

بررسی و مقایسه فعالیت کمی و کیفی آنزیم پراکسیداز در اندام‌های مختلف گونه بارانک (*Sorbus torminalis* (L.) Crantz)

یعقوب ایران منش^{۱*}، سودابه علی احمد کروری^۲، کامبیز اسپهبدی^۳ و داوود آزادفر^۴

۱- * مسئول مکاتبات، مربی پژوهشی مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی شهرکرد، شهرکرد

پست الکترونیک: y_iranmanesh@yahoo.com

۲- دانشیار پژوهشی، گروه تحقیقات زیست‌بوم‌های طبیعی پایدار، تهران

۳- استادیار پژوهشی، تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان مازندران

۴- استادیار دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان

تاریخ پذیرش: ۱۳۸۸/۵/۱

تاریخ دریافت: ۱۳۸۷/۱۱/۱۵

چکیده

رفتار گیاهان ارتباط ویژه‌ای با فعالیت آنزیم پراکسیداز دارد. این آنزیم به‌عنوان یک شاخص مناسب جهت بررسی چگونگی تأثیرات عوامل زیست‌محیطی بر روی فیزیولوژی گیاه مورد استفاده قرار می‌گیرد. این تحقیق با هدف بررسی نقش و فعالیت آنزیم پراکسیداز در اندام‌های مختلف گونه بارانک (*Sorbus torminalis* (L.) Crantz) در منطقه جنگلی فریم استان مازندران انجام شد. تعداد ۴۰ پایه درخت بارانک انتخاب گردیده و متعاقباً اقدام به بذرگیری و تهیه نهال از هر پایه به‌صورت جداگانه گردید. به منظور بررسی کمی و کیفی آنزیم پراکسیداز در قسمتهای مختلف درخت بارانک، در پایان فصل تابستان چهار پایه بارانک با شرایط تقریباً مشابه از نظر وضعیت کیفی، ارتفاع، قطر برابر سینه و در فاصله نزدیک نسبت به همدیگر، انتخاب نموده و از قسمتهای مختلف نمونه‌برداری شد. پس از تهیه نمونه‌های مورد نظر و عصاره‌گیری از آنها، مطالعات کمی توسط دستگاه اسپکتروفتومتر UV، و مطالعات کیفی با استفاده از روش پلی‌اکریل‌آمید ژل الکتروفورز (PAGE) انجام شد. نتایج این مطالعه نشان داد که از نظر فعالیت کمی میزان فعالیت آنزیم پراکسیداز در شاخه ۰/۱۸۶ و در برگ ۰/۰۸۵ می‌باشد. این تفاوت از نظر آماری در سطح احتمال ۹۹ درصد معنی‌دار است. همچنین تعداد باندهای ایزوآنزیمی شاخه (۱۵ باند) بیشتر از باندهای ایزوآنزیمی برگ (۱۲ باند) بود.

واژه‌های کلیدی: ایزوآنزیم، پراکسیداز، بارانک، اندام، فیزیولوژی.

مقدمه

واکنش گیاهان را نسبت به عوامل مختلف زیست محیطی مطالعه کرده و آنزیم پراکسیداز را به‌عنوان یک شاخص مناسب جهت بررسی چگونگی تأثیرات عوامل زیست محیطی بر روی فیزیولوژی گیاه معرفی نموده‌اند (شیروانی، ۱۳۷۷). آنزیم‌ها، دسته‌ای از پروتئین‌ها هستند

آنزیم پراکسیداز به‌عنوان یکی از کاتالیزورهای مهم در اعمال متابولیک گیاهان، به شکل گسترده‌ای در گونه‌های درختی وجود دارد. رفتار گیاه ارتباط ویژه‌ای با این آنزیم دارد. دانشمندان فیزیولوژیست و محیط‌زیست، نحوه

مقایسه کرد. آسانی مطالعه ایزوآنزیم‌های پراکسیداز روی ژل‌های پلی آکریل آمید، امکان شناسایی عملکرد اختصاصی پراکسیداز را به ما می‌دهد (Huch et al., 1989). آنزیم پراکسیداز ماده سمی آب‌اکسیژنه را که در کلیه اعمال فیزیولوژیک گیاه تولید می‌شود شکسته و به مولکولهای آب و اکسیژن تبدیل می‌کند. نحوه مقاومت گیاه را در برابر مرگ (به دلیل مسمومیت با آب اکسیژنه تولید شده) که با افزایش میزان آنزیم پراکسیداز در گیاهان آلوده همراه است، نشان می‌دهد. پراکسیدازهای دیواره سلولی، در چوب‌پنبه‌ای شدن و اتصال عرضی ترکیبات دیواره سلولی نقش دارند. (شیروانی، ۱۳۷۷). ثابت شده است که این آنزیم در تمام قسمتهای چوب (مغز چوب، طبقه زیر پوست و پوست) وجود دارد (Stich & Ebermann, 1988). اگلی و همکاران (۱۹۸۳) شرح دادند که پراکسیدازها مسؤول سخت شدن پوسته دانه در *Sida spinosa* هستند. کاستیلو و سیگل (۱۹۸۶) الگوهای ایزوآنزیمی کامبیوم و لایه‌های خارجی گزینم چوب گونه‌های درختی را نشان دادند (شیروانی، ۱۳۷۷). سیگل و کاستیلو (۱۹۸۶) نقش آنزیم پراکسیداز را در انعکاس تنشهای فیزیولوژیکی در گیاه اثبات کردند (نقل از کروری، ۱۳۷۲). همچنین یانگ و کاوی (۱۹۹۰) مشخص کردند که پراکسیدازهای دیواره سلول پوشش دانه در اپیدرم داخلی *Phaseolus vulgaris* در طی نمو دانه پیدا می‌شوند. این تحقیق با هدف بررسی و مطالعه نقش و میزان فعالیت آنزیم پراکسیداز در اندام‌های مختلف گونه بارانک و همچنین به کارگیری آن در مطالعات اکولوژی و اکوفیزیولوژی این گونه ارزشمند جنگل‌های شمال کشور انجام شد.

