



دانشگاه گورگان، منابع طبیعی و کشاورزی

نشریه پژوهش‌های علوم و فناوری چوب و جنگل

جلد بیستم و یکم، شماره اول، ۱۳۹۳

<http://jwfst.gau.ac.ir>

پاسخ‌های فیزیولوژیک نهال‌های پده (*Populus euphratica*) تحت تأثیر

تنش غرقابی با آب‌های شیرین و شور

صغری عزیزی^۱، *مسعود طبری^۲، سید احسان ساداتی^۳ و احسان قنبری^۴

^۱دانشجوی کارشناسی ارشد گروه جنگلداری، دانشگاه تربیت مدرس، آدانشیار گروه جنگلداری،

دانشگاه تربیت مدرس، ^۳استادیار گروه جنگلداری، مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی مازندران،

^۴دانشجوی دکتری گروه جنگلداری، دانشگاه تربیت مدرس

تاریخ دریافت: ۹۱/۱۲/۲۷؛ تاریخ پذیرش: ۹۳/۴/۲۳

چکیده

پده (*Populus euphratica*) از جمله گونه‌های درختی است که در مناطق خشک و نیمه‌خشک در حاشیه رودخانه‌ها به صورت طبیعی رویش دارد. هدف این پژوهش بررسی پاسخ‌های فیزیولوژیکی شامل فتوسنتز، هدایت روزنه‌ای، تعرق، پتانسیل آبی و محتوی نسبی آب برگ در نهال‌های یک‌ساله پده تحت تنش ترکیبی غرقابی-شوری بود. تیمار تنش غرقابی-شوری در ۵ سطح شامل شاهد (بدون شوری-غرقاب)، غرقابی (۴ سانتی‌متر بالای سطح خاک) با غلظت شوری ۰، ۵۰، ۱۰۰ و ۱۵۰ میلی‌مولار NaCl اعمال گردید. آزمایش در قالب طرح کاملاً تصادفی به مدت ۶۰ روز در محیط گلخانه صورت گرفت. نتایج نشان داد میزان زنده ماندن در کلیه سطوح تیمار برابر با ۱۰۰ درصد بود. ترکیب شوری-غرقابی اثر معنی‌داری روی فتوسنتز، هدایت روزنه‌ای، تعرق، پتانسیل آبی و محتوی نسبی آب برگ داشت، طوری که افزایش شوری در شرایط غرقابی باعث کاهش تمام این صفات نسبت به شاهد شد. به طور کلی، نتایج این پژوهش آشکار ساخت که علی‌رغم کاهش اندازه‌های فیزیولوژیک با افزایش شوری، نهال‌های پده توانایی حفظ زنده‌مانی را تحت شرایط تنش‌های ذکر شده داشته است.

*مسئول مکاتبه: masoudtabari@yahoo.com

با ادامه پژوهش در دوره‌های رویشی بعدی توسط پژوهش‌گران، پاسخ زنده‌مانی، رشد و صفات فیزیولوژیک نهال پده به تنش‌های فوق آشکارتر خواهد شد.

واژه‌های کلیدی: تنش شوری، غرقابی، فتوستت، هدایت روزنه‌ای، پتانسیل آبی

مقدمه

گسترش روز افزون شوری، تولید محصولات کشاورزی و رشد گیاهان را تحت تأثیر قرار می‌دهد. برآورد شده است که حدود ۸۰۰ میلیون هکتار از اراضی جهان در معرض شوری قرار دارند که بیش از ۶ درصد مساحت جهان را پوشش می‌دهد (فائو، ۲۰۰۸). از طرف دیگر غرقابی نیز به طور مکرر در مناطق شور اتفاق می‌افتد که این امر باعث تشدید این مشکل می‌شود (بنت و همکاران، ۲۰۰۹). بنابراین اگرچه دو پدیده شوری و غرقاب شدن خاک ظاهراً رویدادهای متضاد و بی‌ارتباطی هستند، اما در عمل ارتباط بسیار نزدیک و تنگاتنگی بین این دو پدیده وجود دارد. به عبارت دیگر، در اکثر اراضی مبتلا به تنش غرقاب می‌توان انتظار داشت که شوری نیز اتفاق افتد. از آنجایی که غرقابی شدن املاح خاک را حل می‌کند، غرقابی اغلب در رابطه با تنش شوری رخ می‌دهد. ترکیب تنش غرقابی - شوری اثرات بسیار مهمی بر رشد و توسعه گیاهان به‌ویژه در مناطق باتلاقی دارد. در اراضی شور با آب و هوای نیمه‌خشک و خشک، ماندابی شدن خاک عمدتاً باعث شور شدن خاک نیز خواهد شد. بنابراین در مناطق ساحلی، مانداب‌ها، باتلاق‌ها، مرداب‌ها و حاشیه رودخانه‌ها رشد گیاهان به دلیل وجود فاکتورهای غیر زیستی از جمله غرقابی با آب شور و یا غیر شور تحت تأثیر قرار می‌گیرد و باعث به وجود آمدن نگرانی‌هایی درباره احتمال کاهش پوشش گیاهی تالاب‌ها و مانداب‌ها به دلیل سیلاب که از فرآیندهای طبیعی و تغییرات هیدرولوژی تحمیلی حاصل می‌شود شده است (آلن و همکاران، ۱۹۹۶). علاوه بر این، افزایش میانگین دمای جهانی سبب ذوب برف‌ها، یخ‌ها و در نتیجه بالا آمدن سطح آب دریاها شده است که اراضی اطراف خود را با آب شور غرقابی می‌کند (آی پی سی سی، ۲۰۰۷). بیشتر پژوهش‌های صورت گرفته در رابطه با اثرات تنش روی گیاهان تنها بر روی یک تنش بوده است. از آنجایی که در طبیعت در بیشتر مواقع تنش‌ها با هم عمل می‌کنند و دارای اثرات متقابل و مرکب می‌باشند و در آینده به دلیل پدیده جهانی تغییرات آب و هوایی احتمال به وجود آمدن تنش‌های ترکیبی

زیاد می‌باشد، در نتیجه انجام آزمایش‌های روی اثرات ترکیبی تنش‌ها جهت آگاهی از پاسخ گیاهان به آن و اثرات متقابل تنش‌ها می‌تواند ضروری و بسیار دارای اهمیت باشد.

