰/۴۵	۲۲	۱۲	۶۶	شن لومی	۱/۵۱

نهال‌ها برای اندازه‌گیری انتخاب شدند. اندازه‌گیری متغیرها در یک روز آفتابی و از ساعت ۱۱-۹:۳۰ (۵۰) و رطوبت نسبی (۶۰ تا ۸۰ درصد) و دمای سطح برگ (۲۵ تا ۳۰ درجه سانتی‌گراد) صورت گرفت (۱۱)، برای اندازه‌گیری پتانسیل آبی ساقه از دستگاه (Pressure Chamber, Skye, SKPM 1400, UK) و ساقه قسمت میانی نهال استفاده شد.

تجزیه و تحلیل آماری: این آزمایش در قالب طرح کاملاً تصادفی انجام شد. برای بررسی نرمال بودن داده‌ها از آزمون کولموگروف-اسمیرنوف و برای همگنی واریانس از آزمون لون استفاده شد. پارامترهای فیزیولوژیکی در دوره-های مختلف به وسیله آزمون Two-way ANOVA- Repeated measure مورد ارزیابی قرار گرفت. برای مقایسه میانگین‌ها از آزمون دانکن استفاده شد. کلیه آزمون‌های مربوطه با نرم افزار SPSS 16.0 (SPSS Inc., Chicago, IL) انجام شد.

نتایج

نتایج نشان داد که اثر تنش شوری بر همه صفات اندازه‌گیری شده برای دو گونه مورد مطالعه تأثیرگذار بود (جدول ۳ و جدول ۴).

آنگاه گلدان‌ها به مدت ۹۰ روز در حد ظرفیت زراعی (هر ۲ روز یک‌بار) آبیاری شدند تا اینکه نهالهای ارغوان به میانگین ارتفاعی $19/5 \pm 0/3$ سانتی متر و قطر یقه $1/6 \pm 0/3$ سانتی متر و نهال‌های افاقیا به ارتفاع $14/2 \pm 4/3$ سانتی متر و قطر یقه $1/7 \pm 0/4$ سانتی متر رسیدند.

این آزمایش به صورت فاکتوریل (گونه و شوری) در قالب طرح کاملاً تصادفی با ۴ تیمار شوری ۰، ۵، ۱۰ و ۲۰ دسی‌زیمنس بر متر سدیم کلرید (۵) در قالب ۴ تکرار با ۴ گلدان انجام شد. برای جلوگیری از شوک اسمزی، اعمال تیمارهای شوری به صورت تدریجی صورت گرفت و هر سه روز یکبار گلدان‌ها را به اندازه‌ای آبیاری کرده که آب از انتهای گلدان‌ها خارج شود و به ازای هر پنج بار آبیاری با محلول‌های شوری، یکبار با آب شرب (آشامیدنی) آبیاری شدند. این کار به منظور جلوگیری از اثرات تجمعی نمک و کاهش تغییرات EC و pH بستر کاشت انجام گرفت. مدت زمان اعمال تنش در این تحقیق ۹۰ روز بود.

اندازه‌گیری صفات فیزیولوژیک نهال: فاکتورهای فتوسنتز، تعرق، هدایت روزنه‌ای و پتانسیل آبی در دوره-های تنش (قبل از تنش، ۳۰، ۶۰ و ۹۰ روز بعد از تنش) اندازه‌گیری شد. برای اندازه‌گیری فتوسنتز، تعرق و هدایت روزنه‌ای از دستگاه قابل حمل اندازه‌گیری فتوسنتز (ADC, LCpro+, UK) استفاده شد و برگ‌های بالغ قسمت پایینی

جدول ۳- نتایج آنالیز واریانس اثرات مختلف شوری و زمان روی برخی از خصوصیات فیزیولوژیکی نهال‌های ارغوان

پتانسیل آبی (bar)	تعرق ($\mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$)	هدایت روزنه‌ای ($\text{mmol m}^{-2}\text{s}^{-1}$)	فتوسنتز ($\text{mmol m}^{-2}\text{s}^{-1}$)	منابع تغییرات	
				F	P
۵۱۳۰/۳۶۹	۳۴۶۷/۳۵۲	۱۲/۸۸۴	۹۱/۶۶۰	F	تنش شوری
۰/۰۰۰**	۰/۰۰۰**	۰/۰۰۰**	۰/۰۰۰**	P	
پتانسیل آبی (bar)	تعرق ($\mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$)	هدایت روزنه‌ای ($\text{mmol m}^{-2}\text{s}^{-1}$)	فتوسنتز ($\text{mmol m}^{-2}\text{s}^{-1}$)	درون گروه‌ها	
۸۸/۷۹۲	۱/۹۴۲	۰/۶۰۵	۲/۱۳۱	F	زمان
۰/۰۰۰**	۰/۱۴ ^{ns}	۰/۶۱۶ ^{ns}	۰/۱۱۳ ^{ns}	P	
۹/۵۳۲	۷/۱۴۳	۱۲/۶۱۸	۵/۹۷۴	F	زمان × تنش شوری
۰/۰۰۰**	۰/۰۰۰**	۰/۰۰۰**	۰/۰۰۰**	P	

ns، * و **: به ترتیب غیر معنی‌دار و معنی‌دار در سطح احتمال ۹۵٪ و معنی‌داری در سطح احتمال ۹۹٪.

