



دانشگاه گلستان

مجله پژوهش‌های علوم و فناوری چوب و جنگل

جلد شانزدهم، شماره سوم، ۱۳۸۸

www.gau.ac.ir/journals

تأثیر تنش‌های غرقابی و خشکی بر نرخ فتوسنتز خالص و درصد زنده‌مانی سه گونه مختلف صنوبر

زهره سعیدی^۱ و * داوود آزادفر^۲

^۱ دانشجوی کارشناسی ارشد گروه جنگلداری، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان،

^۲ استادیار گروه جنگلداری، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان

تاریخ دریافت: ۸۶۷/۲۳؛ تاریخ پذیرش: ۸۸/۳/۳۰

چکیده

صنوبرها درختانی تند رشد و آب‌دوست هستند که در زمین‌های خیلی مرطوب یا خشک دچار ضعف و کاهش رشد می‌گردند. امروزه زراعت چوب این جنس در مزارع و حاشیه رودخانه‌ها و کانال‌های آبیاری نقش مؤثری در توسعه اقتصادی و اجتماعی مناطق روستایی دارد. هدف از این پژوهش مطالعه تأثیر تنش‌های خشکی و غرقابی بر سه گونه صنوبر شامل صنوبر اورآمریکانا ۴۷۶، صنوبر دلتوییدس ۶۳/۵۱ و تبریزی ۶۴/۱۳ و مقایسه آنها با یکدیگر است. جهت انجام این پژوهش از موفق‌ترین کلن‌های گونه‌های فوق در استان گلستان به لحاظ تولید چوب، قلمه‌گیری و در گلدان‌های پلاستیکی کشت گردیدند. سپس ۳۰ نهال از هر گونه برای هر تیمار (غرقابی و خشکی) به آزمایشگاه منتقل و با یک شاهد (آبیاری ۱۵۰ میلی‌لیتر هر دو روز یک‌بار) به صورت آزمایش فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی تحت تنش‌های خشکی و غرقابی و سایر شرایط محیطی ثابت قرار داده شدند. میزان نرخ فتوسنتز خالص به وسیله دستگاه LCA-3 به‌طور روزانه تا از بین رفتن کامل نهال‌ها در اثر تنش‌ها اندازه‌گیری شد. تجزیه و تحلیل واریانس و مقایسه چندگانه دانکن داده‌ها نشان داد که تنش آبی باعث کاهش نرخ فتوسنتز خالص و درصد زنده‌مانی نهال‌های صنوبر نسبت به شاهد می‌شود. همچنین گونه اورآمریکانا از نظر نرخ فتوسنتز خالص و درصد زنده‌مانی نسبت به دو گونه دیگر در

* مسئول مکاتبه: azadfar@yahoo.com

تنش‌های خشکی و غرقابی موفق‌تر بوده و مقاومت به غرقابی آن بیشتر از خشکی است. در حالی‌که دو گونه دیگر به تنش خشکی مقاومت بیشتری را نسبت به غرقابی از خود نشان دادند.

واژه‌های کلیدی: صنوبر، تنش آبی، نرخ فتوسنتز خالص، زنده‌مانی

مقدمه

جنگل‌های طبیعی هر کشور یکی از ارکان زیربنایی توسعه پایدار و ذخیرگاه با ارزش ژنتیکی در سطح جهان به‌شمار می‌روند. امروزه با توجه به نیاز روزافزون جوامع به چوب و کاهش سطح جنگل‌های طبیعی به‌علت بهره‌برداری‌های بی‌رویه، نیاز به پژوهش در امر کشت گونه‌های تند رشد، شناسایی پایه‌های مقاوم به تنش‌های محیطی و در نهایت روش‌های تکثیر این پایه‌ها بیش از پیش احساس می‌شود (پرهیزکار و همکاران، ۲۰۰۲). درختان صنوبر از خانواده بید (*Salicaceae*) در بین درختان تند رشد رایج دارای جایگاه خاص و منحصر به فردی به‌خصوص در احداث توده‌های وسیع درختکاری هستند. خصوصیات مهم اکولوژیکی و ساختاری این گونه مانند سرعت رشد قابل توجه در سال، توان استقرار در شرایط اقلیمی متفاوت و کاربرد فراوان آن در صنایع مختلف چوبی مانند کاغذسازی، آن را به‌عنوان یک گونه مهم جهت کاهش فشار بر جنگل‌های طبیعی معرفی می‌نماید.

مهم‌ترین نقش گونه‌های مختلف صنوبر در توسعه اقتصادی و اجتماعی مناطق روستایی و اراضی حاشیه رودخانه‌هاست (ضیایی ضیابری، ۱۹۹۲). هرگونه فرآیندی که به افزایش کمی و کیفی تولید چوب صنوبر منجر گردد، نه فقط از دیدگاه اقتصادی به افزایش درآمد در واحد سطح و اشتغال بیشتر منجر خواهد شد بلکه با گسترش کاشت این گونه‌ها در مناطق مختلف، موجبات برخورداری از مزایای زیست محیطی آن نیز فراهم می‌گردد (اسدی و همکاران، ۲۰۰۵). حصول این نتایج مستلزم شناخت دقیق نیازهای اکولوژیکی گونه‌های مختلف صنوبر بوده تا با توجه به این بینش بتوان به کاشت وسیع این گونه‌ها در مناطق مختلف اقدام نمود. کاشت صنوبر در ایران از دیرباز از مناطق نیمه‌خشک تا مرطوب با بازده‌های مختلف تولید چوب انجام گرفته است و چه بسا در مواردی گونه‌های یاد شده بدون شناخت دقیق خواص‌های اکولوژیکی و دامنه بردباری آنها در مناطقی کاشته شده‌اند که بسته به منطقه تحت تنش خشکی و غرقابی قرار داشته و از بازدهی آنها کاسته شده است.

