



دانشگاه گوارزی و منابع طبیعی گوار

نشریه پژوهش‌های علوم و فناوری چوب و جنگل

جلد بیست و چهارم، شماره چهارم، ۱۳۹۶

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

## ارزیابی اکولوژیک جنگلکاری‌های سوزنی‌برگ و پهن‌برگ نکا در شرق مازندران (مطالعه موردی: منطقه قرمض)

\*شیرزاد محمدنژاد کیاسری<sup>۱</sup>، خسرو ثاقب طالبی<sup>۲</sup> و شهرام امینی<sup>۳</sup>

<sup>۱</sup>استادیار پژوهش، مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی مازندران، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، ساری، ایران،

<sup>۲</sup>دانشیار پژوهش، مؤسسه تحقیقات جنگل‌ها و مراتع کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران، ایران،

<sup>۳</sup>کارشناس ارشد اداره کل منابع طبیعی استان مازندران، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، ساری، ایران

تاریخ دریافت: ۱۳۹۵/۰۲/۱۷؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۶/۰۶/۱۲

### چکیده

**سابقه و هدف:** استفاده از شاخص‌های تنوع‌زیستی گیاهی و جانوری و همچنین زادآوری طبیعی از روش‌های متداول ارزیابی توان اکولوژیک در توده‌های جنگلی است. این تحقیق به بررسی کمی و کیفی درختان، وضعیت زادآوری طبیعی و تنوع زیستی (پوشش گیاهی و بی‌مهرگان خاکزی) جنگلکاری‌های ۲۰ ساله بلندمازو، پلت و بروسیا در جنگل‌های نکا پرداخته است. محل مورد مطالعه در شرق استان مازندران و در جنگل‌های پایین‌بند بخش دو نکا قرار دارد.

**مواد و روش‌ها:** در این بررسی از هر عرصه جنگلکاری بلندمازو، پلت و بروسیا نه قطعه نمونه ۱۵۰۰ مترمربعی تعیین و در هر قطعه نمونه نیز سه میکروقطعه نمونه ۴۹ مترمربعی به صورت منظم تصادفی انتخاب شد که شامل ۲۷ میکروقطعه نمونه برای هر جنگلکاری و در مجموع ۸۱ میکروقطعه نمونه در سه عرصه جنگلکاری بوده است. انجام بررسی کمی و کیفی درختان (قطر برابر سینه، ارتفاع و کیفیت درخت) با آماربرداری صد در صد و در سه جنگلکاری شامل ۶۰۸۸ اصله درخت انجام شد. تعیین زادآوری طبیعی، تنوع پوشش گیاهی و تنوع بی‌مهرگان خاکزی با بررسی ۸۱ عدد میکروقطعه نمونه و در سه مرحله مجزا انجام شد. شاخص‌های تنوع با استفاده از شاخص‌های سیمپسون و شانون-وینر و مقادیر غنا و یکنواختی به ترتیب با استفاده از شاخص‌های مارگالف و منهنیک محاسبه شدند. تجزیه و تحلیل میانگین آماره‌های کمی در عرصه‌های مختلف با استفاده از آزمون تجزیه واریانس یک‌طرفه انجام شد.

**یافته‌ها:** براساس نتایج این تحقیق درختان جنگلکاری بروسیا با کمترین فراوانی در هکتار از مناسب‌ترین شرایط کمی و کیفی برخوردار بوده و پس از آن به ترتیب جنگلکاری‌های بلندمازو و پلت جای گرفتند. همچنین میانگین فراوانی تجدید حیات طبیعی در هر مترمربع از جنگلکاری‌های بروسیا، پلت و بلندمازو به ترتیب روند کاهشی داشته است. از سوی دیگر براساس شاخص شانون-وینر، تنوع گونه‌های گیاهان عرصه بروسیا از بیشترین مقدار برخوردار بوده و پس از آن به ترتیب جنگلکاری‌های بلندمازو و پلت جای گرفتند. مقادیر تنوع بی‌مهرگان خاکزی مورد بررسی نیز بر اساس

\*مسئول مکاتبه: Ms.mohammadnezhadk@gmail.com

شاخص‌های شانون- وینر و سیمپسون در جنگلکاری پلت از بیشترین مقدار برخوردار بوده و پس از آن به ترتیب کاهش در جنگلکاری‌های بروسیا و بلوط وجود داشته است.

**نتیجه‌گیری:** در مجموع نتایج این تحقیق حاکی از برتری کمی و کیفی، زادآوری طبیعی و تنوع گونه‌ای گیاهان در عرصه جنگلکاری گونه بروسیا نسبت به دو گونه بومی پهن‌برگ پلت و بلندمازو بوده است. با توجه به کاهش تعداد پایه‌های بروسیا که حاصل قاچاق چوب می‌باشد، این تحقیق جدای از توصیه بر استفاده از گونه‌های مناسب سوزنی‌برگ سازگار در عملیات جنگلکاری مناطق تخریب یافته، بر انجام عملیات پرورشی تنک‌کردن در عرصه‌های جنگلکاری تأکید دارد چرا که عدم کاهش فراوانی و افزایش رشد درختان در واحد سطح می‌تواند منجر به کاهش متغیرهای کمی و کیفی درختان و همچنین تنزل زادآوری طبیعی و تنوع گونه‌ای گیاهان شود.

**واژه‌های کلیدی:** خصوصیات کمی و کیفی، تنوع‌زیستی، بی‌مهرگان خاکزی، بروسیا

#### مقدمه

عرصه‌های جنگلکاری با بهبود شرایط میکروکلیم (۱۶)، ایجاد بستر مناسب برای بذرهای پراکنده و تقویت تجدیدحیات رستنی‌های چوبی، روند توالی جنگل‌های طبیعی را سرعت می‌بخشند (۴). همچنین فعالیت‌های جنگلکاری نقش مهمی را در احیاء جنگل‌های تخریب شده عهده‌دار بوده (۵) و قادرند به‌عنوان حافظ تنوع زیستی عمل نمایند (۱۰). البته انجام جنگلکاری با گونه‌های نامناسب و یا عدم اجرای فعالیت‌های پرورشی در عرصه‌های جنگلکاری می‌تواند تأثیراتی منفی بر کمیت و کیفیت درختان و میزان تنوع‌زیستی داشته باشد. به شکلی که استفاده از گونه‌های سوزنی‌برگ ناسازگار در جنگل‌های پهن‌برگ می‌تواند موجب کاهش میزان تنوع بی‌مهرگان خاکزی شود (۱۵). از سوی دیگر انجام عملیات پرورشی مناسب در سطح جنگلکاری‌ها به‌دلیل حذف تعدادی از درختان مزاحم و مریض، کاهش رقابت در بین درختان اصلی و افزایش نور خورشید بر کف جنگل، تقویت کمی و کیفی درختان و افزایش تنوع گونه‌ای گیاهان را موجب می‌گردند (۱۴).

بلوط بلندمازو (*Quercus castaneifolia* C. A. Mey.) یکی از مهم‌ترین و گسترده‌ترین گونه‌های رویش یافته در منطقه هیرکانی در شمال کشور است (۲۱). این گونه نورپسند بوده تا حدودی به سایه بردبار می‌باشد. بلندمازو تقریباً در تمامی جنگل‌های شمال کشور از جلگه تا ارتفاع ۱۰۰۰ متر از سطح دریا رویش دارد و با توجه به ژئومرفولوژی، اقلیم و خاک در ارتفاعات بالاتر، دامنه‌های گرم و آفتابی را ترجیح می‌دهد (۲۲). ابعاد آن به لحاظ ارتفاعی تا ۴۰ متر و قطر آن تا ۳ متر می‌رسد. این گونه دارای ریشه‌های عمیق بوده و خواهان خاک‌های شنی آهکی است (۲۳).