جدول ۴- نتایج آنالیز واریانس اثرات مختلف شوری و زمان بر برخی از خصوصیات فیزیولوژیکی نهال‌های افاقیا

منابع تغییرات				بین گروه‌ها
فتوستتزر (mmol m ⁻² s ⁻¹)	هدایت روزنه‌ای (mmol m ⁻² s ⁻¹)	تعرق (μmol m ⁻² s ⁻¹)	پتانسیل آبی (bar)	
۱۷/۶۷۰	۱۵/۲۶۰	۲۹/۹۳۷	۵۶/۶۰۹	F
۰/۰۰۰**	۰/۰۰۰**	۰/۰۰۰**	۰/۰۰۰**	P
فتوستتزر				درون گروه‌ها
هدایت روزنه‌ای (mmol m ⁻² s ⁻¹)	تعرق (μmol m ⁻² s ⁻¹)	پتانسیل آبی (bar)	فتوستتزر (mmol m ⁻² s ⁻¹)	
۲۳/۹۶۷	۲۳/۸۵۳	۱۵/۵۸۸	۲۲۷/۶۵۵	F
۰/۳۱۹ ^{ns}	۰/۰۰۰**	۰/۰۰۰**	۰/۰۰۰**	P
۴/۶۸۲	۱۷/۲۰۲	۲۵/۹۴۹	۱۱/۸۵۳	F
۰/۰۰۰**	۰/۰۰۰**	۰/۰۰۰**	۰/۰۰۰**	P

ns، * و **: به ترتیب غیر معنی‌دار و معنی‌دار در سطح احتمال ۹۵٪ و معنی‌داری در سطح احتمال ۹۹٪.

کاهنده داشت. در گونه ارغوان نیز هدایت روزنه‌ای به جزء سطوح صفر و ۵ دسی زیمنس بر متر در سطح دیگر تنش، از ابتدا تا انتها روندی نزولی داشت (شکل ۱).

میزان تعرق نیز در نهال‌های افاقیا در دو سطح شوری ۱۰ و ۲۰ دسی زیمنس بر متر با افزایش دوره تنش از روز ۳۰ام کاهش یافت ولی میزان تعرق در دو سطح دیگر تنش شوری (صفر و ۵ دسی زیمنس بر متر) روند افزایشی را تا پایان دوره نشان داد. میزان تعرق در نهال‌های ارغوان نیز به جزء سطح ۲۰ دسی زیمنس بر متر که روند کاهنده تا انتهای دوره نشان داد در سطوح دیگر میزان تعرق نهال‌های تحت تنش تا آخر دوره روندی افزایشی داشت. (شکل ۱).

میزان پتانسیل آبی ساقه در نهال‌های هر دو گونه در سطوح مختلف شوری با افزایش دوره اندازه‌گیری روندی نزولی نشان دادند به طوری که نهال‌های گونه افاقیا در کلیه سطوح از آغاز دوره تنش تا روز ۳۰ام از میزان پتانسیل آبی ساقه آنها کاسته شد ولی از روز ۳۰ام تا آخر دوره میزان پتانسیل آبی نهال‌ها (به جزء سطح ۲۰ دسی زیمنس بر متر) کاهش نشان نداد. همچنین پتانسیل آبی ساقه در نهال‌های ارغوان تا روز ۳۰ام روندی نزولی داشت سپس از روز ۳۰ام تا ۶۰ام تنها برای نهال‌های آبیاری شده با دو سطح

تأثیر زمان اندازه‌گیری صفات فیزیولوژیکی نیز برای گونه ارغوان تنها برای مشخصه پتانسیل آبی ساقه و برای گونه افاقیا برای صفات هدایت روزنه‌ای، تعرق و پتانسیل آبی ساقه معنی‌دار بود. اثر متقابل تنش شوری و زمان اندازه‌گیری نیز برای هر دو گونه معنی‌دار شد (جدول، ۳ و جدول، ۴).

