دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان
مجله پژوهش‌های علوم و فناوری چوب و جنگل
جلد هفدهم، شماره سوم، ۱۳۸۹
www.gau.ac.ir/journals

مقایسه کلن‌های مختلف گونه شالک (*Populus nigra*) از نظر مقاومت به سرما

زهره سعیدی[۱] و *داوود آزادفر[۲]
[۱]کارشناس‌ارشد جنگلداری، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان،
[۲]استادیار گروه جنگلداری، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان
تاریخ دریافت: ۸۶/۷/۱٤ ؛ تاریخ پذیرش: ۸۷/۱۲/۱۰

چکیده

یکی از مشکلات عمده جامعه امروزی ما نیاز روزافزون به چوب می‌باشد. گونه شالک (*Populus nigra* L.) از خانواده بید یکی از گونه‌های تند رشد بومی کشورمان است که کلن‌های مختلف آن، توانایی گسترش کشت در قالب زراعت چوب را به‌طور وسیع دارند. اما از آنجا که عرصه‌های موردنظر دارای تفاوت‌های اکولوژی متفاوتی به‌ویژه از نظر تغییرات دمایی هستند، تفکیک کلن‌های مقاوم به سرما به‌خصوص در مراحل استقرار نهالی بسیار مهم است. آنزیم پراکسیداز در این پژوهش به‌عنوان یکی از حساس‌ترین عوامل فیزیولوژی گیاهان تحت تنش‌های محیطی به‌ویژه سرما جهت مقایسه توانایی مقاومت به سرمای پنج کلن این گونه به‌کار گرفته شده است. فعالیت کمی و کیفی نشانگر بیوشیمیایی پراکسیداز در طول ۵ ماه از شهریورماه تا اردیبهشت‌ماه مطالعه گردید. نتایج نشان داد که کلن‌های ٦۲/۲۳۱ و ٦٤/۱۳ بالاترین توانایی مقاومت به سرمای زودرس پاییزه و کلن ٥٦/٥۲ بالاترین توانایی مقاومت به سرمای دیررس بهاره را داشته‌اند. همچنین کلن‌های ٦۲/۱۷۱ و ٦٤/۱۳ بالاترین توانایی مقاومت به سرمای زمستانه را داشتند.

واژه‌های کلیدی: شالک، کلن، پراکسیداز، مقاومت به سرما

* مسئول مکاتبه: azadfar.d@gmail.com

مقدمه

جنگل یکی از غنی‌ترین منابع تجدیدشونده و اکوسیستم پویای طبیعی است که بهره‌برداری از آن باید براساس مطالعات اکولوژیکی و به‌هنگام انجام گیرد. دخالت بی‌رویه بشر و تداوم آن تعادل اکولوژیکی را در منطقه به‌هم زده و عامل بازدارنده‌ای در روند تکامل رستنی‌ها و تنوع گونه‌ها خواهد بود (ضیابری، ۱۹۹۲). آن‌چه در مورد تمام جنگل‌های ایران دارای اهمیت بسیار می‌باشد، جلوگیری از روند تخریب کمی و کیفی جنگل‌ها است که از دیرباز شروع و هنوز ادامه دارد. یکی از راه‌های جلوگیری از برداشت بی‌رویه از این جنگل‌ها می‌تواند جنگل‌کاری با گونه‌های تند رشد باشد. از میان درختان سریع‌الرشد معرفی شده، درختان صنوبر به‌علت سرعت رشد قابل ملاحظه، توانایی استقرار در شرایط اقلیمی متفاوت و مصرف روزافزون چوب آن در صنایع مختلف، نقش مؤثری در کاهش فشار بر جنگل‌های طبیعی دارند.

جنس صنوبر از شاخه پیدازادان، زیرشاخه نهان‌دانگان، رده دولپه‌ای‌ها، راسته ***salicales*** و خانواده بیدیان (***Salicasea***) می‌باشد که به ۵ رده جداگانه شامل رده تورانگا، رده لوسه، رده ایگروس، رده تاکاماها و رده لوکوئید تقسیم می‌شود. این جنس گستره طبیعی وسیعی را در نواحی معتدله شمالی به خود اختصاص می‌دهد و شامل ۳۰ گونه و زیرگونه می‌باشد که در نیم‌کره شمالی پراکنش دارند (دیکمن و استوارت، ۱۹۸۳؛ فائو، ۱۹۵۸). گونه ***Populus nigra*** L. (شالک)، گونه‌ای است که در نقاط استپی و به‌طور مخلوط با سفیدار و بید در کنار رودخانه‌ها می‌روید. کشت این درختان در بیش‌تر نقاط ایران با نام تبریزی متداول است و رشد کلی به‌ویژه رشد طولی آن در مناطق نیمه‌خشک و نیمه‌مرطوب در صورت آبیاری رضایت‌بخش می‌باشد. این گونه در مناطق آذربایجان به‌طور نسبتاً گسترده‌ای کشت می‌گردد (ضیابری، ۱۹۹۲).