پلت (*Acer velutinum* Bioss.) از فراوان‌ترین و بزرگ‌ترین افراهای ایران است که از مناطق جلگه‌ای تا ارتفاع ۲۰۰۰ متر بالاتر از سطح دریا از جنگل‌های آستارا در غرب تا استان گلستان در شرق منطقه هیرکانی رویش دارد. این گونه روشنایی پسند، طالب خاک‌های عمیق، مرطوب و غنی است و نسبت به سرما تا حدودی نابدبار می‌باشد. گونه پلت به نسبت سریع‌الرشد بوده، در بیشتر موارد به‌صورت انفرادی در جنگل‌های طبیعی حضور دارد و

گونه‌های پهن‌برگ بومی بلندمازو و پلت به‌همراه سوزنی‌برگ غیربومی کاج بروسیا از با اهمیت‌ترین گونه‌های مورد استفاده در عملیات جنگلکاری شمال کشور و به‌ویژه استان‌های مازندران و گلستان هستند. نتایج ۲۰ ساله اجرای طرح تحقیقاتی سازگاری مهم‌ترین گونه‌های سوزنی‌برگ جهان در شمال کشور نشان داد گونه بروسیا سازگار و مناسب مناطق پایین‌بند مرکز و شرق استان مازندران و همچنین مناطق پایین‌بند تا میان‌بند استان گلستان است (۸). اجرای جنگلکاری‌های ۲۰ ساله بلندمازو، پلت و کاج بروسیا در سطح ده‌ها هکتار از مناطق پایین‌بند نکا در شرق مازندران بستر مناسبی برای ارزیابی گونه‌های پهن‌برگ بومی و سوزنی‌برگان سازگار را از لحاظ متغیرهای کمی و کیفی درختان، فراوانی زادآوری طبیعی، تنوع گونه‌ای گیاهان و تنوع بی‌مهرگان خاکزی فراهم آورده است. نتایج ارائه شده در این تحقیق، ارزیابی سه جنگلکاری را براساس خصوصیات کمی و کیفی درختان و توان اکولوژیک رویشگاه (متوسط زادآوری طبیعی، و مقادیر تنوع‌زیستی) فراهم ساخته و از این طریق تصویری واضح از شرایط موجود و نیازمندی‌های توده‌های جنگلکاری شده ترسیم نموده است.

### مواد و روش‌ها

این تحقیق در مناطق پایین‌بند شرق مازندران از بخش ۲ نکا چوب و واقع در حوزه آبخیز ۷۵ از جنگل‌های شمال کشور در منطقه قرم‌رض انجام شده است. عرصه جنگلکاری بلندمازو در سری یک و پارسل ۲۷ قرار دارد. شیب این پارسل ۳۰-۰ درصد و متوسط ارتفاع سطح منطقه ۴۵۰ متر بالاتر از سطح دریاست. جهت دامنه جنوب تا جنوب غربی و تیپ خاک قهوه‌ای پسدوگلی تا قرمزپدزولیک می‌باشد. بافت نسبتاً تا کاملاً سنگین (C-L تا C)، همچنین

دیرزیستی آن نیز به‌طور متوسط از ۱۰۰ تا ۱۵۰ سال گزارش شده است (۶، ۲۲ و ۲۵). کاج بروسیا (*Pinus brutia Ten.*) با ارتفاع ۲۰ تا ۲۵ متر و قطر برابر سینه حداکثر ۶۰ سانتی‌متر یکی از گونه‌های مهم جنگل‌های مدیترانه‌ای است. از نظر نیازهای خاکی گونه‌ای کم‌توقع بوده، در خاک‌های آهکی و سنگلاخی و یا در اراضی شنی و همچنین در مناطقی که دارای زمستان‌های ملایم و تابستان‌های گرم و خشک است رشد می‌نماید. نتیجه گزارش نهایی طرح سازگاری سوزنی‌برگان غیربومی در منطقه ارتفاعی پایین‌بند نکا (کوهسارکنده) نشان داد کاج بروسیا از مناسب‌ترین وضعیت کمی و کیفی برخوردار بوده و کاشت این گونه بجای گونه سرو زربین در دامنه‌های شمالی مناطق پایین‌بند شرق مازندران و استان گلستان مورد تأکید است (۱۴).

درک مفاهیم تنوع‌زیستی برای کارشناسان و مدیران منابع طبیعی از اهمیت به‌سزایی برخوردار است (۱۳ و ۱۷). زیرا مدیریت بهینه عرصه‌های منابع طبیعی مستلزم ارزیابی توان اکولوژیک رویشگاه است و استفاده از شاخص‌های تنوع گیاهان و بی‌مهرگان خاکزی از شیوه‌های مهم ارزیابی توان اکولوژیک محسوب می‌گردد (۱۹ و ۲۱). لازم به ذکر است که افزایش گوناگونی و فراوانی پوشش گیاهی در یک عرصه نه تنها به تقویت تنوع پوشش گیاهی می‌انجامد، بلکه پایداری بیشتر آن توده را نیز موجب می‌شود (۱۵). همچنین در بستر خاک جنگل‌ها، ماکروارگانیسم‌ها و بی‌مهرگان خاکزی بی‌شماری وجود داشته که از لاشبرگ‌ها تغذیه نموده و آنها را به ابعاد کوچک‌تری که مورد نیاز میکروارگانیسم‌ها است تبدیل می‌کنند (۲). از همین رو افزایش تنوع بی‌مهرگان خاکزی معرف شرایط چرخه غذایی مناسب‌تر آن عرصه خواهد بود.

منطقه از گونه‌های بلندمازو، پلت هر یک به وسعت ۲۰ هکتار و با گونه بروسیا در عرصه‌ای به وسعت ۵ هکتار جنگلکاری انجام شد. فاصله کاشت اولیه این جنگلکاری‌ها نیز برابر با ۲ متر × ۲ متر بوده است. جهت انجام تحقیق در هر یک از این جنگلکاری‌ها، نه قطعه نمونه ۱۵۰۰ مترمربعی (۳۰ متر × ۵۰ متر) به فاصله‌های ۵ متر از یکدیگر و در امتداد خطوط میزان ارتفاعی انتخاب و در مجموع ۲۷ قطعه نمونه برای هر سه جنگلکاری تعیین گردید. در هر قطعه نمونه متغیرهای کمی و کیفی شامل قطر برابر سینه و ارتفاع و درجه کیفیت تمامی درختان اندازه‌گیری شد. امتیازدهی طبقات کیفی براساس مؤلفه‌های چندتانه بودن، راست بودن تنه درختان، وضعیت هرس طبیعی، سلامت از نظر آفات و امراض و صدمات جوی، وضعیت فرم تاج از نظر قرینه بودن، انبوهی و ابعاد تاج و شادابی انجام شده است. لازم به ذکر است که به مؤلفه کیفیت در کل نمره ۱۰۰-۰ به شرح زیر داده شد (۸):

خوب = ۱۰۰-۸۰، مناسب = ۷۹-۶۰، ضعیف = ۵۹-۴۰ و نامناسب = ۳۹-۰.