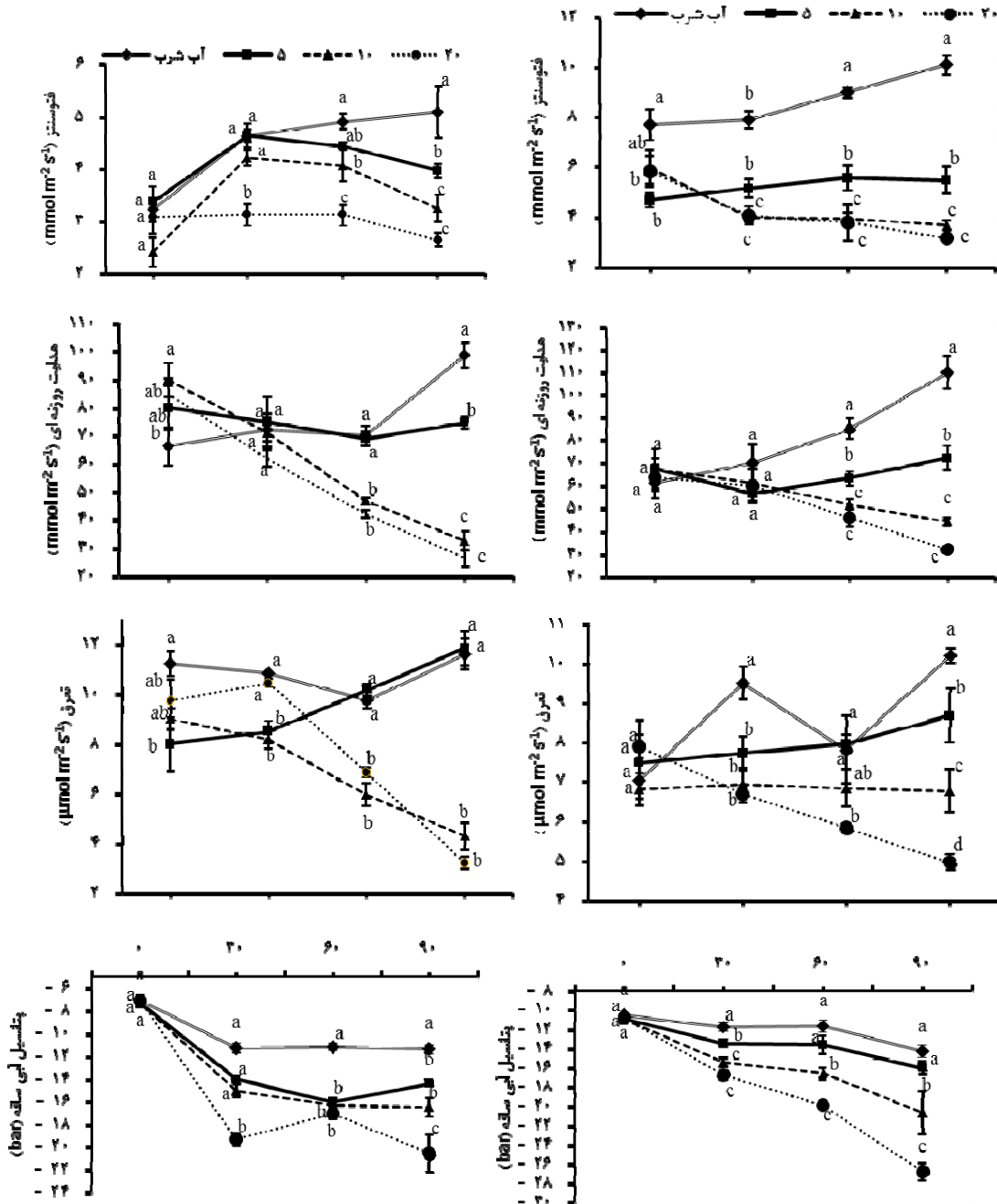
بالاترین نرخ تبادلات گازی در پایان دوره آزمایش در بین سطوح مختلف تیمار، مربوط به سطح آبیاری با آب شیرین (سطح صفر شوری) بود (شکل ۱). با افزایش سطح شوری تا روز ۳۰ام میزان فتوستتزر برای گونه افاقیا روندی افزایشی داشت و سپس به غیر از نهال‌های آبیاری شده با آب شرب (سطح شوری صفر) نهال‌های سطوح دیگر تا آخر دوره ۹۰ روزه روندی کاهنده نشان دادند. در گونه ارغوان به غیر از سطح صفر و ۵ دسی زیمنس بر متر، فتوستتزر نهال‌های دو سطح دیگر از آغاز دوره تنش تا پایان دوره روندی کاهنده داشتند (شکل ۱).

میزان هدایت روزنه‌ای در نهال‌های افاقیا در تمام سطوح تنش (به جزء تیمار شاهد) تا دوره دوم اندازه‌گیری (روز ۶۰ام) روندی کاهنده و سپس برای تیمار شاهد و ۵ دسی-زیمنس روندی افزایشی و نهال‌های دو سطح دیگر روندی

شوری خاک و آب به عنوان عامل محیطی اصلی سبب کاهش حاصلخیزی خاک و محدودیت رشد در گیاهان است (۹).