امروزه تکثیر آسان و رشد سریع پایه‌های برتر صنوبر توسط پرورش‌دهندگان سنتی درخت در ایران باعث کاهش تنوع ژنتیکی گونه‌های متداول‌تر مانند ***Populus nigra*** شده است. این موضوع موجب آسیب‌پذیری بیشتر این گونه به تنش‌های محیطی و آفات و امراض خواهد شد (اسدی و همکاران، ۲۰۰۵). با توجه به این موضوع و همچنین با توجه به کشت این گونه در مناطق سردسیر و احتمال مواجه شدن آن با سرمای زودرس و دیررس، بررسی مقاومت به سرمای این گونه در سنین نهالی ضروری است.

بررسی‌ها نشان داده که آنزیم‌ها حساس‌ترین عامل تغییرات فیزیولوژیکی گیاهان تحت تنش‌های محیطی محسوب می‌شوند. در این راستا آنزیم پراکسیداز به‌عنوان یکی از بهترین نشانگرهای بیوشیمیایی جهت انعکاس تنش‌های دمایی کاربرد فراوان دارد که بررسی‌های متعددی در این زمینه صورت گرفته است (پرهیزکار و همکاران، ۲۰۰۲؛ کروری، ۱۹۹۳؛ کروری و صالحی، ۱۹۹٤؛ چن و همکاران، ۲۰۰٦؛ ذوالفقاری و کروری، ۲۰۰۵). گیاهان به‌منظور محدود کردن صدمات ناشی از استرس‌های خشکی، نور و دما یک سری از سیستم‌های سم‌زدایی شامل آنزیم‌ها مانند پراکسیداز، آسکوربیک پراکسیداز، کاتالاز، سوپراکسیددیسموتاز و غیره را توسعه داده‌اند (چاکرابورتی و تونگدن، ۲۰۰۵). در پژوهشی تغییرات فصلی در فعالیت‌های آنزیم‌های آنتی‌اکسیدهای سوپراکسیداز دیسموتاز، کاتالاز و پراکسیداز در برگ‌های *Sabina przewalskii* مورد بررسی قرار گرفت. از برگ‌های این گونه به‌طور ماهانه از تابستان ۲۰۰٤ تا بهار ۲۰۰۵ نمونه‌گیری شد. فعالیت آنزیم‌ها با کاهش دما در پاییز (سپتامبر تا اکتبر) و زمستان (نوامبر تا ژانویه) و افزایش دما در بهار تغییر یافت. به‌طوری‌که فعالیت پراکسیداز و کاتالاز با کاهش دما افزایش یافت. بالاترین میزان آن در زمستان بود و مقاومت به یخ‌زدگی در برگ‌ها مرتبط با فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدان تشخیص داده شد (چن و همکاران، ۲۰۰٦).

آنزیم پراکسیداز (EC 1.11.1.X) از گروه آنزیم‌های اکسیدوردوکتاز بوده که قادر است ماده سمی آب اکسیژنه را که در تمام فرایندهای مختلف سلولی تولید می‌شود تجزیه کند (کروری، ۱۹۹۹). فعالیت این آنزیم در فصول مختلف سال یکسان نیست، حداکثر فعالیت آن در فصول سرد سال و حداقل آن در تابستان است (مونری و گاردیولا، ۲۰۰۱). هرچه میزان کمی این آنزیم در شروع فصل سرما زودتر افزایش یابد، مقاومت به سرماهای زود هنگام آن بیش‌تر بوده و همچنین هرچه میزان کاهش آن در اوایل فصل بهار نسبت فصل زمستان کم‌تر باشد نشان‌دهنده مقاومت بالاتر آن نسبت به وقوع سرماهای اوایل بهار است (ذوالفقاری و کروری، ۲۰۰۵؛ کروری، ۱۹۹۳). همچنین بررسی‌های مختلف نشان داد که الگوی ایزوآنزیمی در فصول مختلف ثابت نبوده و بیش‌ترین تعداد باندهای ایزوآنزیمی در ناحیه استقرار مولکول‌های کاتدی (سبک) در اوایل فصل سرما مشاهده شده که تعداد بیش‌تر آن‌ها نشان‌دهنده مقاومت بالاتر پایه می‌باشد (کروری و صالحی، ۱۹۹٤؛ کروری و متینی‌زاده، ۲۰۰۲؛ ناکاگاوارا و ساگی‌ساکا، ۱۹۸٤). از این‌رو این آنزیم به‌عنوان یک نشانگر حساس به تغییرات دما می‌تواند مورد استفاده قرار گیرد. همچنین آنزیم پراکسیداز در پلیمریزاسیون لیگنین نقش مهمی دارد و

نتایج محققان نشان می‌دهد که این آنزیم در طی تشکیل لیگنین افزایش می‌یابد و باندهای منطقه مولکول‌های سنگین در این امر نقش دارند (ساساکی و همکاران، ۲۰۰٤؛ کریستیرنین و همکاران، ۲۰۰۵). هدف از این پژوهش استفاده از نشانگرهای بیوشیمیایی پراکسیداز جهت معرفی بهترین کلن گونه *Populus nigra* از نظر مقاومت به سرما است.