شوری به‌همراه غرقابی، فرآیندهای فیزیولوژیکی مانند فتوسنتز، تعرق، هدایت روزنه‌ای، کارایی مصرف آب و محتوای نسبی آب برگ (RWC) را تحت تأثیر قرار می‌دهد به طوری که فتوسنتز و انتقال کربوهیدرات‌ها را کاهش داده و منجر به کاهش رشد و تولید گیاه می‌شود (جینو و همکاران، ۲۰۱۲؛ کوزلوسکی، ۱۹۹۷؛ وانگ و جیانگ، ۲۰۰۷). ترکیب شوری- غرقابی همچنین می‌تواند باعث کاهش رشد و زنده مانی گیاه (بارت- لنارد، ۲۰۰۳)، افزایش پیری برگ (بارت- لنارد و همکاران، ۱۹۹۹) و کمبود مواد غذایی یا عدم تعادل در بافت گیاه شود (رومرو- آراندا و همکاران، ۱۹۹۸). غرقابی با آب شور اثرات منفی شدیدتری بر روی رشد گیاه نسبت به غرقابی با آب شیرین دارد، زیرا غرقابی با آب شور باعث افزایش سریع انتقال Cl^- و Na^+ به ساقه شده (کرایگ و همکاران، ۱۹۹۰) و سبب کاهش رشد آن می‌شود (کارتر و همکاران، ۲۰۰۶؛ بارت- لنارد، ۲۰۰۳). پاسخ‌های سازگار به غرقابی و شوری ممکن است شامل تغییرات مورفولوژیکی و فیزیولوژیکی مانند تشکیل آثرانثیم، تولید ریشه‌های نابجا و املاح آلی مربوطه و تنظیم جذب یون (کارتر و همکاران، ۲۰۰۶) باز شدن مجدد روزنه‌ها و بهبود سریع هدایت برگ بعد از غرقابی خاک باشد (لای و همکاران، ۲۰۰۴).

با توجه به اهمیت تنش ترکیبی غرقابی- شوری، مطالعات چندی در این زمینه بر روی گونه‌های مختلف جنگلی در دنیا انجام شده است، از جمله می‌توان به مطالعه روی دارتالاب (*Taxodium distichum*) (پزشکی و همکاران، ۱۹۸۶)، *Pinus taeda* (پزشکی، ۱۹۹۲)، *Myrica cerifera* (نایمان و همکاران، ۲۰۰۸) و *Jatropha curcas* (جینو و همکاران، ۲۰۱۲) اشاره کرد. این در حالی است که تاکنون هیچ گزارشی در داخل کشور در ارتباط با استفاده از چنین تیمار ترکیبی روی گونه‌های درختی و درختچه‌ای منتشر نشده است. از گونه‌هایی که قابلیت استفاده برای چنین آزمایشی دارند می‌توان به گونه‌های سازگار به محیط شور و مرطوب از جمله درخت پده (*Populus euphratica*) اشاره کرد. پده از جمله گونه‌هایی است که در مناطق خشک و نیمه خشک در حاشیه رودخانه‌ها که در آن‌ها طغیان‌های فصلی و غرقاب شدن خاک موجبات پیشروی این درخت را فراهم می‌کند به صورت طبیعی رویش دارد. ایران با مساحت حدود ۲۰۰۰۰ هکتار پده‌زار از جمله مناطق رویش این درخت است. دامنه پراکنش آن از مناطق گرم نظیر استان‌های خوزستان و سیستان تا مناطق سرد نظیر آذربایجان و زنجان است (ثابتی، ۲۰۰۶). از خصوصیات این گونه تحمل بالای آن به خشکی و شوری خاک است

(شبیجی و همکاران، ۱۹۹۶). این گونه pH خاک را تا ۹/۹ تحمل کرده و در خاک‌های شنی - لومی آبرفتی و لومی - رسی رشد می‌کند (ویارت، ۱۹۸۸) و همچنین اپتیمم رشد را در شوری ۶ دسی زیمنس بر متر دارد (دانشور و همکاران، ۲۰۰۷). پده کاربرد زیادی در حفظ و تثبیت حاشیه رودخانه‌ها، حفظ اکوسیستم طبیعی و پناهگاه حیات وحش و اهداف اقتصادی دارد (دانشور و همکاران، ۲۰۰۷). با توجه به مطالب فوق، لزوم بررسی چگونگی پاسخ این گونه به تنش ترکیبی غرقابی - شوری و تعیین مقاومت آن به این تنش‌ها جهت کاشت و احیای مناطق مستعد این گونه با اهمیت و با ارزش‌های اکولوژیکی بالا در مناطق تحت تنش اجتناب‌ناپذیر است. این پژوهش در نظر دارد تا در یک دوره کوتاه ۶۰ روزه، پاسخ‌های فیزیولوژیکی نهال‌های یکساله پده را تحت تنش غرقابی با آب شیرین و شور به‌منظور دسترسی به موارد فوق مورد بررسی قرار دهد.