صفر و ۵ دسی‌زیمنس بر متر بدون تغییر و پس از روز ۶۰ در کلیه سطوح میزان پتانسیل آبی ساقه کاهش یافت (شکل ۱).

بحث



شکل ۱- اثر سطوح مختلف شوری (دسی‌زیمنس) و دوره اندازه‌گیری در مدت ۹۰ روز تنش بر شاخص‌های فیزیولوژیکی دو گونه افاقیا (چپ) و ارغوان معمولی (راست) (حروف مختلف نشان دهنده اختلاف آماری بین هر یک از دوره‌های اندازه‌گیری است).

با مطالعه Flowers (۲۰) روی گونه های *Oryzonia sativa* و *Suaeda maritima* که با افزایش شوری نرخ فتوسنتز و هدایت روزنه‌ای کاهش یافتند، مطابقت دارد. در مطالعه ای که روی نهال‌های مرکبات انجام گردید، تحت تاثیر یون-های سدیم کلرید (Na^+ و Cl^-)، تجمع Cl^- در برگ‌ها، فتوسنتز و هدایت روزنه‌ای در نهال‌های تحت تنش کاهش یافت (۳۸). همچنین در مطالعه دیگری، تحت تنش شوری، کاهش هدایت روزنه‌ای و پتانسیل آبی نهال‌های یک‌ساله گونه *Pinus pinaster* دچار کاهش شد (۳۰).

پاسخ تعرق نهال‌های تحت تنش در هر دو گونه (به جزء سطح ۱۰ دسی‌زیمنس بر متر) مشابه بود. کاهش میزان تعرق در سطوح شوری ۱۰ و ۲۰ دسی‌زیمنس بر متر برای نهال‌های اقاویا و ۲۰ دسی‌زیمنس بر متر در نهال‌های ارغوان در پایان دوره می‌تواند یکی از مکانیسم‌های بردباری گیاهان در مواجهه با تنش شوری باشد که در سطوح بالای تنش شرایطی اسمزی (تنش خشکی) ایجاد شده و برای کاهش هدر رفت آب، روزنه‌های برگ گیاه بسته می‌شود (۸، ۳). از آنجا که کاهش میزان جذب آب در گیاهان سبب توقف رشد و نمو، کاهش تقسیم سلولی در گیاهان، افزایش آسیب سلولی و مرگ و میر گیاهان می‌شود، بنابراین گیاهان در جهت کاهش از دست دادن موجودی آب خود میزان تعرق را کاهش می‌دهند (۲۱). همچنین، گیاهان برای کاهش میزان جذب یون‌های Cl^- و Na^+ که روی همه فرآیندهای اصلی گیاه نظیر رشد، فتوسنتز، سنتز پروتئین و متابولیسم چربی‌ها تاثیر می‌گذارد میزان تقاضای خود به آب را از طریق بستن روزنه‌ها و کاهش تعرق جبران می‌کنند (۲۴). افزایش میزان تعرق در نهال‌های سطح ۱۰ دسی‌زیمنس بر متر ارغوان را می‌توان به دلیل آسیب وارده توسط نمک به ریشه که سبب از بین رفتن قدرت انتخابی ریشه در جذب عناصر شده است و میزان تعرق را در نهال‌ها افزایش داده است، مرتبط دانست (۱۰). در مطالعه ای روی گونه *Jatropha curcas* تحت تنش شوری مشاهده شد که کلیه روابط آبی گیاه و

ابتدایی‌ترین واکنش گیاهان به تنش شوری را می‌توان کاهش نرخ سطح برگ در آنها دانست که رابطه مستقیمی با نرخ فتوسنتز در گیاهان دارد (۲۵). نتایج این تحقیق نشان داد که هر دو گونه از نظر پاسخ فتوسنتزی در پایان دوره نتایج مشابه‌ای نشان دادند. کاهش نرخ فتوسنتز در پایان دوره برای هر دو گونه در مقایسه با شروع تنش و کاهش میزان فتوسنتز در نهال‌های آبیاری شده با شوری ۵، ۱۰ و ۲۰ در مقایسه با سطح صفر شوری (آب شرب) را می‌توان مربوط به کاهش عملکرد آنزیم روبیسکو در فرآیند فتوسنتز در شوری بالا دانست (۲، ۳۴). تنش شوری همچنین موجب افزایش سدیم کلرید در کلروپلاست گیاهان عالی شده و با کاهش فتوسنتز روی رشد تاثیر می‌گذارد (۶). همچنین، در شرایط تنش بالا به دلیل ایجاد تنش آبی، روزنه‌ها بسته می‌شوند. Munns (۴۱) در مطالعه خود بیان داشت که کاهش تورم سلولی در برگ گیاهان تحت تنش شوری، عاملی اصلی کاهش هدایت روزنه‌ای، کاهش تثبیت CO_2 و فتوسنتز خالص بوده که این کاهش اصلی‌ترین عامل در محدودیت رشد تحت تنش شوری است. دلیل دیگر کاهش فتوسنتز است که سبب دهیدراتاسیون غشاء سلول و در نتیجه کاهش نفوذپذیری CO_2 ، تاثیر سمیت شوری سدیم کلرید، سبب تسریع در فرآیند پیری بدلیل تجمع نمک و تغییر فعالیت آنزیم‌ها به دلیل تغییرات ساختاری در سیتوپلاسم می‌باشد (۴۸). Flexas و همکاران، (۱۹) اظهار داشتند که بیشتر گیاهان دارای چرخه C_3 تحت شرایط تنش شوری از میزان فتوسنتز آنها کاسته شده که دلیل آن غلظت بالای کلر و سدیم انباشته شده در برگ این گیاهان می‌باشد.