برای تعیین تنوع گونه‌ای گیاهان در هر قطعه نمونه ۱۵۰۰ مترمربعی با استفاده از روش سیستماتیک تصادفی، سه میکروقطعه نمونه ۴۹ مترمربعی انتخاب شد. جهت تعیین حداقل سطح بررسی‌های پوشش گیاهی از روش حلزونی و برای ترسیم نمودار نیز از شیوه کین استفاده شد (۱۶). شایان ذکر است برآورد فراوانی زادآوری طبیعی نونهال‌ها و نهال‌ها تا ارتفاع ۱/۳ متر همزمان با برداشت‌های پوشش گیاهی کف جنگل به انجام رسید. همچنین به منظور مقایسه تنوع بی‌مهرگان خاکزی در هر یک از عرصه‌های جنگلکاری و از مرکز هر یک از میکروقطعه نمونه‌ها، برداشت صورت پذیرفت. مجموع نمونه‌های خاک

واکنش شیمیایی خاک اسیدی تا خنثی (۶/۳-۷/۱) و مواد خنثی‌شونده ۱/۵ تا ۳، عمق بسیار زیاد، ریشه‌دوانی متوسط و میزان نفوذپذیری آن متوسط تا ضعیف است. عرصه جنگلکاری پلت در سری ۶ و پارسل ۶ قرار دارد. متوسط ارتفاع سطح منطقه ۲۲۰ متر بالاتر از سطح دریا و جهت دامنه شمال تا شمال شرقی است. عرصه جنگلکاری کاج بروسیا نیز در سری ۶ و پارسل ۷ قرار دارد. متوسط ارتفاع سطح منطقه ۲۵۰ متر بالاتر از سطح دریا و جهت دامنه شمالی می‌باشد. تیپ خاک در عرصه‌های جنگلکاری بروسیا و پلت از نوع قهوه‌ای جنگلی است، واکنش شیمیایی خاک اسیدی تا قلیایی ۶/۶-۷/۵ می‌باشد. بافت نسبتاً تا کاملاً سنگین (C-L تا C)، عمق بسیار زیاد، ریشه دوانی متوسط و میزان نفوذپذیری آن متوسط تا ضعیف است (۷).

براساس اطلاعات ایستگاه هواشناسی چلمردی (نکا) و در یک دوره ۱۴ ساله (۱۳۸۳-۱۳۶۹) متوسط حداقل دمای سالیانه ۹/۷ و متوسط حداکثر دمای سالیانه ۲۱/۲ و متوسط دمای سالیانه ۱۵/۵ درجه‌سانتی‌گراد می‌باشد. متوسط بارش سالیانه ۶۱۸/۴ میلی‌متر است که متوسط بارندگی در ماه آبان با ۷۵/۸ میلی‌متر دارای بیشترین میزان بارندگی و ماه خرداد با ۲۳/۳ میلی‌متر دارای کمترین میزان بارندگی است. با توجه به اقلیم‌نمای آمبرژه و با مقدار ۴۷/۷، اقلیم منطقه نیمه‌مرطوب سرد بوده و براساس اقلیم‌نمای دومارتین نیز با مقدار ۲۴/۲ از نوع نیمه‌مرطوب می‌باشد. براساس منحنی آمبروترمیک ماه‌های خشک از اوایل خردادماه تا اواسط شهریور ماه است (۷).

در انجام این تحقیق ابتدا نسبت به انتخاب عرصه یک و نیم هکتاری که معرف وضعیت کلی هر یک از عرصه‌های جنگلکاری بلندمازو، پلت و کاج بروسیا ۲۰ ساله بود، اقدام گردید. شایان ذکر است که در این

جمع‌آوری شده از هر عرصه جنگلکاری برابر با ۲۷ عدد و در مجموع سه جنگلکاری شامل ۸۱ نمونه بوده است.

نمونه‌های خاک از بی‌مهرگان خاکزی به صورت استوانه‌ای با سطح مقطع ۸۱ سانتی‌متر مربع بوده که از سطح تا عمق ۱۰ سانتی‌متر خاک را شامل شده است (۱۴ و ۲۰).

جداسازی بی‌مهرگان خاکزی از نمونه‌ها توسط قیف برلیزی انجام و بی‌مهرگان پس از جداسازی در محلول الکل اتلیک به همراه ۵ درصد گلیسرول، نگهداری و سپس با استفاده از لوپ دوچشمی شناسایی و شمارش شدند. در این تحقیق فراوانی گروه‌های بی‌مهرگان خاکزی شامل کرم‌های خاکی، نماتدها، پادمان‌ها، هزارپایان، کنه‌ها، خرخاکی‌ها، پروتوراها، سیمفیلها، دیپلوراها، حشرات بالدار و شکارچیان که از این دسته خرده‌ریزخواران تغذیه می‌کنند شامل صدپایان، شبه عقرب‌ها، عنکبوت‌ها و پادرازان با عنوان بی‌مهرگان خاکزی مورد مطالعه قرار گرفت (۱۹).

کلیه مراحل آماربرداری‌های کمی و کیفی درختان، فراوانی زادآوری طبیعی، تنوع گونه‌ای گیاهان و تنوع بی‌مهرگان خاکزی عرصه‌های مختلف جنگلکاری در طول فصل تابستان ۱۳۹۱ از اواسط تیرماه تا اواسط مرداد ماه انجام پذیرفت. تنوع گونه‌ای گیاهان براساس میزان تاج پوشش و در ارتباط با تنوع بی‌مهرگان خاکزی از میزان فراوانی گروه‌های مختلف استفاده شد. برآورد تنوع زیستی با شاخص‌های سیمسون و شانون-وینر انجام شد. مقادیر غنا و یکنواختی نیز به ترتیب با شاخص‌های مارگالف و هپ به دست آمد (۱۵). شایان ذکر است تعیین میزان تنوع با استفاده از نرم‌افزار Past انجام پذیرفت. تجزیه و تحلیل میانگین

آماره‌های کمی در عرصه‌های مختلف با استفاده از آزمون تجزیه واریانس یک‌طرفه صورت گرفت. فرضیه تساوی واریانس‌ها با استفاده از آزمون لون (Levene) و فرضیه نرمال بودن داده‌ها با استفاده از آزمون کولموگروف-اسمیرنوف تست شد. مقایسه بین میانگین‌ها با آزمون دانکن در سطح پنج درصد انجام گرفت، مقایسه درصد فراوانی در طبقات کیفی هر یک از جنگلکاری‌ها نیز با استفاده از آزمون کای‌اسکوئر و با استفاده از نرم‌افزار SPSS 21 انجام شد (۱).

### نتایج و بحث

**الف- بررسی وضعیت کمی درختان:** بررسی میانگین قطر برابرسینه، ارتفاع درختان و زادآوری طبیعی در بین جنگلکاری‌های بلندمازو، پلت و کاج بروسیا نشان داد متوسط قطر برابرسینه و ارتفاع درختان در بین تیمارهای مختلف اختلاف معنی‌داری را در سطح ۹۵ درصد داشته است، به طوری که عرصه جنگلکاری کاج بروسیا با بیشترین متوسط قطر برابرسینه در رتبه اول جای گرفته و دو تیمار بلندمازو و پلت در رتبه دوم قرار گرفتند. در ارتباط با میانگین ارتفاع درختان نیز تیمارهای کاج بروسیا و بلندمازو در طبقه اول جای گرفته و گونه پلت در مرتبه دوم قرار گرفته است. همچنین در ارتباط با زادآوری طبیعی نیز اگرچه جنگلکاری کاج بروسیا از میانگین زادآوری طبیعی بیشتری در سطح میکروقطعه نمونه‌ها برخوردار بود و پس از آن به ترتیب عرصه‌های بلندمازو و پلت جای داشتند، اما بین متوسط زادآوری طبیعی تیمارهای مختلف اختلاف معنی‌داری وجود نداشت (جدول ۱).