مواد و روش‌ها

به‌منظور انجام این پژوهش ابتدا ۵ کلن موجود در جنگل تحقیقاتی شصت‌کلاته گرگان شامل *P.nigra.* 62.231، *P.nigra.* 56.52، *P.nigra.* 64.13، *P.nigra.* 56.75، *P.nigra.* 62.171 انتخاب و در اسفندماه به تعداد ۱۰۰ قلمه از هر کلن، به ارتفاع ۲۵ سانتی‌متر و قطر ۲ سانتی‌متر تهیه و در گلدان‌های پلاستیکی به ارتفاع حدود ۳۰ سانتی‌متر به‌طوری‌که حدود ۳-٤ سانتی‌متر از نوک قلمه‌ها بیرون از خاک قرار گرفتند کاشته شدند. خاک گلدان‌ها شامل خاک سیاه جنگلی، خاک برگ و ماسه بادی (نسبت ۱:۱:۱) بود که کاملاً نرم شده و بعد از الک شدن، گلدان‌ها با آن‌ها پر شد. تکثیر غیرجنسی از طریق قلمه و کاشتن آن‌ها در یک محیط، موجب حذف اثر عوامل محیطی حاشیه‌ای گشته و تفاوت‌ها در چنین شرایطی بی‌تردید ناشی از عوامل ژنتیکی و سرشت کلن‌ها نسبت به تغییرات دمایی در طول ماه‌های مورد مطالعه است. کلیه عملیات نگهداری شامل وجین علف‌های هرز و آبیاری در زمان‌های لازم به‌طور یکسان برای تمامی کلن‌ها انجام گردید.

جهت نمونه‌برداری از ساقه تعداد ۳ پایه از هر کلن در ماه‌های شهریور (۲۹ درجه سانتی‌گراد)، آبان (۲۷ درجه سانتی‌گراد)، دی (۱۱ درجه سانتی‌گراد)، اسفند (۳ درجه سانتی‌گراد) و اردیبهشت‌ماه (۲۰ درجه سانتی‌گراد) به‌طور تصادفی انتخاب و نمونه‌هایی به قطر ۱ سانتی‌متر از قسمت انتهایی ساقه برداشت و بلافاصله به آزمایشگاه منتقل گردید. پس از انتقال به آزمایشگاه، نمونه‌ها بلافاصله به نسبت ۱ به ۳ با محلول عصاره‌گیری به روش ابرمن و استیچ (۱۹۸۲) مخلوط شدند که این محلول شامل ۱/۲ گرم تریس، ۲ گرم اسید اسکوربیک، ۳/۸ گرم بوراکس، ۳/٦ گرم نمک طعام، ۲ گرم EDTA-Na2 و ۵۰ گرم پلی‌اتیلن گلیکول به حجم ۱ لیتر است. نمونه‌ها بعد از ۱۰ دقیقه سایش به‌مدت ۲٤ ساعت در دمای ٤ درجه سانتی‌گراد نگهداری و سپس با سرعت ۳۰۰۰ دور در دقیقه و به‌مدت ۲۰ دقیقه سانتریفیوژ شدند و از قسمت شفاف رویی برای مطالعات کمی و کیفی آنزیم استفاده گردید. مطالعه کمی آنزیم با استفاده از دستگاه اسپکتروفتومتر و در طول موج ۵۳۰ نانومتر طبق روش ورتینگتون

(ورتینگتون، ۱۹۷۲) و مطالعه کیفی آنزیم با استفاده از الکتروفورز عمودی به روش پلی‌اکریل آمید ژل الکتروفورز صورت گرفت. در این روش آنزیم پراکسیداز بر روی ژل پلی‌اکریل آمید ۱۲ درصد با pH=۸ شامل ۱۲۰ گرم اکریل آمید، ۲ گرم بیس و ۳ گرم تریس در حجم ۱۰۰۰ میلی‌لیتر بار شده و با قرار گرفتن در میدان الکتریکی ۳۰ میلی‌آمپر و طول حرکت ۱۰ سانتی‌متر در دستگاه الکتروفورز عمودی مدل Sigma براساس میزان بار دریافتی و وزن مولکولی با سرعت‌های متفاوت حرکت می‌کنند. سپس جهت ظهور الگوهای ایزوآنزیمی پراکسیداز از تامپون استات ۰/۲ مولار به اضافه معرف بنزیدین و آب اکسیژنه ۳ درصد استفاده گردید (کروری، ۱۹۹۹). نتایج به‌دست آمده به کمک مقایسه الگوهای ایزوآنزیمی و مقایسه داده‌های کمی به کمک آزمون F و مقایسه‌های چندگانه دانکن تجزیه و تحلیل شدند.