مواد و روش‌ها

برای انجام این پژوهش، نهال‌های پده که دارای منشا قلمه بودند پس از بازکاشت در گلدان در قالب طرح کاملاً تصادفی در ۵ تیمار و ۳ تکرار آزمایش شدند. خاک مورد استفاده در گلدان‌ها (با ابعاد ۲۴ × ۲۳ سانتی‌متر) دارای بافت لومی - شنی بود. تعداد ۴۵ پایه از بهترین و همسان‌ترین نهال‌ها با میانگین قطر ۳/۴ میلی‌متر و میانگین ارتفاع ۶۳/۷ سانتی‌متر انتخاب گردید و تحت تیمار قرار گرفتند. تیمارهای مورد استفاده در ۵ سطح شامل شاهد (بدون غرقاب و بدون شوری)، غرقابی با آب شیرین، غرقابی با آب شور در غلظت‌های ۵۰ میلی‌مولار (۵ دسی‌زیمنس بر متر)، ۱۰۰ میلی‌مولار (۱۰ دسی‌زیمنس بر متر) و ۱۵۰ میلی‌مولار (۱۵ دسی‌زیمنس بر متر) طی یک دوره ۶۰ روزه (اوایل مرداد تا اوایل مهر) انجام گردید. برای اعمال تنش شوری از نمک NaCl استفاده شد و سطح غرقابی ۴ سانتی‌متر بود.

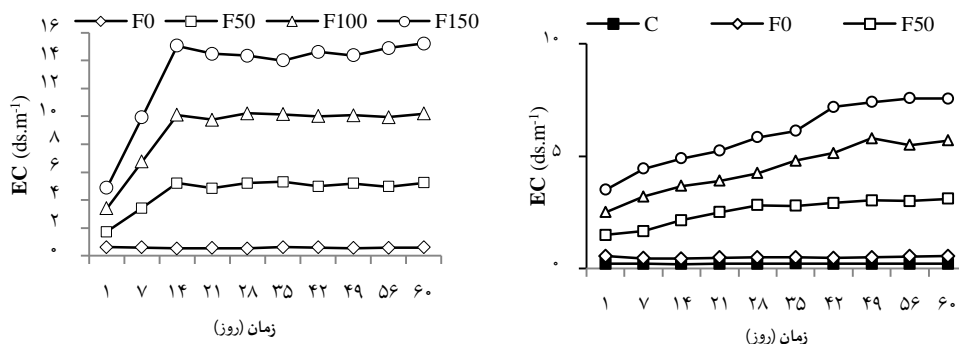
آزمایش در یک شرایط گلخانه‌ای صورت گرفت. میانگین دمای حداقل و حداکثر محیط به ترتیب ۲۰/۲ و ۳۶/۲ درجه سانتی‌گراد و میانگین رطوبت حداقل و حداکثر به ترتیب ۲۱/۸ و ۷۱/۲ درصد بود. برای اعمال هر یک از سطوح غرقابی، حوضچه‌هایی با استفاده از بلوک ساخته و سطوح داخلی آن‌ها با پلاستیک پوشانده شد. سپس نهال‌های گلدانی در آن قرار داده شد و سطح آب حوضچه‌ها تا ۴ سانتی‌متر بالای خاک گلدان حفظ شد. برای جلوگیری از وارد شدن شوک ناگهانی به نهال‌ها، محلول نمک به‌طور تدریجی افزوده شد، یعنی برای سطح ۵۰ میلی‌مولار، روز اول تنش ۱۷ میلی‌مولار، سپس روز هفتم ۱۷ میلی‌مولار دیگر افزوده شد تا به ۳۴ میلی‌مولار رسید و روز چهاردهم ۱۶ میلی‌مولار دیگر اضافه شد تا به ۵۰ میلی‌مولار رسید. برای سطوح ۱۰۰ و ۱۵۰ میلی‌مولار نیز به ترتیب به سه

غلظت ۳۴ و ۵۰ میلی مولاری تقسیم شدند که در روز اول، هفتم و چهاردهم این سه غلظت اضافه شدند (پزشکی و همکاران، ۱۹۸۹). در صورت کاهش آب در اثر تعرق، از طریق اضافه نمودن آب در دفعات مختلف، شرایط غرقابی (چه با آب شیرین و چه با غلظت‌های مختلف نمک) حفظ شد. در آب‌دهی برای تیمار شاهد سعی شد تا رطوبت خاک از ظرفیت زراعی تجاوز نکند و برای این‌کار گلدان‌ها هر ۲ روز به میزان ۱ لیتر آبیاری می‌شدند. به منظور شناخت روند تغییرات شوری آب و خاک، EC آب حوضچه‌ها و نیز خاک گلدان‌ها هفته‌ای یکبار آزمایش شد تا شوری مطابق مقدار در نظر گرفته شده برای هر تیمار تنظیم گردد (شکل‌های ۱ و ۲).