که در مسیرهای اصلی متابولیک گیاهان نقش فعال کننده‌ای دارند. در برخی از منابع واژه کاتالیزور زیستی برای آنزیم‌ها به کار می‌رود (میردریکوند، ۱۳۷۸). آنزیم‌ها به‌عنوان مهمترین پروتئین‌های شناخته شده در فرایندهای متابولیکی موجودات زنده محسوب می‌شوند و به‌دلیل اینکه در ساده‌ترین تک‌سلولی‌ها تا پیچیده‌ترین ارگانیسم‌های حیاتی قابل مطالعه هستند از اهمیت ویژه‌ای برخوردار می‌باشند (شیروانی و همکاران، ۱۳۸۴). پراکسیداز جزء آنزیم‌های اکسیدوردوکتاز محسوب می‌گردد که یکی از وظایف اصلی آن مربوط به دفاع گیاه در برابر عوامل خارجی است و نقش مهمی در سم‌زدایی شکل‌های مختلف اکسیژن فعال شده در سلول دارد. از وظایف مهم دیگر آن، انعکاس پاسخ متابولیک گیاه به اغلب عوامل تنش زاست (شیروانی، ۱۳۷۷).

از این رو اختصاصی بودن سوبستراهای پراکسیداز گیاهی به برقراری ارتباط فیلوژنیک بین تیره‌های گیاهی کمک می‌کند و به عبارتی ارزش سیستماتیک دارد. فعالیت پراکسیداز با ایجاد زخم یا بروز پیری تحریک می‌شود که در پاسخ به این دو پدیده، فعالیت آن افزایش می‌یابد. تغییرات فعالیت پراکسیداز در گیاهان مقاوم نسبت به گیاهان حساس، شدیدتر و سریعتر است (Moreschbacher, 1992). برخی از محققان بین تغییرات نحوه عمل پراکسیداز و رفتار گیاهان ارتباط پیدا کرده‌اند. در این خصوص نیاز است که درباره حساسیت آنزیم نسبت به عوامل محیطی خاص و تأثیرات آنها بیشتر مطالعه شود. تجزیه ایزوآنزیم‌های پراکسیداز با استفاده از الکتروفورز اطلاعات بیشتری درباره واکنش گیاه نسبت به عوامل خارجی به دست می‌دهد و بدین صورت می‌توان الگوهای ایزوآنزیمی گیاهان بیمار را با گیاهان سالم



شکل ۱- اندام‌های مختلف درخت بارانک

عصاره‌گیری

پس از تهیه نمونه‌ها، آنها را در هاون چینی مخصوص کاملاً خرد نموده و پس از اضافه کردن محلول عصاره‌گیری، توسط دستگاه سانتریفوژ با سرعت ۳۰۰۰ دور در دقیقه، ایزوآنزیم‌ها استخراج شده و تا مرحله شروع آزمایش‌های کمی و کیفی آنزیمی در دمای ۴°C نگهداری شدند (Korori, 1989).

روش بررسی کمی آنزیم پراکسیداز

مطالعات کمی توسط دستگاه اسپکتروفتومتر UV، با طول موج ۵۶۰ نانومتر انجام شد و فعالیت آنزیم پراکسیداز در واحد زمان اندازه‌گیری شد (Korori, 1989).

روش بررسی کیفی آنزیم پراکسیداز

مطالعات کیفی با استفاده از دستگاه الکتروفورز عمودی به روش PAGE (پلی اکریل آمید ژل الکتروفورز) و طبق روش کرووری و ابرمن (۱۹۹۱) صورت گرفت.

ارزیابی داده‌های الکتروفورتیکی

بعد از رنگ‌آمیزی ژل‌ها، از آنها عکس گرفته و به کمک نرم‌افزار EXCEL تمامی باندهای ایزوآنزیمی کشیده شدند. همچنین در این تحقیق مقایسه میانگین