نتایج و بحث

نتایج به‌دست آمده از آنالیز واریانس فعالیت کمی پراکسیداز ۵ کلن در ماه‌های موردنظر نشان داد که فعالیت این آنزیم در ماه‌های مختلف در کلیه کلن‌ها به غیر از کلن ۵٦/۷۵ با یکدیگر تفاوت معنی‌داری دارد (جدول ۱). نتایج تغییرات فصلی این آنزیم بر روی گونه‌های سوزنی‌برگان مطالعه شده نیز بیانگر این مطلب است (کروری، ۱۹۹۹؛ کروری و صالحی، ۱۹۹٤). از سوی دیگر مقایسه میانگین فعالیت آنزیم پراکسیداز در ماه‌های مختلف با استفاده از آزمون دانکن نشان داد در تمامی کلن‌ها بین ماه‌ها اختلاف معنی‌داری وجود دارد (شکل ۱). بررسی روند کلی تغییرات ماهانه این آنزیم نشان داد که این تغییرات در بیش‌تر کلن‌ها مشابه بوده و دارای دو پیک افزایشی در آبان‌ماه و اسفندماه است ولی در مورد کلن ٦۲/۱۷۱ پیک افزایشی فقط در اسفندماه وجود دارد که نشان‌دهنده متمایز بودن این کلن نسبت به سایر کلن‌ها است (شکل۱– ه). تحقیقات مشابه بر روی گونه‌های شاه‌بلوط هندی و راش نیز نشان داده این درختان به هنگام سرما با افزایش میزان آنزیم پراکسیداز بافت‌های شاخه خود مقاومت‌های لازم را در مقابله با سرمای محیط کسب می‌نمایند و هر پایه‌ای که از میزان افزایش بیش‌تری برخوردار باشد مقاومت بیش‌تری را کسب نموده است (کروری، ۱۹۹۹؛ ذوالفقاری و کروری، ۲۰۰۵). همچنین در مورد کلن ٥٦/٥۲ بعد از پیک افزایشی اسفندماه میزان این آنزیم افزایش داشته که بیانگر حفظ و کمی افزایش مقاومت زمستانه در اوایل فصل بهار می‌باشد (شکل ۱– ب).

جدول ۱- تجزیه واریانس فعالیت کمی پراکسیداز ۵ کلن در ماه‌های مورد مطالعه.

منبع تغییرات	مجموع مربعات	درجه آزادی	مربع میانگین	میزان F	سطح معنی‌داری
فعالیت پراکسیداز P.n.62.231	۰/۰۹۵	٤	۰/۰۲٤	٦/٤۳۱	۰/۰۰۸*
خطا	۰/۰۳۷	۱۰	۰/۰۰٤		
کل	۰/۱۳۲	۱٤			
فعالیت پراکسیداز P.n.56.52	۰/۱۱۹	٤	۰/۰۳	٤/٦۲٥	۰/۰۲۳*
خطا	۰/۰٦٥	۱۰	۰/۰۰٦		
کل	۰/۱۸٤	۱٤			
فعالیت پراکسیداز P.n.64.13	۰/۲٦	٤	۰/۰٦٥	۱۳/٥٤۲	۰/۰۰۰**
خطا	۰/۰٤۸	۱۰	۰/۰۰٥		
کل	۰/۳۰۹	۱٤			
فعالیت پراکسیداز P.n.56.75	۰/۱۰٥	٤	۰/۰۲٦	۲/۷۲٥	۰/۰۹ns
خطا	۰/۰۹٦	۱۰	۰/۰۱		
کل	۰/۲۰۱	۱٤			
فعالیت پراکسیداز P.n.62.171	۰/۲٤۸	٤	۰/۰٦۲	۱۰/۰۸۸	۰/۰۰۲*
خطا	۰/۰٦۱	۱۰	۰/۰۰٦		
کل	۰/۳۱	۱٤			