جدول ۱- ارزیابی کمی درختان و فراوانی زادآوری طبیعی در سطح جنگلکاری‌ها.

Table 1. Quantitative assessment of trees and natural regeneration in the plantations

جنگلکاری (Plantation)			متغیرهای مورد بررسی
بروسیا (Brutain)	پلت (Maple)	بلوط (Oak)	Measured variables
2040 (499.44) <sup>b</sup>	4464 (2085.75) <sup>a</sup>	3805 (1080.44) <sup>a</sup>	فراوانی درخت در هکتار tree number per hectare
1278 (244.30) <sup>b</sup>	2470 (714.49) <sup>a</sup>	2103 (757.44) <sup>a</sup>	فراوانی گونه اصلی در هکتار number of main species per hectare
35 (388.09) <sup>ns</sup>	28 (302.76) <sup>ns</sup>	24 (198.81) <sup>ns</sup>	فراوانی زادآوری در میکرو قطعه نمونه number of regeneration in micro-sample plot
14.35 (5.24) <sup>a</sup>	9.07 (0.69) <sup>b</sup>	10.32 (0.88) <sup>b</sup>	متوسط قطر برابر سینه (سانتی‌متر) mean diameter at breast height (cm)
17.79 (2.79) <sup>a</sup>	10.40 (0.74) <sup>b</sup>	11.51 (1.10) <sup>b</sup>	متوسط قطر برابر سینه گونه اصلی mean diameter at breast height of main species (cm)
19.27 (2.22) <sup>a</sup>	14.71 (1.93) <sup>b</sup>	17.69 (3.13) <sup>a</sup>	متوسط ارتفاع گونه اصلی (متر) mean height of main species (m)

اعداد داخل پرانتز معرف اشتباه معیار است. حروف متفاوت نیز نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار بین میانگین‌ها است (سطح احتمال ۰/۰۵).

The numbers in parentheses represent standard error. Different letters indicate significant difference ( $p=0.05$ ).

زادآوری طبیعی جنگلکاری کاج بروسیا را دارا بوده است (جدول ۱).

ب- بررسی وضعیت کیفی درختان: درصد فراوانی درختان در طبقات کیفی هر یک از جنگلکاری‌های بلندمازو، پلت و کاج بروسیا در جدول ۲ آمده است. در کلیه عرصه‌ها بیشترین فراوانی به طبقه با کیفیت خوب اختصاص داشت به شکلی که عرصه جنگلکاری کاج بروسیا با دارا بودن ۸۳/۹۷ درصد درختان با کیفیت خوب از بالاترین میزان برخوردار بود و پس از آن به ترتیب عرصه‌های جنگلکاری پلت با دارا بودن ۵۰/۷ درصد درختان با کیفیت خوب و جنگلکاری بلندمازو با دارا بودن ۴۴/۹ درصد فراوانی درختان با کیفیت خوب جای گرفته است. شایان ذکر می‌باشد عرصه جنگلکاری کاج بروسیا جدای از برخوردار بودن بیشترین فراوانی درختان با کیفیت خوب (۸۳/۹۷ درصد)، کمترین درصد فراوانی درختان ضعیف (۱/۵۶ درصد) را نیز دارا بوده است (جدول ۲).

بررسی زادآوری طبیعی در عرصه جنگلکاری بلندمازو نشان داد که در سطح آن ۱۲ گونه از زادآوری طبیعی درختان وجود دارد. نهال‌های سه گونه بلندمازو (۶۱/۳ درصد)، پلت (۱۴/۱ درصد) و آزاد (۷/۳ درصد) در مجموع ۸۲/۷ درصد فراوانی کل زادآوری طبیعی در این عرصه را به خود اختصاص داده‌اند. در عرصه جنگلکاری پلت نیز ۱۰ گونه از زادآوری طبیعی درختان وجود داشت که نهال‌های چهار گونه آزاد (۳۵/۳ درصد)، پلت (۲۰/۴ درصد)، انجیلی (۱۵/۷ درصد) و بلندمازو (۱۴/۲ درصد) در مجموع ۸۵/۶ درصد فراوانی کل زادآوری طبیعی در این عرصه را دارا بوده‌اند. همچنین در عرصه جنگلکاری کاج بروسیا ۱۵ نوع نهال مشاهده شد که نهال‌های چهار گونه بلندمازو (۳۱ درصد)، انجیلی (۲۸/۸ درصد)، خرمندی (۱۰ درصد) و شب‌خسب (۸/۴ درصد) در مجموع ۷۸/۲ درصد فراوانی کل زادآوری طبیعی این عرصه را تشکیل داده‌اند. البته گونه بروسیا با ۶ اصله نهال تنها ۰/۷ درصد از فراوانی

جدول ۲- مقایسه میانگین درصد فراوانی‌های درختان در طبقات کیفی مختلف.

Table 2. Comparison of frequency of trees in different quality classes.

کای اسکوئر Chi-square	ضعیف Weak	نامناسب Inappropriate	مناسب Appropriate	خوب Good	جنگلکاری Plantation
30.57 **	12.83	20.07	22.2	44.9	بلندمازو Oak
75.12 **	4.4	17.6	27.3	50.7	پلت Maple
186.40 **	1.56	6.17	8.3	83.97	بروسیا Brutain Pine

تذکر: \*\* بین درصد فراوانی در طبقات مختلف کیفیت هر جنگلکاری لااقل یک اختلاف با سطح احتمال ۰/۰۱ وجود دارد.

There is at least one significant difference between the percentages of trees in the quality classes of each plantation (p= 0.01).\*\*

معنی‌داری نداشته است. در ارتباط با مقادیر تنوع گونه‌ای گیاهان براساس شاخص سیمپسون نیز در بین تیمارهای مختلف اختلاف معنی‌داری وجود نداشته است. شایان ذکر است مقادیر تنوع تحت تأثیر مقادیر غنا و یکنواختی است در این تحقیق مشخص شد به لحاظ شاخص غنا (مارگالف) عرصه جنگلکاری کاج بروسیا از بیشترین مقدار برخوردار بوده و پس از آن به ترتیب عرصه‌های جنگلکاری‌های پلت و بلندمازو در رتبه دوم جای گرفتند. البته مقدار غنای گیاهان براساس شاخص مارگالف در عرصه پلت با بلندمازو اختلاف معنی‌داری نداشته است. همچنین عرصه بلندمازو از بیشترین مقدار یکنواختی و عرصه بروسیا نیز از کمترین مقدار یکنواختی برخوردار بود. عرصه پلت نیز به لحاظ میزان یکنواختی در حدوسط قرار گرفته که با هیچ یک از عرصه‌های بلندمازو و بروسیا اختلاف معنی‌داری را نشان نداده است (جدول ۳).