در پایان دوره متغیرهای فیزیولوژیکی شامل فتوستت، تعرق، هدایت روزنه‌ای، محتوی نسبی آب، پتانسیل آبی و محتوی نسبی آب گیاه (RWC) اندازه‌گیری شد. برای اندازه‌گیری فتوستت، تعرق و هدایت روزنه‌ای از دستگاه قابل حمل اندازه‌گیری فتوستت (ADC, LCpro+, UK) استفاده شد و برگ‌های بالغ قسمت پایینی نهال‌ها (آن‌هایی که مرحله پایان رشد برگ و شاخه را نشان می‌دهند)، برای اندازه‌گیری انتخاب شدند (اگوچیک و همکاران، ۲۰۰۶). اندازه‌گیری متغیرها در یک روز آفتابی و از ساعت ۱۱-۹:۳۰ (زیائولینگ و همکاران، ۲۰۱۱) و در شرایط ثابت CO₂ (۳۵۰ ppm)، رطوبت نسبی (۶۰ تا ۸۰ درصد) و دمای ثابت برگ (۲۵ تا ۳۰ درجه سانتی‌گراد) صورت گرفت (بالتزر و توماس، ۲۰۰۷). کارایی مصرف آب گیاه نیز از تقسیم میزان فتوستت به میزان تعرق محاسبه شد. برای اندازه‌گیری پتانسیل آبی از دستگاه (Pressure Chamber, Skye, SKPM 1400, UK) و شاخه‌های بالغ قسمت میانی نهال استفاده شد. برای اندازه‌گیری RWC برگ‌های انتهایی گیاه که شامل برگ‌های جوان‌تر بود به وزن ۱۰۰ میلی‌گرم برش داده شد و بلافاصله توزین و به لوله‌های آزمایش درب‌دار حاوی آب مقطر وارد شدند و بعد از ۶ ساعت وزن آماس برگ‌ها تعیین شد. سپس برگ‌ها به داخل آون با دمای ۷۰ درجه سانتی‌گراد منتقل شده و بعد از ۴۸ ساعت وزن خشک برگ‌ها به دست آمد. مقدار رطوبت نسبی برگ‌ها با استفاده از رابطه ۱ به دست آمد:

$$RWC = \frac{WF - WD}{WT - WD} \times 100 \quad (1)$$

که در این رابطه WF: وزن تر برگ‌ها، WD: وزن خشک برگ‌ها، WT: وزن آماس برگ‌ها می‌باشد (مارتینز و همکاران، ۲۰۰۷).



شکل ۱- تغییرات هدایت الکتریکی (EC) خاک گلدان‌ها
 شکل ۲- تغییرات هدایت الکتریکی (EC) آب حوضچه‌ها
 C = شاهد، F0 = غرقابی با صفر میلی‌مولار NaCl، F50 = غرقابی با ۵۰ میلی‌مولار NaCl، F100 = غرقابی با ۱۰۰ میلی‌مولار NaCl و F150 = غرقابی با ۱۵۰ میلی‌مولار NaCl.

تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها با نرم‌افزار SPSS نسخه ۱۷ و ترسیم نمودارها با نرم‌افزار اکسل انجام گرفت. برای بررسی نرمال بودن داده‌ها از آزمون کولموگروف-اسمیرنوف و برای همگنی واریانس از آزمون لون استفاده شد. در صورت نرمال بودن داده‌ها از آزمون تجزیه واریانس و برای مقایسه میانگین‌ها از آزمون دانکن استفاده شد. داده‌های غیر نرمال با استفاده از آزمون‌های ناپارامتریک معادل پارامتریک انجام شد.

نتایج

نتایج آزمون تجزیه واریانس یک طرفه^۱ نشان داد که بین تمام متغیرهای اندازه‌گیری شده به‌جز کارایی مصرف آب اختلاف معنی‌داری وجود دارد (جدول ۱). در پایان دوره آزمایش تمام نهال‌های پده در همه سطوح تیمارها زنده ماندند.

تنش غرقابی با آب شور و شیرین در همه سطوح باعث کاهش فتوسنتز نهال‌های پده شد؛ به‌طوری که با افزایش سطوح شوری مقدار فتوسنتز کاهش یافت. اما بین سطوح غرقابی بدون شوری و ۵۰ میلی‌مولار و همچنین بین سطوح غرقابی با ۱۰۰ و ۱۵۰ میلی‌مولار اختلاف معنی‌داری وجود نداشت.

1- one-way ANOVA

صغری عزیزی و همکاران

مقدار فتوستنز در سطح شاهد بیشترین مقدار و در سطح غرقابی با ۱۵۰ میلی مولار NaCl کمترین مقدار بود (شکل ۳-۱).

جدول ۱- تجزیه واریانس یک طرفه (one-way ANOVA) صفات اندازه گیری شده نهال پده در سطوح مختلف غرقابی.

صفات	SS	d. f.	MS	F-value	P-value
فتوستنز	۸/۱۸۹	۴	۲/۰۴۷	۳۱/۹۹*	۰/۰۰۰
هدایت روزنه‌ای	۱۱۸۰۶/۶۶۷	۴	۲۹۵۱/۶۶۷	۱۲/۲۱۴*	۰/۰۰۱
تعرق	۶/۸۸۲	۴	۱/۷۲۱	۲۱/۷۸۲*	۰/۰۰۰
کارایی مصرف آب	۰/۰۹۹	۴	۰/۰۲۵	۱/۴۸۷ ^{ns}	۰/۲۷۸
پتانسیل آبی	۰/۸۰۱	۴	۰/۲۰۰	۲۹/۷۲۹*	۰/۰۰۰
محتوی نسبی آب	۱۲۳/۳۳۳	۴	۳۰/۸۳۳	۵۱/۳۸۹*	۰/۰۰۰

