

## بررسی کمی و کیفی آنزیم پرکسیداز و آمیلاز بذر و شاخه درخت ارس (*Juniperrus excelsa*) بر حسب درجه کیفی پایه‌ها در رویشگاه خراسان رضوی (مطالعه موردی هزار مسجد و بینالود)

سید یوسف ترا بیان\*<sup>۱</sup>، سودابه علی احمد کروری<sup>۲</sup>، ابراهیم عادل<sup>۳</sup>، میر مظفر فلاح جای<sup>۴</sup>

\*<sup>۱</sup> و <sup>۳</sup> - دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات تهران، گروه جنگل‌داری، تهران، ایران، صندوق پستی: ۴۹۳۳-۱۴۱۵۵

<sup>۲</sup> - موسسه تحقیقات جنگل‌ها و مراتع، تهران، ایران، ۱۳۱۸۵-۱۱۶

<sup>۴</sup> - دانشگاه آزاد اسلامی واحد لاهیجان، دانشکده منابع طبیعی، گروه جنگل‌داری، لاهیجان، ایران، صندوق پستی: ۱۶۱۶

drtorabian@yahoo.com

### چکیده

درخت ارس *Juniperrus excelsa* از گونه‌های مهم رویشگاه‌های کوهستانی ایران محسوب می‌شود و وسعت فعلی آن در ایران ۵۰۰ هزار هکتار است. برای این که نسل یک گیاه بهتر باقی بماند به عوامل مختلفی بستگی دارد که در این تحقیق تنوع ژنتیکی درون گونه‌ای مورد مطالعه قرار گرفته است. رویشگاه‌های مورد مطالعه در این تحقیق واقع در شمال خراسان رضوی است. مطالعات انجام گرفته به وسیله آنزیم پرکسیداز و آمیلاز بر روی بذر درختان ارس در دو رویشگاه مورد مطالعه به وسیله ژل پلی‌اکریل آمید *polyacrylamide* نشان داد که به دلیل تعداد باندهای آنزیمی پرکسیداز نسبت به آمیلاز بررسی فعالیت پرکسیداز نتایج بهتری را نشان می‌دهد و همچنین افزونی تعداد باندهای کاتدی پرکسیداز بذرهای رویشگاه لاین هزار مسجد نسبت به رویشگاه بینالود می‌تواند به قدرت زادآوری و مقاومت نهال‌های ارس این رویشگاه اثر مثبت داشته باشد. همچنین می‌توان نتیجه گرفت که در رویشگاه قرق شده توان فیزیولوژی درختان افزوده شده این خود بر استقرار و پویایی رویشگاه‌ها اثر دارد.

**کلمات کلیدی:** هزارمسجد، بینالود، ارس، آنزیم آمیلاز، آنزیم پرکسیداز، ژل پلی‌اکریل آمید.

## مقدمه

درخت ارس (*Juniperus spp*) یکی از ارزشمندترین سرده‌های درختی موجود در ایران است که در اکثر کوهستان‌های کشور فراتر از مرز فوقانی جنگل و گاه نیز هم مرز با مناطق جنگلی پراکنده‌اند. این جنس شامل گونه‌های متعددی از جمله *Juniperus communis*، *Juniperus excelsa*، *Juniperus foetidissima*، *Juniperus sabina* در ایران است و به دو صورت درختی و درختچه‌ای مشاهده می‌گردند. همه گونه‌های این جنس همیشه سبز و دارای دیر زیستی زیاد و حتی بیش از ۲۰۰۰ سال می‌رسند (۶). در دنیای معاصر، منابع و ذخایر طبیعی به ویژه پوشش گیاهی، یکی از ارکان زیربنایی اقتصاد هر کشور به شمار می‌رود در حال حاضر منابع طبیعی کشور، به ویژه جنگل‌ها و مراتع از نظر سیر تغییرات تدریجی اکوسیستم دچار توالی فرساینده شده است. اکوسیستم‌های طبیعی بنا به دلایل متعدد به کلی دگرگون شده و عرصه پهن‌آور پوشش گیاهی کشور شرایط مناسب و طبیعی خود را به طور کامل از دست داده است. کامل بودن اکوسیستم‌های طبیعی (از جمله اکوسیستم جنگل)، مبتنی بر تعادل و توازن نیروهای تشکیل دهنده آن‌ها از جهات کمی و کیفی است.