ج- مقایسه شاخص‌های تنوع گونه‌ای گیاهان: شناسایی گیاهان در سطح جنگلکاری‌های مورد بررسی نشان داد که در این مناطق ۵۰ گونه گیاهی شامل تعداد ۱۸ گونه درختی، ۷ گونه درختچه‌ای و ۲۵ گونه علفی وجود دارد. فراوانی خانواده‌های گیاهی موجود در این مناطق نیز نشان داد خانواده‌های Rosaceae با شش گونه، Poaceae با سه گونه و Fabaceae با سه گونه از بیشترین فراوانی برخوردار بودند. مقایسه میانگین شاخص‌های تنوع گونه‌ای گیاهان با آزمون دانکن و در سطح احتمال ۰/۰۵ نشان داد بیشترین میزان میانگین تنوع گونه‌ای گیاهان براساس شاخص شانون- وینر در جنگلکاری کاج بروسیا وجود داشته و پس از آن به ترتیب جنگلکاری‌های بلندمازو و پلت در رتبه دوم جای گرفتند. البته مقدار تنوع گونه‌ای گیاهان براساس شاخص شانون- وینر عرصه پلت با بلندمازو اختلاف

جدول ۳- مقایسه شاخص‌های تنوع گونه‌ای گیاهان در سطح جنگلکاری‌ها.

Table 3. The indices comparison of plant species diversity in the plantations.

جنگلکاری (Plantation)			شاخص Index
بروسیا (Brutain Pine)	پلت (Maple)	بلندمازو (Oak)	
2.063 (0.144) <sup>a</sup>	1.886 (0.036) <sup>b</sup>	1.986 (0.04) <sup>b</sup>	تنوع شانون- وینر Shannon-Wiener's index
0.737 (0.007) <sup>ns</sup>	0.757 (0.004) <sup>ns</sup>	0.777 (0.002) <sup>ns</sup>	تنوع سیمپسون Simpson's index
0.538 (0.008) <sup>b</sup>	0.549 (0.006) <sup>ab</sup>	0.608 (0.005) <sup>a</sup>	یکنواختی هیپ Heip evenness
5.517 (2.371) <sup>a</sup>	4.136 (0.518) <sup>b</sup>	3.961 (0.624) <sup>b</sup>	غنای مارگالف Margalef richness

اعداد داخل پرانتز معیار اشتباه معیار است. حروف متفاوت نیز نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار بین میانگین‌ها است (سطح احتمال ۰/۰۵).

Numbers in parentheses represent standard error. Different letters indicate significant difference (p= 0.05).

درصد) در مجموع ۹۱/۹ درصد کل بی مهرگان خاکزی را به خود اختصاص داده‌اند (جدول ۴).

مقایسه میانگین‌های شاخص‌های تنوع بی مهرگان خاکزی با آزمون دانکن و با سطح احتمال ۵ درصد نشان داد عرصه جنگل کاری پلت از بالاترین میزان تنوع (شانون و سیمپسون) برخوردار بوده در رتبه اول جای دارد. عرصه جنگلکاری کاج بروسیا نیز با کمترین مقدار در رتبه دوم است. البته عرصه جنگلکاری بلندمازو در حد وسط قرار گرفته و با هیچ یک از دو تیمار پلت و کاج بروسیا اختلاف معنی داری ندارد. در این تحقیق مشخص گردید به لحاظ شاخص غنا (مارگالف) عرصه عرصه‌های جنگلکاری پلت و کاج بروسیا در رتبه اول جای گرفته و عرصه جنگلکاری بلندمازو با کمترین مقدار در رتبه دوم قرار دارد. همچنین بررسی مقادیر شاخص یکنواختی (هیپ) نشان داد عرصه‌های جنگلکاری پلت و بلندمازو در طبقه اول قرار دارند و عرصه جنگلکاری کاج بروسیا نیز با کمترین مقدار یکنواختی در رتبه دوم جای می‌گیرد (جدول ۴).

د- مقایسه شاخص‌های تنوع بی مهرگان خاکزی: از مجموع ۸۱ نمونه که حاصل برداشت ۲۷ نمونه خاک بی مهرگان خاکزی از هر عرصه جنگلکاری بوده است، تعداد ۴۵۲۵ موجود متعلق به ۱۴ گروه از بی مهرگان خاکزی جداسازی و مورد شناسایی قرار گرفت. این تحقیق نشان داد متوسط تراکم بی مهرگان خاکزی در عرصه‌های جنگلکاری بلندمازو، پلت و کاج بروسیا به ترتیب برابر با ۷۴۹۰ عدد، ۶۴۹۰ عدد و ۶۷۰۰ عدد در هر مترمربع و از عمق ۰ تا ۱۰ سانتی متری خاک بوده است. در عرصه جنگلکاری بلندمازو گروه‌های پادمان (۶۱/۴ درصد)، کنه‌ها (۲۸/۴ درصد) و حشرات بالدار (۵/۵ درصد) در مجموع ۹۵/۳ درصد فراوانی بی مهرگان خاکزی را به خود اختصاص داده‌اند. در عرصه جنگلکاری پلت نیز گروه‌های پادمان (۵۳ درصد)، کنه‌ها (۱۹/۸ درصد) و حشرات بالدار (۱۸/۸ درصد) در مجموع ۹۱/۶ درصد فراوانی بی مهرگان خاکزی را در این عرصه در برگرفته‌اند. همچنین در عرصه جنگلکاری کاج بروسیا گروه‌های پادمان (۶۳/۱ درصد)، کنه‌ها (۲۴/۴ درصد) و حشرات بالدار (۴/۴

جدول ۴- مقایسه شاخص‌های تنوع بی مهرگان خاکزی استفاده شده در سطح جنگلکاری‌ها.

Table 3. The indices comparison of soil invertebrates' diversity in the plantations.

جنگلکاری (Plantation)			نام شاخص
بروسیا (Brutain Pine)	پلت (Maple)	بلندمازو (Oak)	Index
0.998 (0.036) <sup>ab</sup>	1.090 (0.053) <sup>a</sup>	0.915 (0.040) <sup>b</sup>	تنوع شانون- وینر Shannon-Wiener's index
0.516 (0.006) <sup>ab</sup>	0.560 (0.014) <sup>a</sup>	0.495 (0.012) <sup>b</sup>	تنوع سیمپسون Simpson's index
0.523 (0.022) <sup>b</sup>	0.612 (0.026) <sup>a</sup>	0.581 (0.020) <sup>a</sup>	یکنواختی هیپ Heip evenness
1.168 (0.137) <sup>a</sup>	1.092 (0.078) <sup>a</sup>	0.892 (0.062) <sup>b</sup>	غنا مارگالف Margalef richness

اعداد داخل پرانتز معرف اشتباه معیار است. حروف متفاوت نیز نشان دهنده اختلاف معنی دار بین میانگین‌ها است (سطح احتمال ۰/۰۵).

Numbers in parentheses represent standard error. Different letters indicate significant difference (p=0.05).