** معنی‌دار بودن در سطح ۹۹ درصد، * معنی‌دار بودن در سطح ۹۵ درصد، ns غیرمعنی‌دار.

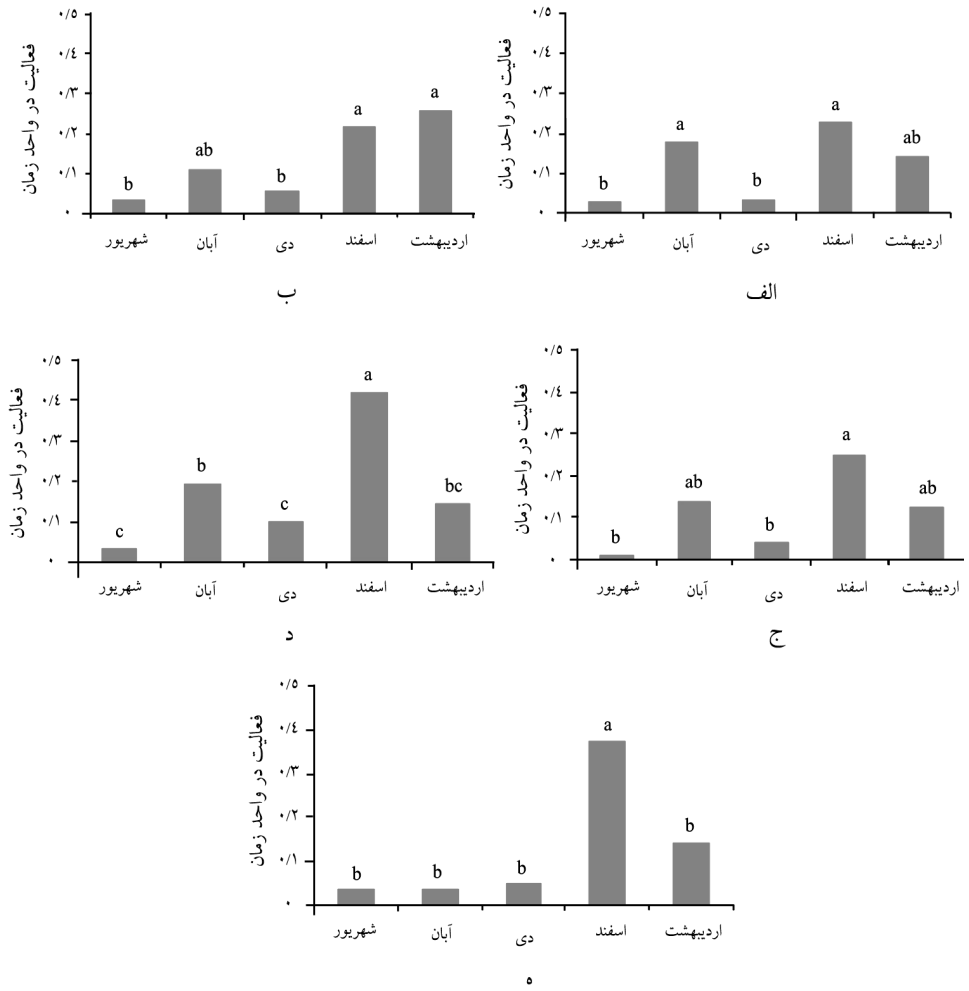
بررسی تغییرات کمی و کیفی فعالیت آنزیم پراکسیداز کلیه کلن‌ها در شهریورماه مشابه یکدیگر بوده و در کلن‌ها، شاهد باندهای پایه فیزیولوژیک می‌باشیم (شکل ۲ و جدول ۲). اما در آبان‌ماه فعالیت کمی آنزیم پراکسیداز در دو کلن ٦۲/۲۳۱ و ٦٤/۱۳ بیش‌تر از بقیه بوده که همراه با ایجاد باندهای جدید در منطقه مولکول‌های سنگین همراه می‌باشد (شکل ۲ و جدول ۲). از آنجا که میزان فعالیت کمی این آنزیم با هورمون رشد اکسین رابطه عکس داشته (آزادفر و کروری، ۲۰۰٤) و ایجاد باندهای جدید در منطقه مولکول‌های سنگین در پلیمریزاسیون لیگنین دخالت دارند (ساساکی و همکاران، ۲۰۰٤؛ کریستیرنین و همکاران، ۲۰۰۵) نتیجه‌گیری می‌شود که دو کلن یادشده با سرعت بیش‌تری رشد خود را متوقف کرده و شروع به چوبی کردن جست‌های سال جاری کرده‌اند. بنابراین

نسبت به سرمای اواخر تابستان و اوایل پاییز مقاوم‌تر از بقیه کلن‌ها می‌باشند (شکل ۲- الف و ۲- ج). نتایج پژوهش بر روی گونه ***Larix deciduas*** نیز نشان می‌دهد که مقاومت به چنین سرمایی با وجود یا نبوود باندهای ایزوآنزیمی ارتباط دارد (کروری، ۱۹۹۳).