درخت ارس، از معدود سوزنی برگان با ارزش و بومی ایران بوده و مناطق وسیعی از کشور، معرف رویشگاه‌های طبیعی آن است. پراکنش آن در شمال، جنوب، شرق، غرب، و حتی نواحی مرکزی مجاور به کویر ایران، بر توان این سرده گواهی می‌دهند. گونه‌های این گیاه، از جنبه‌های مختلف صنعتی، حفاظتی و حمایتی بسیار با ارزشمند و در عطرسازی و

صنایع غذایی و دارویی کاربرد دارد. اغلب پایه‌های این درختان در حال حاضر در سخت‌ترین شرایط زیستی، وجود دارند. زادآوری این گونه به گفته برخی از کارشناسان سخت است که این امر باعث می‌شود از این گونه با ارزش حمایت بیشتری صورت گیرد رشد قطری این گونه کم و حتی کمتر از یک میلی‌متر است. مساحت رویشگاه این گونه در زمان قدیم بالغ بر دو میلیون هکتار بوده امروزه وسعت آن بالغ بر پانصد هزار هکتار می‌باشد (۶) و در صورت عدم مدیریت درست می‌تواند به مرز نابودی برسد.

جوانشیر (۵) در مورد رویاندن بذر ارس تحقیقاتی انجام داد و روش‌های مختلفی را در این مورد بررسی کرد. ترابیان (۳) با مطالعه آنزیمی پرکسیداز بر روی درختان دیرزیست و جوان ارس اعلام کرد که تفاوتی در آن‌ها دیده نمی‌شود. Korori (۲۰) و همچنین Eising (۱۹) نشان دادند که هرچه میزان فعالیت جایگاه‌های پروتئینی بذور بیشتر است، درصد قوه نامیه نیز افزایش نشان داده است. ذولفقاری و همکاران (۸) به کمک آنزیم پرکسیداز و کاتالاز پایه‌های مقاوم راش به سرما را استفاده نمود. همچنین ولی‌پور و همکاران (۱۶) به وسیله مطالعات آنزیمی اکوتیپ‌های گونه بارانک را جدا سازی نمودند. صالحی (۱۱) در بررسی بر روی گونه کاج تهران در چیتگر پرداخت که برخی از آن‌ها تاج بدون خشکی و برخی دیگر دارای خشکی با وجود یکسان بودن شرایط رویشگاهی به این نتیجه رسید که پایه‌هایی که دارای آنزیم پرکسیداز قوی‌تر بوده از تاج بهتری برخوردار بوده است همچنین Castillo (۱۷) نشان داد که پرکسیداز حساس‌ترین آنزیم گیاهی به تنش‌های محیطی می‌باشد. کلاگری و همکاران (۱۴) به وسیله آنزیم پرکسیداز برای تفاوت‌های ژنتیکی گونه

۳۷°۱۳' و ارتفاع از سطح دریا ۲۰۰۰ متر واقع شده است. رویشگاه دهانه حیدر همان طور که ذکر شد یکی دیگر از نقاط رویش ارس در استان خراسان رضوی در رشته کوه بینالود است. پس از گذشتن از نیشابور و بعد بزغان با حرکت از نزدیکی سلطان آباد به سمت شمال و با عبور از ماروسک و طی مسافتی حدود ۲۰ کیلومتر دره‌ای به نسبت گسترده و محدود شده به وسیله ارتفاعات شمالی، شرقی و غربی مشاهده گردید که به نام دهانه حیدر مشهور می‌باشد. موقعیت جغرافیایی این مکان طول "۵۲°۳۶'۵۸" عرض "۲۴°۳۶'۳۶" و همچنین ۲۱۲۳ متر از سطح دریا است.

در این تحقیق علاوه بر کار میدانی از روش‌های آزمایشگاهی نیز استفاده شده است. برای مطالعات ژنتیکی درختان ارس در این دو رویشگاه ابتدا درختان ارس از نظر فنوتیپ به سه درجه تفکیک شده است:

۱- درجه یک: تنه خوش فرم (تک تنه)، تاج متقارن، سلامت ظاهری مورفولوژی.

۲- درجه دو: تنه نامناسب (دو شاخه یا چند شاخه، کج بودن)، تاج نامتقارن و عدم سلامت ظاهری احتمالی (شاخص درجه دو، فنوتیپ تنه نامناسب و تاج غیر قرینه).

۳- درجه سه: تنه به صورت خوابیده و با شاخه‌های بسیار، وضعیت تاج خیلی بد فرم.