متوسط قطر برابر سینه درخت برخوردار بوده و از جهت متوسط ارتفاع درخت نیز با بیشترین مقدار به همراه متوسط ارتفاع درخت بلندمازو در رتبه اول

### نتیجه گیری کلی

ارزیابی کمی تحقیق حاضر نشان داد عرصه جنگلکاری کاج بروسیا با کمترین فراوانی از بیشترین



اصله در هکتار شده است. البته در عرصه بروسیا این مقدار تنها برابر با ۲۰۴۰ اصله در هکتار تعیین گردید. افزایش فراوانی درختان در سطح، کاهش کیفیت تنه و تاج درختان را موجب می‌شود. بررسی توده ۱۰ ساله جنگلکاری پلت هلو مسر آمل در مرحله پیش از تنک‌کردن نشان داد پایه‌های بدفرم بیش از ۸۵ درصد درختان این توده را شامل شده است (۱۱). همچنین اجرای عملیات تنک‌کردن در جنگلکاری پلت در منطقه چوب و کاغذ مازندران نشان داد درختان با کیفیت تنه متوسط و ضعیف در توده اولیه برابر با ۳۸ درصد بوده که پس از انجام تنک‌کردن به میزان ۱۹ درصد کاهش یافت (۶). از سوی دیگر شکل فرم تنه و فرم تاج گونه درختی تأثیر به‌سزایی بر کیفیت آن در توده دارد. گونه‌های پهن‌برگ به دلیل گستردگی شاخه‌های تاج درختان رقابت بیشتری را برای استفاده از کسب نور و فضای رشد ایجاد می‌نمایند (۲۲). در مجموع دو عامل اصلی کاهش فراوانی و شکل فرم تنه و فرم تاج گونه سوزنی‌برگ بروسیا موجب افزایش فراوانی کیفیت درختان با کیفیت خوب را نسبت به دو گونه پهن‌برگ پلت و بلندمازو موجب شده است.

تعیین تنوع گونه‌ای گیاهان، تنوع بی‌مهرگان خاکزی از روش‌های مهم ارزیابی اکولوژیکی است. مقادیر تنوع در این تحقیق بر اساس شاخص‌های شانون-وینر و سیمپسون به انجام رسید. شاخص شانون-وینر نسبت به گونه‌های با جمعیت بیشتر حساس است و هیچ‌گونه وزنی به گونه‌های نادر و یا غالب نمی‌دهد و از سوی دیگر شاخص سیمپسون نسبت به گونه‌های غالب بسیار حساس است. نوع مقادیر تنوع نیز تحت تأثیر دو عامل غنا و میزان یکنواختی می‌باشد. عرصه جنگلکاری بروسیا با کاهش فراوانی فضای بیشتری را برای رویش گیاهان در آشکوب پایینی و عرصه فراهم آورده است به

جای داشته است. شایان ذکر است با آن که فاصله کاشت اولیه این جنگلکاری‌ها ۲ متر × ۲ متر بوده است، متوسط فراوانی گونه اصلی در هر یک از جنگلکاری‌های پلت و بلندمازو ۲۰ ساله به ترتیب برابر با ۲۴۷۰ و ۲۱۰۳ اصله درخت در هکتار بوده و در ارتباط با گونه بروسیا نیز به دلیل قطع این درختان توسط اهالی منطقه و استفاده از آن در ترمیم حصار مزارع توتون، متوسط فراوانی گونه اصلی بروسیا به ۱۲۷۸ اصله درخت کاهش یافت. کاهش فراوانی این گونه نسبت به دو عرصه جنگلکاری دیگر افزایش رویش این‌گونه را نسبت به دو گونه پهن‌برگ بلندمازو و افرا موجب شده است. در همین راستا نتایج عملیات تنک‌کردن بر روی درخت سدر اطلس با برداشت ۲۵ درصد سطح مقطع و پس از مدت پنج سال نشان داد که رشد قطری در توده تنک‌شده دو برابر آن در توده تنک‌نشده بود (۱۸). لازم به ذکر است نتایج ۲۰ ساله بررسی سازگاری گونه‌های سوزنی‌برگ غیربومی جهان در منطقه پایین‌بند نکا (کوهسارکنده) نشان داد که گونه بروسیا از سازگاری مطلوبی برخوردار بوده است (۸). همچنین تحقیقی دیگر برتری این‌گونه را نسبت به گونه سوزنی‌برگ بومی زرین در منطقه کردگوی گرگان به اثبات رساند (۱۵).

بررسی وضعیت کیفی درختان در این تحقیق نشان داد عرصه جنگلکاری کاج بروسیا نسبت به توده‌های بلندمازو و پلت از بیشترین میزان درختان با کیفیت خوب و همچنین کمترین فراوانی درختان ضعیف برخوردار بوده است. لازم به یادآوری است به دلیل عدم انجام عملیات تنک‌کردن در عرصه‌های جنگلکاری پلت و بلندمازو به همراه وجود پاجوش‌ها، ریشه‌جوش‌ها و نونهال‌های طبیعی، فراوانی درختان با قطر برابر سینه بیشتر از ۲/۵ سانتی‌متر در عرصه‌های پلت و بلندمازو به ترتیب برابر با ۴۴۶۴ اصله و ۳۸۰۵

دیگر در زمینه متوسط فراوانی چهارده گروه از بی‌مهرگان خاکزی در جنگلکاری‌های کاج بروسیا و زربین منطقه ولاغوز کردکوی، جنگلکاری‌های پهن‌برگ و سوزنی‌برگ (پلت، توسکا، بلوط و زربین) و جنگل‌های طبیعی اطراف (۱۵) و همچنین در توده‌های بلوط-ممرزستان، ممرزستان و راشستان‌های جنگل‌های نکا نشان داد که گروه‌های پادمان، کنه‌ها و حشرات بالدار بیشترین درصد فراوانی هر یک از این تیمارهای مورد بررسی را به خود اختصاص داده‌اند (۱۹). نتایج تمامی این تحقیقات بر حفظ و تقویت پوشش گیاهی تأکید دارد چرا که این عرصه‌های منابع طبیعی و جنگلکاری بستر رشد و نمو هزاران بی‌مهرگان خاکزی را فراهم آورده و چرخه پایدار عناصر غذایی را موجب می‌شوند (۳ و ۲۶).

بررسی تنوع بی‌مهرگان خاکزی در عمق ۰ تا ۱۰ سانتی‌متری خاک سطحی و با استفاده از شاخص‌های شانون-وینر و سیمپسون نشان داد جنگلکاری پلت از بیشترین میزان و عرصه بلوط از کمترین میزان برخوردار بوده و عرصه کاج بروسیا نیز به لحاظ تنوع بی‌مهرگان خاکزی حالت بینابین را داشته است. مقایسه تنوع بی‌مهرگان لاشبرگ در منطقه دارابکلا مازندران نشان داد روند کاهش تنوع بی‌مهرگان لاشبرگ به ترتیب شامل عرصه‌های جنگلکاری توسکا، پلت، عرصه جنگل طبیعی و جنگلکاری‌های زربین و بلندمازو بوده است (۱۴). انجام تحقیقی دیگر در این منطقه و در ارتباط با تنوع بی‌مهرگان خاکزی در عمق ۰ تا ۱۰ سانتی‌متری خاک نشان داد عرصه جنگلکاری توسکا از بالاترین میزان و جنگلکاری زربین کمترین میزان را به خود اختصاص داده است. در منطقه کردکوی استان گلستان نیز میزان تنوع بی‌مهرگان خاکزی عرصه جنگلکاری بروسیا برتری معنی‌داری را نسبت به عرصه جنگلکاری زربین نشان داده است (۱۵). در مجموع گونه‌های درختی کاشته شده در