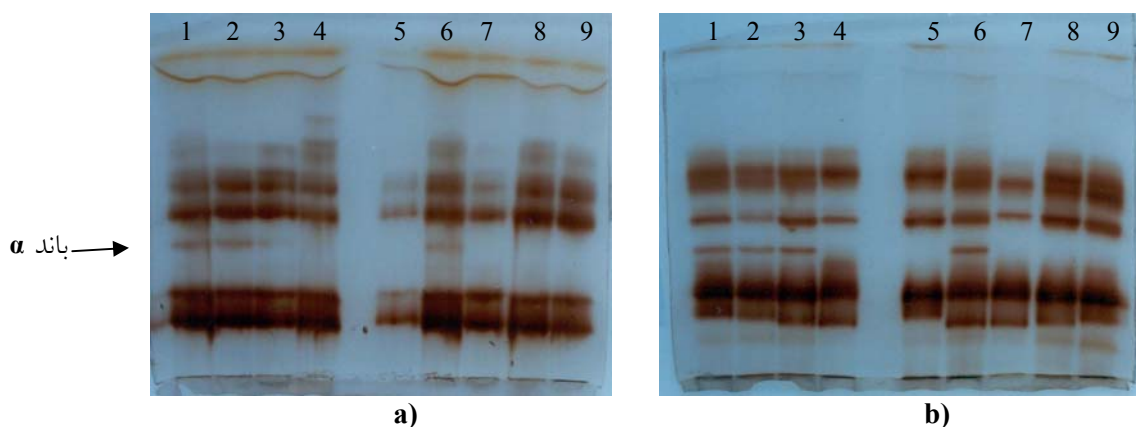
مواد و روشها

پس از عملیات جنگل‌گردشی و ارزیابی عرصه تحقیقاتی و با توجه به نیازهای آماری، نمونه‌های مورد ارزیابی از تعداد ۴۰ پایه درخت بارانک از جنگل‌های حوزه استحفاظی شرکت سهامی بهره‌برداری چوب فریم واقع در محدوده عرض جغرافیایی "۳۰° ۵۸' ۳۵" تا "۳۰° ۱۰' ۵۳" تا "۰۰° ۱۸' ۵۳" شرقی با اقلیم مرطوب سرد انتخاب گردیدند. درختان انتخاب شده بوسیله پلاک‌های فلزی شماره‌گذاری گردید و در ادامه اقدام به بذرگیری و تهیه نهال از هر پایه بصورت جداگانه شد. از هر پایه مادری، تعداد ۲۰۰ بذر سالم بطور تصادفی انتخاب شده و بعد در نهالستان منطقه در گلدان‌های مخصوص بصورت جداگانه کشت گردیدند. برگ و ساقه نهال‌های یکساله تولید شده جهت مقایسه الگوی کمی و کیفی آنزیمی مورد استفاده قرار گرفتند. به منظور بررسی کمی و کیفی ایزوآنزیم‌های پراکسیداز در قسمتهای مختلف درخت بارانک در پایان فصل تابستان ۴ پایه بارانک که شرایط تقریباً مشابهی از نظر وضعیت کیفی، ارتفاع، قطر برابر سینه داشتند و در فاصله نزدیکی نسبت به همدیگر بودند، انتخاب گردید و از قسمت‌های مختلف آنها شامل شاخه یکساله، شاخه دو ساله، شاخه ۳ ساله، شاخه ۴ ساله، پوست شاخه ۴ ساله، پوست مرده، پوست زنده بخش خارجی، پوست زنده بخش داخلی، چوب بخش خارجی، چوب بخش داخلی، بذر، بخش گوشتی میوه، جوانه و برگ، نمونه برداری شد. کلیه نمونه‌ها را بلافاصله پس از برداشت بصورت جداگانه در یخدان حاوی یخ خشک (دمای زیر ۴°C) قرار داده و جهت انجام مطالعات آنزیمی به آزمایشگاه انتقال داده شدند.

فعالیت پراکسیداز در واحد زمان، به کمک نرم افزار SPSS انجام شد.

نتایج

مقایسه تغییرات کمی و کیفی آنزیم پراکسیداز بین شاخه و برگ در نهالها



شکل ۲- (a) الگوی بانندی نمونه‌های شاخه (۹ نمونه)، (b) الگوی بانندی نمونه‌های برگ (۹ نمونه)

تغییرات کمی آنزیم پراکسیداز در نمونه‌های برگ نیز روند مشابهی را با نمونه‌های شاخه نشان دادند به طوری که در نمونه‌هایی که فعالیت کمی پراکسیداز شاخه بسیار متفاوت بود در نمونه برگ نیز این اختلاف وجود داشت. میانگین فعالیت آنزیمی در شاخه ۰/۱۸۶ و در برگ ۰/۰۸۵ بود. آزمون آماری نشان داد که بین فعالیت آنزیمی شاخه و برگ در سطح معنی‌دار یک درصد اختلاف وجود دارد (جدول ۱).

مقایسه الگوی ایزوآنزیم پراکسیداز در شاخه و برگ نهالها در پایه‌های مورد مطالعه نشان داد که در نمونه‌های برگ، تعداد باندهای ایزوآنزیمی ۱۲ بود. در حالی که در نمونه‌های شاخه این تعداد ۱۵ بود (شکل ۲). مقایسه کلی الگوی تغییرات کیفی برگ و شاخه نشان داد که باندهای ایزوآنزیمی شاخص مانند α در نمونه‌های شاخه، در الگوی نمونه‌های برگ نیز در همان جایگاه ظاهر گردیده است. در الگوی کیفی شاخه، بیشتر باندها در قسمت آندی و در الگوی کیفی برگ، باندها بیشتر در بخش کاتدی واقع هستند.