مقایسه تغییرات کمی آنزیم پراکسیداز در دی‌ماه تقریباً در کلن‌ها مشابه بوده و در بیش‌تر کلن‌ها شاهد ظهور باندهای جدید در منطقه مولکول‌های سبک هستیم (شکل ۲ و جدول ۲) اما در اسفندماه فعالیت کمی آنزیم دو کلن ٦٤/١٣ و ٦٢/١٧١ بیش‌تر از بقیه کلن‌ها بوده (شکل‌های ۱- ج و ۱- ه) که با ظهور باندهای جدید در منطقه مولکول‌های سبک که در فرایند مقاومت به سرمای پایه‌های درختی همراه می‌باشد، مؤید مقاومت بالاتر در کلون ذکرشده به سرماهای شدیدتر در فصل زمستان است. نتایج کروری و سایر محققان با مطالعه بر روی گونه‌های متعدد سوزنی‌برگ و پهن‌برگ نیز دخالت باندهای منطقه مولکول‌های سبک در مقاومت به سرمای پایه‌ها را تأیید می‌نماید (چن و همکاران، ۲۰۰٦؛ کروری، ۱۹۹۹؛ کروری و مراقبی، ۲۰۰۲؛ کروری و متینی‌زاده، ۲۰۰۲).

مطالعات فعالیت کمی این آنزیم در آخرین ماه مورد مطالعه یعنی اردیبهشت‌ماه بیانگر مشابه بودن در اکثر کلن‌ها دارد که کاهش نسبت به اسفندماه مشاهده می‌شود (شکل ۱ و جدول ۲). این امر نشان‌دهنده شکستن مقاومت پایه‌ها به سرما و شروع رویش است (کروری و همکاران، ۱۹۹٤؛ کروری، ۱۹۹۹؛ ناکاگاوارا و ساگی‌ساکا، ۱۹۸٤) و این در حالی است که فقط در کلن ٥٦/٥٢ میزان فعالیت پراکسیداز از اسفندماه نیز بیش‌تر شده و دارای بیش‌ترین باندهای ایزوآنزیمی در منطقه مولکول‌های سبک می‌باشد (شکل ۱- ب) که در مجموع بیانگر مقاومت بالای این کلن به سرمای احتمالی دیررس بهاره بوده و برای کاشت در مناطق دارای این پدیده توصیه می‌گردد.

به‌طورکلی نتایج این پژوهش نشان از کارایی بالای نشانگر بیوشیمیایی پراکسیداز در یافتن پایه‌های مقاوم به سرمای صنوبر دارد و در حد کلن قادر به شناسایی و تفکیک پایه‌ها می‌باشد (کروری، ۱۹۹۹؛ کروری و همکاران، ۱۹۹٤؛ کروری، ۱۹۹۳؛ چن و همکاران، ۲۰۰٦؛ ناکاگاوارا و ساگی‌ساکا، ۱۹۸٤).



شکل ۱- مقایسه میانگین فعالیت کمی آنزیم پراکسیداز ۵ کلن مورد مطالعه از شهریورماه تا اردیبهشت‌ماه.