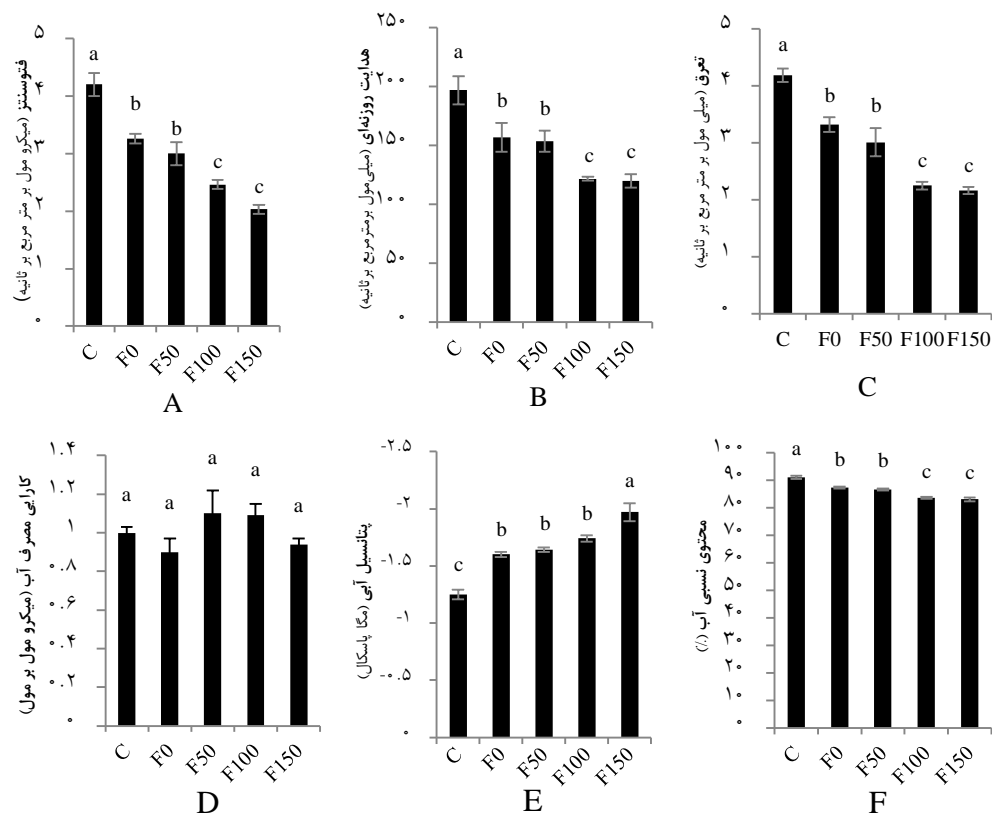
* و ^{ns} به ترتیب نشان دهنده اختلاف معنی دار در سطح ۵ درصد و عدم اختلاف معنی دار می باشد.

اثر ترکیب تنش غرقابی و شوری بر هدایت روزنه‌ای مشابه اثری بود که بر فتوستنز داشت. به طوری که اثر غرقابی هدایت روزنه‌ای را کاهش داد؛ هدایت روزنه‌ای در سطح شاهد به طور معنی داری بیشتر و در سطح غرقابی با ۱۵۰ میلی مولار NaCl کمتر از سطوح دیگر بود (شکل ۳-۲). میزان تعرق نیز به طور معنی داری تحت تنش غرقابی با آب شیرین و شور کاهش یافت، اما بین سطوح غرقابی با صفر و ۵۰ میلی مولار و همچنین بین سطوح غرقابی با ۱۰۰ و ۱۵۰ میلی مولار NaCl تفاوتی وجود نداشت (شکل ۳-۳).

ترکیب تنش غرقابی و شوری اثر معنی داری بر میزان کارایی مصرف آب نهال‌های پده نداشت و بیشترین مقدار آن در سطوح غرقابی مشاهده شد (شکل ۳-۴).

غرقابی توأم با شوری باعث کاهش پتانسیل آبی نهال‌ها شد؛ به طوری که با افزایش سطح شوری، مقدار پتانسیل آبی کاهش یافت، اما پتانسیل آبی سطوح غرقابی با صفر، ۵۰ و ۱۰۰ میلی مولار NaCl با هم اختلافی نداشتند (شکل ۳-۵).

در این پژوهش، محتوی نسبی رطوبت (RWC) در سطح شاهد بیشترین مقدار بود. اما بین سطوح غرقابی با صفر و ۵۰ میلی مولار NaCl و همچنین بین سطوح غرقابی با ۱۰۰ و ۱۵۰ میلی مولار NaCl اختلاف معنی داری وجود نداشت (شکل ۳-۶).



شکل ۳- مقایسه میانگین فتوسنتز (A)، هدایت روزنه‌ای (B)، تعرق (C)، کارایی مصرف آب (D)، پتانسیل آبی (E)، محتوی نسبی آب (F) در سطوح مختلف تیمار با استفاده از آزمون دانکن، تیمارهای C (شاهد)، F0 (غرقابی با صفر میلی‌مولار NaCl)، F50 (غرقابی با ۵۰ میلی‌مولار NaCl)، F100 (غرقابی با ۱۰۰ میلی‌مولار NaCl) و F150 (غرقابی با ۱۵۰ میلی‌مولار NaCl).

بحث

نتایج به‌دست آمده از این پژوهش نشان داد که تنش ترکیبی شوری و غرقابی باعث کاهش تمام صفات اندازه‌گیری شده گردید. علت کاهش میزان فتوسنتز می‌تواند مربوط به عوامل روزنه‌ای (بسته بودن روزنه‌ها) (سیورت سن و همکاران، ۱۹۸۳) و عوامل غیر روزنه‌ای (شامل تغییر در کارایی کربوکسیلاسیون، کارایی فتوشیمیایی فتوسیستم ۲، غلظت کلروفیل، فعالیت آنزیم‌های فتوسنتزی یوردانو و پوپووا، ۲۰۰۷) و مکانیسم‌های هورمونی باشد (نایمن و همکاران، ۲۰۰۸؛ الس و همکاران،

(۱۹۹۶). بسته شدن روزنه‌ها در گیاهان غرقاب شده با آب شور می‌تواند به دلیل اثر سمی یون Cl^- و یا Na^+ باشد (نایمن و همکاران، ۲۰۰۷). کاهش مقدار فتوسنتز منجر به کاهش میزان رشد و تولید گیاه می‌شود. نتایج تحقیقات مشابه نیز بیانگر کاهش میزان فتوسنتز نهال‌های گونه‌های درختی از جمله دارتالاب (*Taxodium distichum*) (پزشکی و همکاران، ۱۹۸۹)، *Pinus taeda* (پزشکی، ۱۹۹۲)، *Eucalyptus camaldulensis* (وان در موئزل و همکاران، ۲۰۰۳) *Myrica cerifera* (نایمن و همکاران، ۲۰۰۸)، *Jatropha curcas* (جیمینو و همکاران، ۲۰۱۲) تحت ترکیب شوری و غرقابی بوده است.