تنفس ریشه‌ای صنوبر در مقایسه با سایر گونه‌ها چشم‌گیر بوده و اکسیژن مورد نیاز برای توسعه ریشه را از هوای موجود در خاک جذب می‌نماید. بنابراین هوادیدگی خاک یک عامل اساسی برای

رشد صنوبر به‌شمار می‌رود. همچنین ریشه صنوبر از اکسیژن محلول در آب جاری استفاده نموده و در مقابل آب‌های راکد آسیب‌پذیر است (عمادیان و میرنیا، ۲۰۰۱). کمبود اکسیژن هوا در خاک در شرایط غرقابی باعث دسترسی نداشتن گیاه به اکسیژن کافی برای رشد ریشه می‌شود بنابراین سیستم ریشه‌ای دچار اختلال شده و گیاه نمی‌تواند آب را به‌خوبی جذب کند و در نتیجه باعث پژمردگی و کاهش نرخ فتوسنتز گیاه می‌شود (کناکس، ۲۰۰۱؛ آکوستا و همکاران، ۲۰۰۵). فرآیندهای فیزیولوژیک در شرایط کمبود کامل اکسیژن باعث می‌شود که تنفس به‌صورت بی‌هوازی درآید. اکسیداسیون نهایی تنفس در چنین شرایطی انجام نمی‌شود که این عمل منجر به تجمع استالوئید و اتانول، افزایش تولید اسید آبسزیک (زوارت، ۱۹۹۹؛ لی و همکاران، ۲۰۰۴) و اتیلن و بسته شدن جزئی روزنه‌ها و اغلب ریزش برگ‌ها و گل‌ها می‌شود (کوچکی و همکاران، ۱۹۹۵). تنش خشکی که در نقطه مقابل تنش غرقابی قرار گرفته است به شرایطی گفته می‌شود که در آن سلول‌ها و بافت‌ها در وضعیتی قرار گرفته‌اند که آماس آنها کامل نیست. کاهش مقدار آب بافت‌ها همراه با از بین رفتن آماس، بسته شدن روزنه‌ها و کاهش رشد از علائم مخصوص تنش خشکی است (کوچکی و همکاران، ۱۹۹۵؛ عمادیان و میرنیا، ۱۹۹۹؛ اناهل و ارل، ۲۰۰۵). گیاه در پاسخ به تنش خشکی، روزنه‌ها را می‌بندد تا آب کمتری را از طریق تعرق از دست بدهد (ژائو و شن ژانگ، ۲۰۰۶؛ چانینگ و همکاران، ۲۰۰۵). نتیجه بسته شدن روزنه‌ها، دسترسی کم گیاه به گازهای ضروری جهت فتوسنتز از جمله CO₂ بوده که در نتیجه باعث کاهش میزان نرخ فتوسنتز گیاه می‌شود (یین و همکاران، ۲۰۰۴؛ یین و همکاران، ۲۰۰۶؛ فلکساس و همکاران، ۲۰۰۸؛ هال و همکاران، ۲۰۰۵).

اثرات متقابل تثبیت CO₂ و تنش آبی در گونه‌های سریع‌الرشد مختلف صنوبر و بید مهم و ناشناخته است. تبادلات گازی، پتانسیل آبی، تعرق و پاسخ‌های رویشی صنوبر و بید به خشکی خاک در پژوهش نشان داد که این تبادلات به همراه ضریب هدایت روزنه‌ای در اثر تنش خشکی کاهش می‌یابد (جانسون و همکاران، ۲۰۰۲). خشکی و شوری از عوامل محیطی اصلی در محدود کردن فتوسنتز و تنفس و در نتیجه رشد گیاه به‌شمار می‌آیند. نتایج تحقیق فلکساس و همکاران (۲۰۰۸) نشان داد که پاسخ‌های متابولیکی به خشکی به‌طور غیرمستقیم در ادامه تنش‌های اکسیداسیونی است تا پاسخ سیستم به کمی آب. گونه صنوبر دلتوئیدس گونه‌ای است که بر روی خاک‌های سیلتی کلی عمیق و غیرحاصل‌خیز هم‌زنده می‌ماند اما بهترین رشد آن بر روی خاک‌های شنی یا سیلتی لوم مرطوب و خوب زهکشی شده نزدیک نهرها است (بیکر و برادفوت، ۱۹۷۹). اثرات متقابل تنش آبی و میزان نیتروژن در ۵ سطح رطوبتی