شکلی که با افزایش گونه‌های گیاهی بیشترین میزان غنا را داشته و بیشترین تنوع گونه‌ای گیاهان (شاخص شانون-وینر) را نیز به خود اختصاص داده است. نتیجه یک تحقیق بر روی تنوع گونه‌های گیاهی جنگلکاری‌های ۲۰ ساله دو گونه سوزنی‌برگ کاج بروسیا و سرو نقره‌ای و گونه پهن‌برگ بادام کوهی نشان داد تنوع شانون-وینر در توده‌های سوزنی‌برگ از بیشترین میزان برخوردار بوده است (۱۲). از سوی دیگر مقایسه تنوع گیاهان در عرصه‌های جنگل طبیعی و جنگلکاری‌های منطقه دارابکلا مازندران نشان داد میانگین تنوع گونه‌ای گیاهان در جنگلکاری توسکای بیلاقی و عرصه جنگل طبیعی از بیشترین مقدار برخوردار بوده و در ارتباط با سایر عرصه‌های مورد بررسی به ترتیب شامل جنگلکاری‌های پلت، بلندمازو و زربین بوده است. انجام مطالعات نورسنجی در منطقه دارابکلا نشان داد کمترین مقدار شدت نورنسبی در توده خالص زربین با فراوانی ۱۴۲۳ اصله در هکتار تعیین شد، در حالی که بیشترین مقدار شدت نورنسبی در توده خالص توسکا با فراوانی ۳۱۸ اصله در هکتار محاسبه شد که بیانگر سبک و باز بودن تاج این گونه و اجازه ورود نور بیشتر به کف عرصه بوده است (۱۴). البته در تحقیق حاضر کاهش فراوانی پایه‌های بروسیا و افزایش نور به کف عرصه سوزنی‌برگ موجب تقویت پوشش گیاهی و افزایش تنوع گونه‌ای گیاهان در جنگلکاری بروسیا را نسبت به جنگلکاری‌های پهن‌برگ فراهم آورده است.

بررسی تنوع بی‌مهرگان خاکزی در عمق ۰ تا ۱۰ سانتی‌متری خاک سطحی این تحقیق نشان داد گروه‌های پادمان، کنه‌ها و حشرات بالدار بیشترین درصد فراوانی در بین چهارده گروه مختلف بی‌مهرگان خاکزی را برای هر یک از تیمارهای مورد بررسی به خود اختصاص داده‌اند. نتایج تحقیقات

زادآوری طبیعی به ترتیب برابر با به ۳۸۰۵ اصله و ۴۴۶۴ اصله در هکتار بوده است. نتایج تحقیقات متعدد تأثیر مثبت انجام عملیات پرورشی را بر بهبود شرایط کمی و کیفی توده‌های طبیعی و جنگلکاری شده نشان داده است (۶، ۹، ۱۰، ۲۳ و ۲۴). از همین رو بدیهی است توده‌های پهن‌برگ موجود نیاز مبرم به انجام عملیات پرورشی تنک‌کردن دارند. از سوی دیگر عرصه بروسیا با فراوانی ۲۰۴۰ اصله در هکتار و دارا بودن بیشترین متوسط فراوانی زادآوری طبیعی در سطح میکروقطعه نمونه‌ها، تنها ۰/۷ درصد از زادآوری طبیعی به گونه سوزنی‌برگ بروسیا اختصاص داشت. از همین رو استفاده از گونه بروسیا در مناطق تخریب یافته دامنه‌های پایین‌بند شمالی استان مازندران با اهداف ایجاد فضای سبز و تولید اقتصادی مناسب قادر است شرایط را برای بازگشت گونه‌های پهن‌برگ و بهبود مراحل توالی عرصه‌های منابع طبیعی فراهم آورد.

جنگلکاری با ایجاد تغییر در شرایط فاکتورهای محیطی و همچنین از طریق ترکیب عناصر غذایی لاشبرگ بر تنوع بی‌مهرگان خاکزی تأثیر می‌گذارند (۱۴ و ۱۵). در تحقیق حاضر نیز وجود سرعت بالای تجزیه و همچنین ترکیب عناصر غذایی لاشبرگ‌های پلت (۲۰) شرایط مناسب‌تری برای تغذیه بی‌مهرگان خاکزی فراهم آورده است. از سوی دیگر عرصه بروسیا نیز با کاهش فراوانی درخت در سطح هکتار و همچنین افزایش معنی‌دار تنوع پوشش گیاهی به لحاظ تنوع بی‌مهرگان خاکزی در شرایط حد وسط جنگلکاری‌های پهن‌برگ بلندمازو و پلت جای گرفته است.

ارزیابی اکولوژیک عرصه‌های جنگلکاری در این تحقیق به همراه بررسی متغیرهای کمی و کیفی هر یک از گونه‌های مورد بررسی به ارائه تصویری واضح از شرایط موجود در عرصه‌های جنگلکاری می‌پردازد. در این تحقیق فراوانی درختان در جنگلکاری‌های پلت و بلندمازو به همراه ریشه‌جوش‌ها، پاچوش‌ها و

#### منابع

1. Bassiri, A. 2009. Statistical designs in agricultural sciences. Shiraz Univ. Press, 368p. (In Persian)
2. Bradford, M.A., Tordof, G.M., Egger, T., Jones, H., and Newington, J.E. 2002. Microbiota, fauna, and mesh size interaction in litter decomposition. *Oikos*. 99: 2. 317-323.
3. Callahan, M.A., Richter, D.D., Coleman, D.C., and Hofmockel, M. 2006. Long term landuse effects on soil invertebrate communities in southern piedmont soils, USA. *European Journal of Soil Biology*. 42: 2. 150-156.
4. Cusack, D., and Montagnini, F. 2004. The role of native species plantations in recovery of understory woody diversity in degraded pasturelands of Costa Rica. *Forest Ecology and management*. 188: 5. 1-15.
5. Duncan, R.S., and Chapman, C.A. 2003. Consequences of plantation harvest during tropical forest restoration in Uganda. *Forest Ecology and management*. 173: 8. 235-250.
6. Eslami, R., Jahanaray, A.R., Habibi Bibalani, GH., and Hasani, M. 2013. Effect of thinning operations on maple (*Acer velutinum*) plantations (Case study: Mazandaran wood and paper company's forest management project). *Iranian Journal of forest and paper research*. 21: 1. 76-85. (In Persian)
7. Forest Management plan, 2000. District 2 Neka forests (Series1). Published by Natural resources general office of Sari, Forest and rangelands organization of Iran. 79p. (In Persian)
8. Golizadeh, M.N., Mohammadnezhad Kiasari, Sh., and Hemmati, A. 2016. Adapted conifer species in north of Iran. Research institute of forest and rangelands, Iran, 368p. (In Persian)
9. Gorji bahri, Y. 2005. Results of Loblolly pine (*Pinus teada* L.) and Caucasian alder (*Alnus subcurdata* C.A.Mey.) silvicultural operations in the Caspian low land regions of Iran. *Pajouhesh and Sazandegi*, 63(1): 2-9 (In Persian)