از هر درجه ۱۰ پایه انتخاب، نمونه‌های بذری از چهار جهت درخت و همچنین شاخه یک‌ساله جمع‌آوری و در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد به آزمایشگاه منتقل گردید. برای عصاره‌گیری نمونه‌های شاخه ابتدا ۱ تا ۲ گرم از نمونه در هاون به خوبی ساییده و به نسبت ۱ به ۳ با محلول عصاره‌گیری مخلوط گردید. نحوه عصاره‌گیری بذری اندکی متفاوت بوده است. برای این

پده استفاده کردند. آزادفر و همکاران (۱) به کمک مطالعات آنزیم پرکسیداز و آمیلاز نیازهای رویشی راش به نور را بررسی کردند و به این نتیجه رسیدند که در مرحله بلوغ درخت راش نور زیادتری را نیاز دارد.

## مواد و روش‌ها

خراسان رضوی شمال شرقی ایران واقع شده است استان خراسان به علت وسعت زیاد از شرایط اقلیمی متنوعی برخوردار است. بخشی از مناطق دشت کویر در غرب استان، کال نمکزار در شرق، ارتفاعات هزار مسجد و بینالود در قسمت‌های شمالی آن قرار گرفته است. بلندترین نقطه آن قله بینالود با ۳۲۱۱ متر ارتفاع از سطح دریاست. نفوذ دو جبهه آب و هوای مرطوب و کم فشار مدیترانه‌ای و آب و هوای سرد سیبری به این استان و گاه برخورد این دو جبهه هوا با هم یا برخورد توده‌های هوایی کم فشار مرطوب به ارتفاعات استان، بارندگی فراوانی به خصوص در شمال غربی استان را موجب می‌شود (۵۰۰ میلی‌متر در سال).

رشته کوه هزار مسجد در شمالی‌ترین نقطه استان و به موازات آن رشته کوه بینالود و شاه جهان (که دارای امتداد غربی- شرقی هستند) در امتداد رشته کوه‌های البرز قرار دارند. این دو رشته کوه در غرب به هم نزدیک‌تر بوده و با کشیده شدن به سمت شرق فاصله آن‌ها افزایش می‌یابد. شهرستان مشهد و برخی توابع آن در حد فاصل این دو رشته کوه قرار دارند.

رویشگاه‌های لاین در رشته کوه هزارمسجد در شمالی‌ترین قسمت خراسان رضوی و در حد واسط رادکان (چناران) در گز و کبود گنبد (کلان نادی) واقع شده است. طول و عرض جغرافیایی منطقه مورد مطالعه در طول شرقی ۲۹°۲۰' و ۵۹°، عرض شمالی

دمای ۴ درجه سانتی گراد قرار داده شد. سپس نمونه‌ها با سرعت ۳۰۰۰ دور در دقیقه به مدت ۲۰ دقیقه سانترفوژ کرده و قسمت شفاف روی آن در میکروتیوپ نگهداری گردید (۷). سپس ژل‌های استخراج شده در محلول رنگ آمیزی قرار گرفته و باندهای آنها مشخص گردید زیموگرام‌های پرکسیداز و آمیلاز مورد بررسی قرار گرفتند.

### نتایج

همان‌طور که در شکل ۱ مشاهده می‌شود بین پرکسیداز بذر سه درجه درختان تفاوتی دیده نمی‌شود ولی بین دو رویشگاه در منطقه کاتدی تفاوت باندی وجود دارد که در رویشگاه هزار مسجد یک باند بیشتر از رویشگاه بینالود بوده است هرچه این باندها بیشتر باشد کلا درخت به شرایط نامساعد وقوه نامیه بذر بیشتر می‌باشد. در شکل ۲ در آنزیم آمیلاز بذر درخت ارس در دو منطقه تفاوت‌هایی بین بذور درختان درجه سه هر منطقه با دیگر درجات دیده می‌شود که یک باند در منطقه آندی کمتر دارد. در شکل ۳ اگرچه تفاوتی در تعداد باندها دیده نمی‌شود ولی در منطقه رویشگاهی هزارمسجد قطر باندهای آنزیم آمیلاز شاخه کمتر نسبت به رویشگاه بینالود بوده و درختان ارس رویشگاه بینالود برای ادامه حیات نیاز بیشتری به مصرف انرژی دارند. در شکل ۴ مشاهده می‌شود که پرکسیداز شاخه درجه سه بینالود تعداد باندهای کمتری قابل مشاهده می‌باشد در حالی که در هزار مسجد تفاوت آشکاری بین درختان وجود ندارد.