و ۳ سطح میزان نیتروژن خاک بر روی کلون‌های مختلف صنوبر دلتوئیدس بررسی شد. نتایج نشان داد که میزان رطوبت بالا باعث کاهش نرخ فتوسنتز شده و در تنش خشکی، عامل میزان ضریب هدایت روزنه‌ای بیشتر از میزان فتوسنتز حساسیت نشان می‌دهد (لیو و دیکمن، ۲۰۰۸). همچنین در پژوهش دیگری بر روی کلون‌های صنوبر دلتوئیدس مشاهده گردید که بین میزان فتوسنتز خالص، میزان نیتروژن و میزان آب قابل دسترس ارتباط معنی‌داری وجود دارد (فانک و همکاران، ۲۰۰۷). تنش آبی می‌تواند تثبیت کربن را در فرآیند فتوسنتز هم از طریق اثرات روزنه‌ای با کاهش غلظت CO_2 درونی تقلیل دهد و هم از طریق اثرات غیرروزنه‌ای که منجر به کاهش غلظت CO_2 درونی و فتوسنتز خالص می‌شود. تنش آبی در ۴ سطح مختلف در شرایط گلخانه‌ای بر روی گونه صنوبر دلتوئیدس نشان داد که این تنش باعث کاهش غلظت CO_2 در کلروپلاست و در نتیجه نرخ فتوسنتز خالص می‌شود (اناهلی و ارل، ۲۰۰۵). بسمان و زویر در سال ۱۹۹۱ نشان دادند که روزنه‌های صنوبر دلتوئیدس تحت تنش خشکی در یک مگاپاسکال به‌طور کامل بسته می‌شوند و این گونه دارای ظرفیت استفاده از آب بالاتری نسبت به صنوبر تریکوکارپا است. پژوهش دیگری بر روی تبریزی در تیمار غرقابی نشان داد که این گونه دارای مرگ و میر بالا و رشد ریشه کم در این شرایط است و گونه‌ای غیرمقاوم به شرایط کاهش اکسیژن در خاک به‌شمار می‌رود (فرانسیس و همکاران، ۲۰۰۵). شبان و همکاران (۲۰۰۷) در پژوهشی گونه تبریزی را با ۱۹ گونه درختی دیگر از نظر حساسیت به خشکی مقایسه نمودند. نتایج نشان داد که این گونه نسبت به صنوبر آلبا مقاوم‌تر و نسبت به بید مقاومت کمتری را دارد. در پژوهش دیگری اثر خشکی بر روی دو گونه سپیدار و تبریزی در شرایط گلخانه‌ای بررسی شد و مشاهده گردید که ارتباط خطی معنی‌داری بین میزان فتوسنتز خالص و میزان پتانسیل آب برگ وجود دارد (لی و کاکوباری، ۲۰۰۱). همچنین مطالعه بر روی کلون‌های مختلف گونه صنوبر اورآمریکانا تحت تنش آبی نشان داد که بعد از ۲۹ روز خشکی روزنه‌ها بسته شدند و میزان رشد کاهش پیدا کرد (مارون و همکاران، ۲۰۰۲). اثرات کمبود آب و به‌دنبال آن کاهش فشار بخار آب در آوندهای چوبی در طول یک هفته در گونه صنوبر اورامریکانا باعث کاهش ضریب هدایت روزنه‌ای، میزان تعرق و در نتیجه میزان فتوسنتز شد (ترنس و چاپلینسکی، ۲۰۰۸).

هدف از این پژوهش بررسی اثر تنش‌های خشکی و غرقابی بر کلون‌های سه گونه صنوبر شامل *Populus nigra*، *Populus deltoides* و *Populus euramericana* از طریق مطالعه تغییرات نرخ فتوسنتز خالص و زنده‌مانی و در نتیجه تعیین مقاوم‌ترین گونه به تنش‌های خشکی و غرقابی است.

مواد و روش‌ها

به منظور انجام این پژوهش ابتدا سه کلن موفق توصیه شده در منطقه استان گلستان شامل *P. euramericana* 476, *P. deltoides* 63.51, *P. nigra* 64.13 (درگاهی و آزادفر، ۲۰۰۵) و در اسفندماه از هر کلن به تعداد ۱۵۰ قلمه به ارتفاع ۲۵ سانتی‌متر و قطر ۲ سانتی‌متر تهیه و در گلدان‌های پلاستیکی به ارتفاع حدود ۳۰ سانتی‌متر به نحوی که حدود ۳-۴ سانتی‌متر از نوک قلمه‌ها بیرون از خاک قرار گرفتند (تا مانع چند شاخه شدن آنها گردد) در جنگل آموزشی - تحقیقاتی شصت‌کلاته گرگان و در محیطی مشابه کاشته شدند. زمانی که نهال‌ها در تیرماه از نظر رویشی به ارتفاع حدود ۳۰ سانتی‌متری رسیده بودند، از هر گونه به تعداد ۳۰ نهال به‌طور تصادفی برای هر یک از تیمارهای غرقابی و خشکی و ۳۰ نهال به‌عنوان شاهد انتخاب و به‌صورت آزمایش فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی در ۳ سطح گونه و ۳ سطح میزان آب (غرقاب، معمولی و خشک) در آزمایشگاه مستقر گردیدند. نهال‌ها در آزمایشگاه در شرایط نوری و دمایی یکسان جهت اعمال تیمارهای مورد نظر قرار داده شدند.

نهال‌ها جهت اعمال تیمار خشکی از زمان انتقال به آزمایشگاه تا پایان آزمایش تحت هیچ‌گونه آبیاری قرار نگرفتند. همچنین جهت اعمال تیمار غرقابی به گلدان حاوی نهال‌ها به‌طور مرتب آنقدر آب اضافه شد که به‌طور کامل غرقاب شوند و این شرایط با کنترل روزانه سطح غرقابی گلدان‌ها به‌طوری‌که تا پایان آزمایش کاهش نیابد ادامه یافت. همچنین به‌منظور مقایسه نتایج اعمال تیمارها با شرایط بدون تیمار به تکرار مساوی از نهال‌های هر گونه به‌عنوان شاهد در نظر گرفته شد و گلدان آنها تا پایان آزمایش هر دو روز یک‌بار به‌میزان ۱۵۰ میلی‌لیتر با توجه به حجم ریشه و گلدان تحت آبیاری قرار گرفتند.