جدول ۱- مقایسه میانگین فعالیت آنزیمی شاخه و برگ با آزمون t

	F	sig	t	درجه آزادی	اشتباه معیار	sig
فعالیت آنزیمی شاخه و برگ	۴/۶۵۱	۰/۰۳۴	۱۲/۵۱۰	۸۰	۰/۰۰۸۰۹۷	۰/۰۰۰**

**معنی دار در سطح ۱ درصد

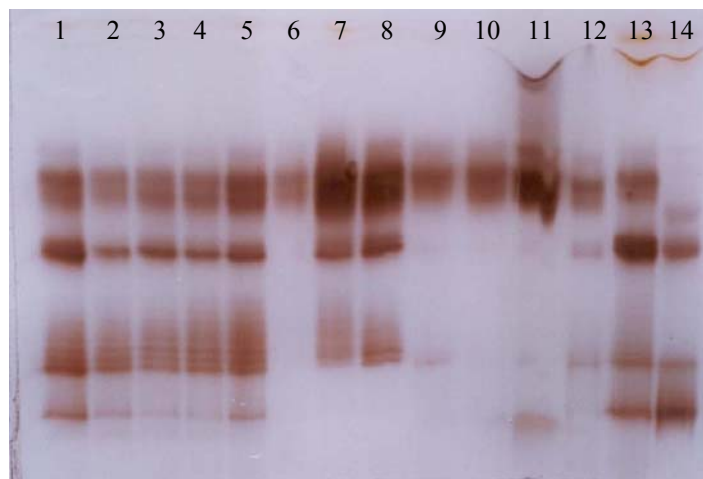
ایزوانزیمی مختص اندام خاصی بوده و بعضی دیگر در بسیاری از قسمتهای درخت مشترک هستند. باند ایزوانزیمی X در کلیه قسمتهای درخت مشاهده شد. باند ایزوانزیمی Y در «شاخه یکساله، شاخه دوساله، شاخه ۳ ساله، شاخه ۴ ساله، پوست شاخه ۴ ساله، پوست زنده، قسمت گوشتی میوه، جوانه و برگ» دیده شد.

مقایسه تغییرات کمی و کیفی ایزوانزیمهای پراکسیداز در قسمت‌های مختلف درخت بارانک

بدلیل اینکه هدف از این بررسی انجام مطالعات فیزیولوژی بود، عصاره‌های تهیه شده از قسمت‌های مختلف ۴ پایه، با نسبت مساوی با همدیگر مخلوط گردیده، بعد الگوی کمی و کیفی ایزوانزیم‌ها مورد بررسی قرار گرفت.

تغییرات کیفی

الگوی تغییرات کیفی پراکسیداز در قسمتهای مختلف درخت بارانک نشان می‌دهد که بعضی از باندهای