نتایج ما نشان داد که افزایش تنش شوری روی نهال‌های دو گونه موجب کاهش میزان هدایت روزنه‌ای شده است، به طوری که سطح ۱۰ و ۲۰ دسی‌زیمنس بر متر کمترین میزان هدایت روزنه‌ای را در پایان دوره برای هر دو گونه نشان دادند. از جمله دلایل این کاهش، بسته شدن روزنه‌ها و کاهش انتقال الکترون فتوسنتزی می‌باشد (۲۶). این نتایج

نتیجه‌گیری

از نتایج این تحقیق می‌توان چنین استنباط کرد که افزایش تنش شوری سبب کاهش کلیه فاکتورهای فیزیولوژیکی مورد بررسی مانند نرخ تبادلات گازی و پتانسیل آبی برگ در دو گونه مورد مطالعه شده است. همچنین در بین سطوح مختلف تیمار، نهال‌های آبیاری شده با سطوح شوری ۲۰ و ۱۰ دسی‌زیمنس بر متر به ترتیب کمترین نرخ فاکتورهای مورد مطالعه را داشتند. به علاوه، در هر دو گونه، نهال‌های آبیاری شده تا سطح ۵ دسی‌زیمنس بر متر، در مقایسه با سطوح ۱۰ و ۲۰ دسی‌زیمنس بر متر، از شرایط مطلوب‌تری برخوردار بودند.

در مجموع، این مطالعه نشان داد که هر دو گونه به شرایط شوری بالا، حساسیت دارند. لذا شاید بتوان اظهار داشت که در پروژه‌های احیاء و جنگل‌کاری در مناطق خشک و برنامه‌های توسعه فضای سبز شهری و برون‌شهری و نیز بسترهای شور و لب‌شور نهالستان‌ها که خاک آنها در معرض شوری پایین‌تر از ۱۰ دسی‌زیمنس بر متر است، بتوان از ارغوان و افاقیا استفاده موثر به عمل آورد. تحقیق در بازه زمانی طولانی‌تر توسط پژوهشگران دیگر می‌تواند دقت نتایج این تحقیق را بیش از پیش بهبود بخشد.

پارامترهای تبادلات گازی کاهش یافتند و همچنین غلظت بالای عناصر کلر و سدیم در برگ‌ها موجب کاهش هدر رفت آب موجود در سلول‌های برگ شد (۴۵). با افزایش شوری، پتانسیل آبی، پتانسیل اسمزی و هدایت روزنه‌ای کاهش می‌یابد (۲۳).

پتانسیل آبی گیاه با افزایش شوری خاک به طور معنی‌داری در برگ، ساقه، ریشه اصلی و فرعی کاهش می‌یابد (۳۹). در این مطالعه مشاهده شد که پایین‌ترین میزان پتانسیل آبی ساقه را نهال‌های آبیاری شده با شوری ۱۰ و ۲۰ دسی‌زیمنس بر متر در مقایسه با سایر سطوح نشان دادند که با مطالعه (۱۵) روی گونه کنف (*Hibiscus cannabinus* L.) مشاهده کردند که پتانسیل آبی و پتانسیل اسمزی نهال‌ها با افزایش شوری منفی‌تر می‌شود. در مطالعه دیگر روی گونه هالوفیت *Spirulina platensis* مشخص شد که افزایش سطح شوری در آبیاری این گونه سبب کاهش معنی‌دار پتانسیل آبی برگ و نرخ تبخیر در این گونه شد (۳۱) این کاهش را می‌توان به دلیل افزایش شوری در اطراف ریشه که منجر به کاهش پتانسیل آبی در نهال‌های تحت تنش می‌شود دانست (۷). علاوه بر این، کاهش میزان پتانسیل گیاهان در شرایط شوری را می‌توان به ذخیره یون‌های معدنی در واکنش‌های گیاه نسبت داد که باعث کاهش پتانسیل آبی سلول و در نتیجه کاهش نرخ فتوسنتز و رشد گیاه می‌شود (۳۷).