میزان نرخ فتوسنتز خالص تمامی نهال‌ها با استفاده از دستگاه LCA-3 (شکل ۱) برحسب میکرومول بر مترمربع در ثانیه به‌طور روزانه برای هر نهال تحت تیمار و شاهد اندازه‌گیری و تعداد نهال‌های زنده شمارش گردید. داده‌های حاصله به کمک تجزیه و تحلیل واریانس و آزمون مقایسه چندگانه دانکن بین تیمارها و شاهد و گونه‌ها مورد مقایسه قرار گرفتند.



شکل ۱- دستگاه Leaf Chamber Analysis (LCA-3).

نتایج

نهال‌های تحت تیمار غرقابی بعد از ۱۱ روز از بین رفته به طوری که اندازه‌گیری فتوستتاز از برگ‌ها میسر نشد. بنابراین مدت زمان کل اندازه‌گیری‌ها برای تیمار خشکی و شاهد جهت مقایسه یکسان نیز تا ۱۱ روز در نظر گرفته شد. تجزیه و تحلیل واریانس نرخ فتوستتاز خالص به کمک آزمون F نشان داد که بین گونه‌های مختلف مورد مطالعه، صرف‌نظر از تیمار میزان آب، اختلاف معنی‌داری وجود ندارد و گونه اورآمریکانا دارای بالاترین و گونه تبریزی دارای کمترین میزان از این نظر است (جدول ۱ و شکل ۲). نتایج مقایسه دانکن نیز این مطلب را تأیید می‌نماید. همچنین مقایسه تاثیر تیمارهای میزان آب شامل غرقابی، معمولی و خشکی بر نرخ فتوستتاز خالص کل گونه‌ها بیانگر از وجود اختلاف معنی‌دار در سطح ۹۵ درصد اطمینان است به طوری که نهال‌های شاهد و تیمارهای غرقابی و خشکی به ترتیب بیشترین تا کمترین میزان نرخ فتوستتاز خالص را دارا بودند (جدول ۱ و شکل ۳). بررسی اثرات متقابل دو تیمار نشان داد که تیمار نوع گونه و میزان آب در سطح ۹۹ درصد اطمینان دارای اثرات متقابل معنی‌دار هستند (جدول ۱). همچنین مقایسه اثرات همزمان دو تیمار مورد مطالعه بر روی نرخ فتوستتاز خالص نهال‌ها به کمک آزمون F و مقایسه چندگانه دانکن نیز در سطح ۹۹ درصد اطمینان اختلاف معنی‌داری را نشان داد (جدول ۱ و شکل ۴).

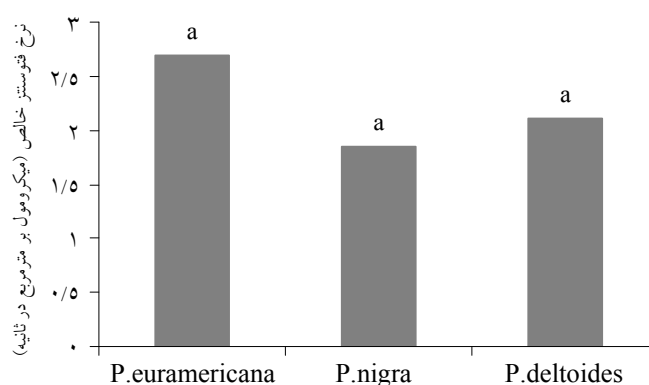
مقایسه میانگین نرخ فتوستتاز خالص نهال‌های گونه صنوبر اورآمریکانا تحت تیمار غرقابی و خشکی و مقایسه آن با شاهد نشان داد که بیشترین میزان این نرخ مربوط به نهال‌های شاهد به میزان $2/879$ میکرومول بر مترمربع در ثانیه است و میانگین نرخ فتوستتاز خالص نهال‌های تحت تیمار غرقابی $2/66$ میکرومول بر مترمربع در ثانیه) بیشتر از میانگین نرخ فتوستتاز خالص نهال‌های تحت تیمار خشکی $2/51$

میکرومول بر مترمربع در ثانیه) است (شکل ۴). همچنین نتایج حاصل از مقایسه میانگین نرخ فتوسنتز خالص گونه تبریزی تحت تیمار غرقابی و خشکی بیانگر کمتر بودن این میزان نسبت به نهال‌های شاهد به میزان ۲/۱۹۲ میکرومول بر مترمربع در ثانیه است. اما نهال‌های تحت تیمار خشکی (با میانگین نرخ فتوسنتز خالص ۱/۹۸ میکرومول بر مترمربع در ثانیه) این گونه نسبت به تیمار غرقابی (با میانگین نرخ فتوسنتز خالص ۱/۳۷ میکرومول بر مترمربع در ثانیه) دارای وضعیت بهتری بوده که عکس گونه صنوبر اورآمریکانا است (شکل ۴). مقایسه میانگین نرخ فتوسنتز خالص نهال‌های گونه صنوبر دلتویدس تحت تیمارهای غرقابی و خشکی نشان داد که نهال‌های شاهد با میزان ۲/۳۲ میکرومول بر مترمربع در ثانیه دارای نرخی در بین دو گونه قبلی بوده و این میزان بیشتر از نرخ نهال‌های تحت هر دو تیمار است. همچنین میزان میانگین نرخ فتوسنتز خالص نهال‌های تحت تیمار خشکی (۲/۱۵ میکرومول بر مترمربع در ثانیه) این گونه بیشتر از تیمار غرقابی (۱/۱۸۴ میکرومول بر مترمربع در ثانیه) است (شکل ۴).