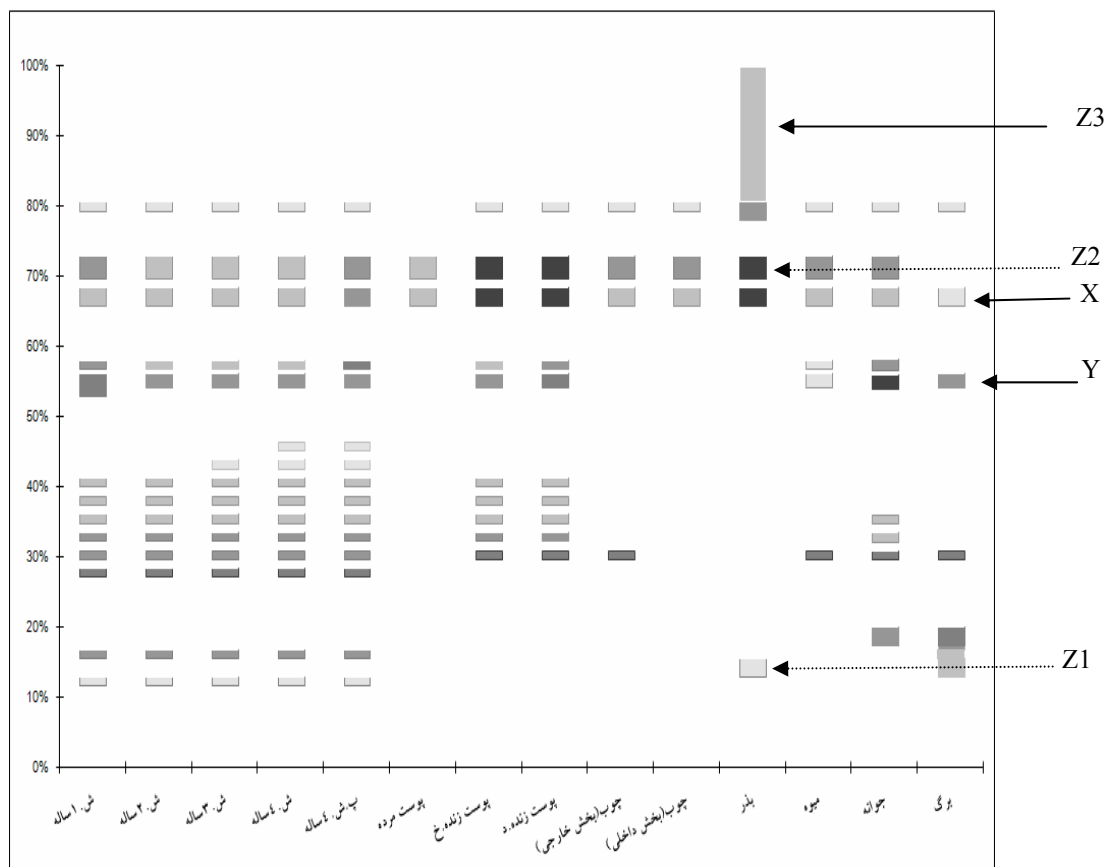


شکل ۳- مقایسه فعالیت کیفی ایزوانزیمهای پراکسیداز در اندامهای مختلف درخت بارانک

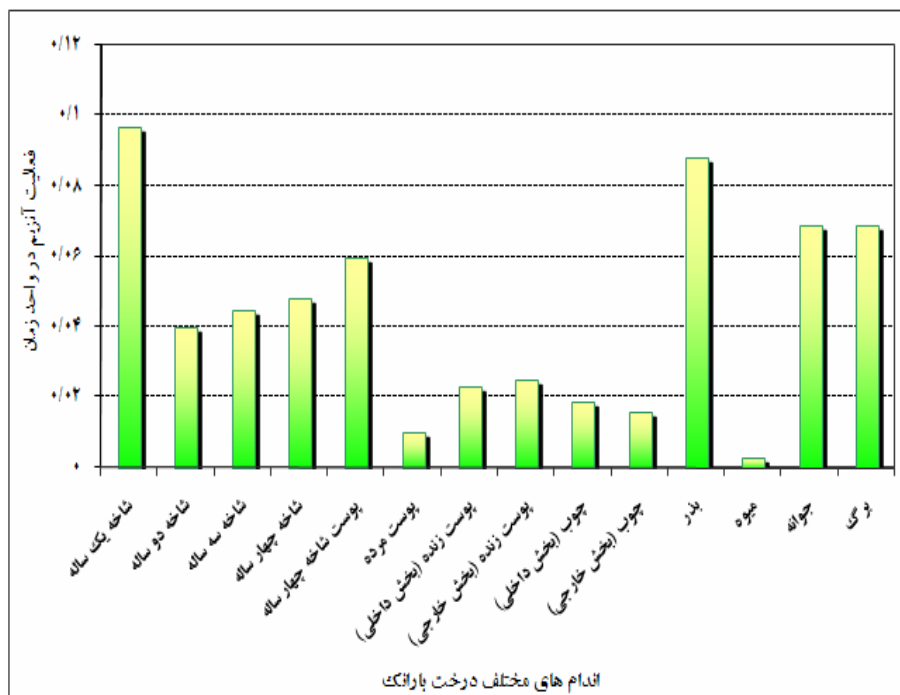
گوشتی میوه و چوب مرده می‌باشد. پوست شاخه ۴ ساله، نسبت به شاخه ۴ ساله فعالیت بیشتری را نشان داد. شاخه‌های ۲ ساله، ۳ ساله و ۴ ساله فعالیت کمتری را نسبت به شاخه ۱ساله نشان دادند، اما بین خود شاخه‌های ۲، ۳، ۴ ساله تفاوت معنی‌دار دیده نشد. در نمونه‌ای که از بخش تنه درخت تهیه گردید (شکل ۶)، روند تغییرات کمی آنزیم پراکسیداز مورد بررسی قرار گرفت.

باند آنزیمی Z_3 بصورت بلوک شده، تنها در نمونه بذر مشاهده گردید. باند ایزوانزیمی Z_2 بین شاخه و بذر مشترک بود. باند ایزوانزیمی Z_1 بین شاخه و بذر مشترک بود (شکل ۳ و ۴).

شکل ۵ تغییرات کمی آنزیم پراکسیداز را در قسمت‌های مختلف درخت نشان می‌دهد. بیشترین فعالیت ایزوانزیمی در شاخه ۱ ساله و کمترین فعالیت در بخش



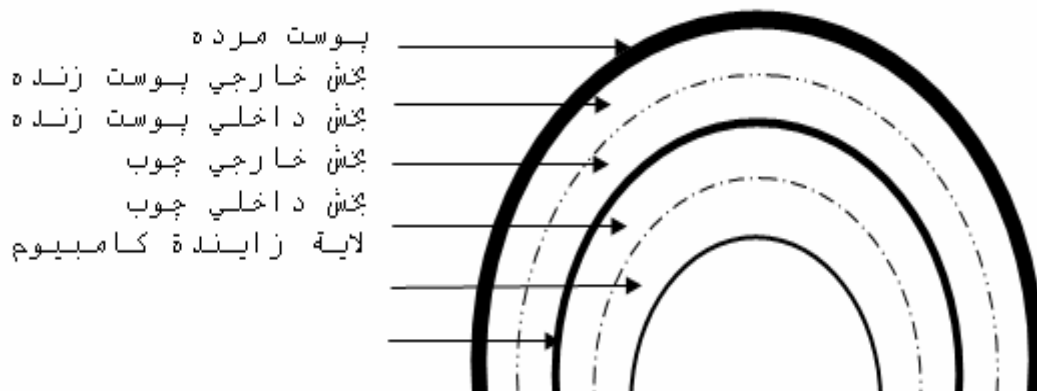
شکل ۴- مقایسه فعالیت کیفی ایزوآنزیم‌های پراکسیداز در اندام‌های مختلف درخت بارانک از طریق رسم نمودار تغییرات کمی



شکل ۵- مقایسه فعالیت کمی آنزیم پراکسیداز در اندام‌های مختلف درخت بارانک

جدول ۲- فعالیت کمی آنزیم پراکسیداز در قسمت‌های مختلف تنه درخت بارانک

فعالیت آنزیمی	قسمت تهیه شده از تنه درخت
۰/۰۱	پوست مرده
۰/۰۲۳	پوست زنده (بخش خارجی)
۰/۰۲۴	پوست زنده (بخش داخلی)
۰/۰۲۱	چوب (بخش خارجی)
۰/۰۱۹	چوب (بخش داخلی)
۰/۰۲۳۵	میانگین فعالیت کمی پوست زنده
۰/۰۲	میانگین فعالیت کمی چوب



شکل ۶- نمایی از قسمت‌های مختلف تنه که به منظور بررسی‌های کمی و کیفی آنزیمی، از آنها نمونه‌برداری گردید.