کاهش هدایت روزنه‌ای به دلیل بسته شدن روزنه‌ها که ناشی از کمبود آب برگ می‌باشد به وجود می‌آید که این امر احتمالاً به علت کاهش هدایت هیدرولیکی ریشه است (سیورت سن و همکاران، ۱۹۸۳؛ فلور و دیویس، ۱۹۸۹). هر چند برخی از مطالعات نشان داده‌اند که بسته شدن روزنه‌های گیاهان غرقاب شده ممکن است به وسیله سیگنال‌های هورمونی منتقل شده از ریشه به ساقه القا شود (الس و همکاران، ۱۹۹۶). در پژوهش‌های دیگر نیز مشاهده شده است که ترکیب تنش غرقابی و شوری موجب کاهش هدایت روزنه‌ای نهال‌های گونه‌های درختی از جمله دارتالاب (*Taxodium distichum*) (پزشکی و همکاران، ۱۹۸۶)، *Pinus taeda* (پزشکی، ۱۹۹۲) و *Jatropha curcas* (جیمینو و همکاران، ۲۰۱۲) شده است.

علت کاهش میزان تعرق را می‌توان این‌گونه توجیح کرد که با بسته شدن روزنه‌ها تحت شرایط غرقابی، گیاه به منظور حفظ تراز آبی و جلوگیری از هدر رفت آب و مصرف آن، روزنه‌های خود را بسته نگه می‌دارد که متعاقب آن تعرق نیز کاهش می‌یابد (گلنز و همکاران، ۲۰۰۶؛ هورتون و همکاران، ۲۰۰۱)، از طرف دیگر یون‌های Cl^- و Na^+ وارد جریان تعرقی گیاه می‌شوند و به سلول برگ‌های در حال تعرق خسارت وارد می‌کنند (مونس، ۲۰۰۵). مطالعات دیگر نیز نشان داده است که میزان تعرق نهال‌های *Eucalyptus camaldulensis* و *Eucalyptus lesouefii* تحت تنش غرقابی با آب شور و شیرین در مقایسه با شرایط بدون غرقابی کاهش یافته است (وان در موئزل و همکاران، ۲۰۰۳).

یکی از دلایل کاهش پتانسیل آبی تحت شرایط غرقابی، توانایی کم جذب آب گیاه به علت آب‌زدایی می‌باشد (نیکلاس و همکاران، ۲۰۰۵). از طرف دیگر، شرایط شوری در محیط ریشه موجب منفی‌تر شدن پتانسیل شده و گیاه به خاطر جذب آب باید پتانسیل آبی خود را پایین‌تر از خاک شور برساند تا بتواند آب را جذب کند. این عمل موجب می‌شود تا با افزایش شوری پتانسیل آبی نهال

کاهش بیشتری پیدا کند. بنابراین اگرچه غرقابی ورود آب به محیط ریشه را کاهش می‌دهد، شوری نیز باعث بسته شدن روزنه‌ها و مانع تعادل منفی آب می‌شود. کاهش پتانسیل آبی نهال‌های پده تحت شرایط غرقابی با آب شور مشابه گونه‌های گیاهی *Jatropha curcas* (جیمنو و همکاران، ۲۰۱۲)، *Lotus tenuis* (استریکر و همکاران، ۲۰۰۷)، *Capsicum annum* (رازی و دیویس، ۱۹۹۷) می‌باشد. همانند یافته‌های ابر و همکاران (۲۰۰۵)، در پژوهش ما نیز معلوم شد که بین محتوی نسبی رطوبت (RWC) و پتانسیل آبی گیاه ارتباط معنی‌دار وجود دارد به نحوی که با کاهش پتانسیل آبی در نهال‌های تحت تنش غرقابی با آب شیرین و شور، محتوی نسبی آب نیز کاهش یافت. نتایج مطالعه گارسیا-سامچز و همکاران (۲۰۰۷) بر روی نهال‌های *Citrus sinensis* و *Poncirus trifoliata* نیز بیانگر کاهش میزان RWC تحت تنش غرقابی می‌باشد. به‌طور کلی، می‌توان اظهار داشت که ترکیب شوری و غرقابی مانع آب‌زدایی برگ و کاهش RWC می‌شود. ساکر و سوارز (۲۰۱۱) نیز نشان داد که وجود نمک در محیط کشت نهال‌های تحت تنش خشکی از آب‌زدایی برگ جلوگیری می‌کند، اما مکانیسم دقیق آن شناخته شده نیست.

نتایج این پژوهش نشان داد که اعمال تنش غرقابی با آب شیرین و شور طی یک دوره ۶۰ روزه اثرات منفی و نامطلوبی روی صفات فیزیولوژیکی و در نهایت رشد نهال‌های پده دارد، اما با وجود کاهش این صفات، نهال‌ها توانستند مدت ۶۰ روز غرقابی با سطوح مختلف شوری را تحمل کنند و ۱۰۰ درصد زنده بمانند. به‌نظر می‌رسد که کاهش صفات فیزیولوژیکی در نهال‌های پده، ناشی از مکانیسم مقاومت نهال این‌گونه به تنش غرقابی با آب شیرین و شور می‌باشد. انجام چنین مطالعه در دوره‌های رویشی آتی به‌وسیله دیگر پژوهش‌گران، واکنش زنده‌مانی، صفات رویشی و فیزیولوژی نهال پده به استرس‌های اشاره شده روشن‌تر می‌گردد.