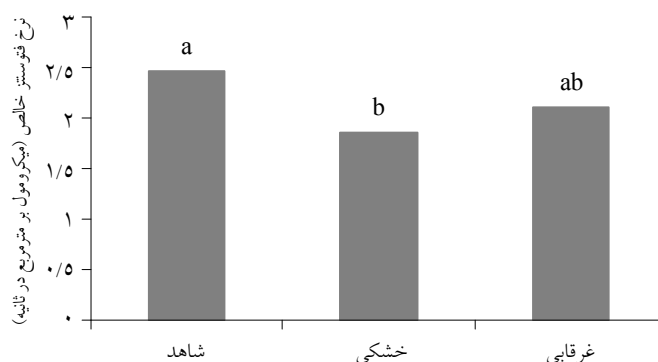
جدول ۱- تجزیه و تحلیل واریانس نرخ فتوسنتز خالص بین گونه‌های مختلف صنوبر در تیمارهای مختلف رطوبتی.

منبع تغییرات	مجموع مربعات	درجه آزادی	سطح معنی‌داری
تیمار مرکب گونه و میزان آب	۸۱۸/۱۳۷	۹	۰/۰۰۰**
تیمار گونه	۰/۷۷۳	۲	۰/۸۹۱ ^{ns}
تیمار میزان آب	۲۰/۷۵۲	۲	۰/۰۴۷*
اثر متقابل گونه * میزان آب	۵۸/۲۷۰	۴	۰/۰۰۲**

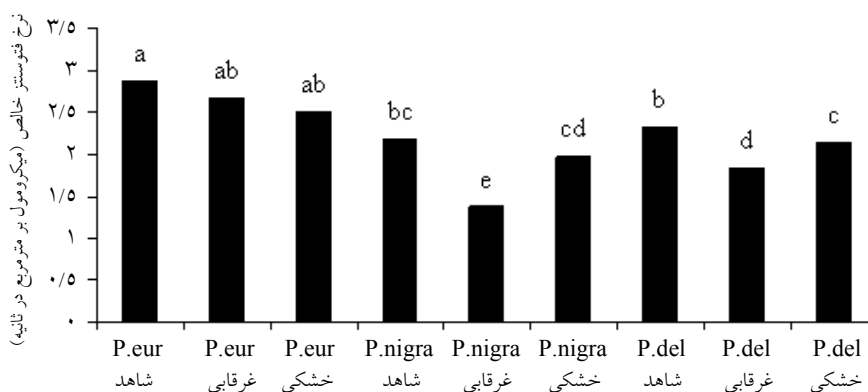
* معنی‌دار بودن در سطح ۵ درصد خطا، ** معنی‌دار بودن در سطح ۱ درصد خطا، ^{ns} غیرمعنی‌دار



شکل ۲- مقایسه نرخ فتوسنتز خالص گونه‌های مختلف صنوبر مورد مطالعه.



شکل ۳- مقایسه تاثیر تیمارهای مختلف میزان آب بر نرخ فتوسنتز خالص گونه‌های صنوبر مورد مطالعه.



شکل ۴- مقایسه اثرات هم‌زمان تیمارهای میزان آب و نوع گونه بر نرخ فتوسنتز خالص.

مقایسه میانگین نرخ فتوسنتز خالص نهال‌های سه گونه صنوبر مورد مطالعه تحت تیمار خشکی نشان داد که اختلاف معنی‌داری بین میانگین نرخ فتوسنتز خالص آنها وجود داشته که به ترتیب صنوبر اورآمریکانا (۲/۵۱ میکرومول بر مترمربع در ثانیه) دارای بیشترین و سپس صنوبر دلتوییدس (۲/۱۵ میکرومول بر مترمربع در ثانیه) و تبریزی (۱/۹۸ میکرومول بر مترمربع در ثانیه) دارای کمترین میزان هستند ولی اختلاف بین دو گونه اخیر بر اساس مقایسه دانکن کمتر از اختلاف با صنوبر اورآمریکانا است (شکل ۴).

همچنین مقایسه میانگین نرخ فتوسنتز خالص نهال‌های هر سه گونه تحت تیمار غرقابی بیانگر وجود اختلاف معنی‌دار است به طوری که مانند تیمار خشکی گونه صنوبر اورآمریکانا دارای بیشترین

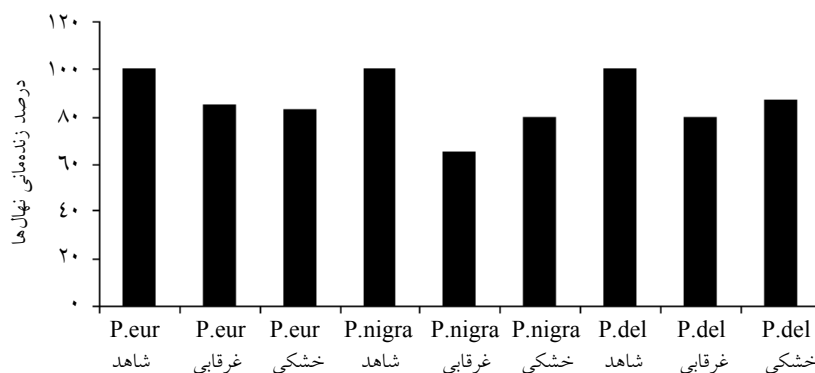
میزان (۲/۶۶ میکرومول بر مترمربع در ثانیه) و گونه تبریزی دارای کمترین میزان فتوستنز (۱/۳۷ میکرومول بر مترمربع در ثانیه) است (شکل ۴). مقایسه میانگین نرخ فتوستنز خالص نهال‌های شاهد سه گونه نیز نتایج مشابه دو تیمار قبلی از خود نشان دادند.