منابع

- ۱- اورعی، م.، طباطبایی، س.ج.، فلاحی، ا.، ایمانی، ع.، ۱۳۸۸. اثرات تنش شوری و پایه بر رشد، شدت فتوسنتز، غلظت عناصر غذایی و سدیم درخت بادام. نشریه علوم باغبانی (علوم و صنایع کشاورزی). ۲ (۲۳): ۱۴۰-۱۳۱.
- ۲- حاجی‌بلند، ر.، ابراهیمی، ن.، ۱۳۹۲. تأثیر شوری ملایم و کاربرد پلی‌آمینها بر رشد، فتوسنتز و متابولیسم فنلها در گیاه سدیم‌پسند چغندر قند. مجله پژوهش‌های گیاهی (مجله زیست‌شناسی ایران). ۳ (۲۶): ۲۹۰-۳۰۰.
- ۳- حیدری، ن.، پوریوسف، م.، توکلی، ا.، ۱۳۹۳. تأثیر تنش خشکی بر فتوسنتز، پارامترهای وابسته به آن و محتوای نسبی آب گیاه آنیسون (*Pimpinella anisum* L.). مجله پژوهش‌های گیاهی (مجله زیست‌شناسی ایران). ۵ (۲۷): ۸۳۹-۸۲۹.
- ۴- فرهمند، ه.، خوشخوی، م.، ۱۳۸۰. بررسی پیشبرد افزایش جنسی و رویشی ارغوان معمولی (*Cercis siliquastrum* L.). مجله علوم و فنون باغبانی ایران، ۲ (۱-۲): ۲۵-۳۸.
- ۵- قالی‌باف، ح.، محمدنیا، ک.، سلاح‌ورزی، ی.، ۱۳۹۱. تأثیر تنش‌های خشکی و شوری بر خصوصیات مورفوفیزیولوژیک گیاه

- ۴ فصلنامه علمی-پژوهشی تحقیقات مرتع و بیابان ایران. ۴ (۱۸): ۵۴۶-۵۳۷.
- ۸- ملکتوتی، م.ج. و همایی، م. ۱۳۸۲. حاصلخیزی خاک‌های مناطق خشک مشکلات و راه حل‌ها، چاپ دوم با بازنگری کامل. انتشارات دانشگاه تربیت مدرس تهران، ایران. ۶۰۰ ص.
- ۶- کافی، م.، برزوئی، ا.، صالحی، م.، کمندی، ع.، معصومی، ع.، نباتی، ج.، ۱۳۸۸. فیزیولوژی تنش‌های محیطی در گیاهان. انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد: ۵۰۲ ص.
- ۷- کریمی، ق.، عصاره، م.ج.، ۱۳۹۰. بررسی اثر تنش شوری بر برخی شاخص‌های فیزیولوژیکی گونه مرتعی *kochia prostrata*.
- 9- Allakhverdiev, S. I., Nishiyama, Y., Suzuki, I., Tasaka, Y., & Murata, N. (1999). Genetic engineering of the unsaturation of fatty acids in membrane lipids alters the tolerance of *Synechocystis* to salt stress. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 96(10): 5862-5867.
- 10- Ashraf, M. (2004). Some important physiological selection criteria for salt tolerance in plants. *Flora-Morphology, Distribution, Functional Ecology of Plants*, 199(5): 361-376.
- 11- Baltzer, J. L., & Thomas, S. C. (2007). Physiological and morphological correlates of whole-plant light compensation point in temperate deciduous tree seedlings. *Oecologia*, 153(2): 209-223.
- 12- Boratyński, A., Browicz, K., Zieliński, J., (1992). Chorology of trees and shrubs in Greece. *Sorus, Poznań/Kórnik*: 286 pp.
- 13- Boring, L. R., & Swank, W. T. (1984). Symbiotic nitrogen fixation in regenerating black locust (*Robinia pseudoacacia* L.) stands. *Forest Science*, 30(2): 528-537.
- 14- Botella, M. A., Quesada, M. A., Kononowicz, A. K., Bressan, R. A., pliego, F., Hasegawa, P. M., Valpuesta, V., (1994). Characterization and in-situ localization of a salt - induced tomato peroxidase messenger-RNA. *plant molecular biology*, 25: 105-111.
- 15- Chaudhuri, K., & Choudhuri, M. A. (1997). Effects of short-term NaCl stress on water relations and gas exchange of two jute species. *Biologia plantarum*, 40(3), 373-380.
- 16- Cheraghi, S.A.M. 2004. Institutional and scientific profiles of organizations working on saline agriculture in Iran. In Prospects of Saline Agriculture in the Arabian Peninsula: Proceedings of the International Seminar on Prospects of Saline Agriculture in the GCC Countries. eds. Taha, F.K.; Ismail, S.; Jaradat, A. 18-20 March 2001, Dubai, United Arab Emirates. 399-412 pp.
- کالارگراس (*Leptochloa fusca* L. kunth) تحت شرایط کنترل شده. نشریه پژوهش‌های زراعی ایران. ۱ (۱۰): ۱۷۹-۱۸۸.
- 17- Davis, C. C., Fritsch, P. W., Li, J., & Donoghue, M. J. (2002). Phylogeny and biogeography of *Cercis* (Fabaceae): evidence from nuclear ribosomal ITS and chloroplast *ndhF* sequence data. *Systematic Botany*, 27(2), 289-302.
- 18- Dewan, M. L., & Famouri, J. (1964). The soils of Iran. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations . 319 pp.
- 19- Flexas, J., Bota, J., Loreto, F., Cornic, G., & Sharkey, T. D. (2004). Diffusive and metabolic limitations to photosynthesis under drought and salinity in C3 plants. *Plant Biology*, 6(3), 269-279.
- 20- Flowers, T., & Yeo, A. R. (1986). Ion relations of plants under drought and salinity. *Functional Plant Biology*, 13(1), 75-91.
- 21- Glenn, E. P., Watson, M. C., O'leary, J. W., & Axelson, R. D. (1992). Comparison of salt tolerance and osmotic adjustment of low-sodium and high-sodium subspecies of the C4 halophyte, *Atriplex canescens*. *Plant, Cell & Environment*, 15(6), 711-718.
- 22- Golbashy, M., Ebrahimi, M., Khorasani, S. K., & Choukan, R. (2010). Evaluation of drought tolerance of some corn (*Zea mays* L.) hybrids in Iran. *African Journal of Agricultural Research*, 5(19), 2714-2719.
- 23- Gulzar, S., Khan, M. A., & Ungar, I. A. (2003). Effects of salinity on growth, ionic content, and plant-water status of *Aeluropus lagopoides*. *Communications in soil science and plant analysis*, 34(11-12), 1657-1668.
- 24- Harris, B. N., Sadras, V. O., & Tester, M. (2010). A water-centred framework to assess the effects of salinity on the growth and yield of wheat and barley. *Plant and Soil*, 336(1-2), 377-389.
- 25- Hasegawa, P. M., Bressan, R. A., Zhu, J. K., & Bohnert, H. J. (2000). Plant cellular and molecular responses to high salinity. *Annual review of plant biology*, 51(1), 463-499.