منابع

1. Allen, J.A., Pezeshki, S.R., and Chambers, J.L. 1996. Interaction of flooding and salinity stress on baldcypress (*Taxodium distichum*). *Tree Physiol*, 16: 307-313.
2. Baltzer, J.A., Thomas, S.C. 2007. Determinants of whole-plant light requirements in Bornean rain forest tree saplings. *Journal of Ecology*, 95: 1208-1221.
3. Barrett-Lennard, E.G., Ratingen van, P., and Mathie, M.H. 1999. The developing pattern of damage in wheat (*Triticum aestivum* L.) due to the combined stresses of salinity and hypoxia: experiments under controlled conditions suggest a methodology for plant selection. *Aust. J. Agr. Res.*, 50: 129-136.

4. Barrett-Lennard, E.G. 2003. The interaction between waterlogging and salinity in higher plants: causes, consequences and implications. *Plant Soil*, 253: 35–54.
5. Bennett, S.J., Barrett-Lennard, E.G., and Colmer, T.D. 2009. Salinity and waterlogging as constraints to saltland pasture production: a review. *Agric. Ecosyst. Environ.*, 129: 349–360.
6. Carter, J.L., Colmer, T.D. and Veneklaas, E.J. 2006. Variable tolerance of wetland tree species to combined salinity and waterlogging is related to regulation of ion uptake and production of organic solutes. *New Phytol*, 169: 123–134.
7. Craig, G.F., Bell, D.T., and Atkins, C.A. 1990. Response to salt and waterlogging stress of ten taxa of *Acacia* selected from naturally saline areas of Western Australia. *Aust. J. Bot.*, 38: 619–630.
8. Daneshvar, H.D., Modirrahmati, A.R., and Kiani, B. 2007. Effect of different levels of NaCl and CaCl₂ on growth and leaf, branch and root elements of *Populus euphratica* cutting. *Iranian Journal of Forest and Poplar Research*, 14(1): 20-28.
9. Davies, F.S., and Flore, J.A. 1986. Flooding, gas exchange and hydraulic conductivity of highbush blueberry. *Physiol. Plant*, 67: 545–551.
10. Else, M.A., Tiekstra, A.E., Croker, S.J., Davies, W.J., and Jackson, M.B. 1996. Stomatal closure in flooded tomato plants involves abscisic acid and a chemically unidentified anti-transpirant in xylem sap. *Plant Physiol*, 112: 239–247.
11. FAO. 2008. FAO Land and Plant Nutrition Management Service. <http://www.fao.org/ag/agl/agll/spush>.
12. Garcia-Sanchez, F., Syvertsen, J.P., Gimeno, V., Botia, P., and Perez-Perez, J.G. 2007. Responses to flooding and drought stress by two citrus rootstock seedlings with different water-use efficiency. *Physiol. Plantarum*, 130: 532–542.
13. Gimeno, V., Syvertsen, J.P., Simon, I., Nieves, M., Diaz-Lopez, L., Martínez, V., and Garcia-Sanchez, F. 2012. Physiological and morphological responses to flooding with fresh or saline water in *Jatropha curcas*. *Environmental and Experimental Botany*, 78: 47-55.
14. Glenz, C., Schlaepfer, R., Iorgulescu, I., and Kienast, F. 2006. Flooding tolerance of Central European tree and shrub species. *Forest Ecology and Management*, 235: 1-13.
15. Horton, J.L., Kolb, T.E., and Hart, S.C. 2001. Responses of riparian trees to inter-annual variation in ground water depth in a semi-arid river basin. *Plant Cell and Environment*, 24: 293-304.
16. IPCC. 2007. Contribution of Working Group I to the fourth assessment report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. In: Solomon, S., Qin, D., Manning, M., Chen, Z., Marquis, M., Averyt, K.B., Tignor, M., Miller, H.L., (Eds), *Climate change, 2007, the physical science basis*. Cambridge University Press, Cambridge, UK and New York, NY, USA, 996 pp.