مقایسه درصد زنده‌مانی نهال‌های گونه‌های مختلف صنوبر تحت تیمار مختلف آبی نیز نشان داد که اختلاف معنی‌داری به احتمال ۹۹ درصد اطمینان وجود دارد (جدول ۲). همان‌طور که در شکل ۵ مشاهده می‌شود درصد نهال‌های شاهد تا پایان آزمایش زنده ماندند و نهال‌های تحت تیمارهای خشکی و غرقابی به تدریج از بین رفته به طوری که در پایان دوره تعداد آنها در بعضی از گونه‌ها تا حدود ۶۰ درصد نیز کاهش پیدا کرده است. در این بین تعداد نهال‌های دو گونه تبریزی و دلتویدس تحت تیمار غرقابی به میزان بیشتری از تیمار خشکی کاهش یافتند اما در صنوبر اورآمریکانا تعداد نهال‌های کاهش یافته تقریباً مشابه بودند.

جدول ۲- مقایسه درصد زنده‌مانی نهال‌های مختلف صنوبر تحت تیمارهای میزان آب به روش کروسکال-والیس.

۲۵/۴۴۴	کای اسکویر
۸	درجه آزادی
۰/۰۰۱**	سطح معنی‌داری

** معنی‌دار بودن در سطح ۱ درصد خطا



شکل ۵- درصد زنده‌مانی نهال‌های گونه‌های مختلف صنوبر تحت تیمارهای مختلف میزان آب.

بحث و نتیجه‌گیری

مطالعه نهال‌های سه گونه صنوبر *Populus nigra* 64.13، *Populus deltoids* 63.51 و *Populus euramericana* 476 تحت تنش‌های غرقابی و خشکی و بررسی عکس‌العمل آنها نسبت به شرایط بدون تنش در طی ۱۱ روز اندازه‌گیری نشان داد که نرخ فتوسنتز خالص تمامی نهال‌ها در شرایط تنشی کاهش داشته و تاییدکننده این مطلب است که عوامل خشکی و غرقاب بودن محیط خاکی می‌تواند به‌عنوان عوامل تنش‌زا مطرح بوده به‌طوری‌که در صورت استمرار باعث مرگ نهال‌ها نیز می‌تواند بشود. نتایج سایر محققان نیز نشان داده است که صنوبرها جهت رشد و نمو خود نیاز به اکسیژن کافی در خاک داشته و در صورت تأمین نشدن آن سیستم ریشه در رشد و جذب آب دچار مشکل شده و در اثر تنفس بی‌هوازی، تجمع استالوئید و اتانول و افزایش اسید آسزیک و اتیلن اتفاق می‌افتد که در نهایت باعث ریزش برگ‌ها و خشک شدن نهال‌ها می‌شود (عمادیان و میرنیا، ۲۰۰۱؛ کوچکی و همکاران، ۱۹۹۵؛ زوارت، ۱۹۹۹؛ لی و همکاران، ۲۰۰۴؛ کناکس، ۲۰۰۱؛ آکوستا و همکاران، ۲۰۰۵). همچنین پژوهش‌ها نشان داده است که کمبود آب نیز باعث کاهش میزان نرخ فتوسنتز خالص نهال‌های گونه‌های مختلف غیرخشکی پسند می‌شود (ژائو و شن‌ژانگ، ۲۰۰۶؛ چانینگ و همکاران، ۲۰۰۵؛ بین و همکاران، ۲۰۰۴؛ بین و همکاران، ۲۰۰۶؛ فلکساس و همکاران، ۲۰۰۸؛ هال و همکاران، ۲۰۰۵).

مقایسه کلی اندازه‌گیری نرخ فتوسنتز خالص نهال‌های گونه‌های مختلف تحت مطالعه و تیمارهای مختلف آبی نشان داد که این دو عامل دارای اثرات متقابل بوده و پاسخ گونه‌های مختلف صنوبر تحت شرایط مختلف آبی مشابه هم نبوده و عکس‌العمل‌های متفاوتی را از این نظر و درصد زنده‌مانی از خود نشان می‌دهند. گونه صنوبر اورآمریکانا در بین سه گونه فوق‌توانایی بیشتری را در مقاومت به تنش‌های خشکی و غرقابی نشان داد به‌طوری‌که در هر دو تیمار آبی دارای نرخ فتوسنتز خالص بیشتری نسبت به سایر گونه‌ها است و درصد زنده‌مانی نهال‌های تحت تیمار غرقابی آن بیشتر از دو گونه دیگر ولی درصد زنده‌مانی نهال‌های تحت تیمار خشکی آن با اختلاف کمی بعد از گونه دلتوئیدس در رتبه دوم قرار می‌گیرد. نتایج سایر محققان نیز نشان داده است که روزه‌های برگ گونه اورآمریکانا در شرایط خشکی بسته شده و میزان رشد آن کاهش پیدا می‌کند (مارون و همکاران، ۲۰۰۲) و همچنین با کاهش ضریب هدایت روزه‌ای و میزان تعرق این گونه، میزان فتوسنتز نیز کاهش می‌یابد (ترنس و چاپلینسکی، ۲۰۰۸). بنابراین از آنجا که گونه صنوبر اورآمریکانا ۴۷۶ هیبریدی از دو گونه دیگر بوده و دارای بالاترین نرخ فتوسنتز خالص در شرایط عادی و تحت تنش است می‌تواند با داشتن دامنه اکولوژیک وسیع‌تر از نظر

میزان رطوبت خاک نسبت به دو گونه دیگر، جهت زراعت چوب در اراضی غیرشور استان گلستان از نواحی نیمه خشک تا مرطوب با اولویت اول توصیه گردد. همچنین مقاومت این گونه به تنش‌ها نشان داد که در مقابل تنش غرقابی دارای مقاومت بیشتری از تنش خشکی است که این امر از توانایی بالای رشد ریشه آن در تنفس به صورت بی‌هوازی حکایت می‌کند ولی اگر شرایط غرقابی دوام پیدا کند بی‌نظمی‌هایی در متابولیسم گیاه رخ می‌دهد که این بی‌نظمی‌ها باعث بسته شدن جزئی روزنه‌ها و اغلب ریزش برگ‌های آن می‌شود (کوچکی و همکاران، ۱۹۹۵). بنابراین کاشت آن در اراضی حاشیه رودخانه‌ها یا مناطق در معرض سیلاب متناوب به عنوان بهترین گزینه پیشنهاد می‌گردد.