بحث

مطالعات آنزیمی شاخه و برگ در نهال‌ها

آنزیم پراکسیداز به‌عنوان یکی از نشانگرهای بیوشیمیایی بوده که نقش مهمی در گیاه ایفا می‌کند. این دسته از نشانگرها اگرچه در مطالعات ژنتیکی استفاده می‌گردند ولی تحت تاثیر محیط نیز قرار می‌گیرند. به منظور کاهش اثرهای محیطی بر فعالیت آنزیمی از درختان مورد نظر بذرگیری به عمل آورده و مقایسه فعالیت کمی و کیفی آنزیمی بر روی شاخه و برگ نهال‌ها انجام شد. ظاهر شدن باند ایزوآنزیمی شاخص مانند α در نمونه‌های برگ در جایگاه ظهور این باند در نمونه‌های شاخه،

بیان‌کننده یک نوع توانمندی گیاه، در پاسخ به عوامل اکولوژیک می‌باشد. این باند ایزوآنزیمی شاخص می‌تواند در کلاس‌بندیهای ژنتیکی مورد استفاده قرار گیرند چرا که اثر عامل محیط در ظهور این باند به حداقل رسیده است. ذوالفقاری و همکاران (۱۳۸۶) در مطالعه شناسایی پایه‌های مقاوم به سرمای راش به کمک مطالعات آنزیمی بیان داشتند که تعداد جایگاه‌های ایزوآنزیمی پراکسیداز ارتفاعات کم برای مقابله با تنش سرمای دیررس بیشتر از ارتفاعات زیاد بود. علت کمتر بودن فعالیت آنزیمی در نمونه‌های برگ نسبت به شاخه را می‌توان ناشی از فصل نمونه‌برداری دانست، زیرا در این زمان، فصل رویش گیاه

نحوی در فرایند فتوسنتز موثر هستند (شاخه ۱ساله، شاخه ۲ساله، شاخه ۳ساله، شاخه ۴ساله، پوست شاخه ۴ساله، پوست زنده، میوه، جوانه و برگ) به عنوان ایزوآنزیمی که در فرایند فتوسنتز نقش دارد، معرفی می‌گردد.

الگوی ایزوآنزیمی بذر نسبت به سایر الگوها متفاوت است. این الگو، از سنگینترین ایزوآنزیمها تا سبکترین آنها را در بر گرفته است. بذر، قسمتی از یک گیاه محسوب می‌گردد که علاوه بر دربرداشتن ذخیره غذایی گیاه در اوایل زندگی، حاوی ریشه‌چه، ساقه‌چه، و برگچه، می‌باشد. باند ایزوآنزیمی Z_1 که مشترک بین بذر و برگ می‌باشد، می‌تواند ایزوآنزیمی باشد که در تشکیل برگچه موثر است. باند ایزوآنزیمی Z_2 که بین شاخه و بذر مشترک است، ایزوآنزیمی است که در تشکیل ساقه چه موثر است. باند ایزوآنزیمی Z_3 ، که بصورت بلوک شده ظاهر گردیده است، احتمالاً ایزوآنزیمهایی را در بر می‌گیرد که در تشکیل ریشه چه، نقش دارند و یا اینکه مربوط به ذخایر غذایی است. بدلیل اینکه الگوی ایزوآنزیمی ریشه در دست نبود، تفکیک این دو نقش امکان‌پذیر نمی‌باشد.

تحقیقات مختلف نشان داده است که با پایان یافتن حیات در گیاه، ابتدا باندهای ایزوآنزیمی کندرونده (سنگین یا آندی) از بین می‌روند و بتدریج باندهای میانی و سبک حذف می‌گردند (کروری، ۱۳۷۸). این وضعیت در پوست مرده کاملاً مشهود است. در این اندام که کمترین باند ایزوآنزیمی را دارد، بدلیل مرده بودن بافت بخش ایزوآنزیمهای سنگین و میانی حذف گردیده است و فعالیت اندک ایزوآنزیمی در بخش کاتدی، حاکی از رو به پایان رفتن حیات این گیاه می‌باشد. این وضعیت، یعنی کاهش باندهای سنگین و میانی در الگوی مربوط به چوب

رو به پایان است و برگها به زمان خزان خود نزدیک می‌شوند. تحقیقات نشان داده است که با پایان یافتن حیات در گیاه، فعالیت آنزیم پراکسیداز نیز رو به کاهش می‌رود (کروری، ۱۳۷۸). بنابراین نزدیک شدن به فصل خزان برگها را می‌توان عامل کمتر بودن فعالیت آنزیمی برگها دانست، در حالی که در این زمان، ساقه نهال از حیات فیزیولوژیک برخوردار است. کمتر بودن تعداد باند ایزوآنزیمی در نمونه‌های برگ نسبت به شاخه نیز، مؤید این اختلاف فعالیت آنزیمی در برگ و شاخه می‌باشد.