منظور ابتدا بذر یکساله را از میوه جدا نموده، سپس جهت جداسازی بذور پر و پوک، هر بذر را از وسط به دو نیم تقسیم کرده، آن‌گاه ۴۲ دانه بذر در هاون به خوبی ساییده و با ۳ میلی‌لیتر محلول عصاره‌گیری مخلوط گردید.

هدف از عصاره‌گیری تهیه محلولی است که به نحوی مطلوب دربردارنده آنزیم مورد مطالعه باشد بدین منظور محلول مورد نظر دارای شرایط زیر باشد:

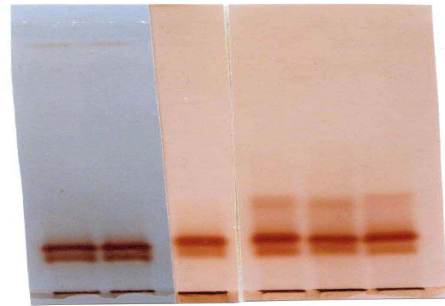
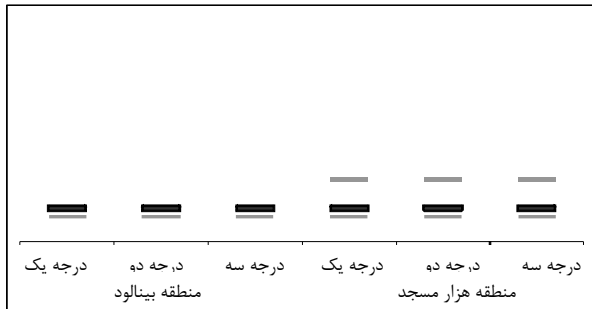
الف- تأثیر منفی بر روی آنزیم‌های مختلف نداشته باشد.

ب- در یک دوره زمانی و در دمای ۴ درجه سانتی گراد قادر به حفظ آنزیم و ایزو آنزیم باشد.

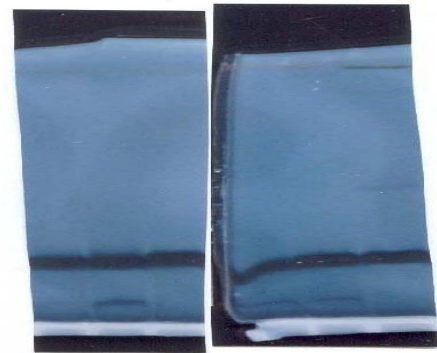
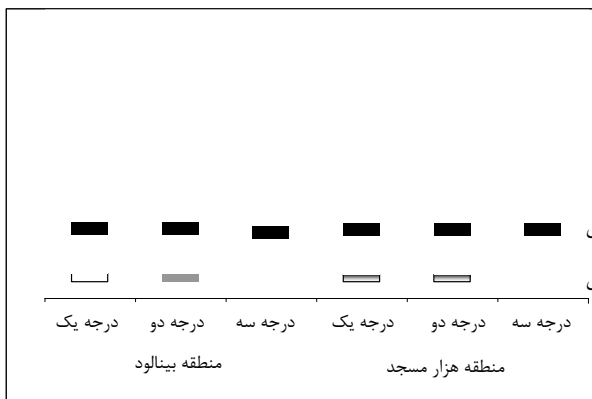
به این منظور کلیه نمونه‌ها پس از انتقال به آزمایشگاه به سرعت عصاره‌گیری می‌شوند و محلول عصاره‌گیری به صورت زیر آماده می‌شود.

مخلوط کردن ۱/۲ گرم تریس + ۳/۸ گرم بوراکس + ۲ گرم اسید اسکوربیک + ۳/۶ گرم کلرید سدیم + ۲ گرم (EDTA- Na<sub>2</sub>) و سپس رساندن به حجم یک لیتر.