گونه صنوبر دلتوئیدس بعد از گونه اورآمریکانا به عنوان دومین اولویت کاشت از نظر مقاومت به تنش‌های مورد مطالعه توصیه می‌گردد با این تفاوت که این گونه نسبت به تنش خشکی مقاومت بیشتری را نسبت به تنش غرقابی از خود نشان می‌دهد به طوری که دارای نرخ فتوسنتز خالص و درصد زنده‌مانی بیشتری در هر دو تیمار آبی نسبت به گونه تبریزی و در تنش خشکی نسبت به غرقابی است. بر اساس مطالعات سایر محققان شرایط رطوبتی بالا باعث کاهش نرخ فتوسنتز خالص در این گونه می‌شود و در شرایط خشکی این گونه از طریق داشتن حساسیت بالای ضریب هدایت روزنه‌ای خود، میزان فتوسنتز خود را تعدیل می‌نماید (لیو و دیکمن، ۲۰۰۸). بسمان و زویر در سال ۱۹۹۱ نیز نشان دادند که این گونه تحت تنش خشکی در یک مگاپاسکال روزنه‌های خود را به طور کامل می‌بندند و دارای ظرفیت استفاده از آب بالاتری نسبت به صنوبر سریع‌الرشد تریکوکارپا دارد. نتایج محققان دیگر نیز ارتباط بین کاهش نرخ فتوسنتز خالص و میزان آب را در این گونه از طریق تغییرات ضریب هدایت روزنه‌ای و میزان CO_2 ورودی نشان داده‌اند (اناهلی و ارل، ۲۰۰۵؛ فانک و همکاران، ۲۰۰۷؛ بیکر و برادفوت، ۱۹۷۹؛ فلکساس و همکاران، ۲۰۰۸).

گونه تبریزی در این پژوهش دارای پایین‌ترین درصد زنده‌مانی و نرخ فتوسنتز خالص در تیمارهای تنش آبی نسبت به دو گونه دیگر بود. نتایج محققان دیگر نیز نشان می‌دهد که این گونه در شرایط غرقابی دارای مرگ و میر بالا و رشد ریشه کم است و گونه‌ای غیرمقاوم به شرایط کمبود اکسیژن در خاک می‌باشد (فرانسیس و همکاران، ۲۰۰۵). تحقیقات دیگر نیز ارتباط معنی‌دار بین نرخ فتوسنتز خالص و میزان پتانسیل آب برگ را در این گونه نشان داده‌اند و حساسیت به خشکی آن را در حد بین سپیدار و بید دانسته‌اند (شبان و همکاران، ۲۰۰۷؛ لی و کاکوباری، ۲۰۰۱).

منابع

1. Acosta, D., Alvarado, J., and Vargas, H. 2005. Monitoring ethylene and oxygen emission during water stress of *Populus alba* leaves. EDP Science. 30:3. 468-475.
2. Assadi, F., Mirzaei-Nadushan, A., Modirrahmati, R., and Naderi-shaahab, M.A. 2005. Identification of poplar clones using morphological markers. Iranian J. Forest and Poplar Res., 12:2. 267-300.
3. Baker, J.B., and Broadfoot, W.M. 1979. A practical field method of site evaluation for commercially important southern hardwoods. USDA Forest Service, General Technical Report SO-26. Southern Forest Experiment Station, New Orleans, LA. 51p.
4. Bassman, J.H., and Zwier, J.C. 1991. Gas exchange characteristics of *Populus trichocarpa*, *Populus deltoides* and *Populus trichocarpa*×*P. deltoides* clones. Tree Physiology, 8:145-159.
5. Chunying, Y., Youhong, P., Runguo, Z., Yaping, Z., and Chunyang, L. 2005. Adaptive responses of *Populus kangdingensis* to drought stress. Physiologia Plantarum 123:4. 445-451.
6. Dargahi, D., Azadfar, D. 2005. Comparison of diameter and height growth of different Poplar clones by stem analysis. Final report of research project of Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural resources. 45p. (In Persian)
7. Emadian, F., and Mirnia, Kh. 2001. Physiological plant ecology. Mazandaran Univ. Press. 149p. (In Persian)
8. Ennahli, S., and Earl, H.J. 2005. Physiological limitations to photosynthetic carbon assimilation in Cotton under water stress. Crop Sci. 45:2374-2382.
9. Flexas, J., Bota, J., Galmés, J., Medrano, H., and Ribas-Carbó, M. 2008. Keeping a positive carbon balance under adverse conditions: responses of photosynthesis and respiration to water stress. Physiologia Plantarum, 127:3. 343-352.
10. Francis, R.A., Gurnell, A.M., Petts, G.E., and Edwards, P.J. 2005. Survival and growth responses of *Populus nigra*, *Salix elaeagnos* and *Alnus incana* cuttings to varying levels of hydric stress. Forest Ecology and Management. 210:1-3. 291-301.
11. Funk, J.L., Jones, C.G., and Lerdau, M.T. 2007. Leaf- and shoot-level plasticity in response to different nutrient and water availabilities. Tree Physiology, 27: 1731-1739.
12. Hale, B., Herms, D., Hansen, R., Clausen, Th., Arnold, D. 2005. Effect of drought stress and nutrient availability on dry matter allocation, phenolic glycosides and rapid induced resistance of Poplar to two Lymantriid defoliators. Chemical Ecology. 31: 2601-2620.