مطالعات آنزیمی اندامهای مختلف درخت بارانک

پژوهش‌های متعدد ثابت کرده است که اندامهای مختلف گیاهی، الگوی آنزیمی ثابتی را معرفی نمی‌کند. همچنین فعالیت آنزیمی قسمت‌های مختلف گیاهان در فصل برداشت ثابت، متغیر است. این تغییرات کمی و کیفی باید ناشی از توانایی‌های فیزیولوژیک مختلف اندامهای گیاهی باشد که آنزیم پراکسیداز به تنهایی یا با کمک سایر آنزیمها در این فرایندهای فیزیولوژیک همکاری می‌نماید (آزادفر، ۱۳۷۷ و کروری، ۱۳۷۸).

نتایج حاصل از این بخش از مطالعه که بر روی اندامهای مختلف انجام شد، حاکی از آن است که الگوهای ایزوآنزیمی اندامهای مختلف درخت بارانک در زمان برداشت ثابت، متغیر است. فصل مشترک‌های ایزوآنزیمی در اندامهای مختلف مشاهده می‌شود که می‌بایست ناشی از بعضی همکارهای مشترک اندامها با هم باشد. باند ایزوآنزیمی X که در تمامی اندامها مشترک است، به عنوان ایزوآنزیم پایه در کل درخت بشمار می‌رود.

بنابراین باند ایزوآنزیمی Y در بخش ایزوآنزیمهای میانی، بدلیل اینکه در اندامهایی مشاهده می‌شود که به

میوه و چوب مرده می‌باشد. علت پایین بودن فعالیت آنزیمی در بخش گوشتی میوه، رسیده بودن میوه و عدم نیاز به آنزیم پراکسیداز جهت فعالیت‌های فیزیولوژیک می‌باشد.

در مقایسه بین اندام‌ها، شاخه ۱ساله بدلیل فعالیت آنزیمی بالا، تعداد مناسب باند، وضوح باندهای حاصل و همچنین سهولت تهیه و دسترسی به این اندام، به‌عنوان مناسبترین اندام در گونه بارانک جهت بررسی‌های آنزیمی معرفی می‌گردد. اندام‌های مختلف درخت بارانک در فصل برداشت ثابت، الگوی آنزیمی و فعالیت کمی ثابتی را معرفی نمی‌کند، این تغییرات کمی و کیفی ناشی از توانایی‌های فیزیولوژیک مختلف اندام‌های گیاهیست، که آنزیم پراکسیداز به تنهایی یا به کمک سایر آنزیم‌ها در این فرایندهای فیزیولوژیک همکاری می‌نماید.

سپاسگزاری

در پایان لازم است از همکاران پرتلاش در بخش تحقیقات جنگل موسسه تحقیقات جنگل‌ها و مراتع کشور، به ویژه آقایان مهندس مصطفی خوشنویس، مهندس پژمان پرهیزکار و دکتر محمد متینی‌زاده که از راهنمایی‌های ارزشمندشان در اجرای تحقیق بهره‌مند گردیدیم، صمیمانه تشکر و قدردانی شود.

منابع مورد استفاده

—آزادفر، د.، ۱۳۷۷. طبقه بندی ژنوتیپ‌های درختان گیلان وحشی در جنگل تحقیقاتی واز. پایان‌نامه کارشناسی ارشد جنگلداری. دانشکده منابع طبیعی. دانشگاه تربیت مدرس. ۱۷۴ صفحه.

—ذوالفقاری، ر.، علی احمد کروری، س.، اعتماد، و.، ۱۳۸۶. استفاده از آنزیم‌های پراکسیداز و کاتالاز برای شناسایی پایه‌های مقاوم

نیز مشاهده می‌گردد. Stich karl (۱۹۸۸) نشان داد که هرچه قدر به قسمت‌های درونی تر تنه پیش برویم، از فعالیت آنزیمی کاسته می‌شود. در تحقیق حاضر نیز روند تغییرات فعالیت کمی و الگوی کیفی ایزوآنزیمی تنه از پوست تنه به سمت داخل مورد بررسی قرار گرفت. در این بررسی که بر روی ۵ قسمت تنه (پوست مرده، پوست زنده بخش خارجی، پوست زنده بخش داخلی، چوب بخش خارجی، چوب بخش داخلی) انجام شد، مشخص شد که بیشترین فعالیت آنزیمی مربوط به بخش داخلی پوست زنده و کمترین فعالیت مربوط به پوست مرده (به دلیل مرده بودن بافت) می‌باشد. در قسمت مربوط به پوست زنده، بخش داخلی نسبت به بخش خارجی به دلیل اینکه به لایه زاینده کامبیوم نزدیک تر می‌باشد، فعالیت آنزیمی بیشتری را نشان می‌دهد. در قسمت مربوط به چوب نیز، بخش خارجی نسبت به بخش داخلی، که به لایه زاینده کامبیوم نزدیک تر است، فعالیت آنزیمی بیشتری دارد. در مجموع بخش پوست، نسبت به چوب فعالیت آنزیمی بیشتری دارد، این موضوع به دلیل کاهش میزان سلول‌های زنده در قسمت‌های درونی تر تنه می‌باشد بعبارت دیگر قسمت‌های خارجی تر تنه از میزان حیات بیشتری برخوردارند.