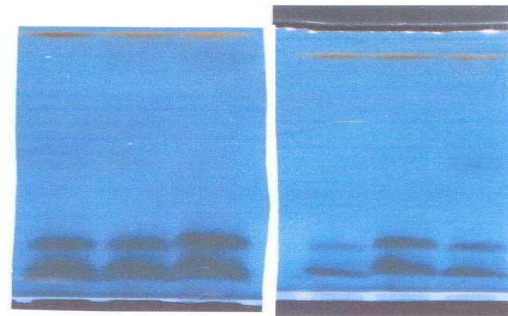
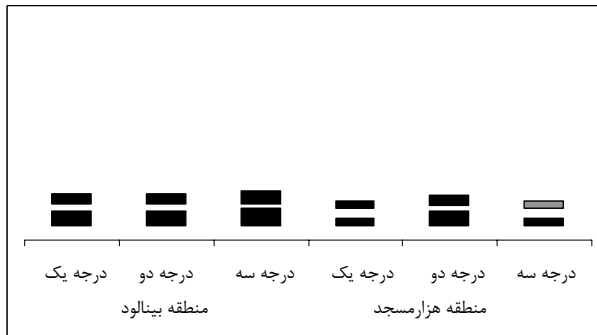
برای عصاره‌گیری ابتدا ۱ تا ۲ گرم از نمونه‌های شاخه یک‌ساله ارس در هاون به خوبی ساییده و با نسبت ۱ به ۳ با محلول عصاره‌گیری مخلوط شد. هم‌چنین برای عصاره‌گیری بذر درختان ارس ابتدا بذر را از میوه جدا شد سپس بذرها از وسط به دو نیم تقسیم شد (به دلیل پوک بودن بذرها) سپس ۴۲ دانه بذر در هاون به خوبی ساییده و با ۳ میلی‌لیتر محلول عصاره‌گیری مخلوط شد، داخل لوله آزمایش ریخته و لوله را با پارا فیلم بسته و آنها را به مدت ۲۴ ساعت در