الف- P.nigra.62.231

ب- P.nigra.56.52

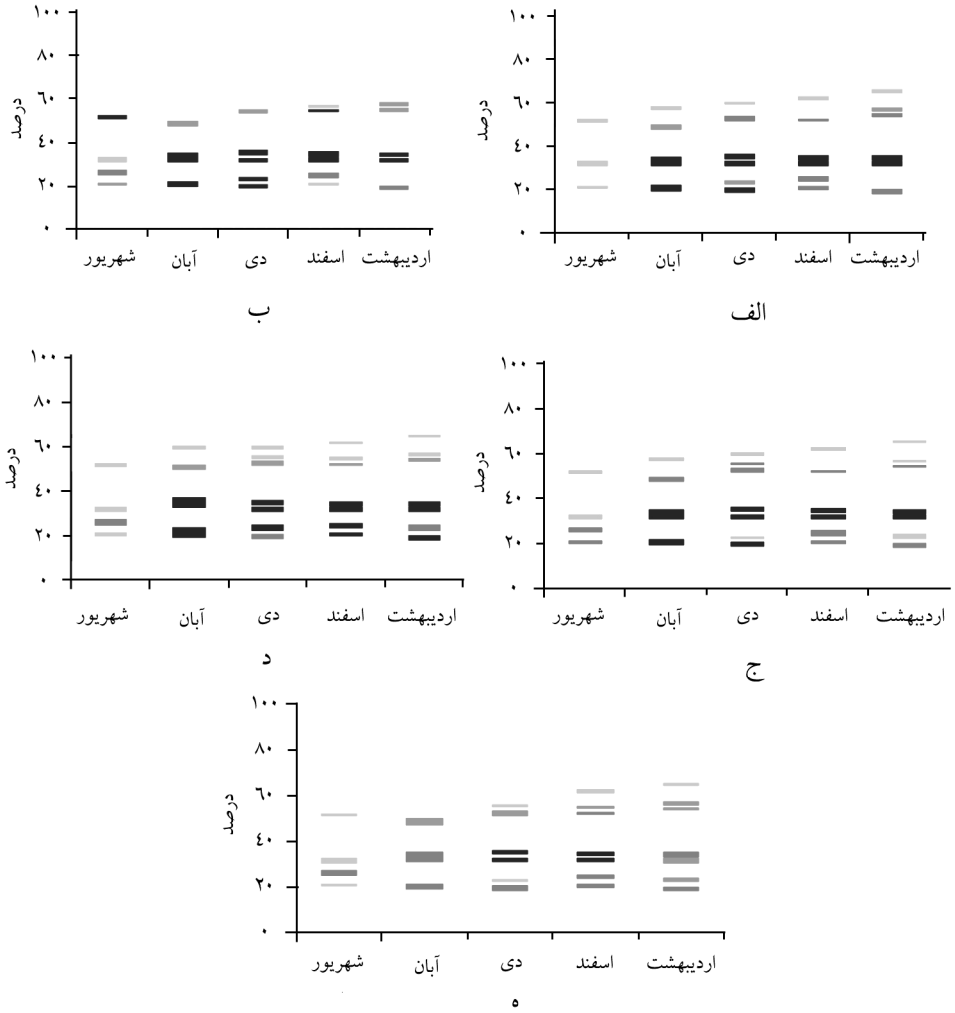
ج- P.nigra.64.13

د- P.nigra.56.75

ه- P.nigra.62.171

جدول ۲- مقایسه‌های چندگانه فعالیت کمی آنزیم پراکسیداز کلون‌های *P.nigra* در ۵ ماه مورد مطالعه.

شماره	کلون	میانگین	دسته‌بندی
۱	N 62.231 (شهریور)	۰/۰۲۸	fg
۲	N 56.52 (شهریور)	۰/۰۳۳	fg
۳	N 64.13 (شهریور)	۰/۰۳۳	fg
٤	N 56.75 (شهریور)	۰/۰۰۸	g
٥	N 62.171 (شهریور)	۰/۰۳٦	fg
٦	N 62.231 (آبان)	۰/۱۷۸	cdef
۷	N 56.52 (آبان)	۰/۱۰۷	cdefg
۸	N 64.13 (آبان)	۰/۱۹۰	cde
۹	N 56.75 (آبان)	۰/۱۳۸	cdefg
۱۰	N 62.171 (آبان)	۰/۰۳٤	fg
۱۱	N 62.231 (دی)	۰/۰۳٤	fg
۱۲	N 56.52 (دی)	۰/۰٥۲	efg
۱۳	N 64.13 (دی)	۰/۰۹٦	defg
۱٤	N 56.75 (دی)	۰/۰٤۰	efg
۱٥	N 62.171 (دی)	۰/۰٤۸	efg
۱٦	N 62.231 (اسفند)	۰/۲۳۰	cd
۱۷	N 56.52 (اسفند)	۰/۲۱۷	cd
۱۸	N 64.13 (اسفند)	۰/٤۱۸	a
۱۹	N 56.75 (اسفند)	۰/۲٤۷	bcd
۲۰	N 62.171 (اسفند)	۰/۳۷۱	ab
۲۱	N 62.231 (اردیبهشت)	۰/۱٤۱	cdefg
۲۲	N 56.52 (اردیبهشت)	۰/۲٥۷	bc
۲۳	N 64.13 (اردیبهشت)	۰/۱٤۳	cdefg
۲٤	N 56.75 (اردیبهشت)	۰/۱۲٥	cdefg
۲٥	N 62.171 (اردیبهشت)	۰/۱٤۱	cdefg



شکل ۲- الگوی ایزوآنزیمی پراکسیداز ۵ کلن مورد مطالعه از شهریورماه تا اردیبهشت‌ماه.

الف- P.nigra.62.231

ب- P.nigra.56.52

ج-P.nigra.64.13

د- P.nigra.56.75

ه- P.nigra.62.171

(محور عمودی درصد حرکت باندها از کل طول حرکت ژل را نشان می‌دهد).