بنابراین فعالیت آنزیمی پوست شاخه ۴ ساله نسبت به شاخه ۴ سئله بیشتر می‌باشد. این مساله بدلیل سلول‌های زنده بیشتر (نزدیکی با لایه کامبیوم) در پوست شاخه ۴ ساله می‌باشد. شاخه ۱ ساله نیز دارای فعالیت بیشتری نسبت به شاخه ۲ساله ۳ ساله و ۴ ساله می‌باشد، دلیل این امر نیز جوان تر بودن این قسمت و بیشتر بودن لایه زاینده کامبیوم در شاخه ۱ساله می‌باشد. بیشترین فعالیت کمی آنزیمی در شاخه ۱ ساله و کمترین آن در بخش گوشتی

کارشناسی ارشد زراعت و اصلاح نباتات. دانشکده علوم کشاورزی، دانشگاه گیلان.

- Egley, G.L.T., Paul, R.N., Vaughn K.C. and Duke S.C. 1983. Role of peroxidase in the development of water impermeable seed coats in *Sida spinosa* L. *Planta*, 157: 224-232.
- Huch, A., Smith R. and Van Huysstee R. 1989. Biosynthesis and localization of peanut peroxidase. A comparison cationic and suger beet suspension cells J. *Plant Physiology* 135: 369-372.
- Korori, S.A.A 1989. Dissertationsarbeit Zur Eelangung des Dokorgrades and der Universtat fer Bodenkult inWien Eingereicht Von Frou Dipl.Ing.
- Kuroda, H., SugisKa, S., Asada, M. and Chiba, K. 1991. Peroxidoe-Sca venging systems during cold cacclimation of apple callus in culture. *Plant Cell Physiology*, 32: 635-647.
- Moreschbacher, B.M. 1992. Involvement in response to phatogens. *Plant Peroxidase, 1980-1990*, University of Geneva.
- Stich, K. and Ebermann, R. 1988. Investigatin of substrate specially of peroxidase isoenzymes occuring in wood of different species. *Holzgorschung*, 42: 221-224.

به سرما در گونه راش ایرانی (*Fagus orientalis* Lipsky).

فصلنامه منابع طبیعی ایران. شماره ۶۰: ۷۶-۶۷.

- شیروانی، ا.، ۱۳۷۷. طبقه بندی ژنوتیپ‌های ملج در رویشگاههای شمال کشور. پایان نامه کارشناسی ارشد جنگلداری. دانشکده منابع طبیعی. دانشگاه تربیت مدرس. ۱۴۰ صفحه.
- شیروانی، ا.، علی احمد کروری، س.، سبجانی، ه.، مروی مهاجر، م.ح.، ۱۳۸۴. ارزیابی اکوسیستم‌های جنگلی به کمک مالعات آنزیمی خاک با استفاده از درخت ملج به عنوان شاخص زیستی. مجله پژوهش و سازندگی، شماره ۶۶: ۱۰۳-۹۶.
- علی احمد کروری، س.، ۱۳۷۲. تغییرات فصلی آنزیم و ایزوآنزیم‌های پراکسیداز در گونه *Larix decidua* و نقش این آنزیم در مقاومت این درختان نسبت به سرمازدگی و رسیدن بذور. مجله پژوهش و سازندگی، ۲۰: ۱۷-۱۴.
- علی احمد کروری، س.، ۱۳۷۸. مجموعه مقالات بررسی نحوه پاسخ آنزیم‌ها در درختان جنگلی به تغییرات عوامل زیست محیطی. انتشارات موسسه تحقیقات جنگلها و مراتع کشور، شماره ۲۰۸. ۳۶۸ صفحه.
- میردریکوند، م.، ۱۳۷۸. بررسی تنوع ژنتیکی و طبقه بندی توده برنج‌های ایرانی با استفاده از نشانگرهای بیوشیمیایی. پایان نامه

Comparison of qualitative and quantitative activities of peroxidase in different organs of *Sorbus torminalis* (L.) Crantz

Y. Iranmanesh¹, S.Ali Ahmad Korori², K. Espahbodi³, and D. Azadfar⁴

1 Cooresponding author, Scientific board member, Research Center of Agriculture and Natural Resources, Shahrekord, I.R. Iran.
E_mail: y_iranmanesh@yahoo.com

2 Assoc. Prof. Research group of natural sustainable ecosystems , Tehran, I.R. Iran.

3 Assis. Prof., Research Center of Agriculture and Natural Resources, Mazandaran. I.R. Iran.

4 Assis. Prof., Gorgan University, Gorgan, I.R. Iran.

Received 04.02.2009

Accepted: 23.07.2009

Abstract

Enzymes are important factors on metabolism functions of plants. Enzyme was introduced as a suitable index in order to response to alteration of environmental factors. This research was carried out on Farim forest region on Mazandaran province of Iran by selecting 40 trees of *S. torminalis* (L.) Crantz. Seeds were obtained from all of the selected trees and the seedlings were produced for each single tree separately. In order to investigate enzymatic activities in different organs, four trees with the same characteristics were selected. Sampling were done on branch and leaf of seedlings and different organs. The samples' enzymes were extracted immediately and peroxidase was quantitatively and qualitatively studied. Quantitative studies were accomplished by Spectrophotometer (in 530 NM wave length) and qualitative studies were performed by polyacrylamid gel electrophoresis (PAGE). Comparison of isoenzymatical patterns of the leaf and branch showed existence of a specific band in leaf and branch samples that shows plant ability in response to ecological alteration. Also quantitative activity of peroxidase in branch was 0.186 and in leaf was 0.085 that was statistically significant. The number of isoenzymes of branch and leaf were 15 and 12 respectively.

Keywords: Isoenzyme, Peroxidase, *Sorbus torminalis*, Physiology, Organ.