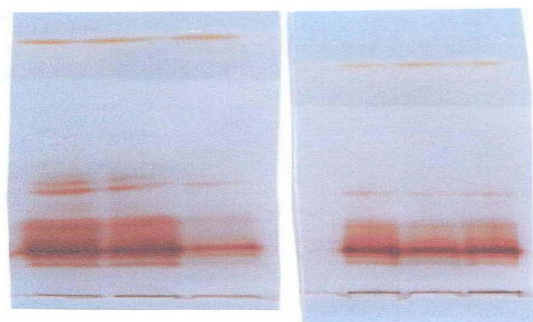
شکل ۱: زیموگرام پراکسیداز بذره‌های ارس



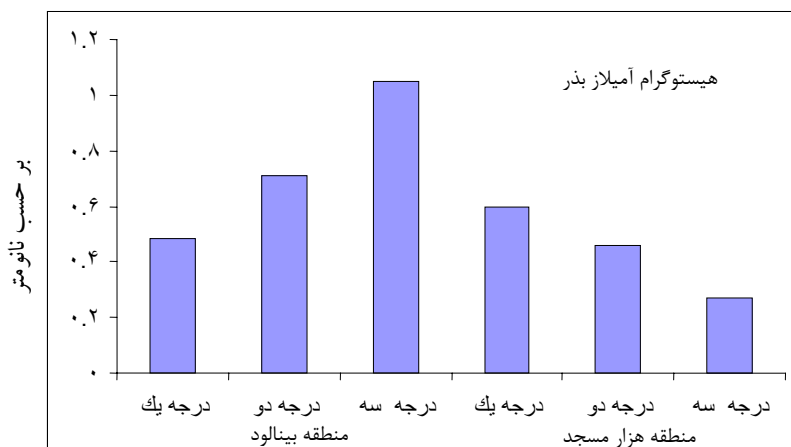
شکل ۲: زیموگرام آمیلاز بذره‌های ارس



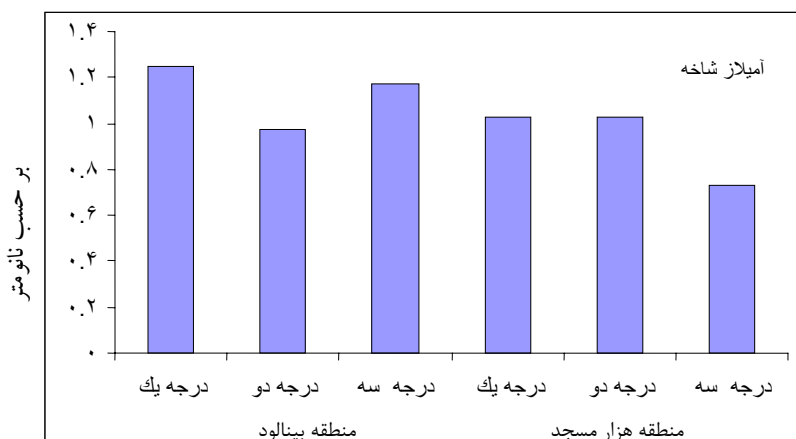
شکل ۳: زیموگرام آمیلاز شاخه ارس



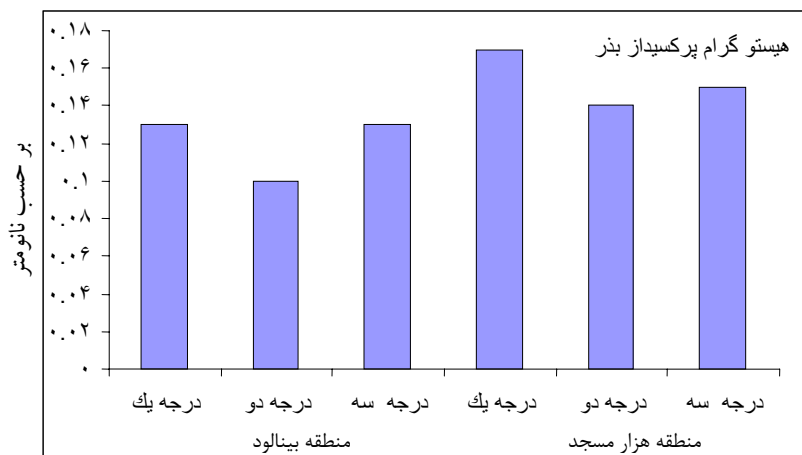
شکل ۴: زیموگرام پراکسیداز شاخه ارس



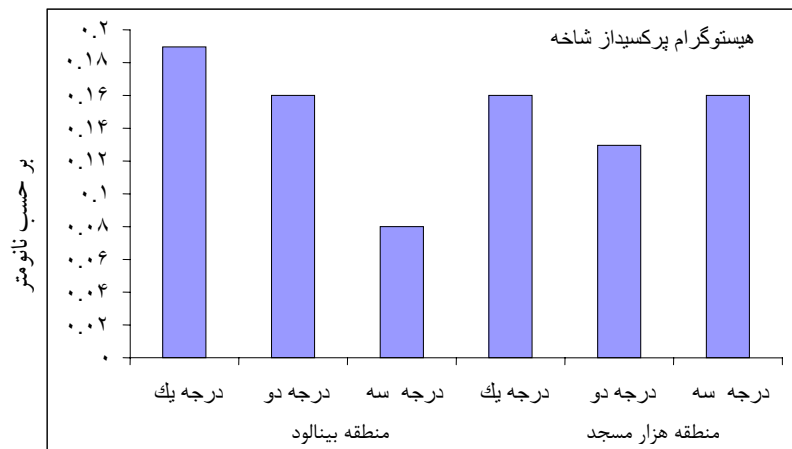
نمودار ۱: مقایسه میانگین فعالیت آمیلاز بذرهای ارس در رویشگاه‌های مورد مطالعه



نمودار ۲: مقایسه میانگین فعالیت آمیلاز شاخه‌های ارس در رویشگاه‌های مورد مطالعه



نمودار ۳: مقایسه میانگین فعالیت پرکسیداز بذرهای ارس در رویشگاه‌های مورد مطالعه



نمودار ۴: مقایسه میانگین فعالیت پیرکسیداز شاخه‌های ارس در رویشگاه‌های مورد مطالعه

## بحث

شکل ۱ نشان می‌دهد که در گونه ارس تفاوت محسوسی بین درجات مختلف در رویشگاه‌های مورد مطالعه دیده نمی‌شود بذور درختان درجه یک دو و سه در رویشگاه بینالود دارای دو باند بوده و در رویشگاه هزار مسجد نیز همین مسئله قابل مشاهده می‌باشد و با این تفاوت که هر سه درجه دارای سه باند هستند. ولی تعداد باندهای آنزیم پیرکسیداز بذور در رویشگاه ارس هزار مسجد بیشتر از رویشگاه بینالود می‌باشد. که می‌تواند بر روی استقرار زادآوری و پایداری بیشتر گیاهک اثر مثبت داشته باشد. Eising (۱۹) نشان دادند که هرچه میزان فعالیت جایگاه‌های پروتئینی بذور بیشتر است، درصد قوه نامیه نیز افزایش نشان داده است شکل شماره دو آمیلاز بذره‌های دو رویشگاه بینالود و هزارمسجد را نشان می‌دهد بین درجه سه در هر رویشگاه با دو درجه دیگر تفاوت مشاهده می‌شود که یک باند در قسمت آندی (باند پایین) قابل مشاهده نبوده است همچنین با بررسی آمیلاز شاخه در شکل شماره سه می‌توان این نتیجه مهم را گرفت که در آنزیم آمیلاز میزان فعالیت در رویشگاه بینالود زیادتر از هزار