منابع

1.Assadi, F., Mirzai-Nadushan, H., Modirrahmati, A.R. and Naderi-shahab, M. 2005. Identification of Poplar clones using morphological markers. Iranian J. Forest and Poplar Res. 12: 2. 267-300.
2.Azadfar, D. and Korori, S.A.A. 2004. Study of peroxidase and alpha-amylase activities in different growth stage of beech (*Fagus orientalis Lipsky*). Pajouhesh and Sazandegi, 61: 25-36. (In Persian)
3.Chakraborty, U. and Tongden, C. 2005. Evaluation of heat acclimation and salicylic acid treatments as potent inducers of thermotolerance in *Cicer arietinum L*. Current Science, 89: 2. 384-389.
4.Chen, Y., Zhang, M. and An, L. 2006. The relation between seasonal changes in anti-oxidative system and freezing tolerance in the leaves of evergreen woody plants of Sabina. South African J. Bot. 72: 272-279.
5.Christiernin, M., Ohlsson, A., Berglund, T. and Henriksson. G. 2005. Lignin isolated from primary walls of hybrid aspen cell cultures indicates significant difference in lignin structure between primary and secondary cell wall. Plant Physiology and Biochemistry, 43: 777-785.
6.Dickman, D. and Stuart, K. 1983. The culture of poplars in Eastern North America, USA. Michigan State University Press, 168p.
7.Ebermann, R. and Stich, K. 1982. Peroxidase and Amylase isoenzymes in the sapwood and heartwood of trees. Phytochem, 21: 2401-2402.
8.International Poplar Commission. 1958. Poplars in Forestry and Land Use. FAO, 511p.
9.Korori, S.A.A. 1993. Seasonal alteration of peroxidase enzyme and isoenzyme in *Larix decidue* and its role in trees resistance to chilling and ripening. Pajouhesh and Sazandegi, 20: 14-16. (In Persian)
10.Korori, S.A.A. 1999. Investigation on responses of Forest trees enzymes to alteration of environmental factors. Research Institute of Forests and Rangelands Press, 333p.
11.Korori, S.A.A. and Matinizade, M. 2002. Investigation of enzyme response in different organs to different temperature treatments. Pajouhesh and Sazandegi, 55: 10-13.
12.Korori, S.A.A. and Moragebi, F. 2002. Alteration of Peroxidase and Amylase in summer and winter cutting in Picea genus from Pinaceae. Pajouhesh and Sazandegi, 28: 64-68.
13.Korori, S.A.A., Pichorner, H. and Ebermann, R. 1994. Seasonal alteration of Peroxidase and Catalase isoenzyme in branchs and seeds of three different species of larix, Phyton, 32: 307-313.
14.Korori, S.A.A. and Salehi, P. 1994. Seasonal and temperature alteration of peroxidase and amylase enzymes in *Picea abies*. Pajouhesh and Sazandegi, 24: 56-59. (In Persian)

15.Monerri, C. and Guardiola, J. 2001. Peroxidase activity and isoenzyme profile in buds and leaves in relation to flowering in *satsuma mandarin (Cirtus unshiu)*. Scientia Horticul turae, 90: 1-2. 34-56.
16.Nakagawara, Sh. and Sagisaka, Sh. 1984. Increase in Enzyme Activity Related to Ascorbate Metabolism during Cold Acclimation in *Poplar* Twigs. Plant and Physiology, 25: 6. 899.
17.Parhizkar, P., Ali Ahmad Korori, S. and Moraghebi, F. 2002. Peroxidase and enzyme in order to lookoing for resistan in dividuals. Pajouhesh & Sazandegi, 56&57: 44-47.
18.Sasaki, Sh., Nishida, T., Tsutsumi, Y. and Kondo, R. 2004. Lignin dehydrogenative polymerization mechanism: a poplar cell wall peroxidase directly oxidizes polymer lignin and produces in vitro dehydrogenative polymer rich in B-O-4 linkage. *FEBS Letters*, 562: 197-201.
19.Worthington, K. 2010. Enzymes related biochemicals Manual. Worthington Biochemical Corrporation, Pp: 360-364.
20.Ziabari, F. 1992. Genetic resources and preservation of fast-growing Populus species in Iran. Pajouhesh and Sazandegi, 16: 28-31. (In Persian)
21.Zolfagari, R. and Korori, A.A.S. 2005, Changes in the activity of Amylase, Peroxidase and Catalase in Beech during dormancy and growth. Acta Biologica Hungerica, 56: 3-4. 305-311.

Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources

J. of Wood & Forest Science and Technology, Vol. 17(3), 2010
www.gau.ac.ir/journals

Comparison among Different Clones of *Populus nigra* in Aspect of Cold Resistance

Z. Saeedi[1] and *D. Azadfar[2]
[1]M.Sc. of Forestry, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources,
[2]Assistant Prof., Dept. of Forestry, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources
Received: Oct., 6, 2007; Accepted: Feb., 29, 2008

Abstract

Increasing of wood demand is currently one of the most important problems in our society. Different clones of *Populus nigra* from salicacea as a native fast-growing species have a good potential for planting in wide scale. But because of the ecological differences in the field, especially. Temperature alterations, segregation of the cold resistant clones in relation to in seedling stage establishment is very important. Peroxidase enzyme as one of the most sensitive physiological factors to environmental stresses, especially low temperature was used to compare the ability of cold resistance of five clones of this species. Quantitative and qualitative activities of this biochemical marker (POD) were studied during five months from September till May. The result indicated that *P. nigra* 62.231 and 64.13 clones had the best ability of early autumn cold resistance and *P. nigra* 56.52 clone had the best ability of late spring cold resistance. Also, *P. nigra* 62.171 and 64.13 clones the best winter cold resistance.

Keywords: *Populus nigra*, Clone, Peroxidase, Cold resistance

* Corresponding Author; Email: azadfar.d@gmail.com