- 26- Iyengar, E. R. R., & Reddy, M. P. (1996). Photosynthesis in highly salt tolerant plants. *Handbook of photosynthesis. Marshal Dekar, Baten Rose, USA, 909pp.*
- 27- Larcher, W. (1996). Physiological plant ecology. *Acta Physiologiae Plantarum*, 18, 513pp.
- 28- Larcher, W., (2001): Physiological plant ecology. Springer-verlag Berlin Heidelberg New York Germany : 505pp.
- 29- Levitt, J. (1980). Responses of plants to environmental stresses. Volume II. Water, radiation, salt, and other stresses (No. Ed. 2). Academic Press. 350pp.
- 30- Loustau, D., Crepeau, S., Guye, M. G., Sartore, M., & Saur, E. (1995). Growth and water relations of three geographically separate origins of maritime pine (*Pinus pinaster*) under saline conditions. *Tree physiology*, 15(9), 569-576.
- 31- Lu, C., & Vonshak, A. (2002). Effects of salinity stress on photosystem II function in cyanobacterial *Spirulina platensis* cells. *Physiologia plantarum*, 114(3), 405-413.
- 32- Maas, E. V., Grattan, S. R., Skaggs, R. W., & Schilfgaard, J. V. (1999). Crop yields as affected by salinity. *Agricultural drainage.*, 55-108.
- 33- Masaka, K., & Yamada, K. (2009). Variation in germination character of *Robinia pseudoacacia* L. (*Leguminosae*) seeds at individual tree level. *Journal of Forest Research*, 14(3), 167-177.
- 34- Munns, R. (1993). Physiological processes limiting plant growth in saline soils: some dogmas and hypotheses. *Plant, Cell & Environment*, 16(1), 15-24.
- 35- Munns, R., (2002). Comparative physiology of salt and water stress. *Plant, Cell & Environment*. 25(2): 239-250.
- 36- Mun, H. T., Kim, J. M., Kim, J. H. (1977). Distributions and cycling of nitrogen, phosphorus and potassium in Korean alder and oak stands. *Korean journal botany*. 20:109-118
- 37- Parida, A. K., & Das, A. B. (2005). Salt tolerance and salinity effects on plants: a review. *Ecotoxicology and environmental safety*, 60(3): 324-349.
- 38- Parida, A. K., Das, A. B., & Mohanty, P. (2004). Defense potentials to NaCl in a mangrove (*Bruguiera parviflora*): Differential changes of isoforms of some antioxidative enzymes. *Journal of plant physiology*, 161(5), 531-542.
- 39- Patel, N. T., Gupta, A., & Pandey, A. N. (2010). Salinity tolerance of *Avicennia marina* (Forssk.) Vierh. from Gujarat coasts of India. *Aquatic Botany*, 93(1), 9-16.
- 40- Prasad, M. N. V., (1996) Plant ecophysiology. John Wiley and Sons, Inc, New York 542 pp.
- 41- Rechinger, K. H. 1986. Flora des Iranischen Hochlandes und der umrahmenden Gebirge, no. 160. Graz, Austria: Akademische Druck-u. Verlagsanstalt.
- 42- Sanders, C. R., & Schwonek, J. P. (1992). Characterization of magnetically orientable bilayers in mixtures of dihexanoylphosphatidylcholine and dimyristoylphosphatidylcholine by solid-state NMR. *Biochemistry*. 31(37): 8898-8905.
- 43- Sayyari, M. H., Mahmoodi, S. 2002. An investigation on reason of soil salinity and alkalinity in some part of Khorasan Province (Dizbad-e-Pain Region). In Paper presented at the 17th World Congress of Soil Science (Symposium No. 33; Paper No. 1981), 14-21 August 2002, Bangkok.
- 44- Shannon, M. C., & Grieve, C. M. (1998). Tolerance of vegetable crops to salinity. *Scientia Horticulturae*. 78(1): 5-38.
- 45- Silva, E. D., Ribeiro, R. V., Ferreira-Silva, S. L., Viégas, R. A., & Silveira, J. A. G. (2010). Comparative effects of salinity and water stress on photosynthesis, water relations and growth of *Jatropha curcas* plants. *Journal of Arid Environments*. 74(10): 1130-1137.
- 46- Sternberg, P. (2011). Physiological and Morphological Basis for Differences in Growth, Water Use and Drought Resistance Among *Cercis* L. Taxa (Doctoral dissertation, Ohio State University). 187pp.
- 47- Sudhir, P., & Murthy, S. D. S. (2004). Effects of salt stress on basic processes of photosynthesis. *Photosynthetica*. 42(2): 481-486.
- 48- Tabatabaei, S. J. (2006). Effects of salinity and N on the growth, photosynthesis and N status of olive (*Olea europaea* L.) trees. *Scientia Horticulturae*. 108(4): 432-438.
- 49- Takemura, T., Hanagata, N., Sugihara, K., Baba, S., Karube, I., & Dubinsky, Z. (2000). Physiological and biochemical responses to salt stress in the mangrove, (*Bruguiera gymnorrhiza*). *Aquatic Botany*. 68(1): 15-28.
- 50- Xiaoling, L., Ning, L., Jin, Y., Fuzhou, Y., Faju, C., & Fangqing, C. (2011). Morphological and photosynthetic responses of riparian plant (