17. Kozłowski, T.T. 1997. Responses of woody plants to flooding and salinity. *Tree Physiol Monogr*, 1:1–29.
18. Li, S., Pezeshki, S.R., Goodwin, S., and Shields, F.D.J. 2004. Physiological responses of black willow (*Salix nigra*) cuttings to a range of soil moisture regimes. *Photosynthetica*, 42: 585–590.
19. Martinez, J.P., Silva, H., Ledent, J.F. and Pinto, M. 2007. Effect of drought stress on the osmotic adjustment, cell wall elasticity and cell volume of six cultivars of common beans (*Phaseolus vulgaris* L.). *Eur. J Agron*, 26: 30-38.
20. Munns, R., James, R.A., and Lauchli, A. 2006. Approaches to increasing the salt tolerance of wheat and other cereals. *Journal of Experimental Botany*, 57: 1025-1043.
21. Naumann, J.C., Young, D.R., and Anderson, J.E. 2007. Linking leaf optical properties to physiological responses for stress detection in coastal plant species. *Physiol. Plant*, 131: 422–433.
22. Naumann, J.C., Young, D.R., and Anderson, J.E. 2008. Leaf chlorophyll fluorescence, reflectance, and physiological response to freshwater and saltwater flooding in the evergreen shrub, *Myrica cerifera*. *Environ. Exp. Bot.*, 63: 402–409.
23. Nicolas, E., Torrecillas, A., Dell'Amico, J., and Alarcon, J.J. 2005. The effect of short-term flooding on the sap flow, gas exchange and hydraulic conductivity of young apricot trees. *Trees*, 19: 51–57.
24. Ober, E.S., Bloa, M.L., Clark, C.J.A., Royal, A., Jaggard, K.W. and Pidgeon, J.D. 2005. Evaluation of physiological traits as indirect selection criteria for drought tolerance in sugar beet. *Elsevier Science*, 10: 231-249.
25. Oguchi, R., Hikosaka, K., Hiura, T., Hirose, T. 2006. Leaf anatomy and light acclimation in woody seedlings after gap formation in a cool-temperate deciduous forest. *Oecologia*, 149: 571–582.
26. Pezeshki, S. 1992. Response of *Pinus taeda* L. to soil flooding and salinity. *Ann. Sci. For.*, 49: 149-159.
27. Pezeshki, S.R., DeLaune, R.D., and Patrick, W.H.Jr. 1986. Gas exchange characteristics of bald cypress (*Taxodium distichum* L.): evaluation of response to leaf aging, flooding, and salinity. *Canadian Journal of For. Res.*, 16: 1394-1397.
28. Pezeshki, S.R., DeLaune, R.D., and Patrick, W.H.Jr. 1989. Differential response of selected mangroves to soil flooding and salinity: gas exchange and biomass partitioning. *Canadian Journal of For. Res.*, 20: 7.869-874.
29. Razi, M.I., and Davies, W.J. 1997. Reduction in leaf growth and stomatal conductance of capsicum (*Capsicum annuum*) grown in flooded soil and its relation to abscisic acid. *J. Trap. Agric. Sci.*, 20(1): 101–106.
30. Romero-Aranda, R., Moya, J.L., Tadeo, F.R., Legaz, F., Primo-Millo, E., and Talon, M. 1998. Physiological and anatomical disturbances induced by chloride

- salts in sensitive and tolerance citrus: beneficial and detrimental effects of cations. *Plant Cell Environ*, 21: 1243–1253.
31. Sabeti, H. 2006. *Iran Forests, Trees and Shrubs*. Published by Yazd University, 806p.
32. Shiji, W., Binghao, C., and Hugun, L. 1996. *Euphrates poplar forest*. China Environmental Science Press, 117p.
33. Striker, G.G., Insausti, P., Grimoldi, A.A. 2007. Effects of flooding at early summer on plant water relations of *Lotus tenuis*. *Lotus Newslett*, 37: 1–7.
34. Sucre, B., Suarez, N. 2011. Effect of salinity and PEG-induced water stress on water status, gas exchange, solute accumulation, and leaf growth in *Ipomoea pescaprae*. *Environ. Exp. Bot.*, 70: 192–203.
35. Syvertsen, J.P., Zablutowicz, R.M., Smith, M.L. 1983. Soil temperature and flooding effects on two species of citrus. I. Plant growth and hydraulic conductivity. *Plant Soil*, 72: 3–12.
36. Van der moezel, P.G., Watson, L.E., Bell, D.T. 1989. Gas exchange responses of two Eucalyptus species to salinity and waterlogging. *Tree Physiol.*, 5: 251–257.
37. Viart, M. 1988. Mini monograph on *Populus euphratica*. International Poplar Commission, 110: 13p.
38. Wang, K., Jiang, Y. 2007. Waterlogging tolerance of Kentucky bluegrass cultivars. *Hortscience*, 42: 386–390.
39. 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*, 31:31–39.
40. Yordanova, R.Y. Popova, L.P. 2007. Flooding-induced changes in photosynthesis and oxidative status in maize plants. *Acta Physiol. Plant*, 29: 535–541.



Gorgan University of Agricultural
Sciences and Natural Resources

J. of Wood & Forest Science and Technology, Vol. 21 (1), 2014

<http://jwfst.gau.ac.ir>

Physiological responses of *Populus euphratica* seedlings under flooding stress with saline and fresh waters

S. Azizi¹, *M. Tabari², S.E. Sadati³ and E. Ghanbary⁴

¹M.Sc. Student, Dept. of Forestry, University of Tarbiat Modares, ²Associate Prof., Dept. of Forestry, University of Tarbiat Modares, ³Assistant Prof., Dept. of Forestry, Agricultural and Natural Resources Research Center of Mazandaran, ⁴Ph.D. Student, Dept. of Forestry, University of Tarbiat Modares

Received: 17-3-2013 ; Accepted: 14-7-2014

Abstract

Populus euphratica is one of species growing naturally in arid and semi-arid regions in riparian habitats. The purpose of this study was to investigate the physiological responses including photosynthesis, stomatal conductivity, transpiration, water potential, and relative water content of leaf of one-year *Populus euphratica* potted seedlings under flooding-salinity combined stress. Saline-flooding treatments in 5 levels including control (without saline-flooding) flooding (irrigation 4 cm above soil surface) with salinity in concentrations 0, 50, 100, and 150 mM NaCl were applied. This experiment was conducted as completely randomized design in a period of 60 days in greenhouse environment. Results showed that survival in all treatments was about 100%. Saline-flooding treatment had a significant effect on photosynthesis, stomatal conductivity, transpiration, water potential, and relative content of leaf water, so that the increase of salinity in flooding conditions led to decreased in all characteristics measured compared to control treatment. Generally, the results of this research revealed that in spite of reduced physiological measures with increased salinity, *P. caspica* seedlings are able to maintain the survival under mentioned stresses. With continuing of the research in next growing seasons by the researchers, responses physiological characteristics and particularly survival and growth of these seedlings to above mentioned stresses will be further revealed.

Keywords: Salinity stress, Flooding, Photosynthesis, Stomatal conductivity, Water potential

*Corresponding author; masoudtabari@yahoo.com