مسجد بوده (شایان ذکر است این آنزیم باعث تولید انرژی به وسیله شکستن قندهای بزرگ به قندهای کوچکتر می‌گردد) این رویشگاه نسبت به هزار مسجد دارای شرایط سختتری است. که گیاه نیاز به انرژی بیشتری دارد. و با توجه به آنکه این رویشگاه قرق نبوده می‌تواند نشان‌دهنده آن باشد که قرق رویشگاه توان فیزیولوژی درختان هزار مسجد را زیادتر کرده است که نیاز به انرژی کمتری دارند و شرایط رشد را بهتر نموده. اعتراف و تلوری (۲) با بررسی منطقه قرق و منطقه چرای شدید به این نتیجه رسیدند که میزان نفوذپذیری آب به مقدار زیادی کاهش پیدا نموده و خصوصیات فیزیکی خاک تغییر کرده است. مریدی و همکاران (۱۵) در مقایسه منطقه قرق و غیر قرق به این نتیجه رسیدند که چرای دام می‌تواند توده گیاهی زیرزمینی (ریشه‌های نازک و ضخیم) را کاهش دهد. همچنین با افزایش شدت چرا میزان کربن، نیتروژن و ماده آلی خاک کاسته می‌شود (۴). شیروانی و همکاران (۱۰) با استفاده از مطالعات کمی آنزیم‌های میکروارگانیزم‌های خاک در اکوسیستم‌های متعادل و

مراتع لسی مراوه نپه فصلنامه پژوهش و سازندگی در منابع طبیعی شماره ۶۶. صفحه ۸-۱۳.

۳. ترابیان یوسف، ک.، ۱۳۸۲. بررسی درختان ارس دیرزیست امام زاده شمس، مجله جنگل و مرتع فصلنامه علمی، اقتصادی، اجتماعی - سازمان جنگل‌ها، مراتع و آبخیزداری کشور شماره ۶۱. ۴۷-۵۲.

۴. جلیوند ح. و همکاران، ۱۳۸۶. تأثیر چرا بر پوشش گیاهی و برخی خصوصیات شیمیای خاک در مراتع کجور نوشهر. مجله مرتع شماره ۱ (۱)- ۶۶-۵۳.

۵. جواشیر، ک.، ۱۳۶۰. تحقیق درباره تولید بذر و نحوه رویاندن آن در درختان ارس. انتشارات وزارت کشاورزی و عمران روستایی، موسسه تحقیقات جنگل‌ها و مراتع نشریه شماره ۲۵.

۶. زارع، ح.، ۱۳۸۰. گونه‌های بومی و غیر بومی سوزنی برگ ایران. انتشار موسسه تحقیقات جنگل‌ها و مراتع ۴۹۸.

۷. ذوالفقاری، ر.، ۱۳۸۲. بررسی تغییرات فصلی سه آنزیم پرکسیداز آمیلاز کاتالاز در گونه راش. *Fagus orientalis* برای شناسایی پایه‌های مقاوم به سرما در جنگل تحقیقاتی و از پایان‌نامه کارشناسی ارشد دانشگاه تهران. ۱۷۵.

۸. ذوالفقاری، ر. و همکاران، ۱۳۸۶. استفاده از آنزیم پرکسیداز و کاتالاز برای شناسایی پایه‌های مقاوم به سرما در گونه راش ایرانی *Fagus orientalis* LIPSKY. مجله منابع طبیعی ایران دانشگاه تهران دوره ۶۰، شماره ۱، بهار ۸۶.

۹. شیروانی ا.، ۱۳۷۷. طبقه‌بندی ژنوتیپ‌های ملج (*Ulmus glabra* Hudson.) در رویشگاه‌های ملج در شمال کشور. پایان‌نامه کارشناسی ارشد

نامتعادل به این نتیجه رسید که روند کاهش فعالیت‌های آنزیم‌های خاک در اکوسیستم نامتعادل از سطح تا عمق مختل شده و منحنی مربوطه از حالت کاهنده به حالت نوسانی تغییر می‌کند. همچنین از کل این زیموگرام‌ها چنین می‌توان نتیجه گرفت که اختلافات ژنتیکی درون گونه‌ای درخت ارس در هر رویشگاه بین سه پایه درجه یک، دو و سه کم محدود است. با وجود آن که گونه ارس دو پایه بوده و باید اختلافات ژنتیکی زیادتری در آن مشاهده شود. که خود زنگ خطر برای این گونه به حساب می‌آید که نیاز به مدیریت جامع در این رویشگاه‌ها را می‌طلبد زیرا با کمترین خطر می‌تواند بیشترین آسیب را ببیند. شیروانی (۹) نشان داد که به دلیل تنوع ژنتیکی درون گونه‌ای پایه‌های درخت ملج در شمال کشور این گونه توانست نسبت به بیماری مرگ و میر نارون مقاومت کنند و به حیات خود ادامه دهد. در نمودارها یک تا چهار می‌توان نتیجه گرفت که فعالیت کمی آمیلاز در رویشگاه‌های بینالود بیشتر می‌باشد که بهمان دلیل شرایط سخت منطقه می‌باشد.