10. Haggard, J., Wightman K., and Fisher, R. 1997. The potential of plantations to foster woody regeneration within a deforested landscape in lowland Costa Rica. *Forest ecology and Management*. 99: 2. 55-64.
11. Hassani, M., and Amani, M. 2005. The results of eight years of thinning on Maple (*Acer velutinum*) forestation (Case study: The Imamzadeh Abodulla of Amol). *Iranian journal of forest and poplar research*. 12(3): 339-370. (In Persian)
12. Jamshidi, Z., Abrari Vajari, K., Sohrabi, A., and Veiskarami, Gh. 2016. Flora and plant species diversity in coniferous and deciduous plantations (Case study: plantation of Remela, Lorestan). *Iranian journal of forest and poplar research*. 24(2): 249-259. (In Persian)
13. Jenkins, M.A., and Parker, G.R. 1998. Composition and diversity of woody vegetation in silvicultural openings of southern Indiana forests. *Forest ecology and management*. 109: 3. 57-74.
14. Mohammadnezhad Kiasari, Sh., Sagheb-Talebi, Kh., Rahmani, R., and Amozad, M. 2013. Investigation on soil invertebrates diversity at natural forests and reforestations of hardwood and softwood in sari area. *Journal of natural resources, science and technology*. 6(2): 55-69. (In Persian)
15. Mohammadnezhad Kiasari, Sh. 2015. Investigation on adaptation of the world important hardwoods and softwoods in the north of Iran (Neka forests: Kohsarkandeh). Final report of project, Mazandaran agricultural and natural resources research center. 58p. (In Persian)
16. Murphy, M., Balsler, T., Buchmann, N., Hahn, V., and Catherine, P. 2008. Linking tree biodiversity to belowground process in a young tropical plantation: impacts on soil co2 flux. *Forest Ecology and Management*. 255: 7. 2577-2588.
17. Oatenand, D.K., and Larsen, K.W. 2008. Stand characteristics of three forest types within the dry interior forests of British Columbia, Canada: Implications for biodiversity. *Forest Ecology and Management*. 256: 1-2. 114-120.
18. Poormajidian, M.R., and Tabari, M. 2005. The effect of thinning on Atlas Cedar in North of Iran. *Iranian Journal of Natural Resources*. 58(2): 325-332. (In Persian)
19. Rahmani, R., and Mayvan, H.Z. 2004. Diversity and assemblage structure of soil invertebrates in Beech, Hornbeam and Oak– Hornbeam forest types. *Iranian Journal of Natural Resources*. 56: 4. 425-437. (In Persian)
20. Rahmani, R., and Mohammadnezhad Kiasari, Sh. 2003. Relation between millipedes abundance and litter nutritional elements composition in afforested and disturbed sites (Case study: Darabkola-Mazandaran). *Iranian Journal of Natural Resources*. 56: 3. 201-212. (In Persian)
21. Rouhi-Moghaddam, E., Hosseini, S.M., Ebrahimi, E., Rahmani, R., and Tabari, M. 2007. The regeneration structure and biodiversity of trees and shrub species in understory of pure plantations of oak and mixed with hornbeam in the Hyrcanian forests of Iran. *Pakistan Journal of Biological Sciences*. 10: 8. 1281-1276.
22. Sagheb-Talebi, Kh., Sajedi, T., and Pourhashemi, M. 2014. *Forest of Iran. A Treasure from the Past, a Hope for the Future*. Springer, 152p.
23. Stankova, T.V., and Diéguez-Aranda, U. 2017. A two-component dynamic stand model of natural thinning. *Forest ecology and management*. 385: 264-280.
24. Sun, A., Onda, Y., Otsuki, K., Kato, H., and gomi, T. 2017. The effect of script on forest floor evaporation in a Japanese cypress plantation. *Agriculture and Forest Meteorology*. 15: 48-57.
25. Tabari, M., Saeidi, H.R., Alavi-Panah, K., Basiri, R., and Poormadjidian, M.R. 2007. Growth and survival response of potted *Cupressus sempervirens* seedlings to different soils. *Pakistan Journal of Biology Sciences*. 10: 8. 1309-1312.
26. Wipfli, C.M., Meritt, R.W., and Wipfli, M.S. 2005. Headwater riparian invertebrate communities associated with red alder and conifer wood and leaf litter in southeastern. *Northeast Scientific Association*. 79: 3. 218-224.



## Ecological assessment of conifers and broad-leaved plantations in Neka, Eastern of Mazandaran (Case Study: Ghoremarez Area)

\*Sh. Mohammadnezhad Kiasari<sup>1</sup>, Kh. Sagheb-Talebi<sup>2</sup> and Sh. Amini<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Research Assistant Prof., Agriculture and Natural Resources Research and Education Center of Mazandaran, Mazandaran, Iran, <sup>2</sup>Associate Prof., Research Institute of Forests and Rangelands, Tehran, Iran, <sup>3</sup>Senior Forest Expert, Sari General Office of Natural Resources, Mazandaran, Iran

Received: 05/06/2016; Accepted: 09/03/2017

### Abstract

**Background and objectives:** Applying of plant and animal diversity as well as natural regeneration are the common methods of assessing the ecological potential of forest stands. The objective of this study was ecological assessment in 20 years old plantations of Chestnut leaved Oak (*Quercus castaneifolia* C. A. Mey.), Velvet Maple (*Acer velutinum* Bioss.) and Brutia Pine (*Pinus brutia* Ten.) in term of quantitative and qualitative characteristics of trees, natural regeneration, plant and soil invertebrates. The study area is located in District 2 of Neka's lowland forests, east of Mazandaran province.

**Materials and methods:** Nine sample plots with 1500 m<sup>2</sup> were selected in each plantation. In each sample plot, 3 micro-sample plots, each 49 m<sup>2</sup> were selected random-systematically including 27 micro-sample plots for each plantation and overall 81 micro-sample plots in 3 plantations. Study of quantitatively and qualitatively survey of trees (diameter at breast height, height and quality of tree) was performed by a fully inventory in three plantations including 6088 trees. Also all of the plants were recognized in 81 micro-sample plots and their coverage percent were estimated. Diversity indices were calculated by Simpson and Shannon-Wiener indices. Also, richness and evenness were obtained by Margelov and Menhinick indices. Mean analysis of quantitative characteristics was performed by the analysis of one-way variance.

**Results:** Analysis of the quantitative and qualitative characteristics of trees indicated that Brutia Pine plantation with the least density had the highest quantitative and qualitative results followed by Velvet maple and Chestnut leaved oak, respectively. Also the mean number of regeneration per square was higher in the Brutia Pine followed by Velvet maple and Chestnut leaved oak plantation. Shannon-Wiener index indicated that the plant diversity was higher in the Brutia Pine plantation, whereas the lowest Shannon-Wiener index was calculated in the Velvet maple plantation. On the other hand Shannon-wiener and Simpson indeces indicated that the soil invertebrates was higher in the Velvet maple plantation, whereas the least index of Shannon-Wiener and Simpson were calculated in the Chestnut leaved oak plantation.

**Conclusion:** In general, one can conclude that the quantitative and qualitative characteristics as well as plant diversity and natural regeneration in the Brutia Pine plantation are higher than that of other two plantations. We should emphasize that this result might be affected by less density in the Brutia pine plantation, where the trees had more growth space and the forest ground receives more light which advances to higher plant diversity. This research emphasizes the use of conifers compatible species in degraded areas as well as thinning operations in plantations. Otherwise, increasing the growth of trees per unit area can lead to reduce the quantitative and qualitative characteristics of trees as well as plant diversity and natural regeneration.

**Keywords:** Quantitative and qualitative characteristics, Diversity, Soil invertebrates, Brutia Pine

---

\*Corresponding author: Ms.mohammadnezhadk@gmail.com