- Distylium chinense) seedlings to simulated Autumn and Winter flooding in Three Gorges Reservoir Region of the Yangtze River, China. *Acta Ecologica Sinica*. 31(1): 31-39.
- 51- Ye, Y., Tam, N. F. Y., Lu, C. Y., & Wong, Y. S. (2005). Effects of salinity on germination, seedling growth and physiology of three salt-secreting mangrove species. *Aquatic Botany*. 83(3): 193-205.
- 52- Zahreddine, H. G., Struve, D. K., & Talhouk, S. N. (2007). Growth and nutrient partitioning of containerized *Cercis siliquastrum* L. under two fertilizer regimes. *Scientia horticulturae*. 112(1): 80-88.

The Effect of Salinity Stress on Gas Exchange Rate and Leaf Water Potential in *Cercis Siliquastrum* L. and *Robinia Pseudoacacia* L. Species

Norouzi haroni N. and Pilehvar B.

Faculty of Agricultural Sciences and Natural Resources, Lorestan University, Khorramabad, I.R. of Iran

Abstract

Robinia pseudoacacia L. and *Cercis siliquastrum* L. are appropriate species for plantation and development programs in urban green spaces. This study was done to investigate the physiological response of potted seedling belongs to these species under salinity stress. The experiment was as completely randomized design with four replications (Per repetition 4 pots). For this purpose, in a research greenhouse, seedlings of both species (Black locust and Judas tree) were irrigated with sodium chloride solution in four levels of salinity (0, 5, 10 and 20 ds/m) for a period of 90 days. The results indicated that all physiological factors of both species have been reduced with increasing salinity stress, respectively. The lowest values of stomatal conductance, photosynthesis, transpiration and stem water potential were belonged to seedlings irrigated in high levels of salinity. Also, suitable responses of studied parameters up to 10 ds/m of salinity were obtained by both species. According to results, It is recommended to use these two species in plantation, afforestation and urban green space development programs, where the density of salinity is lower than 10 ds/m in soil and water resources (arid and semi- arid regions).

Key words: Judas tree, Black locust, salinity stress, photosynthesis, water potential.