### سپاسگزاری

بدینوسیله از کلیه کسانی که در اجرای این تحقیق ما را یاری نمودند نهایت تشکر و سپاس را داریم.

### منابع

۱. آزادفر، د. و همکاران، ۱۳۸۳. بررسی فعالیت آنزیم‌های پرکسیداز و آلفا آمیلاز در مراحل مختلف رویش گونه راش *Fagus orientalis* مجله پژوهش و سازندگی در منابع طبیعی شماره ۶۲. صفحه ۲۵-۳۱.
۲. اعتراف، ح. و تلوری، ع. ر.، ۱۳۸۴. بررسی شدت چرای دام در برخی از خصوصیات فیزیکی خاک



فصلنامه علمی پژوهشی تحقیقات جنگل و صنوبر  
ایران جلد ۱۵، شماره ۲، صفحه ۸۳

۱۵. مریدی، ت. و همکاران، ۱۳۸۶. اثر چرای دام بر  
توده گیاهی زیر زمینی و تغییرات آن در طول فصل  
رویش در علفزارهای کوهستانی زاگرس. مجله  
مرتع ۳(۱) - صفحه ۲۶۸-۲۵۹.

۱۶. ولی پور، ح. و همکاران، ۱۳۸۶. بررسی فعالیت  
آنزیم پراکسیداز در درختان حرا در برابر تنش  
فلزات سنگین مجله منابع طبیعی انتشارات دانشگاه  
تهران دوره ۶۰ شماره ۳ - صفحه ۹۶۲-۹۴۶.

17. Castillo, F.J., 1986. Exteracellular  
proxidase as marker of stress in: Greppin,  
h., penel, C. and Gaspar, T.(eds), Molecular  
and physiological aspects of plant  
peroxidase. University of Geneva 419-426.

18. Ebermann, R.; Korori, S.A.A. and Lickl,  
E., 1991. Temperature 2 dependent  
alterations of peroxidase and amylase  
isoenzymes in *Quercus robur*. Phytoon.,  
31: 121-128.

19. Eising, R. and et al., 1986. Catalase and  
turn over during peroxisome transition in  
the cotyledon of *Helianthus annus*. Plant  
physiol. 89:1000-5.

20. Korori, S.A.A., Pichorner, H. and  
Ebermann, R., 1992. Seasonal Alteration  
of Plant Peroxidase Isoenzyme Pattern in  
*Larix decidua*, Phyton, 32:307-313.

جنگلداری دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تربیت  
مدرس. ۱۵۳.

۱۰. شیروانی، ا. و همکاران، ۱۳۸۴. ارزیابی  
اکوسیستم‌های جنگلی به کمک مطالعات آنزیمی  
خاک با استفاده از درخت ملج (*Ulmus  
glabra* Hudson). به عنوان شاخص زیستی،  
فصلنامه پژوهش و سازندگی، شماره ۶۶ صفحه  
۹۶-۱۰۳.

۱۱. صالحی شاجانی، ۱۳۸۱. بررسی فعالیت آنزیم‌های  
پراکسیداز و آمیلاز درختان حساس و بردبار کاج  
در برابر خشکی در پارک چیتگر تهران مجله  
زیست شناسی ایران شماره ۵۸ صفحه ۵۱-۴۰.

۱۲. علی احمد کوروی، س.، ۱۳۷۸. بررسی نحوه پاسخ  
آنزیم‌ها در درختان جنگلی به تغییرات عوامل  
زیست محیطی، انتشارات مؤسسه تحقیقات  
جنگل‌ها و مراتع، شماره انتشار ۲۰۸ - ۱۳۷۸.

۱۳. علی احمد کوروی، س. و همکاران، ۱۳۷۹.  
مطالعات اکولوژی و زیست محیطی رویشگاه‌های  
ارس ایران. انتشارات مؤسسه تحقیقات جنگل‌ها و  
مراتع.

۱۴. کلاگری، م. و همکاران، ۱۳۸۶. بررسی تغییرات  
ژنتیکی جوامع پده با استفاده از آنزیم پراکسیداز.