13. Johnson, J.D., Tognetti, T., and Paris, P. 2002. Water relations and gas exchange in poplar and willow under water stress and elevated atmospheric CO₂. *Physiologia Plantarum*. 115:1. 93-100.
14. Knox, G. 2001. Drought-Tolerant Plants for North and Central Florida. University of Florida Cooperative Extension Service, No. 807, 12p.
15. Koochaki, A., Soltani, A., and Azizi, M. 1995. *Physiological Plant Ecology*. Mashhad Univ. Press. 261p. (In Persian)
16. Li, Ch., Yin, Ch., and Liu, Sh. 2004. Different responses of two contrasting *Populus davidiana* populations to exogenous abscisic acid application. *Environmental and Experimental Botany*, 51:3. 237-246.
17. Li, X.M., and Kakubari, Y.M. 2001. Photosynthesis and chlorophyll *a* fluorescence of two poplars under water stress. *J. Forest Research*. 6:3. 211-215.
18. Liu, Z., and Dickmann, D.I. 2008. Effects of water and nitrogen interaction on net photosynthesis, stomatal conductance, and water-use efficiency in two hybrid poplar clones. *Physiologia Plantarum*. 97:3. 507-512.
19. Marron, N., Delay, D., Petit, J.M., Dreyer, E., Kahlem, G., Delmotte, F.M., and Brignolas, F. 2002. Physiological traits of two *Populus x euramericana* clones, Luisa Avanzo and Dorskamp, during a water stress and re-watering cycle. *Tree Physiol*. 22:12. 849-58.
20. Parhizkar, P., Ali Ahmad Korori, S. and Moraghebi, F. 2002. Peroxidase enzyme in order to lookoing for resistance individuals. *Pajouhesh and Sazandegi J*. 56:57. 44-47. (In Persian)
21. Shaban, M., Khageddin, S.J., and Karim Zadeh, H.R. 2007. Effect of water stress on leaf water potential of some trees and shrubs. *Genetic Research and For. and Rang. Plant Breeding of Iran J*. 15:1. 62-51.
22. Terence, J.B., and Tschaplinski, T.J. 2008. Role of water relations and photosynthesis in the release of buds from apical dominance and the early reinvigoration of decapitated poplars. *Physiologia Plantarum*. 68:2. 287-293.
23. Yin, Ch., Duan, B., Wang, X., and Li, Ch. 2004. Morphological and Physiological Responses of Two Contrasting Poplar Species to Drought Stress and Exogenous Abscisic acid. *Application Plant Science*. 167:1091-1097.
24. Yin, C.Y., Berninger, F., and Li, C.Y. 2006. Photosynthetic responses of *Populus przewalski* subjected to drought stress. *Photosynthetica*. 44:1. 62-68.
25. Zeevaart, J.A.D. 1999. Abscisic acid metabolism and its regulation. P 189-207. In: Hooykaas, P.J.J., and M.A. Hall, K.R. Libbenga, (eds.), *Biochemistry and Molecular Biology of Plant Hormones*. Amsterdam.
26. Zhao, F., Shen Zhang, B. 2006. Physiological foundation for the difference of long term water use efficiency among *Populus deltoids* clones. *Acta Ecologica Sinica*. 26: 2079-2086.
27. Ziaee Ziabari, F. 1992. Genetic resources and preservation of fast-growing *Populus* species in Iran. *Pajouhesh and Sazandegi J*. 16:28-31. (In Persian)



Gorgan University of Agricultural
Sciences and Natural Resources

J. of Wood & Forest Science and Technology, Vol. 16(3), 2009
www.gau.ac.ir/journals

Effect of Hydromorphy and Drought Stresses on Net Photosynthesis Rate and Viability for Three Poplar Species

Z. Saeidi¹ and *D. Azadfar²

¹M.Sc. Student, Dept. of Forestry, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, ²Assistant Prof., Dept. of Forestry, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources

Abstract

Poplars are classified as fast-growing and slightly water tolerant species which will be weakened with decreased growth in extreme moisture or drought lands. The plantation of these species in agricultural lands and at the edge of rivers and water canals has currently an important role in both economical and social development of rural regions. The purpose of this study was to investigate and compare the effect of drought and hydromorphy stresses on three species of Poplars including *Populus nigra* 64.13, *Populus deltoides* 63.51 and *Populus euramericana* 476. For this purpose, the cuttings of the best clones of the mentioned species as wood production in Golestan province were planted in plastic pots. Then 30 seedlings of each species for each treatment were carried to the laboratory with the same conditions and were treated with water stress (drought and hydromorphy) and one control (150 milliliters irrigation every two days) as factorial experiment. Net photosynthesis rate (NPR) was measured daily by LCA-3 continuously till the seedlings were completely dead. The variance analysis and Duncan multiple comparison of data showed that water stress caused decreasing of NPR and viability percentage of the seedlings compared with control condition. *Populus euramericana* was more successful in hydromorphy and drought stresses in comparison with the other species, and also more resistance to hydromorphy than drought stress from the NPR and viability point of view. Whereas, *Populus deltoides* and *Populus nigra* had more resistance to drought stress than hydromorphy.

Keywords: Poplar, Water stress, Net photosynthesis rate, Viability

* Corresponding Author; Email: azadfar@yahoo.com